



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

MODELADO PARTICIPATIVO CON
PESCADORES ARTESANALES PARA
EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA
MERLUZA PERUANA FRENTE A LA
COSTA NORTE DEL PERÚ

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR

PAUL GONZALO TACURI SANTISTEBAN

LIMA – PERÚ

2026

ASESOR

DR. JORGE LARRY TAM MALAGA

Profesor de la Maestría en Ciencias del Mar de la
Universidad Peruana Cayetano Heredia

CO ASESOR

DR. GIOVANNI ROMAGNONI

Department of Integrated Modelling,
Leibniz Centre for Tropical Marine

Research Leibniz-Center for Tropical
Marine Research (ZMT), Bremen, Germany

JURADO DE TESIS

DRA. MARIA CONCEPCION RIVERA CHIRA

PRESIDENTE

DR. FRANCO RENATO SALVATTECI MERINO

VOCAL

DIMITRI ALEXEY GUTIERREZ AGUILAR

SECRETARIO

DEDICATORIA.

A Dios, por guiar cada uno de mis pasos y sostenerme en los momentos de
incertidumbre y dificultad.

A mi madre, por su incansable motivación y por insistirme siempre en no
abandonar y en sacar adelante esta tesis, incluso en los momentos más difíciles; y
ser mi mayor ejemplo de perseverancia para alcanzar aquello que uno se propone.

A mi padre, quien, a pesar de la distancia, siempre ha estado presente a través de
sus conversaciones, consejos y palabras oportunas, acompañándome y guiándome
en los distintos aspectos de la vida

A Leo, mi cachetón y mi campeón, cuya llegada a este mundo ha dado un nuevo
significado a este esfuerzo y se ha convertido en mi mayor fuente de inspiración.
A mi hermana Nicole y todos los miembros de mi familia, por su apoyo constante,
paciencia y confianza a lo largo de todo este proceso.

A Kelly, por su apoyo, comprensión y motivación en la etapa final de este
proceso, brindándome un impulso adicional para culminar esta tesis.

A mis compañeros de la maestría, quienes al final se volvieron mis más cercanos
amigos (Gian Paul, Kevin, Daniel y Carlos), y a mis amigos del trabajo que no
dejaron de animarme para cerrar esta etapa (Gersson, Maritza, Jimena, Kathy,
Freddy, Cinthia, Edgar, Jacqueline)

A quienes nunca dejaron de creer, incluso cuando el camino parecía incierto.

AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor Jorge Tam, por su guía, apoyo y valiosas observaciones a lo largo del desarrollo de este trabajo.

De manera especial, agradezco a Giovanni Romagnoni por su importante contribución en el desarrollo de esta investigación, así como por sus acertadas recomendaciones, disposición permanente y el valioso intercambio de ideas que enriquecieron el enfoque y los resultados del estudio.

De igual forma, expreso mi sincero agradecimiento a Matthias Wolff y Hauke Reuter por el apoyo brindado durante mi estancia en el Centro Leibniz de Investigación Marina Tropical (ZMT-Bremen), así como a Regina Bacalso, Alonso del Solar, Maria Garteizgogea, Renato Salvatecci y Lotta Kluger por sus valiosos aportes en las distintas fases de esta investigación.

Expreso mi agradecimiento a los señores Marcelino Gonzales y José Rufino Paiva, representantes de las comunidades El Ñuro y los Órganos, respectivamente, por su disposición y valioso apoyo en la difusión y facilitación de estas actividades desarrolladas, contribuyendo de manera significativa a la participación de los actores locales durante los talleres de trabajo.

Asimismo, gracias a Edinson Delgado, Javier Mogollón y Martín Salazar por su apoyo en las coordinaciones con las comunidades pesqueras artesanales, las cuales fueron fundamentales para ejecución de esta investigación.

Agradezco al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) por las facilidades brindadas y el acceso a la información necesaria para la realización de esta investigación. Asimismo, expreso mi reconocimiento al Proyecto Humboldt Tipping y a la Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU, Alemania) por el soporte académico y financiero brindado.

Finalmente, agradezco a mi familia por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante todo este proceso.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento y al soporte académico-científico brindados por el Proyecto Humboldt Tipping (www.humboldt-tipping.org/es), desarrollado en el marco del convenio de cooperación interinstitucional entre el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU, Alemania)



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	TACURI SANTISTEBAN PAUL GONZALO

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR**, autores del trabajo titulado: **MODELADO PARTICIPATIVO CON PESCADORES ARTESANALES PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA MERLUZA PERUANA FRENTE A LA COSTA NORTE DEL PERÚ**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	TAM MALAGA JORGE LARRY	FACI	ASESOR
2.	ROMAGNONI GIOVANNI	FACI	CO ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **7%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3039108921**; fecha de entrega: **22-09-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 22 de septiembre de 2026**

Firma del asesor
Nº DNI: 06450650
ORCID: 0000-0001-8224-4313

Firma del Co-asesor
Pasaporte: ITB1398625
ORCID: 0000-0002-2208-3017

ÍNDICE

RESUMEN
ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1.	Antecedentes.....	3
I.2.	Planteamiento del problema	6
I.3.	Justificación del estudio	7
I.4.	Pregunta de investigación.....	7
I.5.	Objetivos.....	8
I.5.1.	Objetivo general	8
I.5.2.	Objetivos específicos	8
II.	HIPÓTESIS	9
III.	MARCO TEÓRICO	10
III.1.	Aspectos bio-ecológicos y pesqueros de merluza peruana	10
III.1.1.	Taxonomía	10
III.1.2.	Morfología y merística	11
III.1.3.	Edad y crecimiento	11
III.1.4.	Reproducción	12
III.1.5.	Ecología trófica	12
III.1.6.	Distribución y hábitat.....	13
III.1.7.	Relación recurso-ambiente.....	15
III.2.	Aspectos pesqueros de la merluza peruana	15
III.2.1.	Desembarques de merluza	15
III.2.2.	Desembarques de merluza de la flota artesanal	18
III.2.3.	Comunidades de Los Órganos y El Ñuro	20
III.3.	Modelado participativo	26
IV.	METODOLOGÍA	30
IV.1.	Diseño del estudio	30
IV.1.1.	Reclutamiento de participantes:	32
IV.1.2.	Taller 1 “Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino (escenarios)”	32
IV.1.3.	Taller 2 “Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino (tendencias)”	38
IV.2.	Objeto de estudio	41
IV.3.	Análisis de datos	43

IV.3.1. Taller 1	43
IV.3.2. Taller 2	45
IV.4. Modelado ecosistémico.....	47
V. RESULTADOS	52
V.1. Mapa mental de las interacciones de la merluza en el ecosistema	52
V.2. Análisis de los intereses de los pescadores sobre los escenarios.....	55
V.3. Simulación de escenarios con el modelo ecosistémico	61
V.3.1. Escenario de simulación 1. “Aumento del esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal”	61
V.3.2. Escenario de simulación 2: “Aumento del número de embarcaciones en la flota artesanal”	62
V.3.3. Escenario de simulación 3: “Somerización del límite inferior de la profundidad de la oxiclina”	63
V.4.1. Escenario de simulación 4: “Aumenta la captura de falso volador y/o bereche en la flota industrial (principalmente)”	64
V.4. Análisis de los intereses de los pescadores sobre las tendencias de indicadores.....	66
V.4.1. Tendencias sin diferenciar comunidades	67
V.4.2. Tendencias diferenciando comunidad	72
V.5. Evaluación de medidas de manejo	78
V.5.1. Acciones de manejo para la flota Artesanal	79
V.5.2. Acciones de manejo para la flota Industrial	80
VI. DISCUSIÓN.....	81
VI.1. Simulaciones con el modelo ecosistémico	81
VI.2. Intereses sobre escenarios de simulación	86
VI.3. Intereses sobre tendencias de indicadores	88
VI.4. Co-diseño de medidas de manejo	89
VI.5. Limitaciones del estudio	92
VII. CONCLUSIONES.....	95
VIII. RECOMENDACIONES	96
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
X. ANEXOS.....	108
Anexo 1: Carta de invitación para participación al Taller I	108
Anexo 2: Carta de invitación para participación al Taller II	108

RESUMEN

La gestión de las pesquerías artesanales en el Perú enfrenta el desafío de integrar la complejidad ecológica de los sistemas marinos con las dinámicas sociales y económicas de las comunidades pesqueras. Aunque los modelos ecosistémicos han contribuido a la comprensión de las interacciones tróficas y a la evaluación de escenarios de manejo, estos enfoques han estado tradicionalmente centrados en la componente ecológica del sistema, con escasa incorporación del conocimiento y las percepciones de los actores locales. Esta limitación es particularmente relevante en la pesquería artesanal de merluza (*Merluccius gayi peruanus*), conformada por distintas comunidades, entre las cuales destacan las comunidades de Los Órganos y El Ñuro por sus volúmenes de desembarque. A pesar de su cercanía geográfica, ambas presentan características pesqueras, sociales y económicas distintas, lo que influye en la manera como los pescadores interactúan con el recurso y la comprensión de su dinámica.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la percepción y valoración de los pescadores artesanales de la merluza de estas comunidades respecto a escenarios, tendencias y medidas de manejo mediante un enfoque de modelado ecosistémico participativo. Para ello se desarrollaron talleres participativos independientes en ambas comunidades, orientados a la recopilación de conocimiento ecológico tradicional local, el co-diseño de escenarios de mediano plazo, la evaluación del interés frente a las proyecciones obtenidas, así como a la construcción colectiva de propuestas de manejo. La información fue analizada mediante técnicas estadísticas comparativas entre comunidades.

Los resultados evidenciaron que ambas comunidades comparten una base común de conocimiento sobre el rol de la merluza en el ecosistema marino peruano; sin embargo, existen diferencias en la priorización de escenarios y medidas de manejo, asociadas principalmente al nivel de organización social. El Ñuro presenta una mayor preferencia hacia escenarios realistas y propuestas estructuradas de co-manejo, mientras que Los Órganos muestra valoraciones más heterogéneas y flexibles. No se observaron diferencias significativas en la percepción de tendencias de las tendencias de los indicadores estimados para la fracción adulta de la merluza de la merluza, lo que sugiere una visión compartida del comportamiento del recurso frente a los escenarios evaluados.

Se concluye que las diferencias sociales, organizativas y productivas influyen en la percepción y priorización de escenarios y medidas de manejo, pero no necesariamente en la interpretación de las tendencias del sistema. Asimismo, la integración del modelado ecosistémico con enfoques participativos favorece la co-producción de conocimiento y el diseño de estrategias de manejo más inclusivas, legítimas y socialmente más viables.

PALABRAS CLAVES

Modelado participativo, pesquería artesanal, merluza peruana, conocimiento ecológico local, co-manejo pesquero.

ABSTRACT

The management of artisanal fisheries in Peru faces the challenge of integrating the ecological complexity of marine systems with the social and economic dynamics of fishing communities. Although ecosystem models have contributed to the understanding of trophic interactions and the evaluation of management scenarios, these approaches have traditionally focused on the ecological component of the system, with limited incorporation of local stakeholders' knowledge and perceptions. This limitation is particularly relevant in the artisanal Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) fishery, which is structure by different communities, among which Los Órganos and El Ñuro stand out due to their landing volumes. Despite their geographical proximity, both communities exhibit distinct fishing, social, and economic characteristics, which influence how fishers interact with the resource and understand its dynamics.

The aim of this study was to evaluate artisanal fishers' perceptions and interest ratings of hake-related scenarios, trends, and management measures using a participatory ecosystem modelling approach. To this end, independent participatory workshops were conducted in both communities, oriented to collect local ecological knowledge, co-designing medium-term scenarios, assessing levels of interest in the projected outcomes, and jointly developing management proposals. The information was analyzed using comparative statistical techniques between communities.

The results show that both communities share a common base of knowledge regarding the role of hake in the Peruvian marine ecosystem. However, differences were observed in the prioritization of scenarios and management measures, mainly

associated with the level of social organization. El Niño reveals a stronger preference for realistic scenarios and structured co-management proposals, whereas Los Órganos shows more heterogeneous and flexible rating interests. No significant differences were observed in perceptions of trends in the estimated indicators for the adult fraction of hake, suggesting a shared understanding of the resource's behavior across the evaluated scenarios.

It is concluded that social, organizational, and productive differences influence the perception and prioritization of scenarios and management measures, but not necessarily the interpretation of system trends. Furthermore, the integration of ecosystem modelling with participatory approaches fosters knowledge co-production and supports the design of more inclusive, legitimate, and socially viable fisheries management strategies.

KEYWORDS

Participatory modeling, artisanal fishery, Peruvian hake, traditional ecological fisheries co-management

I. INTRODUCCIÓN

La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) es la especie más importante del sub-sistema demersal de la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt por sus niveles de abundancia y su aporte a la economía nacional, regional y local del país (Guevara-Carrasco, 2004, Guevara-Carrasco y Lleonart 2008, Ballón et al., 2008, Wosnitza-Mendo et al., 2009). Este recurso es el objetivo de la flota de arrastre de fondo (de mayor escala) que tiene como base el puerto de Paíta (05°S, región de Piura) (Guevara-Carrasco y Lleonart 2008), y una flota artesanal constituida por 10 comunidades pesqueras que utilizan artes de pesca selectivos (cortina, espinel y pinta de fondo) y se sitúan en las regiones de Tumbes y Piura (Grillo-Núñez et al., 2021).

La pesquería de la merluza peruana desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria, dado que sus capturas se destinan principalmente al consumo humano directo, beneficiando a múltiples familias que compran este recurso que es accesible económicamente debido a su bajo costo (Grillo-Núñez et al., 2021). Esta labor recae principalmente sobre la flota artesanal, destacando las localidades de Los Órganos y El Ñuro, quienes aportan mayores volúmenes de desembarque a esta pesquería y se caracterizan por utilizar artes de pesca como la cortina y espinel de fondo, respectivamente (IMARPE 2021).

Los Órganos y El Ñuro, a pesar de ubicarse cercanamente (~ 10 km entre ellas), presentan diferencias las cuales se han reconocido en términos pesqueros, social y económicos, lo que influye en la forma que los actores de esta pesquería interactúan con el recurso, particularmente los pescadores (IMARPE, 2013; IMARPE, 2016;

Guevara-Carrasco y Bertrand, 2017; Salazar, 2020; SPDA, 2020; IMARPE 2021, IMARPE, 2022; Alarcón et al., 2024).

A pesar de estos avances, aún existe un entendimiento limitado sobre cómo las diferencias entre comunidades pesqueras artesanales influyen o se asocian con la forma en que los pescadores perciben el rol de la merluza en el ecosistema, los factores que determinan la dinámica de su condición poblacional, y que implicancias tendrían estas para el manejo.

El concepto de “percepción” se ha definido como un proceso activo, inmediato y holista de organización mental que extrae y agrupa cualidades relevantes del entorno para generar representaciones mentales coherentes, y no una simple recepción pasiva y elemental de estímulos sensoriales (Oviedo 2004). Para el presente estudio, la percepción se entiende como la interpretación que realizan los pescadores artesanales sobre los cambios, procesos y escenarios relacionados con la dinámica de la merluza y su pesquería, a partir de sus conocimientos, experiencias y observaciones del ecosistema. Esta se expresa en valoración y/o priorización de escenarios y tendencias, así como la formulación de aportes respecto a posibles medidas de manejo. En este sentido, la comprensión de estas diferencias es clave para mejorar el diseño de medidas de manejo, especialmente en pesquerías artesanales donde los factores sociales y económicos juegan un rol central.

En este contexto, el presente trabajo se orientó a evaluar las apreciaciones y valoraciones de los pescadores artesanales de las comunidades de Los Órganos y El Ñuro en relación con escenarios, tendencias y medidas de manejo, integrando un enfoque de modelado participativo. Por ello, se implementaron dos talleres

estructurados bajo componentes informativos, consultivos y colaborativos orientados a la co-producción de conocimiento. La modelización se sustentó en una versión actualizada del modelo ecotrófico del sistema marino de la región norte-centro del Perú (Tam et al., 2008; Taylor et al., 2008), implementado en la plataforma Ecopath con Ecosim (EwE) (Christensen y Pauly, 1992; Christensen et al., 2004; Christensen et al., 2005), lo que permitió integrar el conocimiento para comprender cómo responde el recurso a escenarios de su interés y que medidas de manejo promoverían la sostenibilidad de la merluza en el norte del litoral peruano.

Cabe señalar, que la presente tesis, se realizó en el marco del Proyecto Humboldt Tipping, gracias al Convenio de cooperación entre el IMARPE y la CAU de Alemania (Schmidt, 2019), lo cual permitió contar con el asesoramiento del Dr. Giovanni Romagnoni de la ZMT, así como de un equipo transdisciplinario de expertos en modelado ecosistémico participativo.

I.1. Antecedentes

El “Modelado participativo” se puede definir como un enfoque de modelado, en el cual los actores vinculados a un sistema (por ejemplo, en el ámbito de una pesquería: pescadores, científicos, autoridades y otros usuarios) participan activamente en el proceso de construcción, validación y análisis de los modelos que se utilizan para comprender la dinámica del sistema (por ejemplo, aspectos relacionados al ambiente, recurso y pesca) y apoyar la toma de decisiones (Gray et al., 2018; Voinov y Bousquet, 2010)..

En este enfoque lo que se busca es incorporar incorpora el conocimiento técnico-científico junto con el conocimiento práctico o experiencia directa de los

usuarios del recurso; además que involucra otros aspectos como: identificación de problemas, validación de supuestos, análisis colectivo de resultados, definición de escenario de manejo, entre otros (Étienne, 2014).

Para llevar a cabo proceso de modelización, se pueden emplear diversas herramientas, desde modelos conceptuales, diagramas causales, modelos biológicos (pesqueros y/o ecosistémicos), entre otros que permitan co-producir conocimiento y evaluar temas del interés de los actores, basado en su necesidad (Voinov y Bousquet, 2010; Gray et al., 2018). El objetivo del “Modelado participativo” no es solo mejorar la representación del sistema, sino también fortalecer la legitimidad de las medidas de manejo, reducir conflictos y promover la corresponsabilidad en la sostenibilidad del recurso (Berkes, 2009; Étienne, 2014).

El modelado participativo para el estudio de los ecosistemas marinos ha sido utilizado con distintos fines. Este enfoque ha sido útil para mejorar la representación de las dinámicas ecológicas, especialmente en contextos con información limitada. Por ello, el conocimiento ecológico tradicional de los pescadores (TEK, por sus siglas en inglés) se reconoce como una fuente de información de alto valor, el cual ha sido aprovechado para distintos fines, desde comprender la dinámica especial de los peces (Mason et al., 2019), co-crear información de dieta de especies de importancia comercial para su uso en un modelo de red alimentaria (Bentley et al., 2019a), hasta la reconstrucción del esfuerzo pesquero para la mejorar la precisión de salidas un modelo ecotrófico (Bentley et al., 2019b).

Este enfoque también ha permitido explorar las percepciones de las partes interesadas frente a cambios en los ecosistemas, evidenciando su utilidad para anticipar respuestas y decisiones ante distintos escenarios (Koenigstein et al., 2016).

Asimismo, su aplicación en procesos de ordenamiento pesquero ha mostrado resultados relevantes, como en Filipinas y Costa Rica, donde la participación de actores facilitó la definición de medidas de manejo y la formulación de políticas, promoviendo además un mayor nivel de cumplimiento (Armada et al., 2018; Alms et al., 2022; Bacalso et al., 2023).

Por otro lado, aunque no bajo un enfoque participativo, la evaluación de escenarios mediante modelos ecosistémicos ha sido aplicada en diversos contextos, como en Baja California Sur y en ecosistemas coralinos de Indonesia (Cisneros-Montemayor et al., 2012; Ainsworth et al., 2008). Estos antecedentes evidencian una base metodológica sólida que respalda la incorporación del enfoque participativo como una forma de enriquecer la evaluación de escenarios y medidas de manejo de interés de los actores, integrando de manera explícita la dimensión social en la gestión pesquera.

En el contexto peruano se han desarrollado aplicaciones de modelos ecosistémicos como Osmose, que han permitido caracterizar la estructura trófica del sistema de afloramiento y evaluar escenarios de manejo orientados a la recuperación de especies como la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) (Marzloff et al., 2009). Si bien estos estudios aportan evidencia valiosa para la gestión basada en ecosistemas y con énfasis sobre un determinado recurso, también ponen de relieve la necesidad de complementar estos enfoques con la incorporación de las percepciones y conocimientos de los actores, lo que refuerza la pertinencia del enfoque propuesto en la presente investigación.

I.2. Planteamiento del problema

La gestión de pesquerías artesanales en el Perú enfrenta el desafío de integrar la complejidad ecológica de los sistemas marinos con las dinámicas sociales y económicas que caracterizan a las comunidades que dependen de estos recursos. Si bien el uso de modelos ecosistémicos ha permitido avanzar en la comprensión de las interacciones tróficas y en la evaluación de escenarios de manejo, estos enfoques han estado predominantemente centrados en componentes biofísicos, con una limitada incorporación de las percepciones y valoraciones de los actores involucrados.

Esta limitación resulta particularmente relevante en contextos donde existen diferencias marcadas entre comunidades pesqueras cercanas, como es el caso de Los Órganos y El Ñuro. A pesar de su proximidad geográfica, ambas presentan características pesqueras, sociales y económicas distintas, lo que influye en la manera en que los pescadores interactúan con el recurso y comprenden su dinámica. Sin embargo, aún existe un entendimiento limitado sobre cómo estas diferencias se traducen en percepciones diferenciadas respecto al rol de la merluza en el ecosistema, los factores que afectan su estado poblacional y las posibles medidas de ordenamiento a considerar para su manejo.

En consecuencia, la falta de integración entre el conocimiento científico y las percepciones locales, así como la escasa consideración de la heterogeneidad entre comunidades, restringe la capacidad de diseñar estrategias de manejo que sean no sólo ecológicamente adecuadas, sino también socialmente viables y efectivas en su implementación.

I.3. Justificación del estudio

Abordar estas brechas resulta fundamental para fortalecer la gestión pesquera basada en ecosistemas en el Perú. Comprender cómo distintas comunidades perciben un mismo recurso y los cambios en su entorno permite generar información clave para el diseño de medidas de manejo más ajustadas a la realidad local. Esto es especialmente importante en pesquerías artesanales, donde las decisiones de los pescadores están fuertemente influenciadas por factores sociales, económicos y culturales.

En este sentido, la integración de enfoques de modelado ecosistémico con procesos participativos representa una oportunidad para avanzar hacia una gestión más inclusiva. Este tipo de aproximación no sólo permite evaluar escenarios desde una perspectiva netamente biológico-pesquera, sino también incorporar activamente el conocimiento, intereses y preocupaciones de los actores, favoreciendo la co-producción de conocimiento y una mayor aceptación de las medidas de gestión propuestas. Así, el presente estudio busca aportar evidencia sobre cómo estas herramientas pueden ser utilizadas de manera complementaria para mejorar la toma de decisiones en contextos pesqueros locales, complejos y heterogéneos.

I.4. Pregunta de investigación

En este marco, la presente investigación busca responder la siguiente pregunta:

¿De qué manera las diferencias entre las comunidades pesqueras de Los Órganos y El Ñuro influyen en la priorización de escenarios, tendencias y medidas de manejo de la merluza, y qué implicancias tiene ello para la gestión pesquera?

I.5.Objetivos

I.5.1. Objetivo general

- Evaluar y comparar las percepciones de los pescadores artesanales de merluza de Los Órganos y El Ñuro respecto a escenarios, tendencias y medidas de manejo, mediante un enfoque de modelado ecosistémico participativo.

I.5.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el conocimiento y comprensión de los pescadores artesanales sobre el rol ecológico de la merluza y su dinámica dentro del ecosistema marino, a partir de la implementación de espacios informativos.
- Identificar, comparar y analizar las percepciones y prioridades (niveles de interés) de las comunidades pesqueras artesanales de Los Órganos y El Ñuro, respecto a escenarios co-diseñados bajo un enfoque de modelado ecosistémico participativo, basados en los factores que influyen en la dinámica poblacional de la merluza, y sus tendencias en capturas y abundancia.
- Analizar los aportes y percepciones de los pescadores artesanales para formular propuestas de medidas de cogestión, considerando su aplicabilidad diferenciada en la flota artesanal e industrial de la pesquería de merluza.

II. HIPÓTESIS

- Las diferencias en las características pesqueras, sociales y económicas entre las comunidades de Los Órganos y El Ñuro se asocian con la percepción y el interés de los pescadores sobre la interacción de la merluza con el ecosistema y, en consecuencia, influyen en la priorización de escenarios, tendencias y medidas de manejo en el marco de un proceso de modelado ecosistémico participativo.

III. MARCO TEÓRICO

III.1. Aspectos bio-ecológicos y pesqueros de merluza peruana

III.1.1. Taxonomía

La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) pertenece al orden Gadiformes y a la familia Merlucciidae, grupo que agrupa a especies comúnmente conocidas como merluzas, caracterizadas por su importancia ecológica y pesquera a nivel mundial. Dentro del género *Merluccius*, ampliamente distribuido en aguas templadas y subtropicales, *M. gayi* constituye una especie adaptada a las condiciones oceanográfica del Sistema de la Corriente de Humboldt en el Pacífico Suroriental. De acuerdo con lo señalado por Ginsburg (1954), esta especie comprende dos subespecies *M. gayi peruanus* y *M. gayi gayi*, las cuales presentan una separación geográfica de aproximadamente 1300 km entre ellas, distribuyéndose frente a las costas de Perú y Chile, respectivamente. A nivel morfológico, Cohen et al. (1990) con base en el estudio de Inada (1981), describe que las principales diferencias entre estas subespecies radican en el número total de vértebras, número total de branquiespinas y longitud relativa de la cabeza.

La clasificación taxonómica de este pez, según el registro mundial de peces marinos (WoRMS, por sus siglas en inglés, Froese et al., 2026) y lo reportado por Chirichigno y Cornejo (2001) es:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Gadiformes

Familia: Merlucciidae

Género: Merluccius

Especie: Merluccius gayi (Guichenot, 1848).

Subespecie: *Merluccius gayi peruanus* (Ginsburg, 1954).

III.1.2. Morfología y merística

Chirichigno y Aguilar (1998) precisan atributos morfológicos y merísticos para la identificación de la merluza peruana, mencionando textualmente que esta especie presenta el “*dorso de la cabeza con un par de borde más o menos bien desarrollados en forma de V con la punta dirigida posteriormente; boca grande oblicua, dientes fuertes, mandíbula inferior proyectada; aleta dorsal y anal muesqueadas o bien escotadas, la dorsal con un total de 44 a 55 radios (D. 10-12, 34-42); número total de branquiaspinas generalmente 19-23 (rango 18-25). Aleta anal con 36 a 40 (más común 37 a 39) radios; segunda dorsal con 36 a 41 (más común 37 a 39) y un total de 47 a 53 elementos o radios (D. 11 a 12 – 36 a 41); extremo posterior del otolito puntiagudo, se prolonga como aguja, con dos escotadoras en el borde superior, más notoria la del extremo anterior*”.

III.1.3. Edad y crecimiento

Los primeros estudios que aportaron al conocimiento acerca de la edad y el crecimiento de la merluza han sido desarrollados por Misu y Hamasaki (1971), Dioses (1985) y Fernández (1987). Estos autores, a partir de la medición de la talla de los ejemplares, la estimación de la edad mediante la lectura de anillos de crecimiento en otolitos y la aplicación del método de Ford-Walford, determinaron

los parámetros de crecimiento de la especie, los cuales fueron posteriormente ajustados y descritos mediante el modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

Los resultados de las investigaciones de los autores mencionados mostraron que la merluza peruana presenta un crecimiento individual relativamente rápido durante sus primeros años de vida, el cual tiende a desacelerarse progresivamente conforme los individuos se hacen adultos. La especie puede alcanzar edades de hasta aproximadamente 8 a 10 años, aunque en las capturas comerciales predominan ejemplares más jóvenes, generalmente entre 2 y 4 años (correspondiente a individuos con tallas entre 25 y 45 cm de longitud total). Se ha evidenciado diferencias entre sexos, resaltando que las hembras suelen alcanzar mayores tallas y presentar una mayor longevidad en comparación con los machos. (Fernández et al., 1997; IMARPE, 2025).

III.1.4. Reproducción

La merluza *Merluccius gayi peruanus* es desovador parcial caracterizado por un desarrollo ovocitario asincrónico, lo cual se ve reflejado en su comportamiento reproductivo, con desoves por tandas durante el año (Canal, 1989). Con base al monitoreo de su actividad reproductiva se conoce que esta especie presenta un periodo principal de desove en primavera (setiembre – octubre) y otro secundario en verano (febrero) (IMARPE, 2024).

III.1.5. Ecología trófica

En cuanto a su ecología trófica, *Merluccius gayi peruanus* es un predador oportunista (Fuentes et al., 1989) que ocupa un nivel trófico medio dentro del ecosistema marino, desempeñando un rol clave en la transferencia de energía entre niveles tróficos inferiores y superiores. En la investigación desarrollada por Castillo

(2018), se reporta y discute que 19 de sus principales presas han ido variando desde los años 70. Su dieta está compuesta principalmente por peces pelágicos y mesopelágicos, tales como la anchoveta (*Engraulis ringens*), mictófidos (familia Myctophidae) y otros peces pequeños de la zona mesopelágica, así como por crustáceos decápodos (por ejemplo, langostinos del género *Pleuroncodes* y camarones de profundidad). De igual forma esta especie, suele alimentarse de otros recursos que comparten su hábitat, tales como el bereche *Larimus sp.*, el bereche con barbo *Ctenosciaena peruviana* (Wosnitza-Mendo et al., 2004), falso volador *Prionotus stephanophrys* (Orrego y Mendo, 2012). Todo ello refleja una marcada plasticidad alimentaria en función de la disponibilidad de presas. Además, se conoce que existe una diferenciación ontogénica en sus hábitos alimentarios, donde los individuos juveniles consumen preferentemente crustáceos y pequeños peces, mientras que los adultos incorporan presas de mayor tamaño, incluyendo peces y cefalópodos, lo que implica un cambio progresivo en su posición trófica. Asimismo, se ha documentado la ocurrencia de canibalismo, particularmente en condiciones de alta densidad poblacional o limitada disponibilidad de alimento (Blaskovic y Espinoza, 2000).

III.1.6. Distribución y hábitat

La merluza es una especie bentopelágica que habita sobre fondos de arenisca consolidada, arcilla no fangosa, principalmente desde los 80 m hasta los 600 m de profundidad. Su distribución típica se extiende a lo largo del Pacífico suroriental, desde el sur de Ecuador hasta Huarmey (10° S en el litoral peruano), concentrándose principalmente frente a la costa norte del Perú, entre los 03° S y 08° S (Chirichigno y Cornejo, 2001).

Esta especie presenta tres patrones migratorios típicos, que describen su desplazamiento en el ámbito de su distribución vertical, batimétrica y latitudinal (Castillo et al., 2001). La primera corresponde a la migración nictemeral o vertical diaria, vinculado a su hábito alimenticio debido a que durante la noche se desplaza en la columna de agua para alimentarse de zooplancton, y posteriormente en el día, se mantiene asociada al suelo de la plataforma. Batimétricamente la merluza presenta un patrón migratorio que varía en función de las condiciones oceanográficas, documentándose que bajo condiciones cálidas como eventos cálidos El Niño, esta especie tiende a desplazarse a zonas de mayor profundidad y cercanas al límite de la plataforma continental. Latitudinalmente, distintos autores han reportado que la distribución espacial se encuentra condicionada los flujos subsuperficiales de la Contracorriente Peruana Subsuperficial o la Extensión Sur de la Corriente de Cronwell (ESCC) (Espino y Wosnitza-Mendo, 1988; Espino, 1995; Espino, 1999a, Espino, 1999b; Guevara-Carrasco et al., 2008; Ballón et al., 2008, Wosnitza-Mendo et al., 2009). De estas variaciones, dos patrones han sido observado a través de los años. En primer lugar, bajo condiciones normales o La Niña la merluza se encontró hasta los 8°S para las estaciones invierno-primavera y hasta los 12°S para las estaciones verano y otoño. Asimismo, estas variaciones se magnifican durante eventos cálidos El Niño (EN), encontrándose a este recurso hasta los 18°S (Espino y Wosnitza-Mendo, 1988; Espino et al., 1995; Espino 1999a; Wosnitza-Mendo et al., 2009). El segundo patrón describe la disminución de las tallas de en función a la latitud, estructurándose con ejemplares más grandes hacia el norte y más pequeños hacia el sur (Del Solar, 1965; Espino et al., 1995; Espino, 1999a, Wosnitza-Mendo, 2009).

III.1.7. Relación recurso-ambiente

Algunas investigaciones han atribuido los cambios en la distribución del recurso merluza a la concentración de oxígeno disuelto de fondo (Espino et al., 1985, Guevara-Carrasco et al., 2001), inclusive Ballón et al 2008, considera a la zona mínima de oxígeno como una fuerte limitante ambiental para su distribución.

Asimismo, otros autores como Saldarriaga et al. (2018), concluyeron que el oxígeno disuelto fue un factor ambiental limitante, sin embargo, otros factores como la temperatura y salinidad a manera de masas de agua resultaron un factor de control sobre la distribución del recurso por edades, siendo que los individuos de edades menores a 2 años presentaron altas concentraciones en temperaturas mayores a 15 °C (Aguas Costeras Frias - ACF), los individuos de 2-3 años prefirieron temperaturas de 13-15 °C (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales - AEES) y los individuos mayores a 3 años <13 °C (Aguas Ecuatoriales Profundas - AEP).

En este contexto, durante eventos EN la población de merluza se profundiza y se dispersa al sur en función a la intensidad y duración del evento (Espino, 1990a, b; Espino y Yamashiro, 1996), habiéndose reportado profundización de hasta más de 1000 m en el otoño 1998 (Espino, 1999b). La dispersión ha sido asociada a la ampliación del área de distribución del recurso por un aumento en las concentraciones de oxígeno de fondo (Valdivia & Arntz, 1985), la misma que a su vez se ha asociado a la intensificación de la ESCC (Espino y Yamashiro, 1996).

III.2. Aspectos pesqueros de la merluza peruana

III.2.1. Desembarques de merluza

La evolución histórica de la pesquería de la merluza, analizada a partir de los desembarques en su ámbito de distribución, evidencia que este recurso ha

atravesado 6 fases desde los inicios de su pesquería hasta 1998, según lo descrito por Espino (1999), quien asocia a cada una de estas con cambios en los volúmenes de desembarque, esfuerzo pesquero, que van de las condiciones ambientales que se presentaron en determinados periodos. En primer lugar, describe una fase pesquera incipiente (1959-1966), caracterizada por el inicio de las actividades extractivas, cuando la merluza no era un recurso objetivo, por lo cual sus desembarques no fueron superiores a 1500 t. Posteriormente, se inicia una fase de desarrollo inicial (1967–1972), en la que se dispone de información oficial, con capturas provenientes principalmente de la flota tradicional de Paita o Embarcaciones Arrastreras Costeras (EAC), manteniéndose desembarques relativamente estables entre las 12 mil y 26 mil toneladas anuales (Figura 1).

A partir de 1973 y hasta 1977, se correspondería a una primera fase de plena explotación, en el cual se incorpora la flota de gran escala, representada por los Buques Arrastreros Factoría (BAF), lo que incrementó significativamente el esfuerzo pesquero y se tradujo en un aumento de los desembarques, que alcanzaron aproximadamente 1000 mil toneladas anuales. En 1978, consideró una fase de sobreexplotación y colapso, con condiciones oceanográficas favorables incrementaron la disponibilidad del recurso, permitiendo su explotación por la flota bolichera y dando lugar a un máximo histórico cercano a las 300 mil toneladas, valor que no ha sido superado hasta la actualidad. Sin embargo, el sostenido incremento del esfuerzo pesquero, sumado a la permanencia de la flota industrial, derivó en una progresiva disminución de los desembarques hasta 1981 (Figura 1).

Posterior a esta fase, se dio una fase de recuperación, durante el periodo 1982–1988, en el cual se presenció el evento El Niño 1986-1987, se observó una

recuperación moderada de los desembarques, con niveles relativamente estables tanto para la flota EAC (alrededor de 14 mil toneladas anuales) como para la flota BAF (aproximadamente 10 mil toneladas anuales). Luego continuó un segundo periodo de plena explotación, la cual se comprendió entre 1988 y 2001, en la cual la condición poblacional del recurso mostró signos de mejora, lo que, sumado a una mayor disponibilidad en las zonas tradicionales de pesca, favoreció un incremento progresivo de los desembarques. Este contexto impulsó la incorporación de una nueva flota arrastrera de mayor escala (EAME), intensificando aún más el esfuerzo pesquero (Figura 1).

La combinación del aumento del esfuerzo extractivo y la ocurrencia de condiciones ambientales anómalas asociadas al evento El Niño 1997–1998 generó evidencias de sobrepesca en el recurso. En respuesta, en 2002 se dispuso el cierre de la pesquería hasta 2004; no obstante, se otorgaron cuotas limitadas con fines socioeconómicos y de investigación, orientadas a evaluar el estado poblacional del recurso. En este periodo, específicamente en 2003, se actualizó el Reglamento de Ordenamiento Pesquero del Recurso Merluza (ROP), estableciendo lineamientos de manejo, ámbito de aplicación y medidas orientadas a la recuperación del stock, incluyendo la implementación de regímenes provisionales de pesca con límites de captura por temporada (Figura 1).

Finalmente, desde la reapertura de la pesquería en el 2004 hasta 2024, los desembarques han mostrado una tendencia relativamente estable, con volúmenes cercanos a 34 mil toneladas anuales. Cabe destacar que, desde 1996, se cuenta también con registros de la flota artesanal, cuya participación ha representado, en general, menos del 10% del total desembarcado (Figura 1).

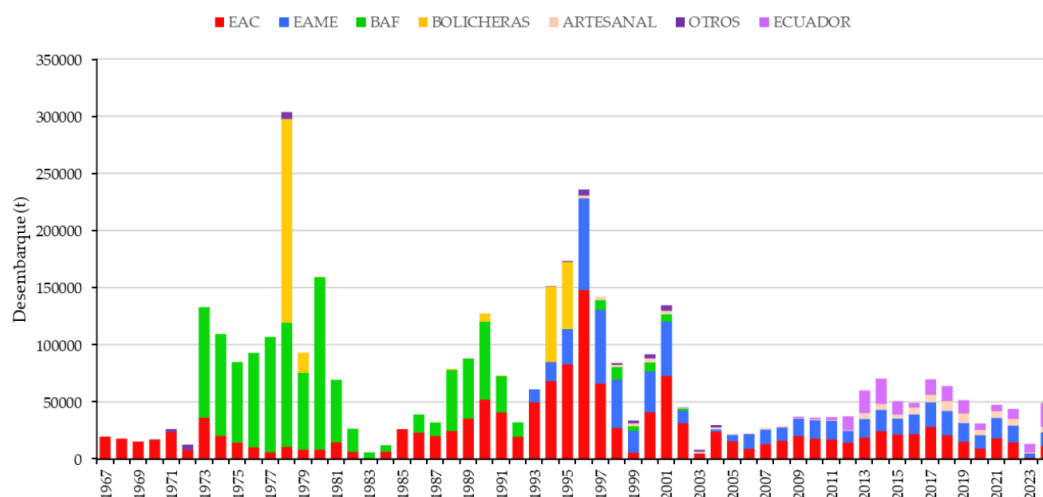


Figura 1. Desembarque de merluza por tipo de flota durante el periodo 1971-2024. Fuente IMARPE

III.2.2. Desembarques de merluza de la flota artesanal

La pesquería artesanal dirigida a la captura de merluza presenta una mayor heterogeneidad en comparación con la flota industrial. A diferencia de esta última, que históricamente concentra sus desembarques en el puerto de Paita, la flota artesanal se caracteriza por la diversidad de tipos de embarcaciones, artes de pesca y/o modalidades de pesca y puntos de desembarque, los cuales, en muchos casos, se encuentran estrechamente vinculados a las dinámicas socioeconómicas de las comunidades costeras (Figura 2).

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE), a través de su Sistema de Captación de Información de la Pesca Artesanal y en el marco del Programa Presupuestal PP0095 “Fortalecimiento de la Pesca Artesanal”, ha recopilado información relevante sobre la extracción de diversos recursos marinos a lo largo del litoral peruano. Esta información ha permitido identificar los principales Desembarcaderos Pesqueros Artesanales (DPAs) donde se registran capturas de merluza, destacando aquellos ubicados en las regiones de Tumbes (Acapulco y Cancas) y Piura (El Ñuro, Cabo Blanco, Los Órganos y Talara). Entre estos, los

DPA de Los Órganos y El Ñuro sobresalen por su importancia relativa, al aportar aproximadamente el 58% de los desembarques registrados durante el periodo 2013–2023 (Figura 2).

En cuanto a las artes de pesca empleadas, las más representativas en la captura de merluza son la cortina de fondo, el espinel de fondo y la pinta, siendo las dos primeras las de mayor relevancia, ya que en conjunto representan alrededor del 87% del total extraído en el periodo 2013–2023 (Figura 2).

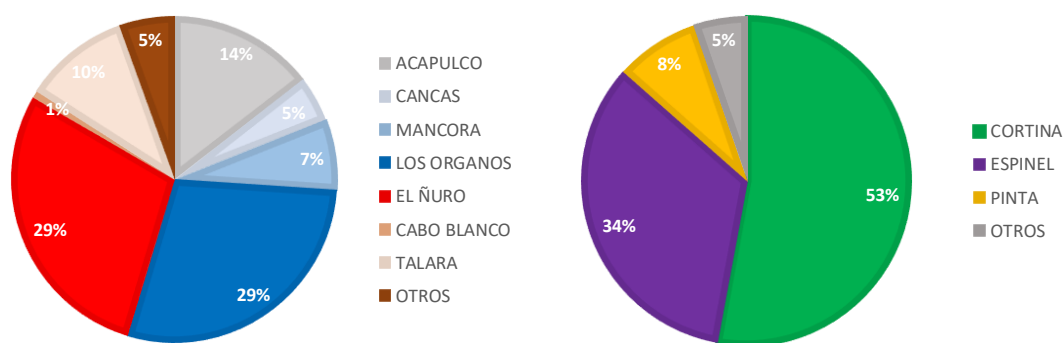


Figura 2. Desembarque relativo de merluza de la flota artesanal por lugar de desembarque y arte de pesca durante el periodo 2013-2023. Fuente: OIPA - IMARPE

Los desembarques de la pesquería artesanal de merluza han mostrado una marcada variabilidad interanual; no obstante, es posible identificar dos periodos claramente diferenciados. El primero, comprendido entre 1996 y 2012, se caracteriza por niveles de desembarque relativamente bajos, con valores cercanos a 1 500 toneladas anuales, donde predominó la captura mediante el uso de pinta y espinel. En contraste, durante el periodo 2013–2023 se observa un cambio en el patrón extractivo, con un incremento en los volúmenes desembarcados que alcanzan, en promedio, aproximadamente 4 800 toneladas anuales, y una mayor participación de las capturas realizadas con cortina de fondo y espinel.

Asimismo, en este último periodo, las comunidades de Los Órganos y El Ñuro destacan por su relevancia en la dinámica extractiva, al contribuir de manera significativa a los volúmenes totales de desembarque (Figura 3 y Figura 4).

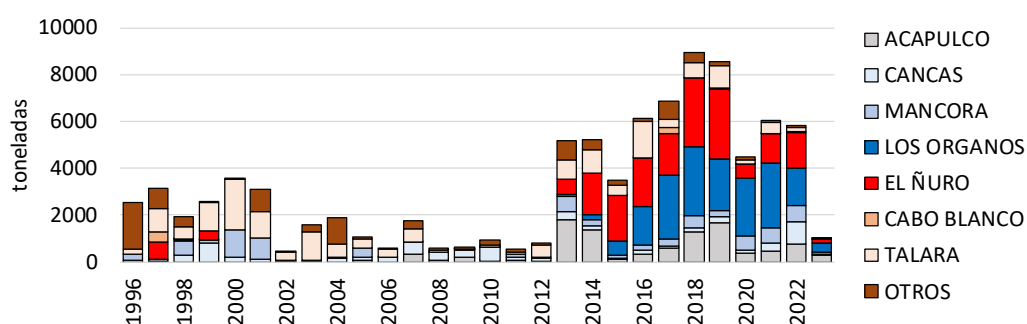


Figura 3. Desembarque anual de merluza de la flota artesanal por lugar de desembarque. Fuente: OIPA – IMARPE

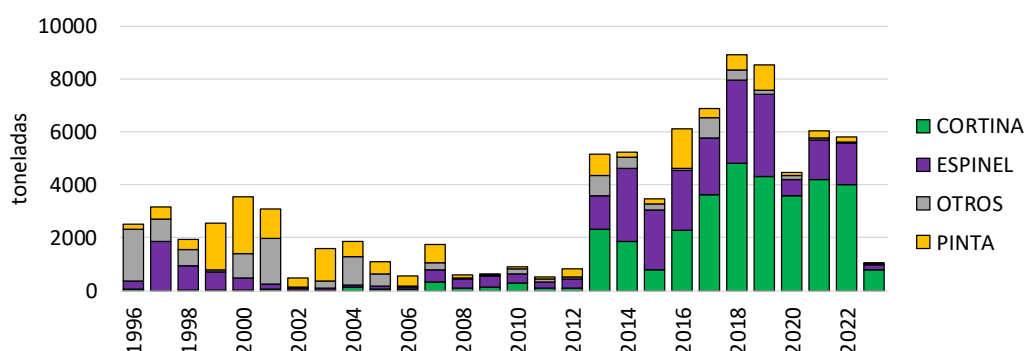


Figura 4. Desembarque anual de merluza de la flota artesanal por arte de pesca. Fuente: OIPA - IMARPE

III.2.3. Comunidades de Los Órganos y El Ñuro

De las diversas comunidades dedicadas a la extracción de merluza en el norte del litoral peruano, destacan Los Órganos y El Ñuro como las más representativas de la pesquería artesanal de este recurso, debido a que concentran los mayores volúmenes de desembarque. Si bien estas localidades no son tan distantes espacialmente, entre ellas guardan distintas diferencias en sus características pesqueras, sociales y económicas. Estas han sido sintetizadas en las Tabla 1 y Tabla 2, las mismas que se describen a continuación:

Respecto a su pesquería, las comunidades pesqueras de Los Órganos y El Ñuro presentan diferencias operativas y tecnológicas importantes en la explotación artesanal de la merluza, las cuales reflejan distintas estrategias de pesca, niveles de especialización y adaptación al recurso. En Los Órganos, el arte de pesca predominante es la cortina de fondo, mientras que en El Ñuro se emplea principalmente el espinel vertical de fondo. Este último presenta un mayor índice de sostenibilidad ecosistémica (ISE, entre 3.7 y 4), siendo considerado más amigable con el ecosistema en comparación con la cortina de fondo utilizada en Los Órganos (ISE de 3.2), la cual es catalogada como medianamente amigable. Estas diferencias sugieren variaciones en el impacto ambiental de las prácticas pesqueras entre ambas localidades (Tabla 1).

En términos de la estructura de la captura, se conoce que en Los Órganos existe una mayor presencia de merluzas capturadas de gran tamaño, denominados “merluzones” (mayores a 70 cm de longitud total), mientras que, en El Ñuro, esta fracción es considerablemente menor. Esto podría estar relacionado tanto con el tipo de arte de pesca empleado como con las características del hábitat y la presión pesquera generada. La captura incidental también varía entre localidades: en Los Órganos destaca la interacción con tortuga verde, mientras que en El Ñuro se reporta la captura de especies como la pota y el denominado “diablico”, lo cual evidencia diferencias en la selectividad de los artes y en la composición del ecosistema explotado (Tabla 1).

Desde el punto de vista operativo, ambas comunidades presentan diferencias en los tiempos y dinámicas de sus faenas de pesca. En Los Órganos, las embarcaciones zarpan generalmente alrededor de las 22:00 horas y retornan cerca de las 08:00

horas, con una duración de faena que oscila entre 7 y 12 horas. En contraste, en El Ñuro el zarpe ocurre alrededor de las 03:00 horas, con arribos entre las 11:45 y 14:42 horas, y faenas más cortas de aproximadamente 8 a 9 horas. Estas diferencias podrían estar influenciadas por factores como la disponibilidad del recurso, las condiciones oceanográficas y las estrategias locales de pesca (Tabla 1).

En relación con las características de las embarcaciones y la logística de pesca, se identifican contrastes relevantes. En Los Órganos, las embarcaciones suelen contar con caseta, sistemas mecanizados para el calado y recojo del arte (como haladores hidráulicos), y algunas embarcaciones disponen de ecosondas para la detección de cardúmenes. En cambio, en El Ñuro predomina el uso de embarcaciones sin caseta, con maniobras manuales y una mayor dependencia del conocimiento empírico del pescador para localizar los recursos. La capacidad de bodega es más variable en El Ñuro (1 a 7 toneladas), mientras que en Los Órganos es más homogénea (alrededor de 2 toneladas), lo que podría influir en la escala de operación y en la eficiencia de almacenamiento (Tabla 1).

En cuanto a caladeros y la forma como se operan en estos, muestran similitudes y diferencias. Ambas comunidades explotan recursos en profundidades cercanas a los 180 metros; sin embargo, en Los Órganos se alcanzan profundidades mayores a 183 metros y se opera tanto en fondos arenosos como rocosos, mientras que en El Ñuro la actividad se concentra principalmente en zonas rocosas a una distancia aproximada de 5 millas náuticas de la costa. Además, los sistemas de conservación del recurso difieren, siendo más precarios en Los Órganos (enmaderado o ausencia de sistema), frente al uso de cajas o cajones en El Ñuro, lo cual tiene implicancias en la calidad del producto desembarcado (Tabla 1).

Tabla 1. Características pesqueras de las comunidades de Los Órganos y El Ñuro

Característica	Los Órganos	El Ñuro	Referencia
Arte de pesca principal	Cortina de fondo	Espinel vertical de fondo	IMARPE (2021)
Índice de sostenibilidad ecosistémica (ISE) del arte	Medianamente amigable (3.2)	Amigable (3.7 - 4)	Salazar et al. (2020)
Presencia de "merluzones" (> 70 cm de longitud total)	Alta	Baja	IMARPE (2021)
Hora de zarpe	22:00	03:00	IMARPE (2013)
Hora de arribo	08:00	11:45 - 14:42	IMARPE (2013)
Duración de faena	7-12 h	8-9 h	IMARPE (2022)
Tamaño de tripulación	2 - 4 tripulantes	3 - 4 tripulantes	IMARPE (2022)
Tipo de caladero	Fondos arenosos o rocosos	Zonas rocosas	Guevara-Carrasco y Bertrand (2017)
Distancia a la costa a la que opera	3 - 7 mn	~ 5 mn	SPDA (2020)
Profundidad de los caladeros	> 183 m	~ 180 m	Salazar et al. (2020), Guevara-Carrasco y Bertrand (2017)
Captura incidental	Tortuga verde	Pota, diablico	SPDA (2020)
Capacidad de bodega de embarcación	~ 2 t	1 - 7 t	Salazar et al. (2020) y SPDA (2020)
Embarcación con caseta	Si	No	IMARPE 2021
Detección de cardúmenes	Algunos usan ecosonda	Experiencia del pescador	Salazar et al. (2020)
Calado o recojo del arte	Mecanizado, con halador hidráulico	Manual	Guevara-Carrasco y Bertrand (2017)
Sistema de conservación en la bodega	Enmaderado o no dispone	Cajas o cajones	IMARPE (2021)

El análisis de los aspectos sociales y económicos en comunidades pesqueras artesanales se enmarca en enfoques como los medios de vida sostenibles y la economía de pequeña escala, los cuales destacan la interacción entre capital humano, social, físico y económico en la configuración de las dinámicas productivas. En este contexto, las comunidades de Los Órganos y El Ñuro, de igual forma presentan características diferenciadas que permiten comprender cómo estos capitales y el nivel de organización social influyen en las condiciones de bienestar de sus poblaciones y sus actividades pesqueras (Tabla 2).

Desde la perspectiva demográfica, Los Órganos presenta una población significativamente mayor (entre 8,283 y 9,197 habitantes) en comparación con El Ñuro (1,200 a 1,284 habitantes), lo que sugiere una mayor diversificación potencial de actividades económicas y una estructura social más compleja. No obstante,

ambas localidades cuentan con un número similar de pescadores (450), lo que indica que, proporcionalmente, la dependencia de la pesca es mucho más alta en El Ñuro (Tabla 2).

En términos de capital físico y productivo, se observa una diferencia en la disponibilidad de embarcaciones, siendo mayor en El Ñuro (170) que en Los Órganos (120). Esta relación, junto con el menor costo de las embarcaciones en El Ñuro (5,000 a 15,000 soles frente a 5,000 a 40,000 soles en Los Órganos), sugiere una flota más numerosa pero posiblemente menos tecnificada. Asimismo, la antigüedad de las embarcaciones (desde la década de 1980 en El Ñuro y de 1990 en Los Órganos hasta la actualidad) refleja procesos de renovación diferenciados que inciden en la eficiencia y seguridad de la actividad (Tabla 2).

El capital social, entendido como la capacidad de organización y cooperación, se manifiesta en la alta participación de pescadores en gremios y asociaciones en ambas comunidades (223 asociados en Los Órganos y 200 en El Ñuro). La experiencia acumulada en la pesca artesanal, que en muchos casos supera los 40 años (concentrada principalmente entre 10 y 20 años), refuerza además la importancia del conocimiento tradicional ecológico sobre la merluza como componente del capital humano, fundamental para la toma de decisiones en contextos de incertidumbre frente distintos tipos de escenarios. Además, hay que considerar de que El Ñuro a comparación de Los Órganos, cuenta con un nivel de organización mayor en su capital social, reflejado en la forma cómo coordinan las mujeres involucradas en la actividad pesquera, quien a su vez participan activamente en asociaciones de manipuleo, actividades sociales, programas de beneficio social, e incluso desarrollo de colectas para apoyo solidario (Tabla 2).

Por otro lado, las condiciones de infraestructura y bienestar social evidencian diferencias relevantes. En términos de pobreza, ambas comunidades se encuentran en situaciones vulnerables, aunque El Ñuro es clasificado como pobre, en contraste con Los Órganos, que presenta un nivel de pobreza moderado. No obstante, ambas comunidades cuentan con infraestructura como espigón y muelle, lo cual mejora las condiciones de desembarque y comercialización (Tabla 2).

Finalmente, la motivación para dedicarse a la pesca, para el caso de ambas comunidades, se basa nuclearmente en la tradición familiar y la oportunidad económica, además que el hecho de que esta actividad constituya la principal fuente de ingresos en ambas localidades refuerza su rol central en la estructura socioeconómica local (Tabla 2).

Si bien las comunidades de Los Órganos y El Ñuro pertenecen a la misma pesquería artesanal de merluza, presentan diferencias importantes en sus aspectos pesqueros, sociales y económicos. Sin embargo, más allá de las diferencias en sus estrategias de pesca y capacidades económicas, el nivel de organización social juega un papel clave en la forma en que cada comunidad se desarrolla sus actividades, la cuales van de la mano con sus necesidades. En este sentido, se podría considerar que El Ñuro destaca por una mayor cohesión social, favorecida por su menor tamaño poblacional, su capacidad de organizar su capital social femenino, su alta dependencia de la pesca y la similitud en las condiciones de vida de sus habitantes, lo que facilita la coordinación y el trabajo conjunto.

Las heterogeneidades características de las pesquerías artesanales, particularmente el nivel de organización social de las comunidades, no solo configuran dinámicas pesqueras particulares, sino que también condicionan la

manera en que cada comunidad percibe, utiliza y evalúa el recurso, en la construcción de conocimientos locales, en la toma de decisiones y en la definición de estrategias de aprovechamiento.

Tabla 2. Características socioeconómicas de las comunidades Los Órganos y El Ñuro

Característica	Los Órganos	El Ñuro	Referencia
N° habitantes	9197	1284	Alarcón (2024)
	8283	1200	IMARPE (2016)
N° pescadores	450	450	IMARPE (2016)
N° embarcaciones	120	170	IMARPE (2016)
Asociados a los sindicatos	223	200	IMARPE (2016)
Experiencia en la pesca artesanal	Hasta más de 40 años pero principalmente entre los 10-20 años		IMARPE (2022)
Participación de pescadores en los gremios	Alta		IMARPE (2022)
Nivel de organización en el capital social de las mujeres (programas y actividades colectivos)	Moderado	Alto	Alarcón (2024)
Infraestructura de lugar de desembarque	Espigón, muelle		IMARPE (2016)
Nivel de pobreza	Moderadamente pobre	Pobre	IMARPE (2016)
Motivación para dedicarse a la pesca	Tradición familiar y oportunidad económica		IMARPE (2022)
Principal fuente de ingresos de los pescadores	La actividad pesquera		IMARPE (2022)
Costo de embarcación	5 - 40 mil soles	5 - 15 mil soles	IMARPE (2022)
Año de adquisición de embarcación	90' - 2020'	80' - 2020'	IMARPE (2022)

III.3. Modelado participativo

El modelado participativo es un enfoque que nace como una alternativa para poder conocer, incorporar y evaluar las interrogantes, intereses y preferencias de distintos actores pertenecientes a un sistema. Este enfoque en los ecosistemas marinos ha sido empleado principalmente bajo tres puntos de vista. En primer lugar, explorando el conocimiento de los pescadores para incorporarlos en el modelamiento. Esta perspectiva ha sido adoptada por ejemplo en Mar de Irlanda, donde se empleó el conocimiento de los pescadores y científicos para elaborar indicadores de alimentación, los cuales fueron usados en el modelo de red alimentaria Ecopath (Bentley et al., 2019b). Además, el conocimiento de estos

actores incluso ha sido útil para completar vacíos de información y disponer de series temporales de esfuerzo de pesca los cuales fueron incorporados en el modelo Ecopath con Ecosim (EwE) para el Mar de Irlanda (Bentley et al., 2019a). En segundo lugar, evaluando la percepción de las partes interesadas respecto al estado de las poblaciones marinas frente a distintos cambios impulsados por variaciones en las condiciones oceanográficas. Es así que, a través de sus percepciones, se logró captar cuales serían las acciones que adoptarían las partes interesadas frente a estos posibles cambios (Koenigstein et al., 2016b). Este enfoque de modelado participativo es flexible, con lo cual incluso se podría evaluar intereses y preferencias de distintos actores frente a distintos escenarios impulsados ya sea por factores externos (por ejemplo: variaciones en el ambiente) o internos (por ejemplo: aplicación de medidas de gestión).

En tercer lugar, también se ha investigado cómo el uso de modelos ecosistémicos ha sido empleado para el ordenamiento pesquero y la gestión en un enfoque mediante el cual partes interesadas han participado de este proceso. Armada et al. (2018), mediante un proceso participativo, determinaron el dimensionamiento correcto, y de manera consensuada con los pescadores, para la asignación del esfuerzo pesquero en Filipinas, con el fin de que este sistema sea sostenible y pueda cubrir las necesidades de subsistencia a estos. Este tipo de acercamiento con partes interesadas también se ha visualizado en un estudio realizado para el Golfo de Nicoya, en Costa Rica, donde incluso se ha probado como mediante el desarrollo de talleres las partes involucradas se pueden familiarizar con el proceso de modelamiento, conllevando a la formulación de políticas futuras (Alms et al., 2022). Asimismo, la implementación de medidas de gestión como

cierres de pesquerías a corto plazo que se realizaron en la bahía de Balayan (Filipinas), resalta la importancia de la participación de distintos actores vinculados a la gestión, donde se logró formular normas que promovieron el cumplimiento voluntario de las mismas (Bacalso, et al., 2023).

En este contexto, se puede distinguir que existen varios tipos de participación por parte de los actores (Bammer 2021): información, consulta, involucramiento, colaboración y apoyo. En el presente trabajo, los pescadores participaron con información, consulta e involucramiento en el co-diseño de escenarios de simulación. Bammer (2021) define estas formas de la siguiente manera:

- Informar: Los investigadores proporcionan a las partes interesadas información equilibrada y objetiva para ayudarles a comprender la investigación.
- Consultar: Los investigadores obtienen comentarios de las partes interesadas sobre la investigación.
- Involucrar: Los investigadores trabajan directamente con las partes interesadas para garantizar que las preocupaciones y aspiraciones de las partes interesadas se comprendan y consideren consistentemente en la investigación.
- Colaborar: Los investigadores y actores realizan la investigación equitativamente en conjunto (aquí aplican los términos co-construir, co-crear, co-diseñar, co-innovar y co-producir).
- Apoyo: Los investigadores proveen insumos solicitados por los actores para su investigación.

Por otro lado, existe algunos estudios en los cuales no se ha realizado un enfoque de modelado participativo; sin embargo, incorpora un enfoque participativo de carácter consultivo al involucrar a pescadores artesanales como

fuentes clave de información. Este es el caso de la investigación desarrollada por Rovegno (2021), en el cual, a través de 155 comunidades realizadas en las comunidades del norte del Perú, se ha logrado complementar información científica disponible, y se pudo reconstruir índices de abundancia y series históricas de captura para diversas especies. Este estudio permitió evidenciar una disminución de las poblaciones evaluadas a lo largo del tiempo. Estos resultados destacan el valor de integrar saberes locales en la investigación pesquera y su potencial como base para enfoques más integrales de gestión.

Este tipo de estudios resulta especialmente relevante, ya que constituye un punto de partida fundamental para el desarrollo de procesos de modelado participativo. La información generada a partir del conocimiento ecológico tradicional no solo permite llenar vacíos de datos, sino también facilita la identificación de variables clave, dinámicas del sistema y percepciones locales que pueden ser incorporadas en la construcción conjunta de modelos. En este sentido y considerando todo lo descrito en esta sección, resalta la necesidad de integrar y evaluar los saberes locales mediante enfoques participativos, los cuales sientan las bases para avanzar hacia esquemas más colaborativos, donde los actores locales no solo aporten información, sino que participen activamente en el diseño, validación y aplicación de modelos orientados a la evaluación de los recursos hidrobiológicos, y planteamiento de medidas de gestión para el ordenamiento de las especies.

IV. METODOLOGÍA

IV.1. Diseño del estudio

El diseño del presente estudio se presenta de manera esquemática en la Figura 5, destacando sus principales componentes. La investigación se orientó a co-diseñar y analizar los intereses de los actores de la pesquería artesanal de la merluza mediante la realización de talleres participativos. Para ello se trabajó con pescadores de las localidades de Los Órganos y El Ñuro, seleccionadas por ser las más representativas en términos de volúmenes de desembarques, así como por las diferencias observables en sus características pesqueras, sociales y económicas. Los talleres se desarrollaron de manera independiente para cada comunidad, con el propósito de evitar posibles sesgos derivados de la interacción entre grupos y de la influencia cruzada al momento de manifestar sus intereses.

En función de los objetivos planteados, se llevaron a cabo dos talleres. El primer taller (“Taller I”) tuvo un enfoque informativo, colaborativo y consultivo. En esta etapa inicial se captó información relacionada con el conocimiento ecológico tradicional de los participantes acerca del rol de la merluza en el ecosistema marino peruano; luego, basándose en ello se co-diseñaron escenarios modelables para ser proyectados en el mediano plazo, y posteriormente se analizó el nivel de interés sobre cada uno de estos escenarios. El segundo taller (“Taller II”) fue de carácter consultivo y colaborativo. Se evaluó el grado de interés frente a las proyecciones o las tendencias obtenidas provenientes de algunos de los escenarios elaborados en el Taller I y, adicionalmente, se promovió la construcción colectiva de propuestas de acciones de manejo pesquero, consideradas pertinentes por los actores para contribuir al fortalecimiento del ordenamiento de la pesquería de merluza ante las

tendencias analizadas. Cabe mencionar que, para cada taller, la información recopilada fue procesada y analizada mediante la aplicación de técnicas estadísticas (Figura 5).

Para llevar a cabo cada uno de los talleres se reclutó a los participantes a través de cartas de invitación dirigida a los presidentes de cada comunidad. Para la ejecución de cada taller se elaboró una guía de preguntas que estructuró el desarrollo de cada sesión, incluyendo la secuencia metodológica, consideraciones operativas y los instrumentos de consulta. Al inicio de cada taller, se realizó una presentación detallada de los objetivos de la investigación, enfatizando la confidencialidad de la información proporcionada. En este contexto, se solicitó y se obtuvo el consentimiento informado verbal de los participantes antes del inicio de las actividades, garantizando en todo momento el anonimato y la protección de sus datos personales.:

A continuación, se describe de manera detallada el proceso de reclutamiento de los participantes y la mecánica empleada en el desarrollo de cada uno de los talleres:

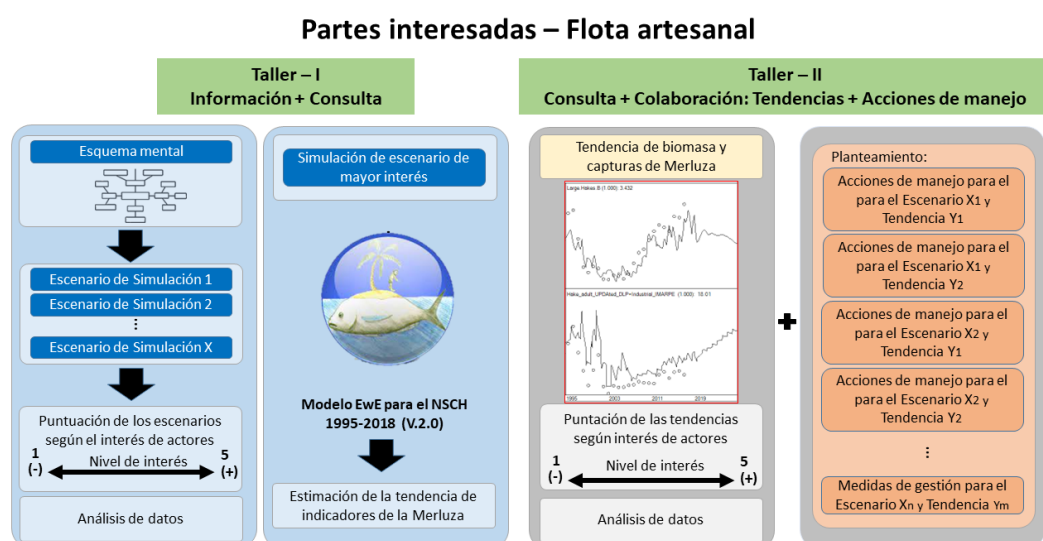


Figura 5. Esquema general del diseño de estudio

IV.1.1. Reclutamiento de participantes:

En el marco del presente proyecto de investigación, se remitieron cartas de invitación a los presidentes de las comunidades pesqueras de El Ñuro y Los Órganos, de la región Piura, con el fin de convocar su participación en talleres de trabajo.

En dichas comunicaciones se solicitó la participación de los representantes que cada presidente de la comunidad considere pertinente, para integrar los talleres I y II sobre “Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino”. Se proporcionó información detallada sobre los objetivos del estudio, la fecha de realización y la agenda de cada sesión, incluyendo una breve descripción de la metodología de trabajo a emplear.

Considerando la naturaleza de la actividad pesquera artesanal, caracterizada por horarios variables y alta demanda operativa diaria, se dispuso que los participantes se reunieran en sus respectivos Desembarcaderos Pesqueros Artesanales (DPA). Situados en sus localidades y en coordinación con profesionales que se encontraban presentes, se ejecutaron los talleres de manera virtual, para lo cual se habilitó un enlace de acceso mediante la plataforma Zoom. Asimismo, se proporcionó un correo electrónico de contacto para la atención de consultas y coordinación previa a las sesiones mediante cartas de invitación (Anexo 1 y 2).

IV.1.2. Taller 1 “Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino (escenarios)”

El Taller I se desarrolló de manera independiente para cada una de las comunidades y se inició con una breve presentación dirigida a los participantes, en

la cual se expusieron los objetivos y alcances del estudio, así como la mecánica de trabajo a seguir durante la sesión.

Previo a la presentación individual de los participantes, se les informó que no se registrarían datos personales que compartan, tales como nombres, apellidos, dirección domiciliaria o similares, garantizando así la confidencialidad de la información proporcionada. Se precisó que únicamente se recopilarían datos vinculados a su rol como actores dentro de la pesquería artesanal de merluza. Posteriormente, se procedió a formular las siguientes consultas

- ¿A qué organización pesquera pertenece?
- ¿A qué tipo de flota pertenece actualmente?
- ¿Con qué tipo de arte o método de pesca extrae merluza?
- ¿Cuánto tiempo de experiencia (en años) lleva cómo pescador?
- ¿Cuánto tiempo de experiencia (en años) lleva en la pesquería de merluza?
- ¿Se ha dedicado únicamente la pesquería de merluza? ¿O tiene experiencia en otras pesquerías?
- Desde su experiencia ¿Qué retos considera que la pesca artesanal de merluza viene afrontando en los últimos años?
- Desde su experiencia ¿Qué visión o expectativa tiene en relación con la pesquería de merluza en los próximos años?

El Taller I se estructuró en tres etapas. Las dos primeras estuvieron orientadas a la captación de información y al proceso de consulta (“Esquema mental” y

“Escenarios de simulación”), mientras que la tercera etapa correspondió al análisis de los datos colectados durante en la sesión.

En la primera etapa, se implementó una dinámica participativa orientada a la construcción de un “esquema mental”, con la finalidad de explorar el rol ecológico de la merluza en relación con otros componentes del ecosistema. Para ello, se presentó a los participantes una diapositiva que representaba a la merluza dentro de una sección vertical del ecosistema marino (Figura 6). A partir de esta imagen presentada, se promovió que lo participantes basado en su conocimiento tradicional ecológico, identifiquen y mencionen cuales son los distintos factores que interactúan con la merluza, incluyendo tanto componentes bióticos como abióticos, así como la influencia de actividades antropogénicas.

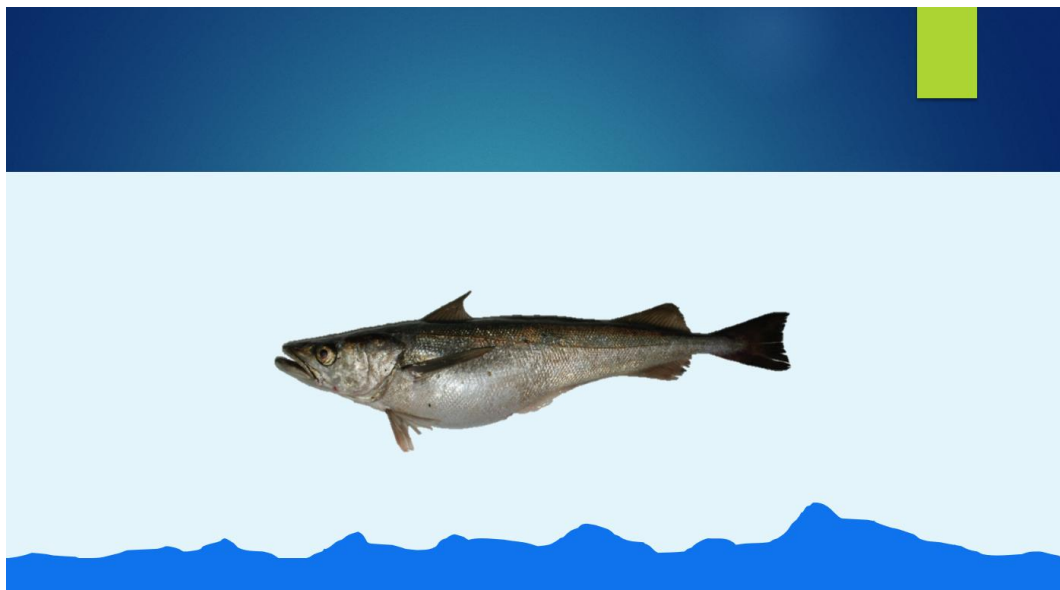


Figura 6. Esquema mental base de la merluza empleada en el taller I

Se formularon una serie de preguntas que permitieron estructurar la dinámica de trabajo y facilitar la recopilación de información:

- Considerando que la merluza se distribuye en el sub-sistema demersal, ¿Cuáles son los principales actores que extraen a este recurso? ¿Qué pesquerías o flotas se orientan a su captura?
- ¿Cuáles son las principales especies que depredan a la merluza?
- ¿Cuáles son las principales presas (especies) que conforman la dieta de la merluza?
- ¿Qué factores abióticos (por ejemplo: luz, temperatura, salinidad, nutrientes, oxígeno) influyen sobre el recurso merluza?
- En relación con su entorno ambiental ¿Qué tipo de condiciones la favorecen o la perturban?

Los componentes identificados a partir de las preguntas fueron incorporados en la diapositiva y se interrelacionaron con la figura de la merluza mediante el uso de representaciones visuales y flechas. Cada uno de estos elementos fueron incluidos como imágenes (por ejemplo: figura de las preseas o depredadores), facilitando su reconocimiento y discusión por parte de los participantes. Como resultado de este proceso participativo, se obtuvo un esquema mental respecto al rol de la merluza en el ecosistema marino peruano.

Las flechas que se emplearon sirvieron para representar las relaciones entre los distintos componentes, y se diferenciaron por color y grosor. La dirección de la flecha indicó que el componente ubicado en el origen ejercía una influencia sobre aquel señalado por la punta. Por su parte, el grosor de la flecha permitió representar la magnitud o intensidad de dicha interacción.

En cuanto a la coloración de las flechas, se utilizó el azul para representar relaciones tróficas entre especies (por ejemplo: interacciones depredador-presa, incluyendo el canibalismo); el verde para señalar la relación entre la merluza y la actividad extractiva regulada (por ejemplo: pesquería artesanal o industrial); y el rojo para indicar interacciones de carácter negativo o de impacto adverso. Este último incluyó, por ejemplo, la relación con actividades extractivas de baja visibilidad o la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR), así como la interacción con lobos marinos que se benefician de las actividades de pesca de la flota artesanal de merluza.

Una vez culminada la primera etapa, y sobre la base del esquema mental construido en torno al rol ecológico de la merluza, se inició la etapa de co-diseño de “escenarios de simulación”. En esta fase, se promovió la participación de los actores, quienes plantearon interrogantes y preocupaciones respecto a posibles cambios en los componentes del ecosistema y sus potenciales efectos sobre la merluza en el mediano plazo.

Considerando la información generada durante la construcción del esquema mental, así como el reconocimiento de diversos factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución y abundancia de la especie, se formularon escenarios de simulación que fueron de interés para los participantes. Con el fin de facilitar esta dinámica, se presentó una lista de variables susceptibles de ser incorporadas en el proceso de modelamiento, tales como el esfuerzo pesquero, la limitación temporal del esfuerzo, la variación de las capturas, los cambios en las condiciones ambientales y las relaciones interespecíficas (Figura 7). A partir de estas variables, así como de otras mencionadas por los participantes, se estructuraron escenarios

que posteriormente fueron considerados para su evaluación mediante un modelo ecosistémico.

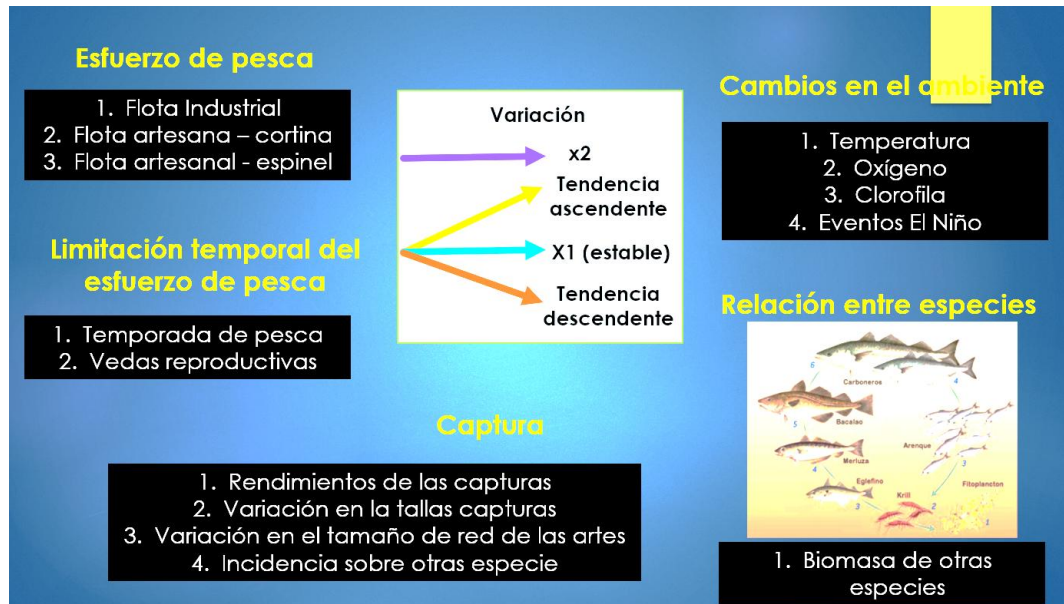


Figura 7. Lista de variables para considerarse en la elaboración de escenarios de simulación

El proceso de elaboración de un escenario consistió en anotar lo comentado por los participantes, ya sea a manera de interrogación o afirmación, y con base en esos insumos, el moderador transcribió todo lo mencionado, con lo cual se estructuró el mismo. Estos escenarios se escribieron de tal forma que puedan ser incorporados en un proceso de modelado ecosistémico, manteniendo las variables y/o componentes de interés de los pescadores para que sean explorados. Los escenarios transcritos, pasaron por un proceso de aprobación por parte de los participantes, una vez que iban siendo formulados.

Una vez definidos los escenarios de simulación, se procedió a su evaluar el interés de los participantes sobre cada uno de ellos, mediante un sistema de puntuación. Para ello, se presentó a los participantes el listado de escenarios elaborados y se solicitó que, en una hoja en blanco, anoten de manera individual y

anónima, el valor que le atribuían a cada escenario según su nivel de interés. Se les mencionó que empleen una escala de interés del 1 al 5, en el cual “1” correspondía a nada interesado por ese escenario, “2” poco interesado, “3” moderado, “4” interesado, y “5” muy interesado. Este procedimiento permitió identificar aquellos escenarios considerados de mayor relevancia. La pregunta formulada para conocer el nivel de interés por cada uno de los escenarios fue la siguiente:

- Para el escenario de simulación “X”, ¿cuál es su grado de interés para que este sea evaluado a través de un proceso de modelamiento y así explorar la respuesta de la merluza ante dicho escenario?

Una vez completada la asignación de puntajes, las hojas en blanco fueron recolectadas y posteriormente digitalizadas para su procesamiento.

La tercera etapa del taller correspondió al análisis de datos, la cual se llevó a cabo una vez finalizado el Taller I. Los resultados obtenidos en esta fase fueron fundamentales para el desarrollo del Taller II, ya que permitieron explorar los escenarios de simulación priorizados por los actores mediante el uso de un modelo ecosistémico. A partir de este análisis, se generaron proyecciones y tendencias de distintos indicadores, los cuales fueron utilizados como insumo en la siguiente etapa del estudio. Los procedimientos y técnicas aplicados en este proceso se describen en detalle en la sección correspondiente a procesamiento y análisis de datos.

IV.1.3. Taller 2 “Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino (tendencias)”

Tras la confirmación de la participación al segundo taller, se llevó a cabo la reunión con los actores convocados, siguiendo el programa previamente remitido mediante la carta de invitación. La sesión se inició replicando las actividades

iniciales del Taller I, incluyendo las palabras de bienvenida y una breve descripción del Proyecto Humboldt Tipping.

Dado que no se tuvo la certeza de contar con los mismos representantes en el Taller II, se solicitó nuevamente la presentación de los participantes. Asimismo, se les formularon las mismas preguntas empleadas en el Taller I con el fin de caracterizar su experiencia y rol como actores en la pesquería artesanal de merluza. De manera consistente con el primer taller, no se registró información personal de los participantes, garantizando la confidencialidad de los datos.

Al igual que en el Taller I, la sesión se inició con una breve presentación en la que se retomaron los objetivos y alcances del estudio, así como la dinámica de trabajo a seguir. Posteriormente, se expusieron los principales resultados obtenidos en el primer taller, con el propósito de contextualizar a los participantes respecto al origen de la información y de los gráficos que serían utilizados en esta segunda fase. El Taller II se estructuró en tres etapas: una primera de carácter consultivo (“Tendencias de indicadores”), una segunda de carácter colaborativo (“Acciones para el manejo”) y una tercera correspondiente al análisis de los datos recopilados.

En la primera etapa, denominada “Tendencias de indicadores”, se presentaron a los participantes las proyecciones de indicadores como biomasa y captura de merluza correspondientes a tres escenarios de simulación seleccionados. Estas proyecciones fueron mostradas sin revelar el escenario del cual provenían, con el fin de evitar sesgos en la valoración de los resultados y asegurar que el interés de los participantes estuviera centrado en la forma y variabilidad de las tendencias, y no en el factor subyacente a cada escenario.

Para evaluar el nivel de interés, se aplicó un procedimiento similar al utilizado en la etapa de “Escenarios de simulación” del Taller I. Se presentaron las tendencias y se solicitó a cada participante que, de manera individual y anónima, anotara en una hoja en blanco el interés sobre las mismas, utilizando la escala de 1 a 5 (donde 1 correspondía a “nada interesado” y 5 a “muy interesado”). A partir de estos puntajes, se identificaron las tendencias e indicadores de mayor interés para su posterior análisis. La pregunta formulada para medir el grado de interés fue la siguiente:

- Tomando en consideración la tendencia en la captura o biomasa de la merluza para el escenario de simulación “X”, ¿cuál es su grado de interés en analizar esta tendencia y el factor que la determina?

Una vez recolectadas las fichas de puntuación, se procedió a identificar las tendencias prioritarias (las que obtuvieron los mayores puntajes), las cuales fueron consideradas en la siguiente etapa del taller.

En la segunda etapa, denominada “Acciones para el manejo”, se presentaron a los participantes las tendencias priorizadas, revelando el escenario de simulación al que correspondían. Con base en el conocimiento del factor que determinó cada tendencia (ya sea positiva, estable o negativa), se desarrolló un proceso de discusión participativa orientado a la construcción de acciones de manejo que pudieran contribuir a regular dichas tendencias y promover la sostenibilidad del recurso. Asimismo, se registraron las principales preocupaciones, interrogantes y observaciones expresadas por los participantes en relación con cada escenario evaluado. Para orientar la discusión, se formuló la siguiente pregunta:

- Tomando en cuenta la tendencia observada (positiva, estable o negativa), así como el factor que la determina, ¿qué acciones de manejo considera pertinentes para asegurar la sostenibilidad de la merluza frente a este tipo de escenario?

La elaboración de acciones para el manejo consistió en anotar lo comentado por los participantes como respuesta a la pregunta, y a partir de las ideas mencionadas, el moderador transcribió todo ello, obteniéndose de esta forma acciones para el manejo que fueron diferenciados según la flota (artesanal o industrial) sobre la que podría aplicarse. Las acciones o medidas de manejo co-diseñadas, pasaron por un proceso de aprobación por parte de los participantes, una vez que iban siendo formulados.

IV.2. Objeto de estudio

- Población: La población de estudio estuvo constituida por los actores de la pesquería artesanal de merluza. Se consideró la heterogeneidad inherente a esta actividad, la cual se encuentra estructurada en distintas comunidades pesqueras distribuidas a lo largo del litoral norte del Perú, así como por la diversidad de artes de pesca empleadas (principalmente cortina de fondo, espinel de fondo y pinta, entre otras).
- Muestra u objeto de estudio: La muestra estuvo conformada por armadores, patrones y pescadores pertenecientes a los Desembarcaderos Pesqueros Artesanales (DPA) de Los Órganos y El Ñuro. En estas localidades predominan, respectivamente, el uso de redes de cortina de fondo y espinel de fondo como principales artes de pesca dirigidas a la captura de merluza. Estas comunidades fueron seleccionadas como representativas de la población de estudio debido a

los significativos volúmenes de desembarque registrados para esta especie, así como por las diferencias existentes en sus características pesqueras, económicas y sociales, lo que permitió capturar la diversidad estructural de la pesquería artesanal de merluza.

- **Tamaño de muestra:** La muestra estuvo conformada por cinco (05) pescadores de cada comunidad. Este número se alcanzó a partir de un proceso de convocatoria formal mediante cartas de invitación dirigidas a los presidentes de los gremios de pescadores de cada localidad, quienes facilitaron la participación de los actores interesados. En este contexto, los participantes correspondieron a aquellos que voluntariamente asistieron a los talleres.

Cabe destacar que, dentro del grupo de participantes, se contó con actores que en promedio poseían al menos 15 años de experiencia en la pesquería artesanal de merluza (Tabla 3). Asimismo, la mayoría desempeñaba roles relevantes dentro de sus respectivas comunidades y gremios, lo que permitió contar con informantes clave, con amplio conocimiento del sistema pesquero local. En este sentido, sus aportes respecto a problemáticas, principales amenazas, relaciones interespecíficas, aspectos tróficos y otros elementos asociados a la pesquería se consideraron fundamentados en su experiencia y conocimiento práctico.

Tabla 3. Número de pescadores artesanales participantes en cada taller para cada comunidad o DPA. grupos con que se trabajó son representativos a cada comunidad

Comunidad o DPA	Los Órganos	El Ñuro
Arte principal de pesca	Cortina de fondo	Espinel de fondo
Número de pescadores dirigidos a la captura de merluza (en promedio al año)	130	150
Número de participantes en el Taller 1	5	5
Experiencia a la pesquería de merluza - Taller 1	05 - 35 años	15 - 20 años
Número de participantes en el Taller 2	5	5
Experiencia a la pesquería de merluza - Taller 2	~ 15 años	~ 20 años

IV.3. Análisis de datos

IV.3.1. Taller 1

Esta etapa se desarrolló a partir de la matriz de puntajes según el interés de los actores sobre los escenarios de simulación. En primer lugar, se realizaron gráficos exploratorios (gráficos de barra mostrando el valor medio), para poder conocer cuáles fueron los escenarios de mayor interés por parte de cada una de las comunidades o DPAs participantes. Dada la naturaleza semicuantitativa de la variable, se pasó a analizar si esta cumplía con los criterios de normalidad y homocedasticidad, a fin de emplear métodos estadísticos paramétricos. Sin embargo, estas condiciones no se cumplieron, por lo cual se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas. En el caso de varios grupos se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y para el caso de dos grupos se usó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney-Wilcoxon.

Para determinar si existe o no diferencias significativas en el interés entre los escenarios de simulación, se analizaron los puntajes de interés por cada escenario de simulación, pero sin diferenciar la comunidad o DPA, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis (Zar 2000), con el cual se determinó si existe o no diferencias significativas en el interés entre los escenarios de simulación. La Hipótesis nula (H_0) de esta prueba propone que todas las muestras provienen de una misma población, es decir que no existe diferencias significativas entre estas; mientras que la hipótesis alternativa (H_A) propone que al menos una de las muestras proviene de una población con una distribución distinta. Para la comparación entre escenarios, las hipótesis serían las siguientes:

- H_0 : Los puntajes de interés de los escenarios de simulación presentan una misma distribución o pertenecen a una misma población; es decir no existe diferencia significativa en el nivel de interés de los escenarios de simulación
- H_A : Al menos uno de los escenarios de simulación cuenta con puntajes de interés que presentan una distribución distinta a los demás escenarios; es decir, existe diferencias significativas en el nivel de interés de los escenarios de simulación.

Para el análisis de los puntajes de interés diferenciado por comunidad o DPA, para cada uno de los escenarios simulación, se empleó la prueba de diferencia de dos medias de Mann–Whitney–Wilcoxon, con el cual se determinó si existe o no diferencias significativas en el interés entre las comunidades para un mismo escenario de simulación. La Hipótesis nula (H_0) de esta prueba propone que dos muestras provienen de una misma población, es decir que no existe diferencias significativas entre estas; mientras que la hipótesis alternativa (H_A) propone que al menos una de las muestras proviene de una población con una distribución distinta. Para el caso propuesto, las hipótesis serían las siguientes:

- H_0 : Los puntajes de interés dados para un mismo escenario, por parte de las dos comunidades o DPAs presentan una misma distribución o pertenecen a una misma población; es decir no existe diferencia significativa en el nivel de interés entre las comunidades para un escenario de simulación X.
- H_A : Al menos una de las dos comunidades o DPA cuenta con puntajes de interés que presentan una distribución distinta a la de la otra comunidad; es decir, existe diferencia significativa en el nivel de interés entre las comunidades para un escenario de simulación X.

IV.3.2. Taller 2

En esta etapa se exploró si existía diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias, tipos de tendencias y comunidades o DPA. Para ello se plantearon las siguientes preguntas, con sus respectivas pruebas estadísticas e hipótesis:

- a) ¿Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias? Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis.
 - H_0 : No existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias.
 - H_A : Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias
- b) ¿Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias de cada una de las comunidades o DPA (Los Órganos y El Ñuro)? Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis.
 - H_0 : No existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias para la comunidad o DPA “X”.
 - H_A : Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las tendencias para la comunidad o DPA “X”.
- c) ¿Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre las comunidades o DPA para cada una de las tendencias? Se empleó la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon.
 - H_0 : No existe diferencias significativas en el nivel de interés entre la comunidad de El Ñuro y Los Órganos para la tendencia “Y”.

- HA: Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre la comunidad de El Ñuro y Los Órganos para la tendencia “Y”.
- d) ¿Existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre tipos de escenarios (Ambiental, Manejo e Interrelación)? Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis.
- H0: No existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre los tipos de escenarios.
 - HA: Existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre los tipos de escenarios.
- e) ¿Existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre tipos de escenarios (Ambiental, Manejo e Interrelación) para cada una de las comunidades o DPA? Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis.
- H0: No existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre los tipos de escenarios para la comunidad “X”.
 - HA: Existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre los tipos de escenarios para la comunidad “X”.
- f) ¿Existe diferencias significativas en el nivel de interés de las tendencias entre las comunidades o DPA para cada tipo de escenario (Ambiental, Manejo e Interrelación)? Se empleó la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon.
- H0: No existe diferencias significativas en el nivel de interés entre la comunidad de El Ñuro y Los Órganos para el tipo de escenario “Z”.
 - HA: Existe diferencias significativas en el nivel de interés entre la comunidad de El Ñuro y Los Órganos para el tipo de escenario “Z”.

De la misma forma, se plantearon hipótesis para comparar y analizar los niveles de interés, al considerar factores como nivel de variabilidad (alta, medio y baja) y tipo de indicador (biomasa y desembarque)

IV.4. Modelado ecosistémico

Se realizó un proceso de modelamiento, para obtener proyecciones de indicadores referentes a la condición poblacional (biomasa de la fracción explotable del recurso) y pesquera de la merluza (desembarque) en el mediano plazo (horizonte de 10 años) como respuesta a los escenarios co-diseñados en el Taller I.

Para el desarrollo del presente estudio se empleó la plataforma Ecopath con Ecosim (EwE) (Christensen and Pauly 1992, y Christensen et al., 2004), dado que cuenta con herramientas para el modelo ecológico y ha sido ampliamente usadas en la ecología marina y la gestión pesquera. Para el caso del ecosistema marino frente a Perú, este software ha sido previamente adaptada y aplicada en investigaciones como las desarrolladas por Tam Jorge et al. (2008) y Taylor Martin et al. (2008).

El programa Ecopath with Ecosim (EwE) permite desarrollar modelos ecosistémicos que representan las relaciones tróficas entre distintos grupos funcionales. Este enfoque se basa en un modelo de balance de masas, en el cual las biomazas de los grupos funcionales se consideran en estado de equilibrio bajo condiciones promedio del sistema. El modelo se sustenta en dos ecuaciones fundamentales. La primera describe los componentes de la producción de cada grupo funcional (Ecuación 1), mientras que la segunda representa el balance energético asociado a dichos grupos (Ecuación 2). Ambas ecuaciones se estructuran de la siguiente manera:

Ecuación 1 – Producción (P):

$$P_i = B_i \cdot M_{O_i} + E_{X_i} + B_i \cdot M_{2_i} + B_{A_i}$$

Donde B_i = Biomasa de cada grupo funcional i , M_{O_i} = Otras fuentes de mortalidad aparte de pesca y depredación, E_{X_i} = Tasa de neta de migración (inmigración más emigración), M_{2_i} = tasa instantánea por depredación y B_{A_i} = Tasa de acumulación de biomasa.

Ecuación 2 – Balance de energía:

$$Q_i = P_i + R_i + U_{F_i}$$

Donde: Q_i = Tasa de consumo total por depredación, P_i = Producción, R_i = Respiración y U_{F_i} = Alimento no asimilado (excreción y egestión).

El modelo ecosistémico utilizado en este estudio se basó en un periodo de referencia comprendido entre 1995 y 2018. Asimismo, las proyecciones se estimaron para un horizonte de mediano plazo, equivalente a 10 años.

El modelo ecosistémico utilizado en este estudio corresponde a un reanálisis extendido y revisado del modelo utilizado en los estudios de Tam et al. (2008) y Taylor et al. (2008). Este modelo se parametrizó para el periodo 1995-2018, y se empleó series de tiempo actualizadas de captura, biomasa, esfuerzo pesquero y mortalidad por pesca para especies clave. Con base en este se obtuvieron proyecciones, las cuales se estimaron para un horizonte de mediano plazo, equivalente a 10 años.

El modelo consideró a la merluza como uno de los componentes centrales del sistema, siendo esta especie subdividida en dos grupos funcionales: juveniles y adultos. Esta diferenciación respondió a la necesidad de representar los cambios

ontogénicos asociados a la especie, los cuales se manifiestan en variaciones en la dieta, los patrones de crecimiento y la vulnerabilidad frente a distintas pesquerías (por ejemplo, la pesquería artesanal, que tiende a capturar individuos de mayor tamaño). Además, se incorporó a los principales depredadores y presas de la merluza, incluyendo de manera explícita especies clave como la anchoveta, la sardina, el bereche y el falso volador, con el fin de representar adecuadamente las interacciones tróficas dentro del ecosistema).

Una vez que el modelo fue parametrizado, balanceado y ajustado mediante rutinas estándar, se procedió a la generación de proyecciones de los indicadores de biomasa y captura. Estas proyecciones se estimaron para un horizonte de mediano plazo, equivalente a 10 años. Los escenarios de simulación considerados para este análisis se definieron en función de variables previamente reconocidas por su influencia en la dinámica poblacional y en la capturabilidad de la merluza dentro del sistema, asegurando así la pertinencia ecológica de las proyecciones generadas.

Las variables clave identificadas fueron incorporadas como forzantes del modelo (esfuerzo de pesca, captura, temperatura del mar, profundidad de la oxiclina, entre otros), permitiendo evaluar la respuesta simulada de la merluza ante cada condición de cambio. Cada escenario fue evaluado de manera independiente, manteniendo constantes las demás condiciones del modelo, por lo que no se consideraron combinaciones entre escenarios. De esta manera, fue posible evaluar de forma aislada la respuesta del sistema ecosistémico y, particularmente, de la merluza, ante cada condición de cambio planteada. Los escenarios evaluados fueron los siguientes:

- Aumento del esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal. Este escenario se derivó del interés de las comunidades en evaluar la sostenibilidad de la merluza en el corto y mediano plazo, considerando que se dé un incremento progresivo del esfuerzo de pesca tanto de la flota industrial como de la artesanal. Bajo este supuesto, el incremento sostenido del esfuerzo pesquero conduciría a una disminución de la biomasa de la merluza y, en el mediano plazo, a una reducción en las capturas, como consecuencia de la sobreexplotación del recurso.
- Aumento del número de embarcaciones en la flota artesanal. Este escenario se definió a partir del interés de los participantes en evaluar el efecto de un incremento en el número de embarcaciones artesanales sobre la situación poblacional de la merluza. Para ello se consideró una expansión de la flota de pequeña escala, con el objetivo de analizar sus implicancias sobre la dinámica del recurso. Bajo esta hipótesis, el aumento en el número de embarcaciones artesanales no generaría un impacto negativo significativo sobre la biomasa ni las capturas de la merluza, en concordancia con la percepción de los actores respecto a la menor incidencia de este segmento de la flota en la presión pesquera total.
- Somerización de la profundidad del límite inferior de la oxiclina. Este escenario se sustenta en el conocimiento científico del sistema, considerando que la oxiclina, al constituir una zona de transición que actúa como frontera ecológica del hábitat de la merluza, regula su distribución vertical. En este escenario, el ascenso de su límite inferior implicaría una compresión del hábitat oxigenado

disponible, lo que puede incrementar la agregación del recurso y, en consecuencia, su disponibilidad y vulnerabilidad a la flota pesquera.

- Aumento de la captura de falso volador y/o bereche en la flota industrial (principalmente). Este escenario se sustentó en el conocimiento ecológico tradicional de los pescadores, quienes señalaron que estas especies, al constituir presas relevantes de la merluza, desempeñan un rol importante en su dinámica poblacional. Bajo este escenario, se esperaría una reducción en la disponibilidad de alimento para la merluza, y consecuentemente, la merluza presentaría una menor condición corporal, menor crecimiento, y eventualmente una disminución en la biomasa de la población.

V. RESULTADOS

V.1. Mapa mental de las interacciones de la merluza en el ecosistema

Los mapas mentales elaborados por las comunidades de Los Órganos (Figura 8) y El Ñuro (Figura 9), a pesar de que se trabajó de forma independiente con cada una de ellas, mostraron una mayor cantidad de similitudes en comparación de diferencias, las mismas que se describen a continuación:

- Similitudes:

- Tres grupos de tamaños de merluza. El grupo de “merluzas grandes”, refiriéndose a ejemplares mayores a los 35 cm de LT, y que son capturados en mayor proporción por la pesquería artesanal y en menor medida por la flota industrial de arrastre. “merluzas medianas o pequeñas”, refiriéndose a ejemplares entre los 28-35 cm LT, y que son capturados principalmente por la flota industrial y en menor dimensión por la flota artesanal. Asimismo, cabe resaltar que este grupo también es objetivo de las pesquerías no visibles como la INDNR, la fantasma y la arrastrera (de menor y pequeña escala). “merluzas más pequeñas”, refiriéndose a los ejemplares más pequeños que los 28 cm LT, y son capturadas principalmente por las pesquerías no visibles mencionadas.

- Presas de la merluza: Las principales presas de las merluzas grandes y medianas fueron las especies falso volador *Prionotus stephanophrys* y bereche *Larimus pacificus*. Solo en la localidad de Los Órganos se mencionó al pez correa o corneta *Fistularia corneta*.

- Canibalismos de la merluza. Existen ciertas condiciones bajo la cual se ha visualizado el comportamiento caníbal de la merluza, observándose que las

merluzas “merluzas grandes” se pueden alimentar de las “merluzas medianas” y estas a su vez de las “merluzas más pequeñas”.

- Interacción con el lobo marino. La interacción entre los pescadores artesanales y el lobo marino se caracterizó principalmente como una relación de competencia por el recurso. Esta se manifiesta cuando, al finalizar las faenas de pesca, los lobos marinos adoptan un comportamiento oportunista, aprovechando el proceso de cobrado de las capturas para alimentarse. Sin embargo, durante esta interacción, los individuos pueden ocasionar daños a los artes de pesca (por ejemplo: al intentar acceder a las capturas), lo que genera pérdidas materiales para los pescadores. En este contexto, los actores percibieron esta relación como negativa, debido a los impactos económicos asociados a la disminución de las capturas y al deterioro de los equipos, así como a efectos de carácter emocional, expresados en desmotivación frente a la actividad pesquera. Esta percepción se sustenta en la experiencia recurrente de observar la presencia de lobos marinos durante las faenas, lo que anticipa la probable pérdida parcial de lo capturado.

- Diferencias:

- Depredadores de la merluza. La comunidad de Los Órganos aportó que el grupo de “merluzas grandes” suele ser depredado por algunos grandes pelágicos, a profundidad medias en la columna de agua. Se mencionó como predadores al pez espada *Xiphias gladius* y distintas especies de merlines.

- Presas de la merluza. La comunidad de Órganos adicionalmente mencionó que los grupos de “merluzas más pequeñas” y “merluzas medianas o pequeñas”,

tienden a alimentarse principalmente de organismos pequeños como lo son los eufausidos, langostinos y vincinguerria *Vinciguerria lucetius*.

- Interacción con el medio ambiente. La comunidad de El Ñuro identificó dos factores ambientales principales con potencial influencia sobre la merluza. En primer lugar, la temperatura del agua, señalando que su experiencia les ha permitido reconocer un comportamiento estacional de la especie asociado a sus variaciones. En segundo lugar, hicieron referencia a la presencia de una corriente con dirección norte-sur, la cual transporta aguas con ciertas condiciones oceanográficas (por ejemplo: más cálidas) durante la estación de otoño. Esta descripción es consistente con la dinámica de la Extensión Sur de la Corriente de Cronwell.

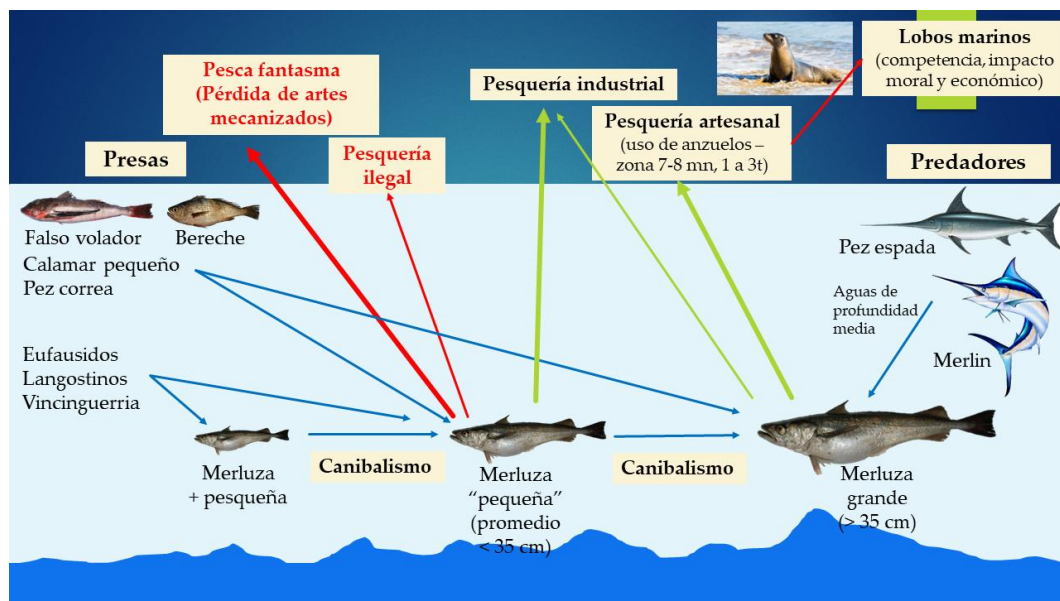


Figura 8. Mapa mental elaborado por la comunidad de Los Órganos

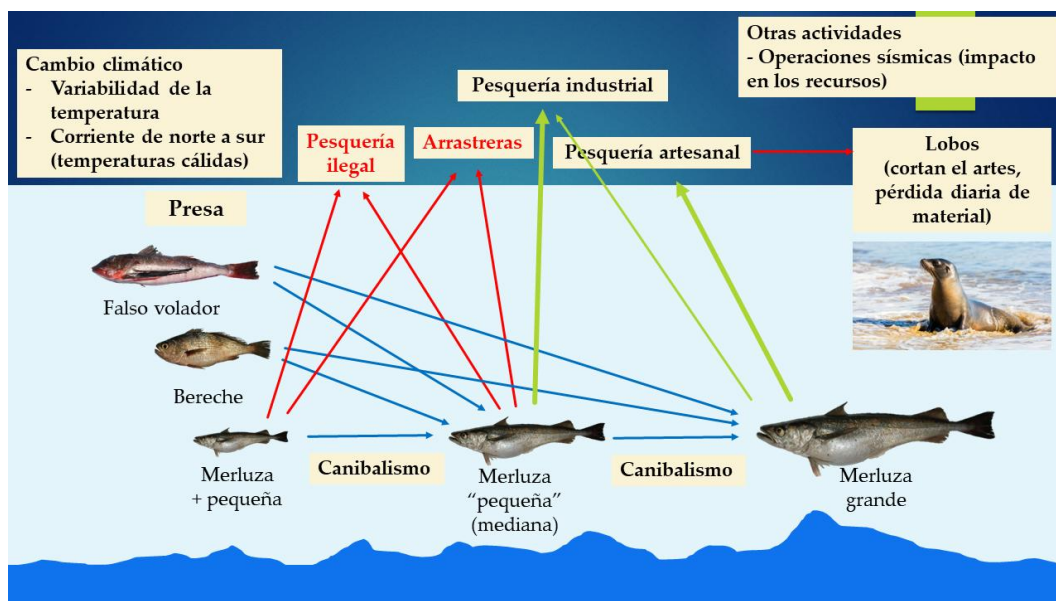


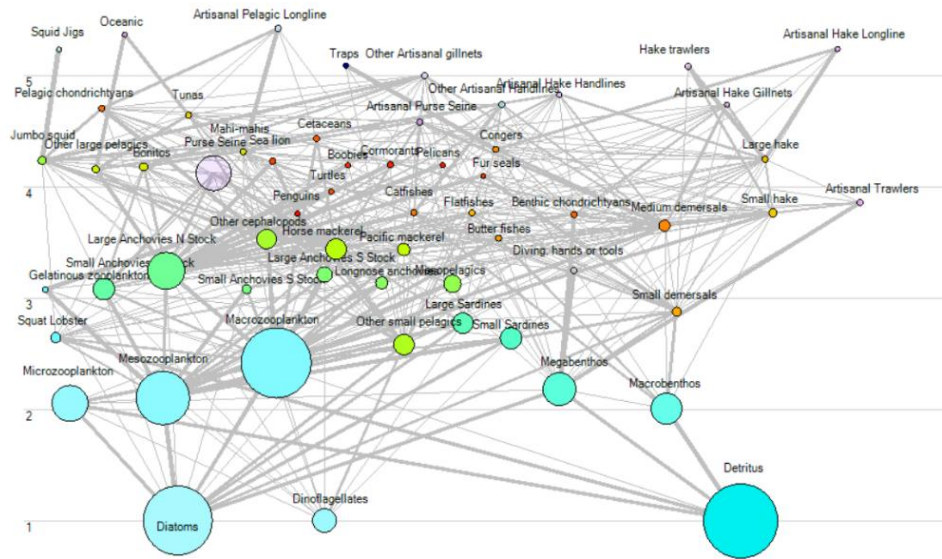
Figura 9. Mapa mental elaborado por la comunidad de El Ñuro

Otras actividades. La comunidad de Los Órganos señaló que determinadas actividades antrópicas, como las operaciones sísmicas, pueden generar impactos sobre los recursos pesqueros, al alterar los patrones habituales de distribución de las especies. Estas perturbaciones modificarían las zonas típicas de ocurrencia de los recursos, afectando su disponibilidad para la actividad pesquera. De esta manera, los conocimientos ecológicos locales, permitieron enriquecer la estructura trófica de los científicos (Figura 10a), obteniendo una estructura trófica co-diseñada con los pescadores (Figura 10b).

V.2. Análisis de los intereses de los pescadores sobre los escenarios

Se co-diseñaron 18 escenarios de simulación, que fueron clasificados según su variable de interés, con lo cual se identificaron 10 escenarios de manejo, 5 del tipo ambiental y 3 de interacción trófica. Es importante mencionar que 12 de ellos fueron formulados de forma similar por ambas comunidades, mientras que 6 de estos solo se propusieron por una comunidad (Escenarios N°7, 9, 10, 15, 17 y 18).

a)



b)

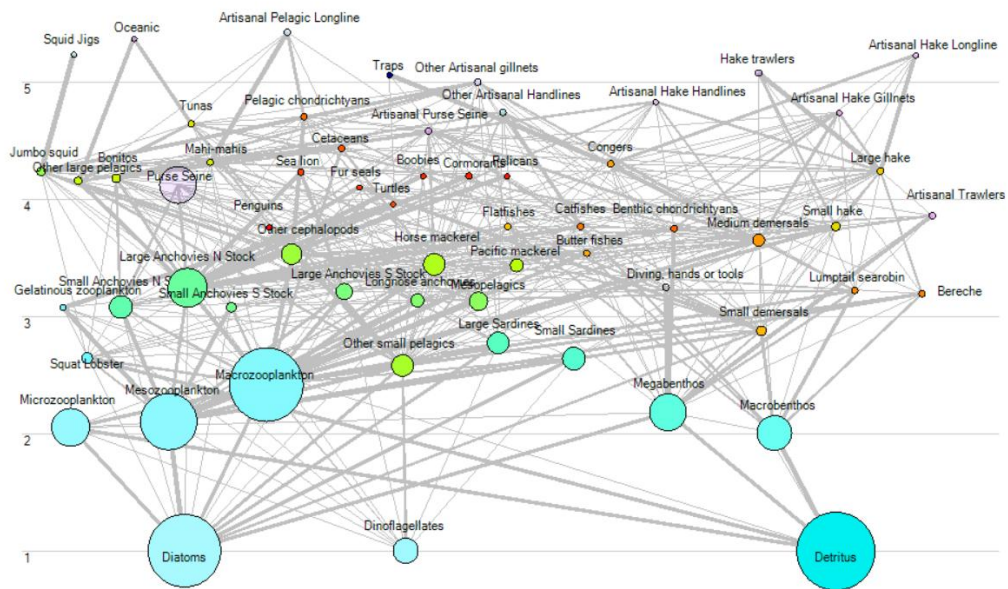


Figura 10. Estructura trófica del ecosistema del norte del Perú, sin (a) y con (b) aportes de los pescadores.

Escenarios del tipo manejo:

- Escenario N°1. Incremento en el esfuerzo de pesca (n° viajes al año) tanto de la flota industrial y artesanal
- Escenario N°2. Reducción en el esfuerzo de pesca (n° viajes al año) tanto de la flota industrial y artesanal

- Escenario N°3. Mantener el nivel de esfuerzo de pesca promedio (n° viajes al año) de los últimos 10 años tanto para la flota industrial como artesanal.
- Escenario N°4. Maximización de las capturas de merluza por parte de la flota industrial y captura promedio de la flota artesanal. Basándose en la captura histórica más alta obtenida en los últimos 10 años.
- Escenario N°5. Aumento en el número de embarcaciones de la flota artesanal (proceso de formalización)
- Escenario N°6. Aumento en la tasa de captura para la flota artesanal y sin cambios para la flota industrial.
- Escenario N°7. Aumento en las capturas del grupo de “merluzas pequeñas” por parte de la flota industrial y sin cambios en la flota artesanal.
- Escenario N°8. Periodo de veda en el año, aplicada únicamente para la flota industrial, y que la flota artesanal continúe con sus actividades de pesca.
- Escenario N°9. En los próximos años ya no pesque la flota industrial y únicamente opere la flota artesanal.
- Escenario N°10. Reducción progresiva del esfuerzo de pesca para la flota industrial y sin cambios para la flota artesanal.

Escenarios del tipo ambientales:

- Escenario N°11. Las condiciones oceanográficas se mantendrán “estables” (sin grandes variaciones) en los próximos años.
- Escenario N°12. Ascenso de la temperatura superficial del mar frente al norte del litoral peruano.
- Escenario N°13. Las condiciones ambientales favorecen a un aumento en la disponibilidad de la merluza.

- Escenario N°14. Las condiciones ambientales influyen en la disminución de la disponibilidad de la merluza.
- Escenario N°15. Variación (disminución o somerización) en el nivel de la profundidad de la zona mínima de oxígeno (del límite inferior de la profundidad de la oxiclina) frente al norte del litoral peruano.

Escenarios del tipo interacción trófica:

- Escenario N°16. Aumento en la captura de otras especies a manera de captura incidental por parte tanto de la flota industrial como artesanal.
- Escenario N°17. Aumento en la captura del falso volador por parte de la flota industrial, y no en la flota artesanal.
- Escenario N°18. Aumento en la captura del falso volador y bereche por parte de la flota industrial y no en la flota artesanal.

La evaluación de los escenarios co-diseñados mostró que, 14 de estos (~78%) fueron puntuados con un nivel entre interesado y muy interesado (nivel 4-5), mientras que los otros 4 restantes (N° 2,4,5 y 14) fueron puntuados con un nivel de interés neutral o moderado (nivel < 4). Esto últimos estuvieron asociados a escenarios del tipo de manejo y ambiental. Para el caso de los escenarios de interacción trófica (N° 16, 17 y 18), se evidenció que estos fueron de mayor interés, puesto que sus valores promedio se ubicaron a niveles de muy interesado (Figura 11).

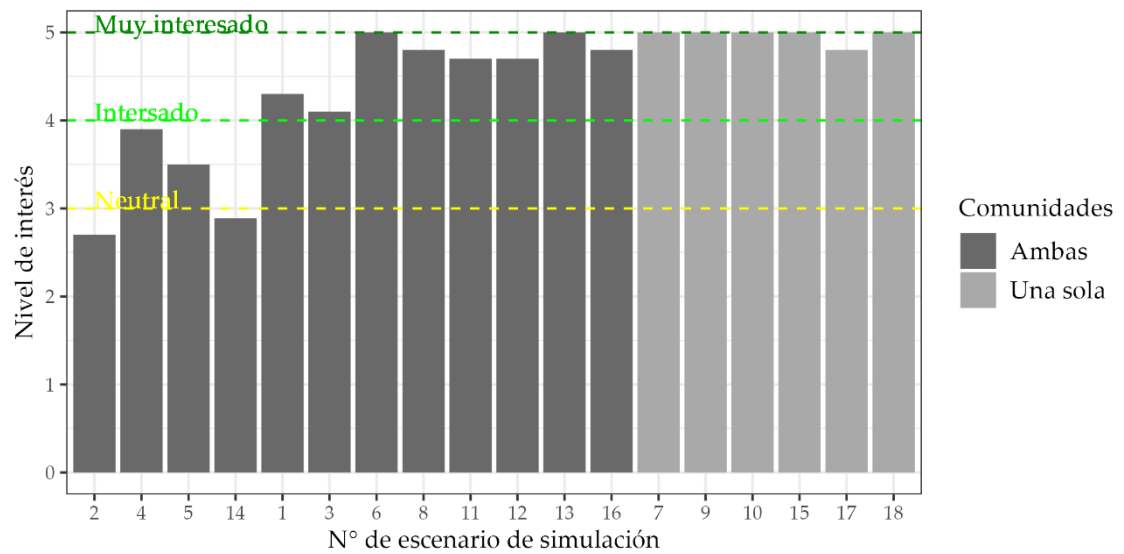


Figura 11. Interés promedio para los escenarios de simulación. El color de relleno especifica si el escenario fue elaborado por una o ambas comunidades.

Al evaluar los escenarios por comunidad o DPA, se apreció que, para la comunidad de los Órganos, todos los escenarios fueron puntuados con un nivel de interés entre interesado y muy interesado. Para la localidad de El Ñuro, se identificó que los escenarios N° 2,4,5 y 14 presentaron valores de interés cercano a niveles de poco interesado (nivel 2) (Figura 12). Este bajo interés por estos escenarios por parte de esta comunidad influyó sobre el interés promedio al no diferenciar comunidades (Figura 11).

El análisis del nivel de interés entre los distintos escenarios (Figura 11), a través de la prueba de Kruskal-Wallis, mostró que existen diferencias significativas en el interés de los pescadores por distintos escenarios evaluados ($\chi^2 = 53.76$ y $p\text{-valor} = 1.082e-05$).

La comparación del interés entre las comunidades por cada uno los escenarios (Figura 12), por medio de la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon, mostró que para los escenarios N° 2, 4, 5 y 14, se encontraron diferencias significativas en el nivel

interés (Tabla 4). De estos, los primeros tres pertenecen a escenarios del tipo de manejo, mientras que el último pertenece a un escenario ambiental.

Tabla 4. Estadístico p-valor de la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon para los escenarios de simulación. MP: corresponde a escenarios donde todos los participantes asignaron un mismo puntaje. ns: no significativo.

Nº Escenario	p-valor
1	0.72305813 (ns)
2	0.01775011 (**)
3	1
4	0.02480842 (*)
5	0.00923674 (**)
6	MP
7	MP
8	0.17701598
9	MP
10	MP
11	0.60047126
12	0.06679807
13	MP
14	0.01554121 (*)
15	MP
16	0.17701598
17	MP
18	MP

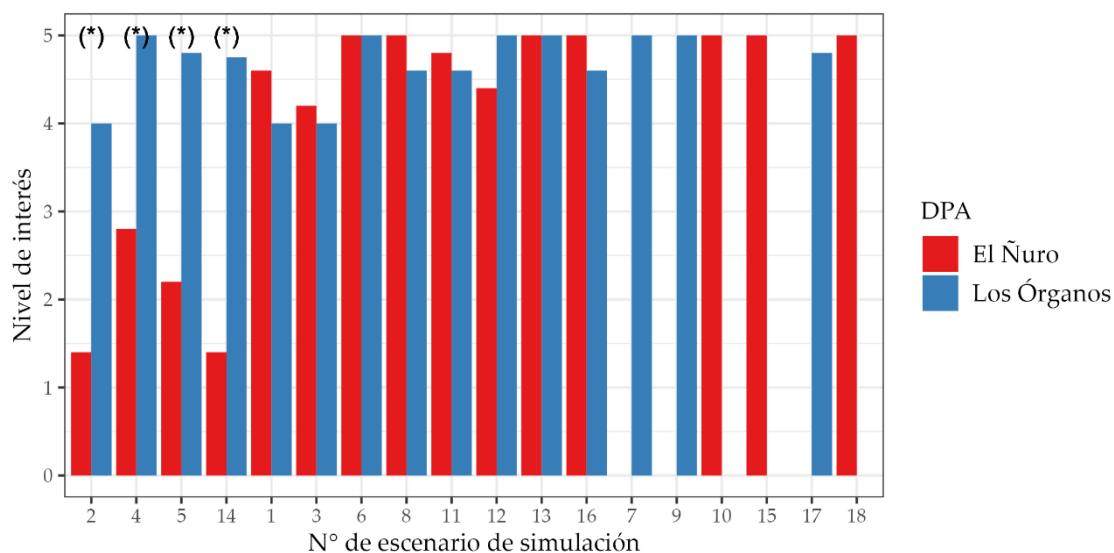


Figura 12. Interés promedio para los escenarios de simulación por comunidad o DPA. (*) Diferencia significativa en el interés entre comunidades.

V.3. Simulación de escenarios con el modelo ecosistémico

Los resultados provenientes de las proyecciones obtenidas para el periodo 2019-2028, en base al modelo ecosistémico y los escenarios de simulación seleccionados, fueron los siguientes:

V.3.1. Escenario de simulación 1. “Aumento del esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal”

Las tendencias proyectadas de los indicadores de biomasa y captura para este escenario mostraron comportamientos opuestos. El incremento del esfuerzo pesquero en ambas flotas (artesanal e industrial) generó un efecto negativo sobre la biomasa de la merluza, evidenciado por una tendencia decreciente y de baja variabilidad. En contraste, las capturas presentaron una tendencia creciente, también con baja variabilidad, lo que sugiere un incremento en el rendimiento pesquero en el corto plazo (Figura 13).

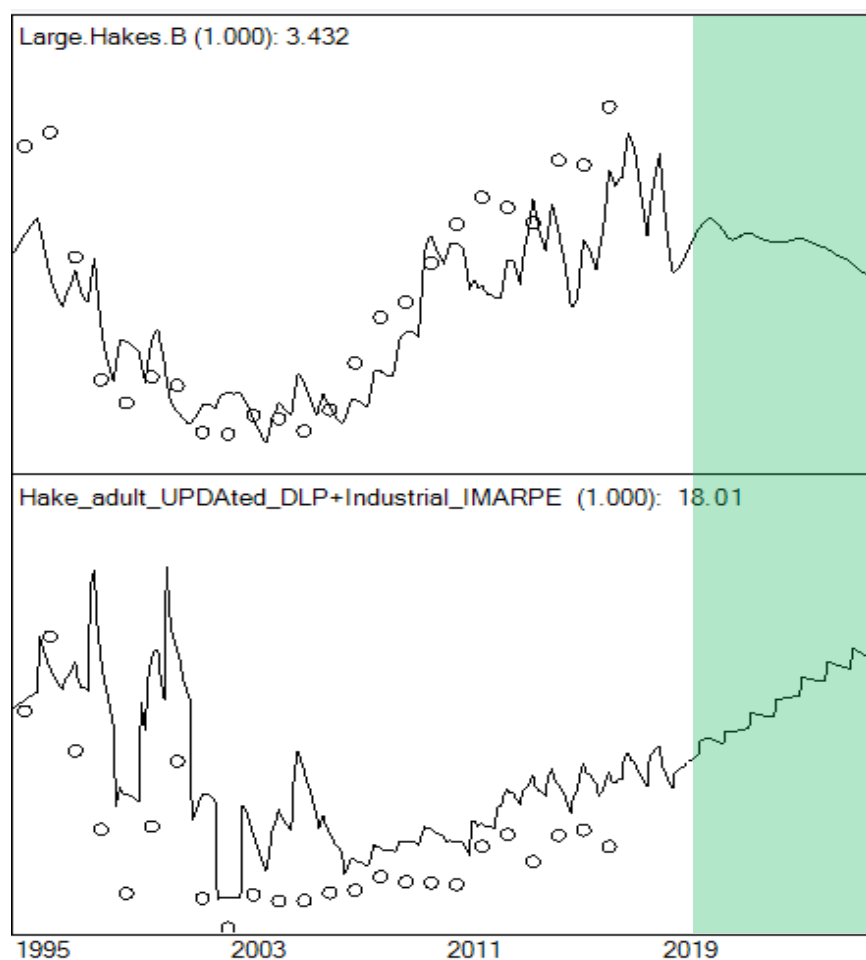


Figura 13. Proyección de biomasa (panel superior) y captura (panel inferior) de merluza adulta del Escenario de simulación 1: “Aumento del esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal”

V.3.2. Escenario de simulación 2: “Aumento del número de embarcaciones en la flota artesanal”

Para este escenario, el incremento en el número de embarcaciones de la flota artesanal tuvo un impacto mínimo sobre la biomasa de la merluza, reflejándose en una tendencia estable y de baja variabilidad, con niveles cercanos al promedio registrado en los últimos ocho años del periodo de referencia. En cuanto a las capturas, se observó una tendencia ligeramente positiva, también caracterizada por una baja variabilidad a lo largo del periodo proyectado (Figura 14).

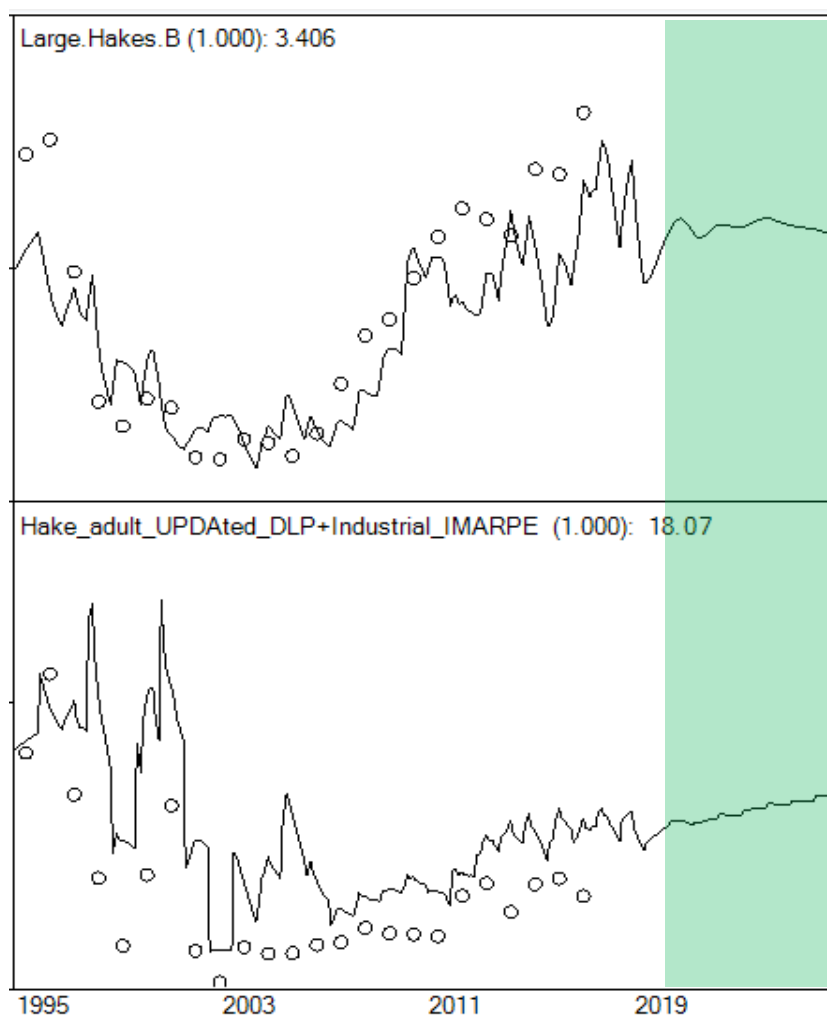


Figura 14. Proyección de biomasa (panel superior) y captura (panel inferior) del Escenario de simulación 2: “Aumento del número de embarcaciones en la flota artesanal”.

V.3.3. Escenario de simulación 3: “Somerización del límite inferior de la profundidad de la oxiclina”

Las proyecciones obtenidas para los indicadores de este escenario mostraron que los niveles de biomasa tienden a descender ligeramente, pero con una mayor variabilidad, evidenciándose un efecto negativo de la somerización del límite inferior de la oxiclina, posiblemente asociado a una reducción en el hábitat potencial y las variaciones en las relaciones tróficas de la merluza con otras especies que comparten su medio marino. Por otro lado, los niveles de captura se mantuvieron estables, y de igual forma con alta variabilidad (Figura 15).

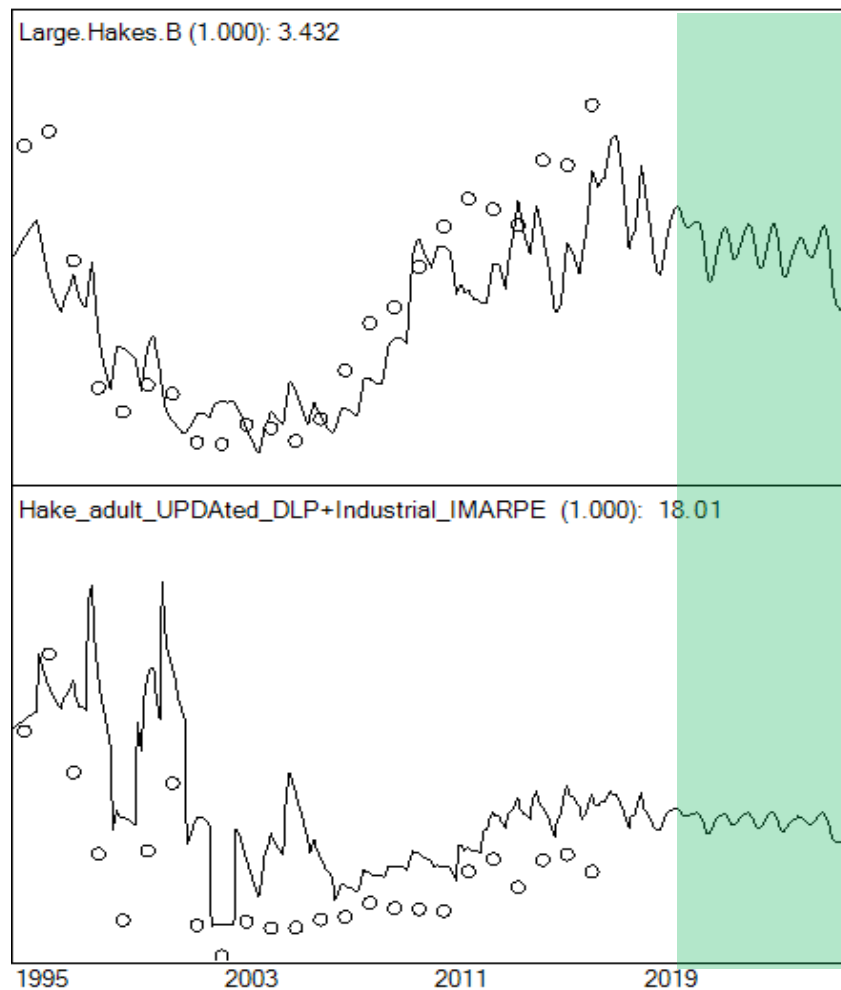


Figura 15. Proyección de biomasa (panel superior) y captura (panel inferior) del Escenario de simulación 3: “Somerización del límite inferior de la profundidad de la oxiclina.

V.4.1. Escenario de simulación 4: “Aumenta la captura de falso volador y/o bereche en la flota industrial (principalmente)”

Los resultados obtenidos para este escenario provienen de una versión nueva del modelo donde se incluye la relación con el falso volador y el bereche. Esta mejora en el modelo se realizó con base en las sugerencias dada por los pescadores. Es por lo que la variabilidad observada en los indicadores de este escenario fueron diferentes a los visualizados en los tres escenarios anteriores. En tal sentido, se observó que los indicadores de biomasa y captura presentaron una tendencia estable pero altamente variable (Figura 16).

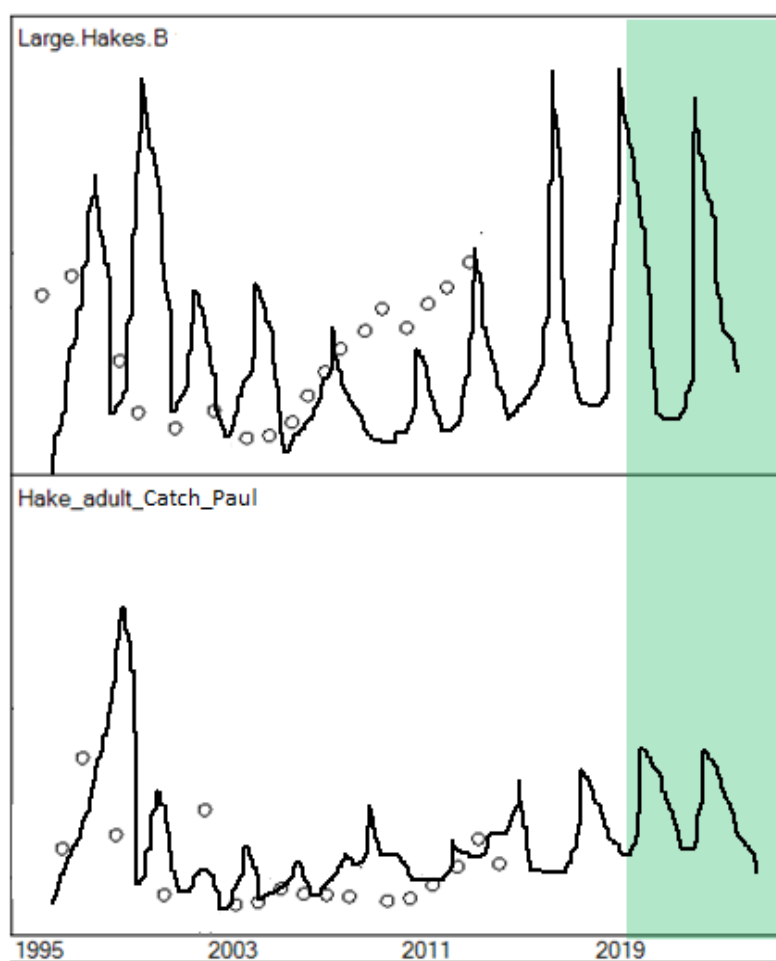


Figura 16. Proyección de biomasa (panel superior) y captura (panel inferior) del Escenario de simulación 4: “Aumenta la captura de falso volador y/o bereche en la flota industrial (principalmente)”.

Las tendencias provenientes de las simulaciones se detallan a manera resumida en la Tabla 5, donde se especifica el escenario de simulación, tipo del cual provienen, tipo de indicador (biomasa o captura), tipo de tendencias (positiva, negativa o neutra), nivel de variabilidad (alta, media o baja) y numeración de tendencia.

Tabla 5. Escenarios y tendencias evaluadas para el Taller II.

Escenario	Tipo	Indicador	Tendencia	Variabilidad	Nº
Aumento del esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal	Manejo	Biomasa	Negativa	Baja	1
		Captura	Positivo	Baja	3
Aumento del número de embarcaciones en la flota artesanal		Biomasa	Neutro	Baja	2
		Captura	Positiva	Baja	4
Somerización del límite inferior de la profundidad de la oxiclina	Ambiental	Biomasa	Negativa	Media	5
		Captura	Neutro	Media	7
Aumenta la captura de falso volador y/o bereche en la flota industrial (principalmente)	Interrelación	Biomasa	Neutro	Alta	6
		Captura	Neutro	Alta	8

V.4. Análisis de los intereses de los pescadores sobre las tendencias de indicadores

En la Tabla 6, se sintetiza los resultados provenientes del análisis de los intereses de los pescadores sobre las tendencias de biomasa y captura, además de detallar el tipo de prueba que se empleó en cada evaluación.

Tabla 6. Resumen y estadísticos p-valor de las pruebas no paramétricas KW (Kruskal-Wallis) y MWW (Mann-Whitney-Wilcoxon) del análisis de los intereses sobre las tendencias, considerando las comunidades de Los Órganos y El Ñuro, y otros factores (tipo de escenario, nivel de variabilidad y tipo de indicador). ns: no significativo.

Variable	Comunidad	Factores	Diferencia en el interés	Prueba	p-valor	Referencia
Interés sobre las tendencias simuladas	Agrupando (Los Órganos y El Ñuro)	-	Si	KW	0.0219 (*)	Figura 17
		Tipo Escenario		KW	0.0067 (**)	Figura 18
		Nivel Variabilidad		KW	0.0067 (**)	Figura 20
		Tipo Indicador	No	MWW	0.8590 (ns)	Figura 22
	Los Órganos	-	Si	KW	0.0076 (**)	Figura 24
		Tipo Escenario		KW	0.0053 (**)	Figura 26a
		Nivel Variabilidad		KW	0.0053 (**)	Figura 27a
		Tipo Indicador	No	MWW	0.4891 (ns)	Figura 28a
	El Ñuro	-	No	KW	0.5549 (ns)	Figura 24
		Tipo Escenario		KW	0.4034 (ns)	Figura 26a
		Nivel Variabilidad		KW	0.4034 (ns)	Figura 27a
		Tipo Indicador		MWW	0.5255 (ns)	Figura 28a
	Comparando (Los Órganos y El Ñuro)	-	No, para todas las tendencias comparadas	MWW	p>0.05 (ns)	Figura 25 y Tabla 7
		Tipo Escenario		MWW	p>0.05 (ns)	Figura 26b y Tabla 8
		Nivel Variabilidad		MWW	p>0.05 (ns)	Figura 27b y Tabla 9
		Tipo Indicador		MWW	p>0.05 (ns)	Figura 28b y Tabla 10

V.4.1. Tendencias sin diferenciar comunidades

El nivel de interés promedio observado en las tendencias fue distinto, encontrándose diferencias significativas entre estas según la prueba de Kruskal-Wallis ($\chi^2 = 16.381$ y $p\text{-valor} = 0.02185$). Las tendencias N° 1, 3, 4, 6 y 8 tuvieron un nivel de interés entre “interesado” y “muy interesado” (nivel 4-5), mientras que el resto de las tendencias (N°2, 5 y 7) fueron puntuados con un nivel de interés por debajo de “interesado” (nivel < 4) (Figura 17).

De las tendencias evaluadas, la N°1 que proviene del escenario “Aumento del esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal”, fue la que tuvo el mayor nivel de interés, mientras que la de menor interés fue la N°7, la cual está vinculada al escenario “Somerización del límite inferior de la profundidad de la oxiclina”.

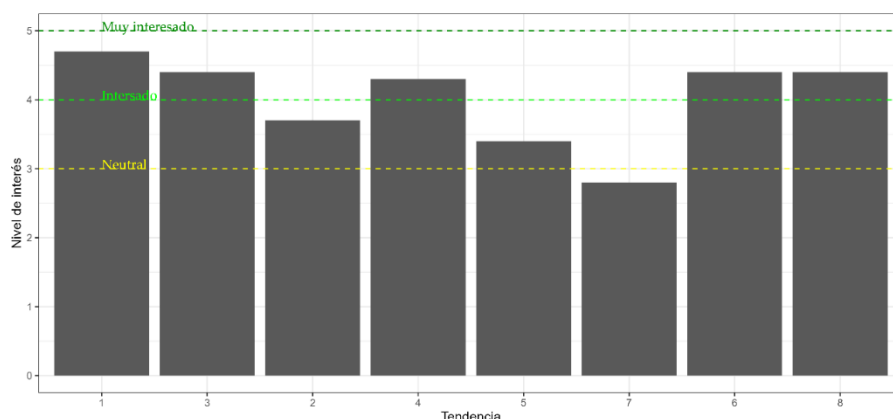


Figura 17. Interés promedio para las tendencias de los escenarios simulados

V.4.1.1. Tendencia por tipo de escenario sin diferenciar comunidades

Los niveles promedio de interés por tipo de escenario de simulación, obtenidos a partir de la agrupación de los puntajes asignados a las tendencias según su categoría, evidenciaron diferencias entre estos. En particular, las tendencias asociadas a los escenarios de tipo Manejo e Interacción trófica registraron los mayores niveles de interés (nivel > 4), mientras que el escenario de tipo Ambiental

presentó un nivel de interés cercano a la neutralidad (~ nivel 3). Estas diferencias fueron evaluadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis, cuyos resultados indicaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el nivel de interés entre los tipos de escenarios (chi-cuadrado = 10.025 y p-valor = 0.006653) (Figura 18).

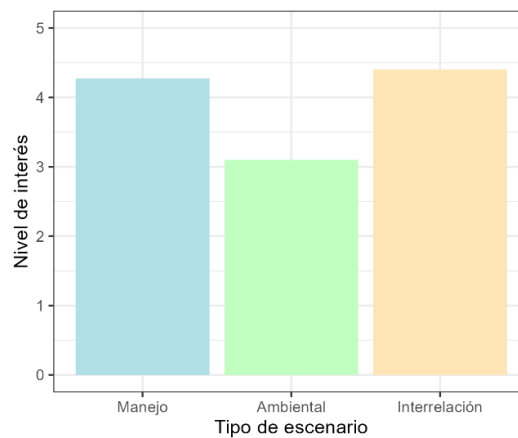


Figura 18. Interés promedio de las tendencias por tipo de escenario de simulación

Al desagregar las tendencias, se apreció que la tendencia N°1, fue la de mayor interés de las 8 evaluadas, y estuvo asociada a un escenario del tipo Manejo. Caso contrario, la tendencia N°7, que fue la de menor interés correspondió al tipo de escenario Ambiental. (Figura 19).

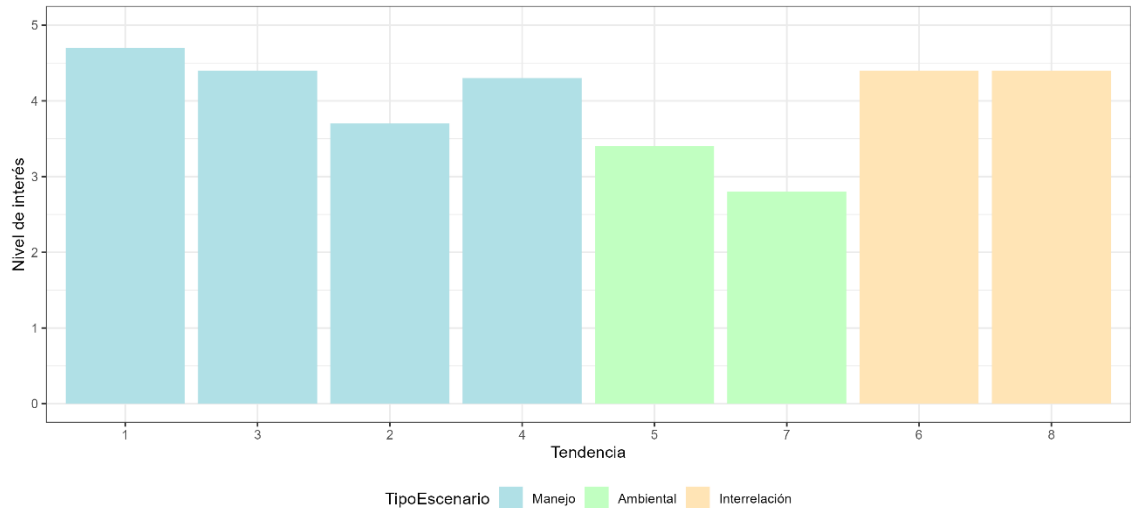


Figura 19. Interés promedio para cada tendencia por tipo de escenario de simulación

V.4.1.2. Tendencia por nivel de variabilidad sin diferenciar comunidades

Los niveles de interés según el nivel de variabilidad evidenciaron diferencias significativas, las mismas que fueron confirmadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis ($\chi^2 = 10.025$ y $p\text{-valor} = 0.006653$). En particular, las tendencias con alta y baja variabilidad registraron los mayores niveles de interés (nivel > 4), mientras que aquellas con variabilidad media se situaron en un nivel cercano a la neutralidad ($\sim$ nivel 3) (Figura 13).

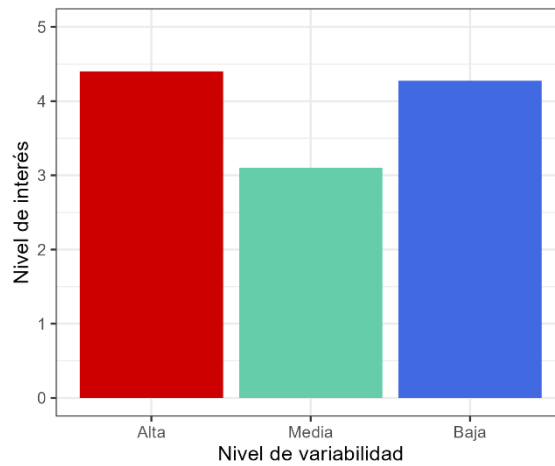


Figura 20. Interés promedio de las tendencias por nivel de variabilidad

Al diferenciar las tendencias, se observó que N°1 (la de mayor interés) se caracterizó por presentar una variabilidad alta, mientras que la tendencia N°7 (la de menor interés entre todas), presentó una variabilidad media (Figura 21).

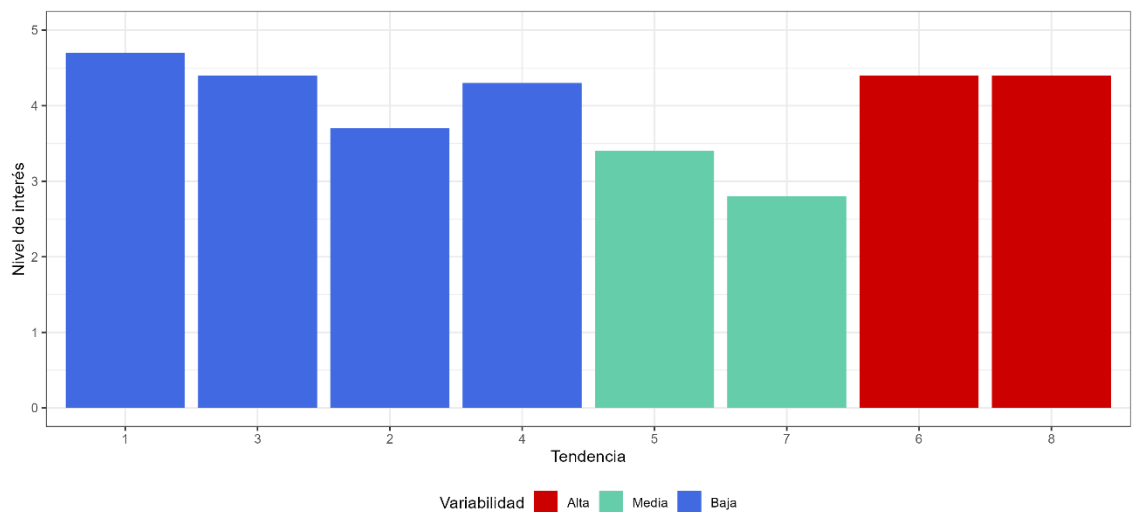


Figura 21. Interés promedio para cada tendencia por nivel de variabilidad

V.4.1.3. Tendencia por tipo de indicador sin diferenciar comunidades

Los niveles de interés según el tipo de indicador (biomasa o captura) no evidenciaron diferencias relevantes, registrando en ambos casos valores

promedio cercanos a la categoría “interesante” (~nivel 4). Estas similitudes fueron corroboradas mediante la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon, la cual no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de indicador $p\text{-valor} = 0.859$) (Figura 22).

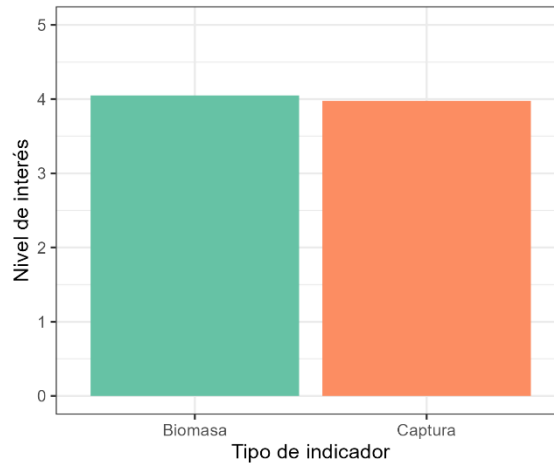


Figura 22. Interés promedio de las tendencias por tipo de indicador.

De las tendencias por tipo de indicador, la N°1 (la de mayor interés) se caracterizó por referirse al indicador de biomasa y la N°7 (la de menor interés) correspondió al indicador captura (Figura 23).

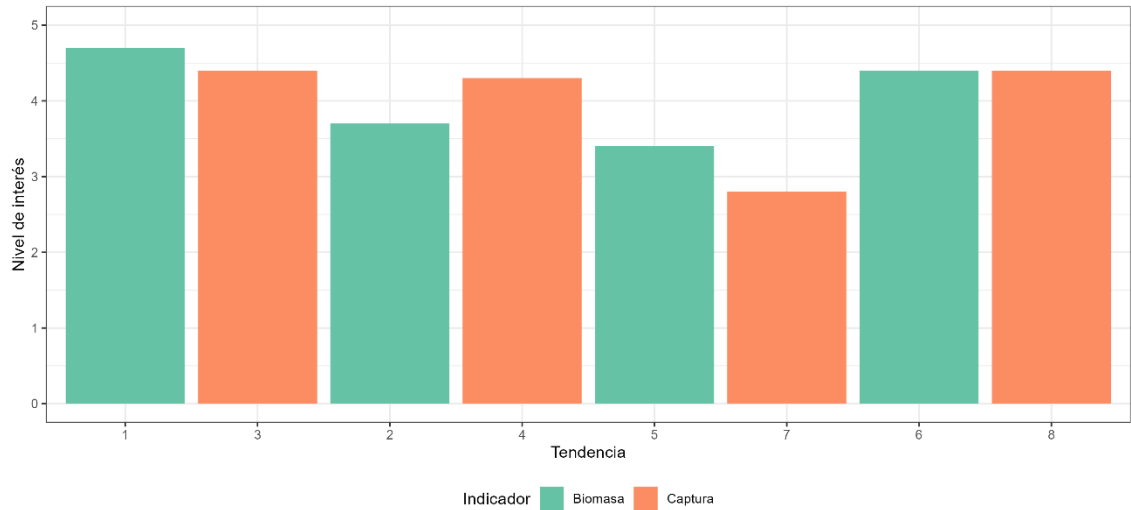


Figura 23. Interés promedio para cada tendencia por tipo de indicador

V.4.2. Tendencias diferenciando comunidad

Los niveles promedio de interés por tendencia variaron entre comunidades. Si bien se observaron diferencias en los valores asignados, la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis confirmó que estas diferencias fueron estadísticamente significativas en la comunidad de Los Órganos ($\chi^2 = 19.178$ y $p\text{-valor} = 0.007647$), mientras que en la comunidad de El Ñuro no se detectaron diferencias significativas ($\chi^2 = 5.8711$ y $p\text{-valor} = 0.5549$). En este sentido, los niveles de interés en Los Órganos mostraron una mayor heterogeneidad en comparación con los registrados en El Ñuro, donde los valores tendieron a ser más homogéneos (Figura 24).

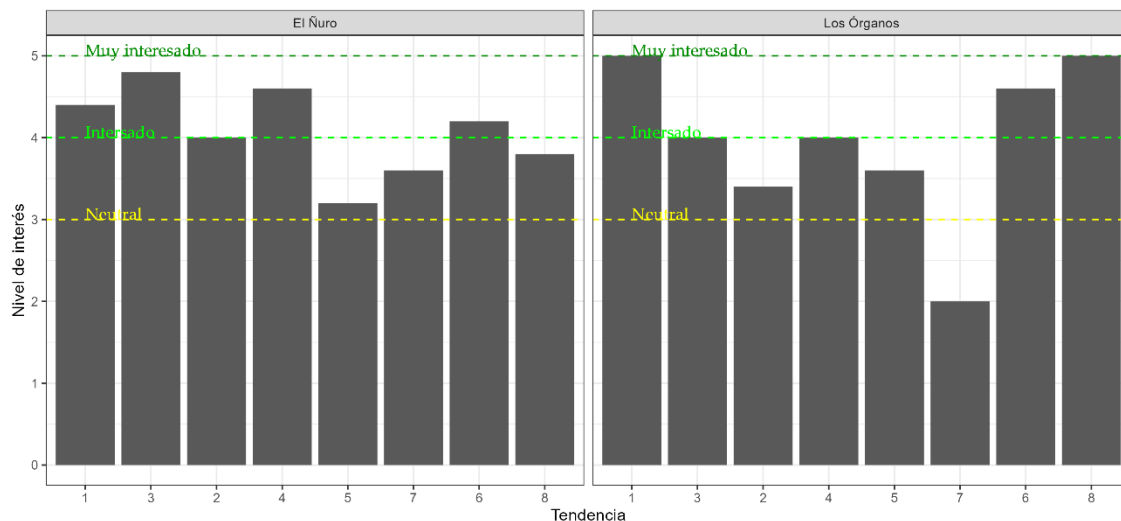


Figura 24. Interés promedio de las tendencias para cada comunidad o DPA.

El análisis para una misma tendencia, pero diferenciado por comunidad o DPA, mostró que también existía diferencia entre estas (Figura 25). No obstante, la prueba no paramétrica de Mann–Whitney–Wilcoxon indicó que dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$) al comparar cada tendencia entre las comunidades (Tabla xx).

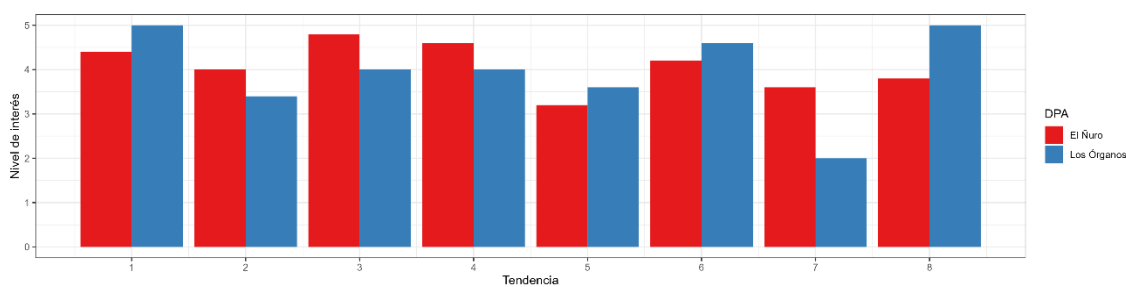


Figura 25. Interés promedio de cada tendencia diferenciada por comunidad o DPA.

Tabla 7. Estadístico p-valor de la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon proveniente de la evaluación del interés entre las comunidades para cada tendencia. ns: no significativa.

Nº Tendencia	p-valor
1	0.0668 (ns)
2	0.3808 (ns)
3	0.2322 (ns)
4	0.7231 (ns)
5	0.7441 (ns)
6	0.7963 (ns)
7	0.1653 (ns)
8	0.0707 (ns)

V.4.2.1. Tendencia por tipo de escenario y comunidades

Los niveles de interés promedio según tipo de escenario de las tendencias (Manejo, Ambiental o Interrelación) y comunidad mostraron diferencias. Al evaluar los intereses por los tipos de escenario para cada comunidad (Figura 26a), se observó que El Ñuro, tuvo un mayor interés en escenarios del tipo de manejo, seguido de el de interrelación y ambiental. Estas diferencias entre tipos de escenario para esta comunidad no fueron significativas según la prueba de Kruskal-Wallis (chi-cuadrado = 1.8158 y p-valor = 0.4034). En Los Órganos, su interés estuvo más orientado a escenarios del tipo de interrelación, manejo y ambiental. En este caso, las diferencias observadas fueron significativas (chi-cuadrado = 10.453 y p-valor= 0.005372).

El nivel de interés de las comunidades para un mismo tipo de escenario evidenció que existe diferencia entre los DPAs (Figura 26b). El interés por escenarios del tipo manejo y ambiental fue mayor para El Ñuro, contrario a lo evidenciado para el escenario de interrelación donde existe un mayor interés para la comunidad de Los Órganos. Si bien se evidenciaron diferencias, estas no fueron significativas para ningún tipo de escenario según la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon (Escenarios de Manejo p-valor = 0.6237; Escenarios Ambiental p-valor = 0.5083; Escenario de Interrelación p-valor = 0.2808).

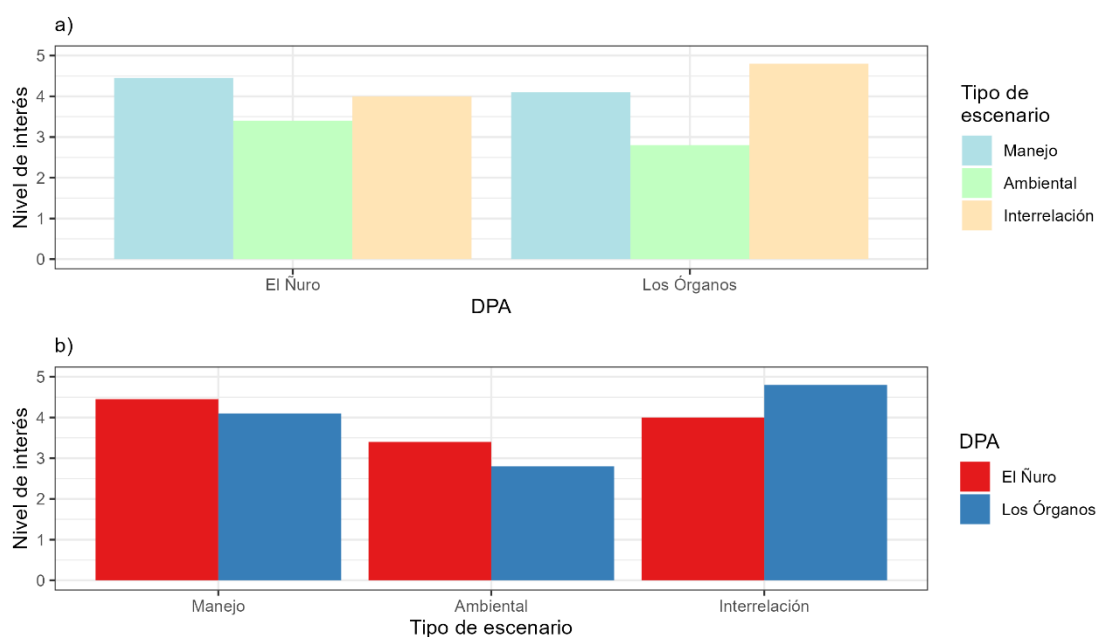


Figura 26. Interés promedio de las tendencias a) para cada comunidad y diferenciado por tipo de escenario; y b) para cada tipo de escenario y diferenciado por comunidad

Tabla 8. Estadístico p-valor de la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon proveniente de la evaluación del interés entre las comunidades para cada tipo de tendencia. ns: no significativa.

Tipo de tendencia	p-valor
Manejo	0.6237 (ns)
Ambiental	0.5083 (ns)
Interacción trófica	0.2808 (ns)

V.4.2.2. Tendencia por nivel de variabilidad y comunidades

Los niveles de interés promedio según nivel de variabilidad de las tendencias (Alta, Media o Baja) y comunidad mostraron diferencias. El interés por nivel de variabilidad para cada comunidad (Figura 27a), mostró que, para El Nuro, hubo un mayor interés sobre tendencias con variabilidad baja. En el caso de Los Órganos el interés fue mayor para tendencias con variabilidad alta. En ambos casos, el menor interés estuvo enfocado a tendencias con variabilidad media.

Al evaluar las diferencias entre las tendencias según su nivel de variabilidad para cada comunidad y basados en la prueba de Kruskal-Wallis, se evidenció que estas fueron significativas para Los Órganos (chi-cuadrado = 10.453 y p-valor= 0.005372) pero no para El Ñuro (chi-cuadrado = 1.8158 y p-valor = 0.4034).

El interés de las comunidades para las tendencias con un mismo nivel de variabilidad evidenció que existe diferencia entre los DPAs (Figura 27b); sin embargo, estas diferencias no fueron significativas para ningún tipo de escenario según la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon (Variabilidad Alta p-valor = 0.2808; Media p-valor = 0.5083; Baja p-valor = 0. 0.6237).

V.4.2.3. Tendencia por tipo de indicador y comunidades

Los niveles de interés promedio según el indicador de las tendencias (Biomasa y Captura) y comunidad no mostraron diferencias, ya que todas en promedio estuvieron alrededor de un nivel 4 de interés. Esto fue confirmado mediante la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon, dado que se evaluó diferencias entre indicadores para una misma comunidad (El Ñuro p-valor = 0.5255 y Los Órganos p-valor = 0.4891) (Figura 28a), y para constatar diferencia entre comunidades para un mismo indicador (Biomasa p-valor = 0.6394 y Captura p-valor = 0.4793) (Figura 28b).

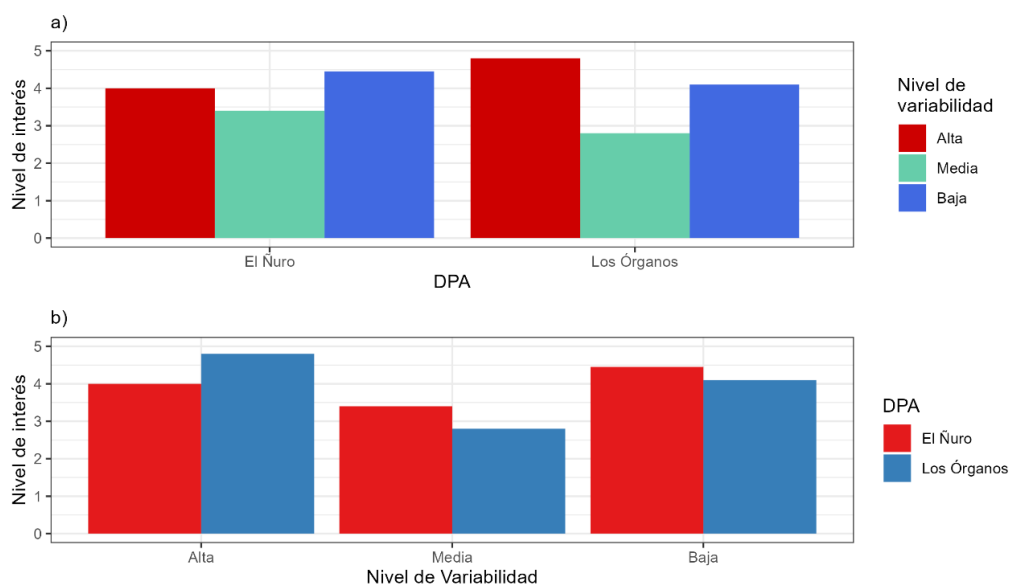


Figura 27. Interés promedio de las tendencias a) para cada comunidad y diferenciado por tipo de escenario; y b) para cada tipo de escenario y diferenciado por comunidad

Tabla 9. Estadístico p-valor de la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon proveniente de la evaluación del interés entre las comunidades para cada nivel de variabilidad. ns: no significativa.

Nivel de variabilidad	p-valor
Alta	0.2808 (ns)
Media	0.5083 (ns)
Baja	0.6237 (ns)

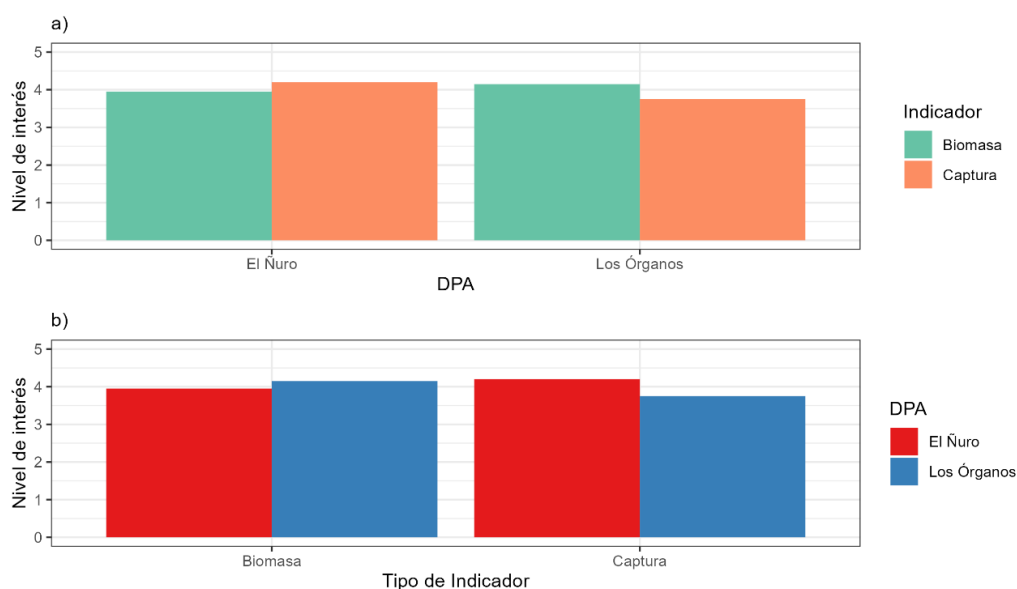


Figura 28. Interés promedio de las tendencias a) para cada comunidad y diferenciado por tipo de indicador; y b) para cada tipo de indicador y diferenciado por comunidad

Tabla 10. Estadístico p-valor de la prueba de Mann–Whitney–Wilcoxon proveniente de la evaluación del interés entre las comunidades para cada tipo de indicador. ns: no significativa.

Nivel de variabilidad	p-valor
Biomasa	0.6394 (ns)
Captura	0.4793 (ns)

V.5. Evaluación de medidas de manejo

Las medidas de manejo co-diseñadas con los pescadores artesanales fueron formuladas durante el Taller II, las mismas que se diferenciaron según la comunidad que las planteó y la flota sobre la cual podría aplicarse. Estas medidas se muestran en las Tabla 11. Medidas de manejo co-diseñadas para la flota Artesanal, con participación de pescadores artesanales. Tabla 11 y Tabla 12 Tabla 12.

V.5.1. Acciones de manejo para la flota Artesanal

Tabla 11. Medidas de manejo co-diseñadas para la flota Artesanal, con participación de pescadores artesanales.

Los Órganos	El Ñuro
• <i>Limitación del esfuerzo a partir de medidas de autorregulación.</i> Los participantes mencionaron que no tienden a salir todos los días de la semana, porque el precio de la merluza disminuiría, así que reducen el número de días (principalmente martes y sábado). Con esto aseguran una calidad y cantidad de merluza. Esto se ha logrado a través de acuerdos internos en la comunidad. No es necesario un aumento en el número de embarcaciones, pero se podría permitir la ampliación de la bodega a una de tipo insulada. Así, el aumento en el esfuerzo sería limitado y controlado. También, se podría permitir mejoras tecnológicas como la incorporación de un sistema de frío o uso de halador manual. • <i>Medidas de control y vigilancia interna.</i> Estas estarían orientadas a cumplir con: 1) uso de artes selectivos y 2) una medida de malla estándar para todos los que se dirigen a la merluza. Mencionaron que, en condiciones normales, el pescador artesanal realiza como mínimo 2 viajes de pesca a la semana. Si el precio de la merluza es bajo, no sale a su captura y busca otras especies alternativas. • <i>Elaboración de un estatuto de acuerdos internos dentro de cada comunidad y entre comunidades pesqueras artesanales.</i> • <i>Comentarios:</i> La incidencia que tiene la flota artesanal sobre otras especies es mínima, mucho menor al 10%. Por ello, aunque se aumente el esfuerzo en número de embarcaciones, la afectación a otras especies al momento de dirigirse a merluza sería mínima. Por otro lado, mencionan que tienen horarios específicos en que realizan sus actividades. Alrededor de las 4:30-5:00 am realizan su primer lance de pesca. Además, cuando escasea la merluza, no cambian a otras zonas de pesca porque saben que van a capturas otra especie y no son su objetivo.	• <i>Autorregulación/Vedas “por consciencia”.</i> Los participantes mencionaron que ellos disponen de “temporadas” para cada recurso. El establecer una temporada permite encontrar más pesca y mejores tallas en las zonas de pesca, dado que le dan un descanso al recurso para que mejore su condición. Pese a estas acciones, tienen la percepción de que ellos dejan a descansar al recurso en el área de pesca y que la flota industrial va a pescar a estas zonas. • <i>Uso de artes selectivas</i> (cortina, anzuelo, espinel). Solo considerara estas artes ya que otras artes ocasionan un impacto “negativo”. Comentan que así se aumentara el número de embarcaciones al 200-300%, pero que emplean artes selectivos, no habría impacto adverso sobre el recurso merluza. • <i>Comentario:</i> Reconsideración del destino de lo capturado por la flota artesanal (no solo dirigido para el Consumo Humano Directo – CHD). Mencionaron que ancestralmente destinaban su pesca a la fábrica y que la proporción para el CHD a través de los mercados era menor. Se planteó lo siguiente: Si sale “buena pesca” (abundante) ¿a dónde se llevaría esa merluza cuando opera gran parte de la flota? Ya que, en ese caso, el mercado ya estaría abastecido y habría un excedente. En este sentido ¿qué otro destino se le daría a la merluza restante? Frente a esta situación, sugirieron que este excedente se pueda destinar a las fábricas de procesamiento. • <i>Comentario:</i> Programas de difusión y valoración del recurso merluza, ya que permitiría que tuviera mayor alcance en los mercados y por lo tanto un mayor público a quienes destinar lo capturado. • <i>Comentario:</i> Existe una regulación natural para la flota artesanal. Esto se debe a que bajo condiciones adversas (por ejemplo, días con vientos fuertes), ellos no salen a pescar.

V.5.2. Acciones de manejo para la flota Industrial

Tabla 12. Medidas de manejo co-diseñadas para la flota industrial, con participación de pescadores artesanales.

Los Órganos	El Ñuro
• <i>Cambio de aparejo (o una adaptación) en la flota industrial</i>, debido a que consideran que el arrastre puede causar daños al ecosistema. Se planteó la idea de que se use una red que disminuya la captura incidental del falso volador. • <i>Disminución progresiva de la flota de arrastre</i> (menos embarcaciones, menor cantidad de viajes, u otras medidas de esfuerzo) debido a su impacto “negativo” al ecosistema. • <i>Medidas de control y vigilancia</i>: Principalmente en la flota industrial, ya que incide sobre falso volador. Existe una percepción de que “no se puede controlar la pesca de falso volador, y no existe control y vigilancia por parte del estado”. • <i>Desaparición (“eliminación”) de la flota industrial de arrastre</i>. • <i>Limitar la captura de otras especies</i>. Principalmente, el falso volador y bereche en la flota industrial de arrastre. • <i>Establecimiento de vedas para otras especies</i>, como para el recurso falso volador, pero bajo un control y fiscalización adecuados. • Incluir en los viajes de pesca de la flota de arrastre industrial, a un “supervisor” que cumpla la función de fiscalizar lo capturado. • Talla Mínima de Captura de falso volador y porcentaje de tolerancia en la captura en la flota de arrastre industrial.	• <i>Medidas de regulación (control y vigilancia) más estrictas</i>. • <i>Extinción/Desaparición del aparejo de arrastre</i> (se comenta que hay experiencia en otros países como Ecuador y Chile). • <i>Restricción espacial a la flota industrial durante las vedas establecidas frente a sus zonas de pesca</i>. Si se veda áreas frente Paita (área tradicional de pesca de la flota de arrastre), pues la flota industrial no debería salir hacia otras zonas. Por ejemplo, más al norte, donde opera la flota artesanal. Se tiene claro que esto no puede ser viable, ya que la única “normativa espacial”, es aquella que delimita que la flota industrial no puede operar dentro de las 5mn. Pero se mencionó que la zona de la flota artesanal se ubicada a las 8mn frente a la costa, compartiendo un área similar con la flota industrial, por ende, ocasionando una “competencia desigual”. Frente a esto insisten con la desaparición de la flota de arrastre. • <i>Mayor eficiencia en el control y fiscalización de la flota industrial</i>. Ya que la flota industrial ingresa y opera cerca al borde de las 5 mn, la cual se encuentra próxima a la zona designada para flota artesanal). • <i>Medidas/Restricción de captura de falso volador para zona norte de Piura</i>. Esto se debe a que se tiene conocimiento de que son mayores las capturas de este recurso frente a esas zonas. • <i>Prohibición de la flota de arrastre</i> porque ocasiona un impacto “negativo” sobre este el falso volador, que es lo consideran uno de los principales alimentos de la merluza. • <i>Prohibición de la pesca del falso volador/bereche</i> a los distintos tipos de la flota arrastrera (artesanal y menor escala). • Comentario: Ya existe antecedentes en que la flota arrastrera comenzó a capturar grandes cantidades de falso volador. • Comentario: Los participantes perciben que si el arrastre desapareciera, esto sería mucho más beneficioso para el ecosistema, ya que se visualizaría más especies, mejores tamaños, y más abundancia de recursos.

VI. DISCUSIÓN

VI.1. Simulaciones con el modelo ecosistémico

La plataforma de modelado ecosistémico EwE permite generar diversos indicadores para caracterizar la dinámica de un sistema (Christensen et al., 2004). En este estudio, se priorizaron los indicadores de biomasa y captura debido a su mayor relevancia y facilidad de interpretación para actores clave como los pescadores. A partir de ello, se analizaron las proyecciones de estos indicadores para el grupo adulto de la merluza en los escenarios de mayor interés.

Los resultados del escenario de simulación 1 (Figura 13) sugieren que un incremento del esfuerzo pesquero tanto en la flota industrial como artesanal, generan una disminución en la biomasa del stock adulto de merluza, acompañado de un aumento en las capturas. Este comportamiento refleja una relación de compromiso entre la conservación del recurso y el rendimiento pesquero, dado que mayores niveles de extracción impactan negativamente sobre la biomasa, a pesar de que esto signifique una mejora económica para ambos segmentos de la pesquería de merluza.

Escenarios como este son consistentes con lo descrito por Espino (1999a), quien al analizar la historia de la pesquería de la merluza (Figura 1), mostró durante el periodo 1973-1981, tras el incremento del esfuerzo de pesca (incorporación de BAF de bandera extranjera y captura incidental de la flota bolichera), esta especie sostuvo por poco tiempo la extracción de altos volúmenes de desembarque; sin embargo, la continuidad de este esfuerzo sobredimensionado, la falta de marco

normativo pesquero, más aún en un mar caracterizado por su alta variabilidad ambiental, conllevaron a que este recurso alcance niveles de sobreexplotación.

En el contexto de la pesquería peruana, donde el esfuerzo pesquero industrial se encuentra regulado mediante cuotas y bajo un enfoque de manejo adaptativo, este escenario resulta poco plausible desde el punto de vista de gestión. Sin embargo, su exploración permite evidenciar que una relajación en las medidas de control del esfuerzo, o su incremento de forma no regulada, podría comprometer la sostenibilidad del recurso. En este sentido, los resultados obtenidos refuerzan la importancia de los actuales mecanismos de regulación, orientados a mantener la biomasa en niveles sostenibles, considerando además que la merluza ha transitado recientemente de un estado de “recuperación” a “plenamente explotado” (IMARPE, 2018).

Las proyecciones del escenario de simulación 2, reflejan que el impacto generado por la flota artesanal sobre la merluza, como resultado de un aumento en su esfuerzo pesquero, es limitado (Figura 14).

La pesquería artesanal de merluza ha presentado una transición o configuración similar a la descrita en el escenario 2, la cual puede distinguirse en dos periodos. El primero corresponde a una etapa de desarrollo y maduración de la actividad, caracterizada por niveles de esfuerzo que permitieron capturas cercanas a las 1500 t anuales entre 1996 y 2012. El segundo periodo (2013–2023) refleja la consolidación de esta pesquería en el norte del país, evidenciada por un incremento sostenido del esfuerzo pesquero en los años posteriores, en concordancia con lo propuesto en este escenario, lo que se tradujo en capturas que triplicaron las registradas en la etapa previa (Figura 3 y Figura 4).

Asimismo, el IMARPE (2021) señala que la mortalidad por pesca asociada a esta pesquería representa una fracción reducida del total (~10%). Además, debido a la selectividad de las principales artes empleadas (espinel y cortina de fondo), se capturan individuos con longitudes superiores a la talla mínima de captura (35 cm LT), los cuales han alcanzado la madurez reproductiva. Esto contribuye a reducir el impacto sobre la fracción explotable del stock y favorece su renovación.

En consecuencia, los resultados del modelo sugieren que el incremento del esfuerzo artesanal, en los niveles evaluados, no genera efectos significativos sobre la biomasa. Este comportamiento puede explicarse tanto por la magnitud relativa de esta flota (en términos de número de embarcaciones), así como por las estrategias de artes de pesca que emplean las comunidades pesqueras, quien se caracterizan por utilizar artes de pesca amigables con el ecosistema (Salazar et al., 2020).

Los resultados del escenario de simulación 3, que evidencian una disminución paulatina en la biomasa del stock adulto sin una reducción proporcional en las capturas, pueden ser interpretados por la relación entre la merluza y las condiciones ambientales, particularmente la disponibilidad de oxígeno disuelto. Diversos estudios han señalado que la distribución de este recurso está fuertemente condicionada por la estructura vertical del oxígeno y la presencia de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO), la cual actúa como una barrera ecológica que delimita su hábitat (Espino et al., 1985; Guevara-Carrasco et al., 2001; Ballón et al., 2008).

Cabe precisar que, en este escenario, no se evaluaron directamente cambios en la ZMO, sino la somerización de la capa superior de la oxiclina. No obstante, ambos procesos se encuentran estrechamente vinculados, dado que la oxiclina define el límite superior a partir del cual se establece la zona pobre en oxígeno. En este

sentido, la reducción de las concentraciones de oxígeno en el fondo, reflejada en la superficialización de la oxiclina o en una ZMO menos profunda, implicaría una compresión del hábitat disponible, restringiendo a la población a estratos más someros de la plataforma continental.

Este proceso de compresión del hábitat puede generar una mayor agregación espacial del recurso, aumentando su disponibilidad y vulnerabilidad a la pesca, lo que explicaría la estabilidad observada en las capturas a pesar de la disminución de la biomasa. Este tipo de escenarios se podría asemejar a años bajo condiciones “frías”, tal como señalan Espino y Yamashiro (1996). Además, estos autores, reportan que especies demersales, sometidas a este tipo de limitaciones ambientales, tienden a aumentar su capturabilidad, mortalidad por pesca y mortalidad natural, como consecuencia de la concentración del recurso en áreas más reducidas. Asimismo, considerando que la merluza presenta una estructuración espacial por edades asociada a masas de agua (Saldarriaga et al., 2018), es posible que estos cambios en la disponibilidad de oxígeno no solo afecten su distribución espacial, sino también la composición etaria del stock explotado, con potenciales implicancias sobre su dinámica poblacional (Ballón et al., 2008).

Otro punto que considerar, como respuesta de la merluza frente a cambios en los componentes del ecosistema marino, es su interacción con otras especies. Puesto que estas variaciones, no solo tienden a modificar los patrones de distribución de la merluza, sino que también influye sobre los de otros recursos marino (pelágicos y litorales), los mismos que se pueden exacerbar bajo condiciones cálidas El Niño (Valdivia y Arntz, 1985; Espino 1999b; Espino y Yamashiro, 1996). La influencia de variabilidad de las condiciones ambientales sobre la distribución espacial de los

recursos, podrían tener un efecto sobre las interacciones tróficas, con lo cual, cambios en la abundancia y estructura de la población de merluza, no solo estaría sujeta a efectos de la pesca, sino también a su combinación con factores naturales (Guevara-Carrasco, 2004; Wosnitza-Mendo et al., 2004; Ballón et al., 2008; Guevara-Carrasco y Lleonart, 2008; Wosnitza-Mendo et al., 2009).

En conjunto, estos resultados invitan a examinar que la estabilidad en las capturas no necesariamente refleja un estado saludable del recurso, sino que podría estar enmascarando una disminución en la biomasa debido a cambios en el hábitat. Lo que resalta la necesidad de incorporar variables ambientales, en el entendimiento de la dinámica de su pesquería, así como evaluar su aporte al integrarla en los modelos de evaluación, a fin de evitar interpretaciones sesgadas basadas únicamente en indicadores pesqueros tradicionales.

Finalmente, el escenario de simulación 4 mostró una alta variabilidad en los indicadores de biomasa y captura, aunque sin una tendencia clara en el tiempo. Esta variabilidad puede estar asociada a interacciones tróficas del tipo depredador-presa, donde cambios en la disponibilidad de presas podrían generar respuestas en la población de merluza.

No obstante, estudios sobre la dieta de la merluza indican que, si bien especies como el bereche y falso volador, forman parte de su alimentación, no constituyen un componente dominante (Orrego y Mendo, 2012; Castillo, 2018). Es importante considerar que el modelo no incorpora ciertos mecanismos ecológicos relevantes, como el canibalismo, lo que puede limitar la representación realista de la dinámica poblacional. En este sentido, las oscilaciones observadas deben interpretarse con

cautela; sin embargo, el escenario resulta útil para explorar los efectos generales de la extracción de especies asociadas sobre la población de merluza.

VI.2. Intereses sobre escenarios de simulación

Los resultados evidencian que, si bien existe un alto grado de coincidencia entre ambas comunidades en la formulación de escenarios (12 de 18 escenarios co-diseñados), las diferencias emergen al evaluar los niveles de interés asignados a estos, lo que sugiere que la percepción y priorización de problemáticas no es homogénea. El hecho de que la mayoría de los escenarios (67%) hayan sido valorados con niveles altos de interés refleja una preocupación compartida por la dinámica del recurso y su sostenibilidad; sin embargo, la variación del nivel interés sobre algunos escenarios tras comparar las comunidades, confirma que estas percepciones y prioridades están moduladas por características pesqueras, tecnológicas y/o socioeconómicas que distinguen a cada localidad.

Las diferencias significativas encontradas en los escenarios N°2, 4, 5 y 14 evidencian que la comunidad de El Ñuro presenta un menor nivel de interés en ciertos escenarios, principalmente de manejo y ambientales, en comparación con Los Órganos. Este patrón puede explicarse considerando sus estrategias de pesca, así como su nivel de organización social. En el caso de El Ñuro, su mayor cohesión social y capacidad organizativa podrían hacer que los pescadores prioricen escenarios que consideran “más viables” o “aplicables en la práctica”. Por ello, escenarios como la reducción del esfuerzo pesquero para ambas flotas (escenario N°2) o el aumento del número de embarcaciones (escenario de N°5) podrían percibirse como “poco realistas”, dado que, en el primer caso, la pesquería de

merluza representa una actividad económica importante de la cual dependen muchas familias a nivel nacional, mientras que en el segundo caso, bajo la normativa vigente, no se permite el incremento o ingreso de nuevas embarcaciones a la pesquería de merluza.

Por el contrario, en Los Órganos, donde el nivel de organización social es relativamente menor, es posible que exista una valoración más uniforme de los distintos escenarios. Esto podría deberse a causa de una mayor diversidad de opiniones entre pescadores o a que los escenarios fueron percibidos más como parte del ejercicio participativo que como propuestas concretas de aplicación.

Asimismo, el menor interés de El Ñuro en el escenario ambiental asociado a la disminución de la disponibilidad del recurso (N°14), podría estar relacionado a que no clasifican a este dentro de “escenarios más realistas”, y dado que basados en su experiencia, conocimiento tradicional ecológico, y su capacidad para organizarse como comunidad, tendrían una mayor capacidad de resiliencia que les permite adaptarse a la variabilidad ambiental característica del mar peruano.

Por otro lado, el alto interés observado en los escenarios de interacción trófica sostendría que los pescadores, independientemente de la comunidad, reconocen la importancia de las relaciones ecológicas en la dinámica del recurso. Esto es consistente con el conocimiento ecológico tradicional compartido de los actores, quienes reconocieron múltiples componentes del ecosistema y el rol de la merluza en ella.

En conjunto, estos resultados respaldan parte de la hipótesis planteada, evidenciando que las diferencias en las características pesqueras, sociales y

económicas entre las comunidades de Los Órganos y El Ñuro influyen en la forma en que los pescadores perciben y priorizan distintos escenarios. Con mayor detalle, se observa que el nivel de organización social cumple un rol central en la manera en que las comunidades formulan, y evalúan la viabilidad y pertinencia de los escenarios propuestos. En este sentido, los resultados sugieren que comunidades con mayor cohesión social, como El Ñuro, tienden a priorizar escenarios que consideran “más realistas” o “aplicables”, mientras que localidades de menor organización, como Los Órganos, la valoración de los escenarios puede ser más homogénea. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar las diferencias sociales y organizativas en procesos participativos de construcción y evaluación de escenarios.

VI.3. Intereses sobre tendencias de indicadores

La comparación del nivel de interés asignado a las tendencias entre las comunidades de Los Órganos y El Ñuro, no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Esto podría deberse a que ambas comunidades comparten una percepción similar sobre la importancia relativa de las tendencias simuladas, lo que podría estar asociado a su condición común de pesquería artesanal orientada a la merluza, así como al hecho de que ambas operan en la misma zona del litoral norte del Perú, bajo condiciones oceanográficas similares y dentro de un mismo contexto productivo y normativo.

En los Los Órganos se evidenció que sí existen diferencias significativas en la valoración de las tendencias, mientras que en El Ñuro estas valoraciones tienden a ser más homogéneas. Esta diferencia en la estructura del interés podría estar

vinculada a las características socioeconómicas y pesqueras de cada localidad. Para El Ñuro, al presentar un mayor nivel de cohesión y organización social, así como una alta dependencia de la actividad pesquera, los pescadores compartirían criterios similares al momento de evaluar las tendencias, reduciendo la variabilidad en sus respuestas. En Los Órganos, con un menor nivel de organización social, los actores tendrían una percepción con mayor variabilidad frente a las mismas tendencias, lo que explicaría la mayor heterogeneidad observada en esta comunidad.

Los resultados sugieren que las diferencias entre comunidades no se expresan necesariamente en el nivel promedio de interés asignado, sino más bien en la forma en que cada una organiza internamente sus valoraciones. En ese sentido, al no observarse diferencias significativas entre Los Órganos y El Ñuro en la comparación directa de tendencias, los resultados no respaldan parte de la hipótesis planteada, la cual proponía que las diferencias en las características pesqueras, sociales y económicas se reflejarían en una priorización diferenciada entre comunidades. Esta ausencia puede explicarse por el hecho de que ambas comunidades comparten el mismo recurso objetivo, operan en una misma área geográfica y enfrentan condiciones ambientales y productivas similares, lo que favorece la construcción de percepciones comunes sobre la dinámica del recurso.

VI.4. Co-diseño de medidas de manejo

Las medidas de manejo co-diseñadas evidencian que las comunidades de Los Órganos y El Ñuro, comparten una visión general sobre la necesidad de regular la actividad pesquera y principalmente reducir el impacto de la flota (Figura 29). Ambas localidades consideran que debe priorizar medidas para regular el uso del

arrastre, la captura incidental de especies asociadas a la pesca de merluza (bereche y falso volador) y la necesidad de fortalecer los mecanismos de fiscalización de sus actividades extractivas. Esta coincidencia indica la existencia de una percepción compartida sobre el rol de la flota industrial como principal agente de presión sobre el ecosistema, lo cual es consistente con la experiencia de los pescadores en la pesquería. En particular, esta percepción se sustenta en la capacidad operativa de la flota industrial para explotar amplias áreas de la plataforma continental del norte del Perú, incluyendo zonas cercanas a las áreas tradicionales de pesca artesanal.

Al analizar las medidas dirigidas a la flota artesanal, se observan ciertas diferencias entre comunidades. En ambos casos se reconoce el uso de artes selectivos (principalmente cortina y espinel de fondo) como una práctica adecuada y beneficiosa para la sostenibilidad del recurso, dada su capacidad para capturar individuos por encima la TMC, por ende, una adecuada renovación de stock adulto. Por otro lado, las diferencias radican en el enfoque de aplicación de las propuestas de manejo co-diseñadas. En Los Órganos, las medidas se orientan hacia mecanismos de autorregulación operativa, control interno y la estandarización del uso de artes selectivos (por ejemplo: tamaños de malla), junto con mejoras tecnológicas progresivas, lo que refleja una lógica de optimización de la actividad dentro de los niveles actuales de esfuerzo. Para El Ñuro, las medidas enfatizan prácticas más estructuradas de autorregulación, como vedas “por consciencia” (por ejemplo: temporadas de pesca para cada recurso), así como una reflexión más amplia sobre el uso y destino de la captura, evidenciando una visión más integral del sistema pesquero que incorpora aspectos ecológicos y económicos.

Estas diferencias pueden interpretarse a partir de las características sociales y organizativas de ambas comunidades. El Ñuro, que se caracteriza por un mayor nivel organizativo, le sería más viable la adopción de acuerdos colectivos más estructurados y una visión compartida sobre la sostenibilidad del recurso. En el caso de Los Órganos, donde la organización social es relativamente menor, las medidas tienden a centrarse en acuerdos más operativos y en la mejora individual o gradual de las prácticas pesqueras.

En este contexto, el co-diseño de medidas de manejo evidencia una diferenciación en la forma en que los pescadores conciben las soluciones frente a los problemas que identifican en la pesquería. Estos resultados respaldan la hipótesis planteada, en tanto muestran que las características pesqueras, sociales y económicas influyen en la manera en que los pescadores no solo perciben a la merluza en el ecosistema marino, sino también en el modo en que los pescadores plantean alternativas para su uso y gestión sostenibles.



Figura 29. Infografía con las medidas de manejo co-diseñadas con los pescadores artesanales de Los Órganos y El Ñuro mediante modelado ecosistémico participativo

VI.5. Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al momento de interpretar sus resultados. En primer lugar, la investigación se desarrolló con la participación de pescadores artesanales de dos comunidades específicas del norte del Perú, Los Órganos y El Ñuro, las cuales constituyen Desembarcaderos Pesqueros Artesanales (DPA) representativos de la pesquería de merluza. Si bien esto permitió un análisis detallado a nivel local, también limita la extrapolación de los resultados a otras comunidades o sistemas pesqueros con características distintas.

En segundo lugar, el número de participantes por taller fue reducido (cinco por comunidad por taller), lo cual representa una limitación desde el punto de vista estadístico, ya que restringe el cumplimiento de supuestos como la normalidad y la homocedasticidad en las pruebas aplicadas. De igual forma, este aspecto se ve parcialmente compensado por el perfil de los participantes, quienes eran, en su mayoría, dirigentes con amplia experiencia en la pesquería, lo que aporta solidez en términos de conocimiento ecológico tradicional local y capacidad de análisis.

La modalidad remota en la que se moderó los talleres pudo haber influido tanto en el nivel de participación como en la dinámica de interacción entre los asistentes. Algunos pescadores señalaron que existía interés de otros miembros de la comunidad por participar; sin embargo, la realización de los talleres con la presencia del moderador a manera presencial habría facilitado una mayor convocatoria y un intercambio más amplio de ideas. En ese sentido, es posible que no se haya capturado la totalidad de perspectivas presentes en cada comunidad.

Por otro lado, si bien los participantes presentaban distintos rangos de edad y años de experiencia en la pesquería artesanal de merluza, el estudio no abordó de manera explícita estas diferencias como factores que pudieran influir en la percepción del recurso y en la valoración de escenarios, tendencias y medidas de manejo. Es posible, por tanto, que existan variaciones en la forma de entender y evaluar el sistema pesquero de la merluza, que se distingan por grupos etarios o niveles de experiencia, lo cual no fue analizado de manera sistemática.

Otro punto que considerar es que el estudio se centró en pescadores varones vinculados directamente a la actividad extractiva. Por lo tanto, se considera relevante la participación de mujeres, quienes desempeñan otro tipo de roles en la pesquería artesanal de merluz, como el procesamiento, la comercialización y la organización social. Esta ausencia puede limitar la comprensión integral del sistema pesquero, ya que las mujeres podrían aportar perspectivas distintas sobre el recurso, su uso y su importancia dentro de la dinámica económica y social de las comunidades.

Los resultados obtenidos a partir de la valoración de escenarios, tendencias y medidas de manejo se basan en percepciones e intereses de los participantes, las cuales están influenciadas por su experiencia, su conocimiento local y las dinámicas sociales propias de cada comunidad. Si bien el enfoque participativo permite incorporar este conocimiento, las valoraciones no necesariamente representan de manera directa el comportamiento real del sistema ecológico o pesquero.

Asimismo, el proceso de co-diseño y evaluación se desarrolló en un contexto grupal, lo que puede haber generado ciertos efectos de interacción, como la

búsqueda de consenso o la influencia de algunos participantes sobre otros, especialmente en comunidades con distintos niveles de organización social. Esto podría haber influido en la homogeneidad o variabilidad de las respuestas observadas.

En relación con el modelo ecosistémico utilizado para simular los escenarios co-diseñados, este se orienta a representar de manera simplificada el sistema, considerando componentes ecológicos y pesqueros relevantes, y ampliamente documentados. Sin embargo, no incorpora todas las fuentes de incertidumbre propias del ecosistema marino, ni los posibles cambios en el comportamiento de los actores, especialmente de las flotas industrial y artesanal de merluza. En ese sentido, los resultados deben interpretarse como aproximaciones al funcionamiento del sistema, más que como predicciones exactas.

Finalmente, si bien las comunidades analizadas comparten un conocimiento ecológico local en torno a la merluza, también presentan diferencias asociadas a aspectos operativos y organizativos. En este contexto, se considera pertinente ampliar el análisis a otras comunidades del norte del Perú, así como incorporar la participación de otros actores del sistema, incluyendo la flota industrial y distintos eslabones de la cadena de valor, a fin de lograr una comprensión más integral del sistema pesquero entorno a la merluza situada frente al norte del litoral peruano.

VII. CONCLUSIONES

- La incorporación del conocimiento ecológico local permitió integrar experiencias, percepciones y valoraciones de los pescadores, así como reconocer conocimientos compartidos entre comunidades, fortaleciendo la representación de las dimensiones ecológica y social del sistema pesquero en el modelado participativo.
- Los resultados muestran que las diferencias sociales, organizativas y productivas entre las comunidades de El Ñuro y Los Órganos, influyen en la forma en que se perciben y priorizan los escenarios y medidas de manejo, pero no necesariamente en la interpretación de las tendencias del sistema, evidenciando una combinación de diferenciación social y convergencia derivada de la experiencia compartida en la pesquería.
- El modelado ecosistémico participativo facilitó el intercambio de conocimientos entre pescadores y actores técnicos y la exploración conjunta de distintos escenarios de manejo pesquero. Este proceso puede favorecer una comprensión compartida de la dinámica de la pesquería y contribuir al desarrollo de estrategias de gestión de la merluza más participativas y contextualizadas.

VIII. RECOMENDACIONES

- Ampliar futuras investigaciones a otras comunidades pesqueras del norte del Perú que extraen merluza, a fin de contrastar los patrones de similitud y diferenciación identificados entre Los Órganos y El Ñuro, y así determinar en qué medida estos se mantienen bajo diferentes contextos sociales, productivos y organizativos.
- Incorporar en futuras aplicaciones del modelado ecosistémico participativo a otros actores vinculados con la pesquería, incluyendo diferentes eslabones de la cadena de valor y, cuando corresponda, otros sectores de la flota pesquera, con el propósito de complementar las perspectivas recogidas en este estudio y obtener una representación más amplia del sistema.
- Incluir de manera explícita la participación de mujeres vinculadas a la actividad pesquera en futuras investigaciones, considerando su participación en actividades como el procesamiento, la comercialización y la organización social, con el propósito de complementar el conocimiento y las percepciones recogidas en el presente estudio y ampliar la comprensión de las dimensiones sociales asociadas a la pesquería.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainsworth, C. H., Varkey, D. A., & Pitcher, T. J. (2008). Ecosystem simulations supporting ecosystem-based fisheries management in the Coral Triangle, Indonesia. *Ecological Modelling*, 214(2–4), 361–374. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.02.039>
- Alarcón, G., Tam, J., & Zavala, J. (2024). Participation of woman in artisanal fishery in northern Peru in the context of climate change. <https://orcid.org/0009-0005-6035-1974>
- Alms, V., Romagnoni, G., & Wolff, M. (2022). Exploration of fisheries management policies in the Gulf of Nicoya (Costa Rica) using ecosystem modelling. *Ocean and Coastal Management*, 230(February), 106349. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106349>
- Armada, N. B., Bacalso, R. T. M., Rosales, R. M. P., & Lazarte, A. T. (2018). Right-sizing as a strategy for allocating fishing effort in a defined marine ecosystem: A Philippines case study. *Ocean and Coastal Management*, 165(February), 167–184. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.018>
- Bacalso, R.T, Tajonera, I.J, Rosales, R.M, Kho, J., Guidote, M. & Armada, N.B (2023). Philippines Case Study One. In: Wolff, M., Ferse, S.C., Govan, H. (eds) Challenges in Tropical Coastal Zone Management. Springer, Cham. [A](#)
- Ballón, M., Wosnitza-Mendo, C., Guevara-Carrasco, R., & Bertrand, A. (2008). The impact of overfishing and El Niño on the condition factor and

reproductive success of Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus*. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 300–307.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.005>.

Bammer, G. (2021). *Stakeholder engagement primer: 4. Options for engagement*
<https://i2insights.org/2021/11/04/options-for-engagement>.

Bentley, J. W., Hines, D. E., Borrett, S. R., Serpetti, N., Hernandez-Milian, G., Fox, C., Heymans, J. J., & Reid, D. G. (2019a). Combining scientific and fishers' knowledge to co-create indicators of food web structure and function. *ICES Journal of Marine Science*, 76(7), 2218–2234.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz121>

Bentley, J. W., Serpetti, N., Fox, C., Heymans, J. J., & Reid, D. G. (2019b). Fishers' knowledge improves the accuracy of food web model predictions. *ICES Journal of Marine Science*, 76(4), 897–912.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz003>

Berkes, F. (2009). Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1692–1702.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.001>

Blaskovic, V., & Espinoza, P. (2000). Comportamiento alimentario de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus*, durante la prospección pesquera 9911 (Informe Progresivo N.º 121). Instituto del Mar del Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1274>

- Canal, R. (1989). Evaluación de la capacidad y condición reproductiva de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*). *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 13(2), 39–70. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/193>
- Castillo, D. (2018). Dieta de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) durante el otoño 2015. *Informe Instituto del Mar del Perú*, 45(1), 82–90.
- Castillo, R., Samamé, M., & Fernández, F. (2001). *Distribución y estructura poblacional de la merluza peruana (Merluccius gayi peruanus)*. Forum - La Merluza Peruana. https://biblioteca.imarpe.gob.pe/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=21401
- Chirichigno, N., & Vélez, J. (1998). Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3327>
- Chirichigno, N., & Cornejo, M. (2001). Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. *Publicación Especial Del Instituto Del Mar Del Perú*, 314 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/9516>
- Christensen, V., & Pauly, D. (1992). ECOPATH II – a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, 61(3–4), 169–185. [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(92\)90016-8](https://doi.org/10.1016/0304-3800(92)90016-8)

- Christensen, V., & Walters, C. J. (2004). Ecopath with Ecosim: Methods, capabilities and limitations. *Ecological Modelling*, 172(2–4), 109–139.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.09.003>
- Christensen, V., Walters, C. J., & Pauly, D. (2000). Ecopath with Ecosim: A User's Guide. *Fisheries Bethesda, November* 2(November), 154.
<http://www.ecopath.org/modules/Support/Helpfile/EweUserGuide51.pdf>
- Cisneros-Montemayor, A. M., Christensen, V., Arreguín-Sánchez, F., & Sumaila, U. R. (2012). Ecosystem models for management advice: An analysis of recreational and commercial fisheries policies in Baja California Sur, Mexico. *Ecological Modelling*, 228, 8–16.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.12.021>
- Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T., & Scialabba, N. (1990). *FAO Species Catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world: An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date*. FAO Fisheries Synopsis. <https://www.fao.org/4/t0243e/t0243e00.htm>
- Del Solar, E., Sánchez, J., & Piazza, A. (1965). Exploración de las áreas de abundancia de Merluza (*Merluccius gayi peruanus*) en la costa peruana a bordo del “Bettina”. *Informe Instituto del Mar del Perú*, 8, 1–28.
- Dioses, T. (1985). Edad y crecimiento de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus*. En *Anales del I Congreso Nacional de Biología Pesquera* (pp. 65–69). Trujillo, Perú.

- Espino, M., & Wosnitza-Mendo, C. (1988). Efecto de la concentración en la mortalidad natural y su aplicación en el análisis de cohortes. En T. Wyatt & M. G. Larrañeta (Eds.), *International Symposium on Long Term Changes in Marine Fish Populations* (pp. 239–244). Vigo, España.
- Espino, M. (1990a). Análisis de las poblaciones de los principales recursos demersales del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 14(1), 3–26.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1139>
- Espino, M. (1990b). “El Niño”: su impacto en los peces demersales del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 14(2), 3–27.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1098>
- Espino, M., Castillo, R., & Fernández, F. 1995. Biology and fisheries of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*). In Alheit & Pitchur (Eds.) Hake, biology, fisheries and markets (pp. 339-363). Chapman & Hall. London
- Espino, M., & Yamashiro, C. (1996). *El Niño y la ordenación pesquera en el Perú* (Informe Progresivo N.º 40). Instituto del Mar del Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1220>
- Espino, M. (1999a). *La merluza peruana (Merluccius gayi peruanus): situación actual y perspectivas de explotación* (Informe Ejecutivo). Instituto del Mar del Perú.
- Espino, M. (1999b). El Niño 1997-98: Su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 6(1), 97–109.

- Étienne, M. (Ed.). (2014). *Companion Modelling: A Participatory Approach to Support Sustainable Development*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8557-0>
- Fernández, F. (1987). Edad y crecimiento de la Merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 11(6), 194–220. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/197>
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2026). *FishBase. Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=293629>
- Fuentes, H., Antonietti, E., & Muck, P. (1989). Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) de la zona de Paita. En H. Jordán, R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso, & N. Enríquez (Eds.), *Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico sudeste* (pp. 279–286). CPPS.
- Ginsburg, I. (1954). Whittings on the coast of the American continents. *Fishery Bulletin US*, 56, 187–208.
- Gray, S., Paolisso, M., Jordan, R., & Sterling, E. (Eds.). (2017). *Environmental modeling with stakeholders: Theory, methods, and applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25053-3>
- Grillo-Núñez, T., Mendo, J., Gozzer-Wuest, R., & Mendo, T. (2021). Impacts of COVID-19 on the value chain of the hake small scale fishery in northern Peru.

Marine Policy, 134, Article 104808.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104808>

Guevara-Carrasco, R. (2004). Peruvian hake overfishing: misunderstood lessons. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 21(1–2), 27–32.

Guevara-Carrasco, R., & Bertrand, A. (Eds.). (2017). *Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú*. Instituto del Mar del Perú.
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3167>

Guevara-Carrasco, R., & Lleonart, J. (2008). Dynamics and fishery of the Peruvian hake: Between the nature and the man. *Journal of Marine Systems*, 71(3–4), 249–259. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.02.029>

IMARPE. (2013). *Monitoreo de la actividad extractiva artesanal de merluza en las regiones de Tumbes y Piura*. Instituto del Mar del Perú.
https://reportes.imarpe.gob.pe/archivos/informes/imarpe_eval_poipti_trim4_2013.pdf

IMARPE. (2016). *Adaptation to the impacts of climate change on Peru's coastal marine ecosystem and fisheries*. Profonampe.
https://fifspubprd.azureedge.net/afdocuments/project/1429/1429_Profonampe_AFProject_Peru_02082016_track_tidy.pdf

IMARPE. (2018). *Situación actual de la merluza peruana Merluccius gayi peruanus en el litoral peruano*. Instituto del Mar del Perú.

IMARPE. (2021). *Evaluación del impacto de la pesquería artesanal sobre el recurso merluza y el medio marino asociado en las regiones de Tumbes y Piura*. Instituto del Mar del Perú.

IMARPE. (2022). *Informe de encuesta de pescadores artesanales de merluza* (Informe interno). Instituto del Mar del Perú.

IMARPE. (2024). *Anuario Científico Tecnológico IMARPE 2024*. Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/10462>

IMARPE. (2025). *Análisis de la pesquería, estado poblacional y proyecciones de la pesca de la merluza peruana Merluccius gayi peruanus. Julio-2024- Junio 2025*. Instituto del Mar del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/7102842>

Inada, T. (1981). Studies on the merlucciid fishes. *Far Seas Fisheries Research Laboratory Bulletin*, 18, 1–172.

Marzloff, M. P., Shin, Y. J., Tam, J., Travers, M., & Bertrand, A. (2009). Trophic structure of the Peruvian marine ecosystem in 2000–2006: Insights on the effects of management scenarios for the hake fishery using the IBM trophic model Osmose. *Journal of Marine Systems*, 75(1–2), 290–304. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.10.009>

Mason, J. G., Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J. C., Brodie, S., Bograd, S. J., Crowder, L. B., & Hazen, E. L. (2019). Convergence of fishers' knowledge with a

species distribution model in a Peruvian shark fishery. *Conservation Science and Practice*, 1(4), e13. <https://doi.org/10.1111/csp2.13>

Misu, H., & Hamasaki, S. (1971). Edad y crecimiento de merluza peruana *Merluccius gayi* (Guichenot). *Investigaciones Marinas Valparaíso*, 7(2), 63–76.

Orrego, H., & Mendo, J. (2012). Variación interanual de la dieta merluza *Merluccius gayi peruanus* (GUITCHENOT) en la costa peruana. *Ecología Aplicada*, 11(1-2), Pág. 103-116. <https://doi.org/10.21704/rea.v11i1-2.430>

Oviedo, G. L. (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. *Revista de Estudios Sociales*, (18):89-96. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-885X2004000200010&lng=en&nrm=iso.

Salazar, M. (2018). *Impacto ecosistémico de las artes de pesca artesanal peruana: propuestas de investigación tecnológicas y manejo pesquero* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10469>

Salazar, C. M., Bandín, R., Castagnino, F., & Monteferri, B. (2020). *Informe: Propuestas para reducir conflictos e impactos a los ecosistemas dentro de la “Zona reservada para la pesca artesanal”*. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. https://spda.org.pe/wp-content/uploads/2024/01/Informe-zona-reservada-para-la-pesca_3.pdf

- Saldarriaga, M., Pérez, A., Palacios, J., & Guevara-Carrasco, R. (2018). Importancia de las características oceanográficas sobre la estructura poblacional del recurso merluza (*Merluccius gayi peruanus*) durante otoño del 2014 y 2015. *Informe del Instituto del Mar del Perú*, 45(1), 14–22.
- Schmidt, J. (2019). *Social-Ecological Tipping Points of the Northern Humboldt Current Upwelling System, Economic Repercussions and Governance Strategies* [Propuesta de proyecto].
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2020). *Artes y métodos de pesca del Perú* (Serie ilustrativa). SPDA. <https://spda.org.pe/wp-content/uploads/2024/01/artes-metodos-pesca-VF15-03.pdf>
- Tam, J., Taylor, M. H., Blaskovic, V., Espinoza, P., Ballón, M. R., Díaz, E., Wosnitza-Mendo, C., Argüelles, J., Purca, S., Ayón, P., Quipuzcoa, L., Gutiérrez, D., Goya, E., Ochoa, N. N., & Wolff, M. (2008). Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part I: Comparing trophic linkages under La Niña and El Niño conditions. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 352–365. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.007>
- Taylor, M. H., Tam, J., Blaskovic, V., Espinoza, P., Ballón, M. R., Wosnitza-Mendo, C., Argüelles, J., Díaz, E., Purca, S., Ochoa, N., Ayón, P., Goya, E., Gutiérrez, D., Quipuzcoa, L., & Wolff, M. (2008). Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part II: Elucidating ecosystem dynamics from 1995 to 2004 with a focus on the impact of ENSO. *Progress*

in *Oceanography*, 79(2–4), 366–378.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.008>

Valdivia, E., & Arntz, W. E. (1985). Cambios en los recursos costeros y su incidencia en la pesquería artesanal durante «El Niño» 1982-1983. En W. Arntz, A. Landa, & J. Tarazona (Eds.), *“El Niño” Su impacto en la fauna Marina* (pp. 143–152). Instituto del Mar del Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1201>

Voinov, A., Jenni, K., Gray, S., Kolagani, N., Glynn, P. D., Bommel, P., Prell, C., Zellner, M., Paolisso, M., Jordan, R., Sterling, E., Schmitt Olabisi, L., Giabbanelli, P. J., Sun, Z., Le Page, C., Elsayah, S., BenDor, T. K., Hubacek, K., Laursen, B. K., ... Smajgl, A. (2018). Tools and methods in participatory modeling: Selecting the right tool for the job. *Environmental Modelling & Software*, 109, 232–255. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.08.028>

Wosnitza-Mendo, C., Guevara-Carrasco, R., & Ballón, M. (2004). *Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992*. Instituto del Mar del Perú.

Wosnitza-Mendo, C., Ballón, M., Benites, C., & Guevara-Carrasco, R. (2009). Changes in the Peruvian hake distribution area: Effect of fishery and El Niño event. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 24(1–2), 11–16.

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis* (5.^a ed.). Prentice Hall.

X. ANEXOS

Anexo 1: Carta de invitación para participación al Taller I

Estimado Sr.,

En el marco del Proyecto Humboldt Tipping (www.humboldt-tipping.org/es), ejecutado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU, Alemania), se le invita a participar en el Taller I: Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino.

Este Taller se realizará el día DD del mes de MM del año YYYY (17:00 – 20:00 h), con el objetivo principal de incorporar las preferencias de los pescadores para el modelado participativo de la merluza peruana con un enfoque ecosistémico. Durante el taller, los participantes asignarán puntajes según sus preferencias, a diferentes escenarios de simulación.

El taller se desarrollará de la siguiente manera:

Horario	Actividad
17:00 a 17:10	Palabras de Bienvenida al Taller
17:10 a 17:20	Acerca del Proyecto Humboldt Tipping
17:20 a 17:50	Presentación de los Participante
17:50 a 18:10	Acerca del Taller de Modelado Participativo
18:10 a 19:10	Elaboración participativa de escenarios de simulación
19:10 a 19:50	Valoración de escenarios de simulación
19:50 a 20:00	Palabras de finalización del taller

Enlace para la reunión: Unirse a la reunión Zoom <https://upch.zoom.us/j/abcd>

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración.

Cualquier consulta, puede dirigirse al Paul Tacuri

Atentamente,
Proyecto Humboldt Tipping
IMARPE – CAU

Anexo 2: Carta de invitación para participación al Taller II

Estimado Sr.,

En el marco del Proyecto Humboldt Tipping (www.humboldt-tipping.org/es), ejecutado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU, Alemania), se le invita a participar en el Taller II: Modelado ecológico participativo de la merluza peruana en el ecosistema marino.

Este Taller se realizará el día DD del mes de MM del año YYYY (17:00 – 20:00 h), con el objetivo de mostrar los resultados del Taller I realizado el día DD/MM/YYYY, donde se exploró los intereses de los pescadores para el modelado participativo de la merluza peruana con un enfoque ecosistémico.

Asimismo, durante el taller, los participantes asignarán puntajes según sus preferencias a las tendencias obtenidas de escenarios de simulación y se enlistarán medidas de manejo potenciales a emplear para cada uno de estos escenarios.

El taller se desarrollará de la siguiente manera:

Horario	Actividad
17:00 a 17:10	Palabras de Bienvenida al Taller
17:10 a 17:20	Acerca del Proyecto Humboldt Tipping
17:20 a 17:50	Presentación de los Participante
17:50 a 18:10	Resultados del Taller I
18:10 a 19:10	Puntuación de tendencias de escenarios de simulación
19:10 a 19:50	Medidas de manejo para escenarios evaluados
19:50 a 20:00	Palabras de finalización del taller

Enlace para la reunión: Unirse a la reunión Zoom <https://upch.zoom.us/j/abcd>

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración.

Cualquier consulta, puede dirigirse al Paul Tacuri

Atentamente,
Proyecto Humboldt Tipping
IMARPE – CAU