



INFORME TÉCNICO 8

Proyecto: Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees **IFOP- Walton Family Foundation**

**Modelamiento conceptual y cualitativo la pesquería recursos
jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes
santolla*), Chiloé, Región de Los Lagos
Junio, 2019**



INFORME TÉCNICO 8

Proyecto : Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees **IFOP- Walton Family Foundation**

Modelamiento conceptual y cualitativo de la pesquería de recursos jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes santolla*), Chiloé, Región de Los Lagos **Junio, 2019**

Requirente

Walton Family Foundation

Ejecutor

Instituto de Fomento Pesquero, IFOP

Director Ejecutivo

Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera

Sergio Lillo Vega

Jefe de Proyecto

Calos Montenegro Silva

Autores

Rosa Garay-Flühmann
Leslie Garay-Narváez
Carlos Montenegro Silva

Colaboradores

Andrés Olguín Ibacache



ÍNDICE

ÍNDICE	i
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO	3
2.1 Ley General de Pesca y Acuicultura	3
2.2. Orientación de FAO para el enfoque ecosistémico aplicado al manejo de pesquerías.....	6
3. MODELAMIENTO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN PESQUERÍAS.....	9
3.1. Clasificación de los modelos ecosistémicos.....	9
3.2. Modelamiento cualitativo	10
3.2.1. Modelo conceptual FPEIR (DPSIR)	11
3.2.2. Modelamiento cualitativo de redes	12
4. METODOLOGÍA	15
5. RESULTADOS	17
5.1 Modelo conceptual FPEIR	17
5.2. Modelo cualitativo	20
5.3. Análisis de estabilidad	23
6. COMENTARIOS FINALES	24
7. REFERENCIAS	25
ANEXO 1. PARTICIPANTES TALLERES	1



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



1. INTRODUCCIÓN

Chile se ha propuesto avanzar en el manejo integrado de sus pesquerías basados en el enfoque ecosistémico con el objetivo de conservar los recursos hidrobiológico de interés económico incorporando variables biofísicas, ambientales, económicas y sociales. Uno de los objetivos principales de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) es "... la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos" (http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf). Agrega que las pesquerías nacionales que tengan su acceso cerrado, así como las pesquerías declaradas en régimen de recuperación y desarrollo incipiente requieren por ley que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) establezcan un plan de manejo.

El proyecto "*Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees*", (abreviado SEAFISHMAN) se propone contribuir a la sustentabilidad de la pesquería asociada a recursos bentónicos, que se encuentran bajo la administración de cuatro comités de manejo (CM) que operan, o están en vías de operar, en el Sur de Chile basándose en el Enfoque Ecosistémico del Manejo de las Pesquerías. Una de ellas es la pesquería de los recursos jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*)¹ y centolla (*Lithodes santolla*), de la Región de Los Lagos. Para esto se apoyará en el modelamiento conceptual construido desde los propios usuarios representados por el Comité de manejo pesquería de crustáceos bentónicos de la provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Espera así, proporcionar su conocimiento al CM contribuyendo en la labor de elaboración, implementación y evaluación de los Planes de Manejo (PM) que estén basados en el enfoque ecosistémico.

El modelamiento de las poblaciones de recursos marinos ha tenido una importante evolución en las últimas décadas desarrollándose desde el análisis de sus tendencias poblacionales con modelos de dinámica poblacional simples y métodos de estimación relativamente rudimentarios avanzando hacia modelos más realistas de dinámica poblacional, los cuales comúnmente están estructurados por edades o tamaños y consideran la dinámica espacial de las especies, con modernas técnicas de estimación de las variables de estado de las poblaciones (Maunder & Piner, 2015). A pesar de lo que ha significado la contribución de estos nuevos enfoques para el estudio de las poblaciones marinas, ninguno logra capturar la complejidad de los sistemas pesqueros. Por lo anterior, se ha hecho evidente la necesidad de utilizar un enfoque que dé cuenta de los múltiples componentes de tales sistemas de producción, en este caso, el ecosistémico. Este concepto ha sido sujeto de múltiples definiciones y en el marco de este estudio hacemos propia la propuesta por García, Zerbi, Aliaume, Do Chi & Lasserre, (2003): "un sistema complejo de interacciones de poblaciones (humanas y no humanas)

¹ Nombre científico anterior: *Cancer edwardsii*.



entre ellas y con el ambiente que las rodean”. Se desprende de esta definición que estamos frente a sistemas socio-ecológicos, compuestos de dimensiones biofísicas, socio-culturales, económicas y de gobernanza.

Desde esta perspectiva, un enfoque ecosistémico captura, además de la caracterización y estudio de sistemas puramente ecológicos, los elementos asociados a la estructuración de los sistemas sociales, económicos y de regulación. A través de esta aproximación se logra explicitar sistemas complejos y coadaptativos en el que distintos aspectos ecológicos (evolutivos, biogeoquímicos, energéticos, etc.), socioculturales (políticos, económicos, tecnológicos) y de gobernanza se entretajan producto de la interacción de los componentes humanos, bióticos y abióticos que los conforman (Ortega *et al.*, 2014).

El dar cuenta de los múltiples componentes que forman parte de estos sistemas socio-ecológicos constituye una base fundamental para la toma de decisiones en sistemas inherentemente complejos e interrelacionados. Sin embargo, este enfoque nos remite también a una discusión ontológica (creencias acerca de la realidad) ya que en la transición se hace patente el contraste entre la percepción monista de la relación entre la naturaleza y la sociedad (ser humano en la naturaleza), y la percepción dualista (ser humano por fuera de la naturaleza). Bajo el enfoque ecosistémico se propone una nueva concepción ontológica, que promueve la necesidad de una reconceptualización de la relación entre el hombre y el ambiente, que conciba al ser humano como parte y artífice del ecosistema; y desde una perspectiva ecológica profunda, sistémica y compleja. Ello conducirá a desarrollar un mayor bienestar humano y ecológico por medio de la buena gobernanza.

En este documento se presentan un modelo conceptual y un modelo cualitativo que describen el sistema de pesquería asociado al Comité de manejo pesquería de crustáceos bentónicos de la provincia de Chiloé, Región de Los Lagos.. Los modelos desarrollados en conjunto con los participantes de dicho CM, contienen componentes sociales, económicos y ambientales relevantes del sistema de pesquería; y la relación existente entre ellos. A través de estas representaciones, basadas en el enfoque ecosistémico, apuntamos a guiar a los usuarios en la comprensión y visualización del funcionamiento de este sistema de pesquería como un sistema socio-ecológico y contribuir en la evaluación de su PM.



2. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO

2.1 Ley General de Pesca y Acuicultura

La Ley General de Pesca y Acuicultura (en adelante la Ley) es el marco normativo que salvaguarda la preservación de los recursos hidrobiológicos, regula las actividades pesqueras extractivas, de procesamiento y de almacenamiento, las actividades acuícolas y de investigación contempladas en las masas de aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en las áreas adyacentes a esta última sobre las que exista o pueda llegar a existir jurisdicción nacional de acuerdo con las leyes y tratados internacionales. La Ley en su texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley n° 18.892, de 1989 establece el objetivo en su Artículo 1° B: "... la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos" (http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf). El Art. 1° C, letras a, b y c enfatizan: "(a) establecer objetivos de largo plazo para la conservación y administración de las pesquerías y protección de sus ecosistemas así como la evaluación periódica de la eficacia de las medidas adoptadas; (b) aplicar en la administración y conservación de los recursos hidrobiológicos y la protección de sus ecosistemas el principio precautorio; y (c) aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal un enfoque que considere la interrelación de las especies predominantes en un área determinada".

Con el fin de conservar y administrar de modo sustentables las pesquerías se debe establecer planes de manejo (PM) En términos generales, los PM son "documentos formales que contienen los principales antecedentes de una determinada pesquería, que definen sus principales objetivos a alcanzar, así como los lineamientos de administración y especificación de las reglas mediante las cuales se pretende alcanzar esos objetivos" (http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-82442_recurso_1.pdf). El Art. 2° N° 33, define Plan de Manejo² como "compendio de normas y conjunto de acciones que permiten administrar una pesquería basados en el conocimiento actualizado de los aspectos bio-pesquero, económico y social que se tenga de ella."

²El plan de manejo deberá contener, a lo menos, los siguientes aspectos:

- a) Antecedentes generales, tales como el área de aplicación, recursos involucrados, áreas o caladeros de pesca de las flotas que capturan dicho recurso y caracterización de los actores tanto artesanales como industriales y del mercado.
- b) Objetivos, metas y plazos para mantener o llevar la pesquería al rendimiento máximo sostenible de los recursos involucrados en el plan.
- c) Estrategias para alcanzar los objetivos y metas planteados, las que podrán contener:
 - i. Las medidas de conservación y administración que deberán adoptarse de conformidad a lo establecido en esta ley, y
 - ii. Acuerdos para resolver la interacción entre los diferentes sectores pesqueros involucrados en la pesquería.
- d) Criterios de evaluación del cumplimiento de los objetivos y estrategias establecidos.
- e) Estrategias de contingencia para abordar las variables que pueden afectar la pesquería.
- f) Requerimientos de investigación y de fiscalización.
- g) Cualquier otra materia que se considere de interés para el cumplimiento del objetivo del plan.



Por ende, el establecimiento de dichos planes de manejo necesariamente involucra la revisión e incorporación de los ejes que definen el enfoque ecosistémico: variables biológicas, ambientales, económicas y sociales. En este sentido, dichos planes forman parte del marco general para la gobernabilidad y el cumplimiento de los objetivos de la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológico explicitadas en la Ley.

A su vez, se constituyen los Comités de Manejo³ (CM) de carácter asesor de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en la elaboración de la propuesta implementación, evaluación y adecuación del Plan de Manejo. Están integrados por los siguientes miembros titulares: Un funcionario de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (quien lo preside); un representante del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; entre dos y siete representantes de los pescadores artesanales inscritos en la o las pesquerías involucradas en el plan de manejo; tres representantes del sector pesquero industrial que cuenten con algún título regulado en la Ley sobre la pesquería objeto del PM; un representante de las plantas de proceso del recurso objeto del PM (D. 95, 19 junio, 2013, Art. 2º). Todos los miembros titulares de los CM deberán contar con un suplente, quienes tendrán iguales atribuciones y deberán dar cumplimiento a las mismas exigencias que el titular a quien representen.

La designación de los representantes de la Subpesca (titular y suplente) es hecha por el Subsecretario de Pesca y Acuicultura (Subsecretario). Los demás miembros, una vez electos, son designados por resolución del Subsecretario. La designación de los miembros titulares y suplentes tendrá una duración de cuatro años. Para que una persona sea integrante del CM debe cumplir con diversos criterios de elección que están en función de las características de la pesquería (ej., zonas o lugares donde se realiza), la composición de la fuerza extractiva (ej., toneladas desembarcadas) y otros parámetros técnicos (ej., número de naves) (**Tabla 1**) además de ser representativa de su sector (ej., debe contar con el apoyo de sus pares. Un reglamento determinará la forma de designación de los integrantes de dicho Comité. El CM deberá establecer el periodo en el cual se evaluará dicho plan, el que no podrá exceder de cinco años de su formulación.

³ D. 09, 06, 2013: ESTABLECE REGLAMENTO DE DESIGNACIÓN DE LOS INTEGRANTES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS COMITÉS DE MANEJO <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053765&idParte=&idVersion=2015-09-17>.



Tabla 1 Requisitos representación miembros Comités de Manejo

REPRESENTANTE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CRITERIOS ELECCIÓN
Pescadores artesanales	zona, provincia o región que integra la unidad de pesquería	a) habitualidad de la actividad desarrollada por los pescadores en el recurso de que se trate; b) coeficiente de participación de los pescadores en el régimen artesanal de extracción, en caso que la pesquería objeto del plan se encuentre sometida a esta medida de administración; c) antigüedad en el registro pesquero artesanal; d) cantidad de toneladas desembarcadas en un período determinado; e) otros criterios objetivos que permita establecer una diferencia no arbitraria de participación de un pescador respecto de otro.
Sector pesquero industrial	deberán provenir de distintas regiones o unidades de pesquería	a) cantidad toneladas desembarcadas en uno o más períodos anuales; b) número de naves en operación, u otros que permita establecer la preferencia de una región o unidad de pesquería respecto de otra, en el caso de existir más de tres regiones o unidades de pesquería en el recurso objeto del plan de manejo.
Plantas de proceso	región o unidades de pesquería	a) deberá pertenecer a la región o unidades de pesquería en las que se aplique el plan de manejo, según corresponda.

Fuente: D.S. Nº 95 Reglamento de designación de los integrantes y funcionamiento de los Comités de Manejo



La propuesta de PM deberá ser consultada al Comité Científico Técnico⁴ correspondiente, quien deberá pronunciarse en el plazo de dos meses de recibida. El CM recibirá la respuesta del Comité Científico y modificará la propuesta, si corresponde. La Subsecretaría aprobará el plan mediante resolución, y sus disposiciones tendrán carácter de obligatorio para todos los actores y embarcaciones regulados por esta ley que participan de la actividad.

2.2. Orientación de FAO para el enfoque ecosistémico aplicado al manejo de pesquerías

En el marco del proyecto SEAFISHMAN adoptamos las orientaciones dadas por FAO (2003, 2008, 2009, 2010), García *et al.*, 2003, Defeo, 2015, Staples *et al.*, 2014 que nos ayudan a entender el Enfoque Ecosistémico aplicado al Manejo de Pesquerías.

A partir de la convergencia de dos paradigmas, diferentes, pero estrechamente relacionados entre sí, emerge el concepto de enfoque ecosistémico (García *et al.*, 2003). Por una parte, el paradigma del manejo (gestión) ecosistémico enfocado a la conservación del ecosistema, su diversidad y su funcionamiento por medio de acciones de manejo focalizada principalmente en sus componentes biofísicos y ejemplificado con la creación de áreas marinas protegidas. Por otro lado, el manejo (gestión) de pesquerías cuyo propósito es satisfacer las metas de la sociedad y las necesidades humanas alimenticias y beneficios económicos a través de acciones de manejo enfocadas a la actividad de pesca y el recurso objetivo.

Las pesquerías se reconocen como sistemas que pueden alterar los ecosistemas marinos en tanto estructura, biodiversidad y productividad y que los recursos no debieran alcanzar valores inferiores a los límites máximos de productividad. De esto se desprenden los siguientes principios: la necesidad de manejar las pesquerías de modo de minimizar sus impactos en el ecosistema, mantener las relaciones ecológicas entre las diversas especies (las capturadas, las dependientes y las asociadas), tener medidas de manejo que sean compatibles con la distribución (geográfica) del recurso, tener una enfoque precautorio ya que el conocimiento científico es limitado y, por último, la gobernanza debería garantizar tanto el bienestar humano como el ecosistémico y la equidad.

El manejo de los ecosistemas marinos asociados a pesquerías (caracterizados como sistemas socio-ecológicos complejos) debe recoger los principios antes señalados en políticas que puedan operacionalizarlos y que cuenten con indicadores de sustentabilidad que permitan monitorear, revisar y evaluar las medidas de manejo que se tengan, por ejemplo, un Plan de Manejo. Uno de los enfoques que abre esta posibilidad es el ecosistémico. Tomando la definición Defeo (2015), el enfoque ecosistémico constituye “un enfoque integrado de manejo de los sistemas socio-ecológicos para su conservación y uso sostenible de un modo equitativo y que incluye el análisis de todos los procesos, funciones e interacciones entre los componentes y recursos (vivos y no) del ecosistema, e implica el manejo de las especies y de otros servicios y bienes ecosistémicos”. Se desprende de esta

⁴ Para el caso de los recursos centolla y centollón, no hay un Comité Científico Técnico.



aproximación, que el ser humano, su cultura (incluida la tecnología) e instituciones sociales, económicas y de gobernanza son componentes integrados a la ecuación ecosistémica. Ejemplos de variables asociadas a las dimensiones incluidas en el enfoque ecosistémico son:

Variables ambientales, incluidas las ecológicas: Las ecológicas, que son las que mayormente tratamos en este estudio, incluyen todas aquellas que tienen relación con aspectos ecosistémicos, biológicos y oceanográficos de las pesquerías. Stock de la población de especie “blanco”, abundancias de poblaciones de especies no “blanco” involucradas en interacciones tróficas y no tróficas, hábitat; y forzantes ambientales como pH, temperatura o precipitaciones, por nombrar algunas.

Variables sociales: Se definen como todas aquellas que tiene que ver con la estructura y la organización social, demografía, cultura, tradiciones, políticas, marcos legales, gobernanza de la pesquería. Ejemplo: leyes, vedas, festividades, presencia de no-locales, calidad de vida, sentido de independencia, entre otras.

Variables económicas: Se definen como aquellas que tiene relación con aspectos económicos, monetarios, crediticios y de mercado de las pesquerías. Ejemplo: precio de mercado, servicios, otras actividades laborales, actividad de plantas de proceso.

En particular, el enfoque ecosistémico para la pesca (EEP) es una aproximación más holista al manejo de sistemas pesqueros, que representa un alejamiento de los enfoques de manejo pesquero orientados sólo en un cultivo sustentable de las especies objetivo, hacia sistemas y procesos de toma de decisiones que equilibran el bienestar ecológico y social. Persigue equilibrar diversos objetivos sociales tomando en cuenta los conocimientos e incertidumbres relacionados con los elementos bióticos, abióticos y humanos de los ecosistemas y sus interacciones, aplicando a la pesca un enfoque integrado (FAO, 2010). El propósito final del EEP es planificar, desarrollar y ordenar las pesquerías teniendo presentes las múltiples necesidades y deseos de las sociedades, sin poner en riesgo las opciones para que las futuras generaciones se beneficien del amplio rango de bienes y servicios provistos por los ecosistemas marinos (García *et al.*, 2003; FAO, 2010). El EEP recoge las miradas de los usuarios sus objetivos, percepciones y relaciones de poder; los servicios ecosistémicos del medio acuático y la valoración de la sociedad; los marcos jurídicos, políticos e institucionales; y el contexto socioeconómico en el que se desarrolla el sistema pesquero.

A través del EEP se logra visualizar componentes antes invisibilizados, tales como relaciones ecológicas (ej., interacciones interespecíficas), componentes culturales (ej., mitos, valores y tradiciones), componentes sociales y económicos (ej., mano de obra y mercados), componentes institucionales y de gobernanza (ej., organizaciones de fiscalización y vigilancia) así como factores de escala espacio-temporales que permiten una comprensión más acabada de la complejidad y dinámica de los sistemas pesqueros. El advertir la multiplicidad de componentes que forman parte de los sistemas de pesquería, constituye una base fundamental para la toma de decisiones en sistemas inherentemente integrados.

Cabe notar que bajo las definiciones de la FAO se avanza en la integración de subsistemas que hasta ahora se han estudiado de manera aislada. El cambio en el paradigma de manejo de recursos



individuales a uno articulado con los sistemas ecológicos y socio-económicos subyacentes, es complicado aún. Sin embargo, se puede avanzar en la visualización y posible evaluación de los planes de manejo dentro de un contexto de enfoque ecosistémico a través de la identificación de los componentes e interacciones clave de cada sistema en estudio. Esta visualización es un primer ejercicio reflexivo conducente al desarrollo de una nueva perspectiva que considera la complejidad de los sistemas naturales.



3. MODELAMIENTO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN PESQUERÍAS

3.1. Clasificación de los modelos ecosistémicos

El estudio y modelamiento de ecosistemas ha concentrado sus esfuerzos en la generación de modelos multiespecíficos y ecosistémicos, que van desde la comprensión de un ecosistema y sus componentes a proporcionar información y recomendaciones que contribuyan a la planificación estratégica y/o táctica y a la correspondiente toma de decisiones (FAO 2008). Asimismo, los esfuerzos se han concentrado en modelar a nivel local (ej., Hollowed *et al.*, 2011) como global (ver Hollowed *et al.*, 2000; Fulton, 2010; Fulton *et al.*, 2011; Plagányi 2007; FAO 2008). Teniendo presente que el modelamiento ecosistémico se trata de un continuo entre lo conceptual y lo táctico, FAO (2008) los clasifica de la siguiente manera:

a) Modelos conceptuales: tienen como objetivo desarrollar una comprensión amplia de los patrones y procesos que ocurren en los ecosistemas. En otras palabras, de la estructura, funcionamiento e interacciones del ecosistema, o subsistema, bajo consideración. Las construcciones conceptuales que se puedan generar no necesariamente son empleadas de manera explícita en la toma de decisiones o recomendaciones científicas, sino más bien de modo contextual o marco inicial hipotético.

b) Modelos estratégicos: Los modelos estratégicos están centrados en la evaluación a gran escala de las direcciones y los patrones de cambio de las variables de estado del ecosistema. Estos contemplan una amplia gama y los hay de tipo cualitativo y cuantitativo. Entre los primeros se encuentra la modelación de tipo cualitativa (análisis de *loops*), que incorpora la complejidad del sistema considerando componentes de distinto tipo provenientes, por ejemplo, de las dimensiones ecológica, social y económica. Los modelos cualitativos son modelos de tipo matemático en que sólo la naturaleza cualitativa de la relación entre los componentes del sistema es requerida, es decir, si existe o no, y si es positiva o negativa. Estos modelos pueden ir de bajos niveles de complejidad (es decir, centrados en el estudio de subsistemas de interés) a altos niveles de complejidad (es decir, centrados en el ecosistema como un todo). Se caracterizan por entregar una visión general y sintética del sistema de estudio sin requerir precisión en mediciones numéricas.

Los modelos de tipo cuantitativo incorporan mayor precisión a través de una formulación matemática en que las relaciones funcionales y numéricas entre las variables de un sistema son especificadas por medio de modelación estadística, medición directa o estimaciones estadísticas. Estos modelos son usualmente de alta complejidad ya que contemplan distintos tipos de componentes de los ecosistemas. Se conocen como Modelos del Ecosistema Completo (del inglés *whole-of-ecosystem/end-to-end models*). Entre los modelos de este tipo se encuentran *Ecopath*, *Ecosim* y *Atlantis*.

c) Modelos tácticos: Están dirigidos a apoyar decisiones específicas de manejo. En el ámbito de estos modelos se requiere mayor precisión por lo que se utilizan también modelos matemáticos de tipo cuantitativo. Estos modelos pueden ir desde bajos niveles de complejidad, incorporando sólo las



interacciones entre las especies directamente asociadas a la especie “blanco” o de interés, hasta la incorporación de factores físicos y ambientales. Un ejemplo de este tipo de modelos son los denominados Modelos Mínimamente Realistas (MRM del inglés *Minimally Realistic Models*). Por último, otros tipos de aproximación que incorporan mayor complejidad agregando componentes de distinto tipo al sistema, son los Modelos de Complejidad Intermedia para la evaluación de los Ecosistemas (MICE del inglés *Models of Intermediate Complexity for Ecosystem Assessment*).

La mayoría de los modelos de ecosistemas se utilizan en un contexto conceptual y estratégico (ej., Plagányi, 2007), aun cuando la ordenación real de las pesquerías involucra principalmente decisiones tácticas que afectan las regulaciones de corto plazo. Esto se debe a que la utilización de modelos tácticos como los requeridos implica la medición y estimación de valores de parámetros y variables que definen el estado del sistema con alta precisión. Estas mediciones y/o estimaciones son muchas veces de alto costo en términos de tiempo y dinero. Por otro lado, se dificulta aún más la tarea cuando se requiere incorporar componentes de tipo socio-económico, que requerirían ser definidos de manera cuantitativa.

Una buena estrategia para el avance en el modelamiento ecosistémico y su aplicación se puede lograr por medio de la integración de modelos conceptuales, estratégicos y tácticos. Es recomendable en una primera etapa implementar una síntesis del sistema a través de modelos cualitativos más bien conceptual-estratégicos, seguido, por la implementación de modelos cuantitativos, de tipo estratégico-tácticos, cuyas predicciones pueden ser puestas a prueba por medio de observaciones y análisis estadístico.

3.2. Modelamiento cualitativo

En el marco del proyecto SEAFISHMAN, comenzamos con la aplicación del modelamiento ecosistémico a partir de la modelación cualitativa. Los modelos cualitativos son un primer paso para rescatar y describir la complejidad contenida en los sistemas pesqueros. Sirven como una base que guía la búsqueda y determinación de las variables e interacciones que caracterizan la dinámica del sistema, ayudando así en el diseño y creación de herramientas de manejo y gestión que estén de acuerdo con los contextos económicos, sociales y naturales permitiendo un acercamiento a la sustentabilidad de los sistemas pesqueros.

Una de las ventajas de este tipo de modelación es que no se requiere información cuantitativa, lo que facilita su implementación sobre todo cuando se carece de datos empíricos. En el desarrollo del proyecto SEAFISHMAN se emplearon dos metodologías: modelamiento conceptual y modelamiento cualitativo de redes.



3.2.1. Modelo conceptual FPEIR (DPSIR)

El modelo FPEIR (según sus siglas en castellano *Fuerzas motrices-Presiones-Estados-Impactos-Respuestas*) o DPSIR (según sus siglas en inglés *Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses*) es un marco lógico de pensamiento que asume relaciones causales entre los componentes de sistemas socio-ecológicos complejos, es decir, las dimensiones social, económica y ambiental (Bradley & Yee, 2015). Es un enfoque que permite describir orígenes y consecuencias de acciones humanas o fenómenos que causan problemas ambientales y las medidas que se aplican para dar soluciones a esos inconvenientes. El punto de partida del modelo es que las actividades humanas o fuerzas motrices (*driving forces*) empleadas para satisfacer las múltiples necesidades humanas, ejercen presiones (*pressures*) sobre el medio físico, provocando cambios en el estado (*state*) del mismo, que producen impactos (*impacts*) en el ecosistema (y sus recursos) y el bienestar humano (salud). Estas situaciones dan lugar a respuestas (*responses*) o acciones individuales, grupales, sociales o gubernamentales cuyo fin es prevenir, compensar, mitigar o aplicar cambios que incidan en las fuerzas motrices, las presiones, el estado o los impactos de las actividades humanas que afecten al ecosistema y/o la salud humana. La **Tabla 2** resume las categorías que componen el modelo FPEIR:

Tabla 2 El modelo conceptual FPEIR: categorías y definiciones

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
(D) Fuerzas Motrices	Actividades humanas empleadas para satisfacer necesidades humanas o fenómenos que causan presión sobre el sistema natural y el ambiente
(P) Presiones	Actividades humanas que ejercen presión sobre el área de pesca y sus procesos ecológicos esenciales.
(S) Estados	Fenómenos observables en la naturaleza del área de pesca, cuya variación indica si la situación mejora o empeora
(I) Impactos	Cambios medibles en el estado del ambiente o la salud humana directamente atribuida a una actividad específica.
(R) Respuestas	Mecanismos de respuesta que evidencian la capacidad del gobierno, sociedad, industria u otras instituciones para prevenir, compensar, mitigar o aplicar cambios (en lo ambiental, económico o social) que influyan en las fuerzas motrices, las presiones o el impacto de las actividades humanas que afecten al ecosistema y/o la salud humana del sistema de pesca.

Fuente: Adaptado de Bradley & Yee 2015: 3 y Díaz Martín 2015: 75



El modelo, aplicado a la pesca artesanal, responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué cambios, es decir impactos, han ocurrido en la calidad del ambiente o el bienestar humanos donde se realiza la pesca artesanal?
2. ¿Cómo se encuentra el lugar/espacio/territorio, es decir su estado, en el que se desarrolla la pesca artesanal en términos de los impactos?
3. ¿Cuáles son las causas inmediatas o presiones que explican esa situación?
4. ¿Cuáles son las causas de esas presiones, es decir, las fuerzas motrices?
5. ¿Cuáles medidas de mitigación, compensación, manejo, etc., es decir respuestas, se han establecido para corregir los impactos negativos?

El modelo se puede representar de la siguiente manera (**Figura 1**), recalcando que todas las componentes (categorías) están relacionadas unas con otras de manera causal. Así, por ejemplo, las presiones que sufre un sistema son causadas por alguna fuerza motriz; a su vez, los estados de los sistemas cambian debido a las presiones que se ejercen sobre él y eso tiene impactos en las personas y en los sistemas ecológicos. Según los impactos son las respuestas que emanan desde la sociedad y van dirigidos a distintos componentes según se requiera.

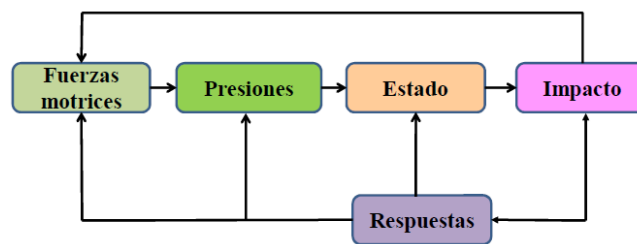


Figura 1 Modelo FPEIR (DPSIR) y relación conceptual entre sus componentes. Adaptado y traducido de Bradley & Yee, 2015:3

3.2.2. Modelamiento cualitativo de redes

Este enfoque se utiliza como una base que guía la búsqueda y determinación de las variables que caracterizan la dinámica del sistema y sus interacciones (en inglés con siglas QNM de *Qualitative Network Modelling*). Esta aproximación proviene del análisis de grafos de flujo con signo. Mason (1953) utilizó por primera vez este modelamiento para trabajar en circuitos eléctricos y Richard Levins (1974, 1975, 1998, Puccia & Levins 1985) lo amplió más tarde y desarrolló el análisis de loops como una herramienta de análisis de sistemas complejos para ecología y biología (Lane, 1986; Lane & Levins, 1977). El análisis de *loops* es un tipo de modelación cualitativa (Dambacher, Luh, Li & Rossignol 2003) con la que se puede tener una descripción parcial de un sistema complejo prescindiendo de la información cuantitativa asociada a éste. Por ello, se ha convertido actualmente



en una herramienta importante para la gestión y manejo de sistemas socio-ecológicos (Martone, Bodini & Micheli, 2017).

Una de las virtudes de este enfoque es la representación visual a través de dígrafos signados (**Figura 2**) en que las variables o componentes se representan por medio de circunferencias a las que se asocian conectores que describen el efecto directo de un componente sobre otro. Los conectores pueden describir la acción de una variable sobre otra y se especifica mediante el signo, y no la magnitud, de su efecto pudiendo ser positivo (+), negativo (-) o nulo (0). efectos positivos (+), negativos (-) o nulos (0 (en caso de estar ausente el conector). Además de los efectos directos, se pueden incorporar modificaciones de interacción. Éstas consisten en la modificación, ya sea por refuerzo o debilitamiento de las interacciones directas presentes en el sistema. Las interacciones modificadas pasan a ser parte de los efectos directos del dígrafo ya que se incorporan al multiplicar el signo de la modificación con el signo del efecto directo que está siendo modificado

La naturaleza cualitativa de la relación entre variables es uno de los elementos que ayuda a la incorporación de variables de distinto tipo en un mismo sistema, por ej., variables conceptuales, sociales (ej., bienestar social) y económicas (ej., precio de mercado) en conjunto con las variables ecológicas que describen (tradicionalmente) la dinámica de la(s) especie(s) objetivo. De esta manera se puede avanzar en la descripción de sistemas con alta complejidad aún a la espera de recopilar todos los datos necesarios para tal efecto, datos que muchas veces, además de ser costosos en términos de tiempo y dinero, son difíciles incluso de definir.

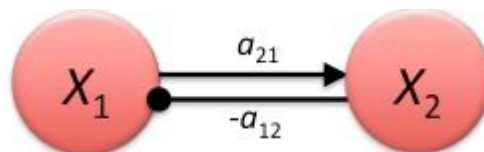


Figura 2 Modelo de dígrafo signado. Las variables se indican en círculos, los efectos positivos se representan por medio de flechas terminadas en punta, mientras que los efectos negativos se representan por medio de flechas terminadas en círculo. Sobre cada flecha se señalan los coeficientes de interacción.

El dígrafo signado se corresponde con una matriz cuadrada, definida formalmente como la matriz comunitaria A (Levins 1974) en que cada columna indica el efecto lineal de un componente sobre los otros componentes del sistema que se encuentran en cada fila. A partir de la matriz comunitaria se puedan hacer evaluaciones matemáticas cualitativas acerca de la respuesta del sistema frente a



perturbaciones (ver Dambacher, Luh, Li & Rossignol, 2003; Levins 1974) cuyos resultados se pueden visualizar a partir de la estructura del dígrafo signado.

Un primer análisis, basado en la estructura del dígrafo signado, consiste en determinar la estabilidad del sistema, es decir si éste vuelve o no a su condición de equilibrio luego de una pequeña perturbación; e identificar qué variables y/o interacciones la refuerzan o merman a partir de la caracterización de su estructura de autorregulación. Para esto es necesario considerar los ciclos de retroalimentación (*feedback*) presentes. Un ciclo de *feedback* corresponde a un ciclo en que una variable afecta una segunda variable y esta a su vez podría impactar una tercera variable, y así sucesivamente hasta que la variable original es afectada nuevamente. La identificación de este tipo de estructuras, junto con la determinación de su signo dará cuenta de qué componentes son importantes para determinar la dinámica temporal de nuestro sistema de interés. Por ejemplo, se puede determinar la estabilidad de los modelos a partir de la relación entre ciclos de retroalimentación negativos y positivos: un sistema estable tendría mayormente ciclos de retroalimentación negativos; si hubiesen ciclos de retroalimentación positivos presentes y estos fuesen lo suficientemente fuertes, entonces el sistema podría ser inestable. En tal caso, podría no volver a su estado inicial de equilibrio luego de una perturbación pequeña y pausada.

El análisis de *loops* también contempla la incorporación de modificaciones de interacción. Estas consisten en la modificación, ya sea por refuerzo o debilitamiento, de las interacciones directas presentes en el sistema, la interacción modificada pasa a ser parte de los efectos directos del dígrafo ya que se incorporan al multiplicar el signo de la modificación con el signo del efecto directo que está siendo modificado.



4. METODOLOGÍA

De acuerdo con las temporadas de pesca y en coordinación con la SSPA y el CM Pesquería de crustáceos bentónicos de la provincia de Chiloé, Región de Los Lagos, se fijaron las fechas para los talleres de construcción y validación de modelos cualitativos. Los modelos cualitativos se construyeron y validaron en talleres de un día, en fechas separadas.

Se sostuvo una primera reunión con los miembros del CM el 30 de enero de 2019. En esa ocasión la coordinadora de proyecto, Sra. Rosa Garay Flühmann hizo la presentación del proyecto, una breve introducción al manejo ecosistémico aplicado a pesquerías y al modelamiento ecosistémico cualitativo. En igual fecha se realizó el Taller de modelamiento cualitativo de la dimensión humana del sistema de pesquería de Chiloé fue liderado por la Sra. Leslie Garay-Narváez. El taller de validación del modelo cualitativo se realizó el 23 de abril de 2019. Las observaciones y/o ajustes realizados por los participantes fueron incorporados para la creación de la versión final del modelo cualitativo. Una vez que se tuvieron todos los componentes del sistema se procedió adicionalmente a categorizar cada componente dentro del modelo conceptual PFEIR.

En el primer taller los participantes fueron invitados a identificar las variables dentro de las dimensiones social, económica y ecológica (con especial énfasis en las dos primeras dimensiones) consideradas más relevantes o valoradas en el sistema de pesquería y las interacciones entre ellas.

Luego se determinaron las actividades asociadas al sistema, de modo de conectarlas con las variables relevantes o valoradas, permitiendo así determinar los impactos. Esta fase es la que podría por tanto guiar en la búsqueda de medidas de manejo e indicadores. Dentro de cada ronda de narrativas se hizo una búsqueda de otras variables o componentes que pudieran ser importantes para quienes participaron y que forman parte del sistema de pesquería a modelar. Dichas variables y sus interacciones se incorporaron también al modelo y formaron parte de la descripción general del sistema. Se procedió de manera heurística en la construcción del modelo hasta alcanzar consenso entre los participantes de que el modelo reflejaba apropiadamente lo que sucedía en su pesquería. De modo complementario se realizaron entrevistas semi estructuradas en profundidad con investigadores de IFOP y SUBPESCA.

Los modelos generados durante el taller consistieron en dígrafos signados que fueron posteriormente analizados para determinar la estabilidad del sistema. La estabilidad de cada sistema se obtuvo de acuerdo con la metodología descrita por Dambacher, Luh, Li & Rossignol, 2003. Las matrices de interacción se obtuvieron a partir del dígrafo signado utilizando el software de análisis Power Play y todos los análisis de estabilidad se desarrollaron en Maple V8 (<https://www.maplesoft.com/>). A partir de la estructura de feedback encontrada se identifican los principales ciclos de feedback asociados a cada sistema modelado. Los criterios para determinar si un sistema es estable son: i) que todos los niveles de feedback del sistema sean negativos; ii) que la serie de determinantes de Hurwitz sean positivos. Además de lo último y dado que los valores de los determinantes de Hurwitz son muy cercanos a cero, una condición adicional es que la razón entre el enésimo determinante ponderado y



el enésimo determinante ponderado de un modelo de referencia con igual cantidad de variables, conformando una cadena tr3fica, sea >0 .



5. RESULTADOS

En esta sección se presenta los modelos conceptual y cualitativo contruidos a partir de los relatos de los participantes a los talleres. En esta primera fase se exploró con especial énfasis los componentes sociales y económicos asociados a la extracción de recursos jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes santolla*), provincia de Chiloé, Región de Los Lagos.

5.1 Modelo conceptual FPEIR

El modelo conceptual fue construido a partir de los relatos y las variables identificadas en los talleres con los miembros del CM. Los componentes se organizaron en las dimensiones que incluye el enfoque ecosistémico y categorías FPEIR (**Tabla 3**)

Tabla 3 Variables asociadas al sistema de Pesquería artesanal de los recursos jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes santolla*) en la Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos organizadas según categoría FPEIR y dimensión.

Dimensión	Categoría FPEIR	Variable	Abreviación
Ambiental	Estado	Stock jaiba marmola	S_JM
	Estado	Stock centolla	S_C
	Estado	Contaminación	Cont
	Estado	Bentos	Ben
Económica	Fuerza Motriz	Mitilicultivo	Cho
	Fuerza Motriz	Urbanización	Urb
	Fuerza Motriz	Agricultura	Agri
	Fuerza Motriz	Microempresa familiar	Mef
	Fuerza Motriz	Demanda local	Dem_L
	Fuerza Motriz	Demanda externa	Dem_E
	Fuerza Motriz	Salmoneras	Salm
	Fuerza Motriz	Plantas de producción	PI_Pr
	Fuerza motriz	Centros de procesamiento de informal	CP I
	Fuerza motriz	Infraestructura de transporte	InfrTr
	Presión	Pesca artesanal informal	PA I
	Presión	Pesca artesanal jaiba marmola	PA_JM



	Presión	Pesca Artesanal centolla	PA_C
	Presión	Ganancias	Gan
	Respuesta	Empleos	Emp
	Respuesta	Tratamiento sanitario	Trat_S
Social	Estado	No locales	No Loc
	Estado	Cumplimiento de normas	Cum No
	Estado	Recambio generacional	Rec
	Impacto	Sentido de seguridad	S_Seg
	Impacto	Bienestar económico	Bien_E
	Impacto	Sentido de identidad	Sen_ID
	Impacto	Calidad de vida	Cal_Vi
	Impacto	Percepción de calidad ambiental	Per_CA
	Respuesta	Acceso regulado	Acc_Re
	Respuesta	Información predictiva del tiempo	Inf_Pr
	Respuesta	Información fidedigna	Inf_Fi
	Respuesta	Manejo sustentable del recurso	MSR
	Respuesta	Regulación	Reg

Las fuerzas motrices o las actividades humanas que causan presión al sistema de pesca artesanal están relacionadas mayoritariamente con variables de tipo económico asociadas a: la actividad de las plantas de proceso y de los centros de proceso informal; la demanda, tanto formal como informal, de los recursos de interés; la salmonicultura, la mitilicultura, la agricultura, la infraestructura de transporte y la urbanización.

Asimismo, las presiones detectadas se generan mayoritariamente en el ámbito económico y están asociadas a: la actividad de extracción de los recursos de interés, tanto por el arte de pesca formal, como informal.

Los componentes que describen el estado del sistema se registran en su gran parte en el ámbito ecológico y son: los stocks de jaiba marmola y centolla, descrito por la biomasa disponible para extracción; y finalmente la concentración/cantidad de contaminantes disueltos y no disueltos en el agua. Por otro lado en la dimensión social se reconocen tres variables sociales que informan acerca de esta categoría: cumplimiento de normas, recambio generacional y trabajadores no locales, que corresponden a aquellos no oriundos de la región y que se asocian a la pesquería.



En los impactos, se encuentra: el sentido de seguridad a bordo durante la actividad de extracción, el bienestar económico, el sentido de identidad o arraigo cultural, la calidad de vida y la percepción de calidad ambiental.

Las respuestas a las situaciones descritas anteriormente se reflejan en el ámbito de la gobernanza y la investigación, que emana de diferentes instituciones relacionadas con el sector pesquero, éstas están representadas por las variables acceso regulado, regulación (como talla mínima, veda, no extracción de hembras), manejo sustentable del recurso, información predictiva del tiempo, información fidedigna, y tratamiento sanitario.

La **Figura 3**, muestra de manera sinóptica las variables antes descritas asociadas al sistema socio-ecológico de la pesca artesanal de los recursos jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes santolla*) en la Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. La extracción formal e informal del recurso jaiba marmola forma parte del ámbito pesquero. En el ámbito biofísico las condiciones climáticas asociadas a los elementos oceanográficos (precipitaciones y mareas) tienen influencia fundamentalmente sobre la actividad de pesca, ya que determinan la seguridad a bordo. La pesca a su vez está fuertemente influenciada por la ganancia y la demanda formal e informal asociada a los centros de producción (formales e informales). Estos centros de producción toman relevancia por la generación de residuos, y la poca regulación asociada a su tratamiento. Estos residuos podrían tener algún efecto sobre la agricultura (línea punteada) ya que podrían ser una buena fuente de nutrientes (línea punteada). El sentido de identidad aparece como un importante componente que afecta actividades económicas asociadas al cultivo especialmente de salmones. Actividades económicas como esta afectan además el stock de los recursos de interés. La evaluación del sistema por parte de instituciones de investigación como IFOP, por ejemplo influencia y se ve influenciada por la actividad de pesca. Por último, la regulación por entidades de gobernanza juega un importante papel a través de las medidas de regulación sobre el stock de los recursos blanco y sobre los registros pesqueros, que afectan finalmente el sentido de identidad, ya sea a través del recambio generacional o a través del cierre a no locales del sistema de pesca.

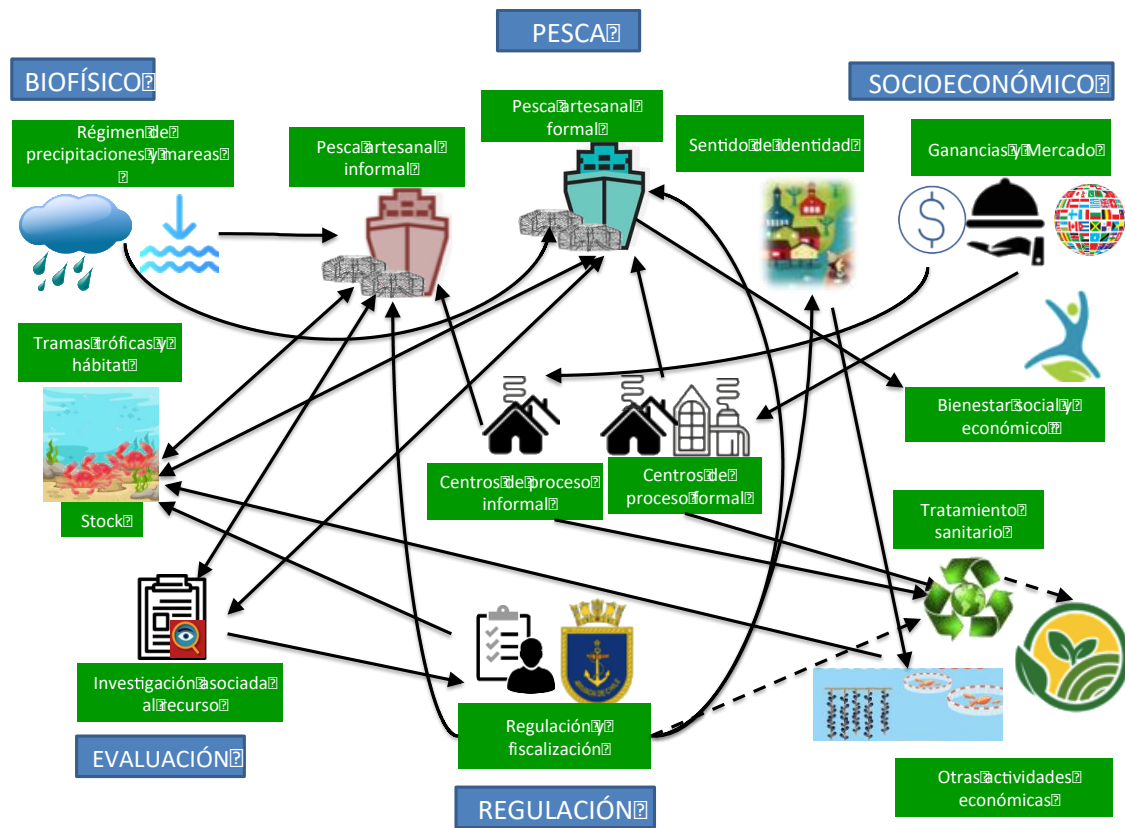


Figura 3 Modelo conceptual pesquería recursos jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) centolla (*Lithodes santolla*) en la Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Elaboración propia.

5.2. Modelo cualitativo

Se presenta el dígrafo signado para el sistema pesquero global de los recursos jaiba marmola y centolla. Las variables descritas para el sistema de extracción de esos recursos fueron agrupadas en tres categorías: ambiental, social y económica (**Tabla 3**). Se utilizó como marco de pensamiento-sistémico el modelo FPEIR. Para este sistema resaltan las siguientes características generales:

En lo ambiental: Contaminación por múltiples y variadas fuentes. Con especial énfasis en los compuestos derivados a las aguas por los centros de cultivo de salmón de la región.

En lo social: La importancia del registro pesquero como fuente de recambio generacional y resguardo del sentido de identidad.



En lo económico: La presencia de demanda formal e informal, con los respectivos centros de procesamiento formal e informal, que influyen de manera opuesta sobre el cumplimiento de normas.

En la **Figura 4** se presenta el dígrafo signado que describe el sistema de pesquería con los dos recursos asociados al comité de manejo de la Provincia de Chiloé. En este dígrafo se presenta ambos stocks y las actividades de extracción asociadas a cada recurso en particular. Las variables asociadas a la extracción de recursos no se pudieron agrupar en una única variable debido a que cada recurso presenta particularidades. Los nodos no son iguales en cuanto a sus interacciones, por tanto no son equivalentes y colapsables.

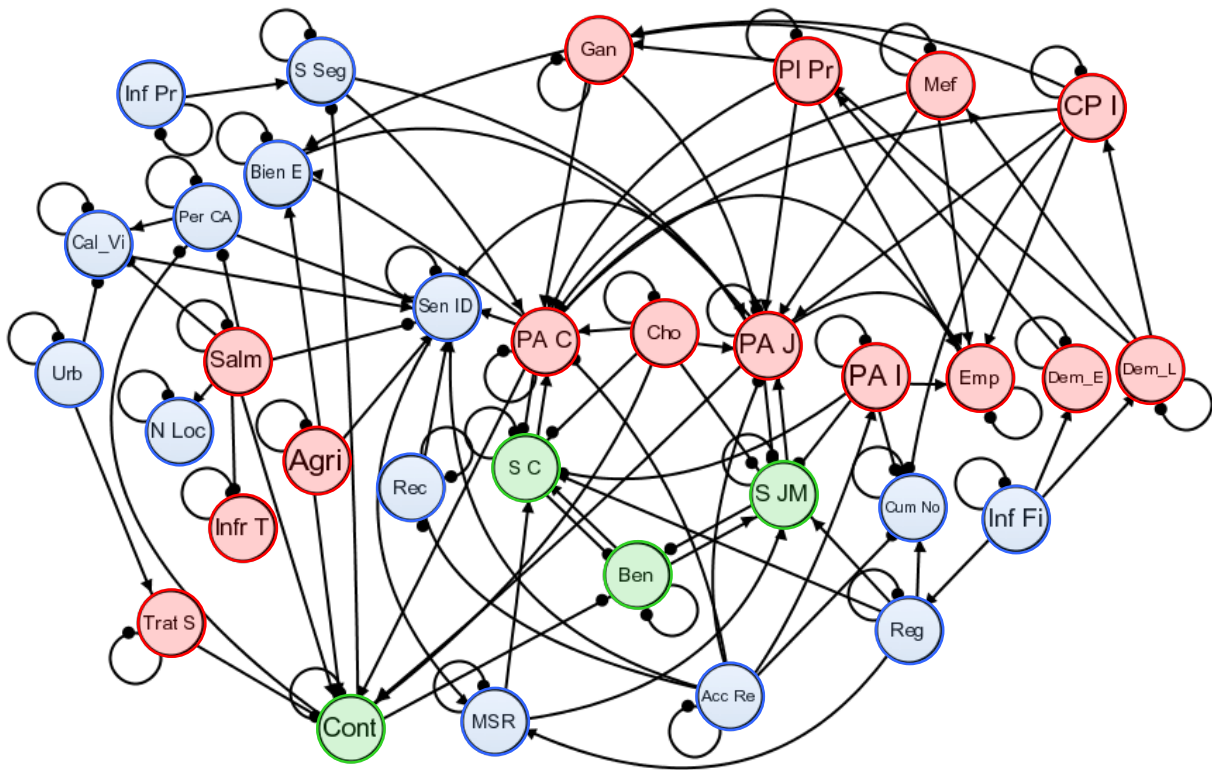


Figura 4 Dígrafo signado del sistema de pesquería asociado a recursos y jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes santolla*) en la Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Elaboración propia. Las circunferencias representan las variables y las flechas los efectos directos. Las flechas terminadas en punta corresponden a efectos directos positivos, mientras que aquellas terminadas en círculo representan efectos directos negativos. Las circunferencias en rojo, verde, y azul señalan, respectivamente, las variables que forman parte del componente económico, ambiental y social. Donde: S C: Stock centolla, S JM: Stock jaiba marmola, Cont: Contaminación, Ben: Bentos, PA C: Pesca artesanal centolla, PA JM: Pesca Artesanal jaiba marmola, Cho: Miticultivo, Urb: Urbanización, Agri: Agricultura, Mef: Microempresa familiar, Dem L: Demanda local, Dem E: Demanda externa, Emp: Empleos, Salm: Salmoneras, Gan: Ganancias, Trat S: Tratamiento sanitario, PI Pr: Plantas de producción, CP I: Centros de procesamiento de informal, Infr Tr: Infraestructura de transporte, PA I: Pesca artesanal informal, S Seg: Sentido de seguridad, Bien E: Bienestar económico, Sen ID: Sentido de identidad, Cal Vi: Calidad de vida, Per CA: Percepción de calidad ambiental, Acc Re: Acceso regulado, Inf Pr: Información predictiva del tiempo, Inf Fi: Información fidedigna, MSR: Manejo sustentable del recurso, N Loc: No locales, Reg: Regulación, Cum Nor: Cumplimiento de normas, Rec: Recambio generacional.

Como se señaló, es posible identificar variables relevantes para la dinámica temporal del sistema a partir de su estructura de retroalimentación. En este caso, los ciclos de retroalimentación negativa



5.3. Análisis de estabilidad

Tabla 4 Análisis de estabilidad para pesquerías de recursos Jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) y centolla (*Lithodes santolla*) y en la Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos.

Modelo	Feedback ponderado (F ₁ ...F _n)	Determinante n-1 ponderado
Modelo centolla y jaiba marmola	[-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -0.99, -0.99, -0.98, -0.98, -0.97, -0.95, -0.94, -0.92, -0.9, -0.88, -0.86, -0.83, -0.8, -0.77, -0.74, -0.71, -0.68, -0.64, -0.61, -0.58, -0.56, -0.53, -0.5, -0.48, -0.46, -0.44]	0.35*10 ¹⁷²



6. COMENTARIOS FINALES

.La modelación cualitativa de este sistema de pesca, como una primera herramienta que facilita la incorporación del EEP, da cuenta de la integración que existe entre los componentes social, ambiental y económico para el sistema de pesquería de jaiba marmola y centolla en la Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Trabajar junto a los integrantes del CM, contribuye no sólo al levantamiento de información, sino también aporta en el desarrollo de capacidades y genera algún sentido de identificación con el sistema descrito. Este último aspecto es muy importante para legitimar el EEP, ya que quienes toman decisiones y juegan un rol importante en hacer viable su implementación son finalmente los usuarios.

En cuanto a la descripción del sistema de pesquería, podemos resaltar la importancia del componente social asociado a la gobernanza. Los usuarios hacen notar que para ellos es importante el recambio, y la disminución de la pesca ilegal, ambos dependientes de la regulación en cuanto a inscripción de los pescadores dentro de los registros.

Finalmente, la contaminación emerge como el resultado de la actividad de pesca, y de los centros de cultivo de Salmón. Lo usuarios destacan la importancia de una evaluación fidedigna acerca del impacto que este tipo de perturbación pueda tener sobre el recurso y su hábitat.

Se considera que herramientas como las planteadas en este informe, proporcionaran nuevos e interesantes antecedentes que pueden ser utilizados por el CM en su tarea de generar un plan de manejo para ambas pesquerías en la Región de Los Lagos. Asimismo, estos antecedentes pueden ser requeridos por aquellas comunidades de pescadores de ambos recursos que requieran en su momento certificar cada una de estas pesquerías.



7. REFERENCIAS

- Bradley, P. & Yee, S. (2015). *Using the DPSIR Framework to Develop a Conceptual Model: Technical Support Document*. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Atlantic Ecology Division, Narragansett, RI. EPA/600/R-15/154.
- Dambacher J.M., Luh H-K., Li H. W. & Rossignol P. A.(2003). Qualitative stability and ambiguity in model ecosystems. *Am. Nat.* 161, 876-888.
- De Young, C.; Charles, A. & Hjort, A. (2008). *Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 489. Rome, FAO. 2008. 152p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i1146e.pdf>
- Defeo, O. (2015). *Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4775s.pdf>
- Díaz Martín, Diego. (2015). *Aplicación de las metodologías DPSIR, ANP y ARS en el manejo y conservación del Parque Nacional Waraira Repano, Venezuela* (Tesis de doctorado). Universitat Politècnica de València, España.
- FAO (2003). Fisheries Department. *The ecosystem approach to fisheries*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2. Rome, FAO. 112 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y4470e.pdf>
- FAO. (2008). Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. 2.1 Best practices in ecosystem modelling for informing an ecosystem approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2, Add. 1. Rome, FAO. 78p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/I0151E/i0151e.pdf>
- FAO. (2009). La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. 2.1 Mejores prácticas en la modelación de ecosistemas para contribuir a un enfoque ecosistémico en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 1. Roma, FAO. 88p. <http://www.fao.org/3/a-i0151s.pdf>
- FAO (2010). La ordenación pesquera. 2. El enfoque ecosistémico de la pesca. 2.2 Dimensiones humanas del enfoque ecosistémico de la pesca. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 2. Roma, FAO. 94 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i1146s.pdf>
- Fulton, E. A. (2010). Approaches to end-to-end ecosystem models. *Journal of Marine Systems*, 81(1–2), 171–183. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.12.012>
- Fulton, E. A., Link, J. S., Kaplan, I. C., Savina-Rolland, M., Johnson, P., Ainsworth, C. & Smith, D. C. (2011). Lessons in modelling and management of marine ecosystems: The Atlantis



- experience. *Fish and Fisheries*, 12(2), 171–188. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00412.x>
- García, S.M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T. & Lasserre, G. (2003). *The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 443. Rome, FAO. 71 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y4773e.pdf>
- Hollowed, A. B., Bax, N., Beamish, R. J., Collie, J., Fogarty, M., Livingston, P. & Rice, J. C. (2000). Are multispecies models an improvement on single-species models for measuring fishing impacts on marine ecosystems? ICES. *Journal of Marine Science*, 57(3), 707–719. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/i0163e/i0163e00.htm>
- Levins, R. (1974). Qualitative analysis of partially specified systems. *Ann N Y Acad Sci*. 231, 123–138.
- Levins, R. (1975). *Evolution in communities near equilibrium*. In: Cody M, Diamond J (Eds.) *Ecology and evolution of communities*. Belknap Press, Cambridge, pp 16–51.
- Levins, R. (1998). *Qualitative mathematics for understanding, prediction, and intervention in complex ecosystems*. In: Rapport D, Contanza R, Epstein P, Gaudet C, Levins R (Eds.) *Ecosystem health*. Blackwell Science, Inc., Malden, pp 178–204.
- Lane P. & Levins, R. (1977). The dynamics of aquatic systems II. The effects of nutrient enrichment on model plankton communities. *Limnol/Oceanogr* 22, 454–471.
- LEY N° 18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. Recuperado de http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf
- Martone, R.G., Bodini A. & Micheli, F. (2017). Identifying potential consequences of natural perturbations and management decisions on a coastal fishery social-ecological system using qualitative loop analysis. *Ecology and Society*. 22, 34.
- Mason, S.J. (1953). Feedback theory: some properties of signal flow graphs. *Proc. Inst. Radio Eng.* 41, 1144–1156.
- Maunder, M. & Piner, K. (2015). Contemporary fisheries stock assessment: many issues still remain. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 7–18. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/icesims/fsu015>
- Ortega T., et al. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*. 6 (2): 151–164. Sección: Ensayo. Recuperado de <http://www.revista.inecc.gob.mx/article/view/257/270#.W6qad2gzblU>
- Plagányi, É.E. (2007). Models for an ecosystem approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 477. Rome, FAO. 108p. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1149e/a1149e.pdf>



Puccia, C. & Levins, R. (1985). *Qualitative modelling of complex systems*. Harvard University Press, Cambridge.

República de Chile Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. D.S. N° 95. Establece Reglamento de Designación de los Integrantes y Funcionamiento de los Comités de Manejo. Santiago, 19 de junio de 2013. Recuperado de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053765>

Staples, D., Brainard, R., Capezzuoli, S., Funge-Smith, S., Grose, C., Heenan, A., Hermes, R., Maurin, P., Moews, M., O'Brien, C. & Pomeroy, R. (2014). *Essential EAFM. Ecosystem Approach to Fisheries Management Training Course. Volume 1 – For Trainees*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, RAP Publication 2014/13, 318pp. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3780e.pdf>

FUENTES ELECTR3NICAS:

http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf

http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-82442_recurso_1.pdf

<http://www.subpesca.cl/portal/615/w3-article-99746.html>

http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-94965_documento.pdf

<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053765&idParte=&idVersion=2015-09-17>

<http://www.subpesca.cl/portal/615/w3-propertyvalue-38089.html>

<http://www.fao.org/fishery/publications/technical-guidelines/es>



ANEXO 1. PARTICIPANTES TALLERES

Tabla 1 Nómina de participantes Taller de construcción modelo cualitativo, Chiloé 30 de enero de 2019

NOMBRE COMPLETO	INSTITUCIÓN
Aurora Guerrero	SUBPESCA
Guisella Muñoz	SUBPESCA
Alex Gallardo	FUNDACIÓN CHILOÉ
Cristian Soto	GOB MARÍTIMA CASTRO
Rafael Hernández Vidal	SUBPESCA
Claudio Pichaud	COMITÉ JAIBA ANCUD
Vivian Pozo	IFOP -ANCUD
Sergio Mayorga	STO DALCAHUE
Rodrigo Valenzuela	EMPRESA
Raúl Norambuena	EMPRESA
Andrés Olgún	IFOP-VALPO
Leslie Garay Narváez	IFOP-VALPO
Rosa Garay Flühmann	IFOP-VALPO

Tabla 2 Nómina de participantes Taller de validación modelo cualitativo, Chiloé, 23 de abril de 2019.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Almte. Manuel Blanco Encalada 839,
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl