



## **INFORME TÉCNICO 2**

**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 Recursos  
Huepo (*Ensis macha*), Navajuela (*Tagelus dombeii*) y  
Taquilla (*Mulinia edulis*), Golfo de Arauco, Región del Biobío**

**Noviembre, 2018**



## **INFORME TÉCNICO 2**

**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 Recursos Huepo (*Ensis macha*), Navajuela (*Tagelus dombeii*) y Taquilla (*Mulinia edulis*), Golfo de Arauco, Región del Biobío Noviembre, 2018**

**REQUIRENTE**  
Walton Family Foundation

**EJECUTOR**  
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

**DIRECTOR EJECUTIVO**  
Luis Parot Donoso

**JEFE DE PROYECTO**  
Carlos Montenegro Silva

**AUTORES**  
Rosa Garay-Flühmann  
Leslie Garay-Narváez  
Carlos Montenegro Silva

**COLABORADORES**  
Nancy Barahona Toledo  
Elizabeth Palta Vega  
Carlos Techeira Tapia  
Johanna Rojas Rojo



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MODELAMIENTO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN PESQUERÍAS</b> .....	<b>9</b>
3.1. Clasificación de los modelos ecosistémicos.....	9
3.2.1. Modelamiento conceptual DPSIR.....	10
3.2.2. Modelamiento cualitativo de redes .....	12
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>15</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
<b>6. COMENTARIOS FINALES</b> .....	<b>33</b>
<b>7. REFERENCIAS</b> .....	<b>34</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>37</b>
<b>NÓMINADE MIEMBROS EX MESA DE TRABAJO PÚBLICO-PRIVADA GOLFO DE ARAUCO</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>38</b>
<b>PARTICIPANTES TALLERES CONSTRUCCIÓN MODELOS CUALITATIVOS</b> .....	<b>38</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

---

Chile se ha propuesto avanzar en el manejo integrado de sus pesquerías basado en el enfoque ecosistémico con el objetivo de conservar los recursos hidrobiológicos de interés económico incorporando variables biofísicas, ambientales, económicas y sociales.

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 que operan, o están en vías de operar, en el Sur de Chile. Basándose en el enfoque ecosistémico del manejo de las pesquerías, el proyecto SEAFISHMAN proporciona su conocimiento a dichas organizaciones contribuyendo así en la labor de elaboración, implementación y evaluación de sus planes de manejo.

Se ha hecho evidente la necesidad de utilizar un enfoque que dé cuenta de los múltiples componentes de estos sistemas de producción, ya que el modelamiento de las poblaciones de recursos marinos aun cuando ha tenido una importante evolución en las últimas décadas, con el desarrollo de modelos más realistas, que dan cuenta de procesos tales como estructuración de edades y tamaños; y dinámica espacial de las especies (Maunder & Piner, 2015), no ha logrado capturar la complejidad de los sistemas pesqueros. El enfoque ecosistémico, ha sido sujeto de múltiples definiciones. Una de las definiciones más utilizadas corresponde a la dada por García, Zerbi, Aliaume, Do Chi & Lasserre (2003) quienes definen ecosistema como “un sistema complejo de interacciones de poblaciones (humanas y no humanas) entre ellas y con el ambiente que las rodea”. Se trata entonces de 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, 2014).

El dar cuenta de dicha integración 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 el presente documento se presentan un modelo conceptual y un modelo cualitativo que describen el sistema de pesquería asociado a la mesa público privada que administra los recursos huepo (*Ensis macha*), navajuela (*Tagelus dombeii*) y taquilla (*Mulinia edulis*), del Golfo de Arauco, Región del Biobío. Los modelos desarrollados en conjunto con los participantes de dicha mesa, 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 contribuimos en la evaluación de su plan de manejo bajo dicho enfoque.



## 2. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO

### 2.1 Ley General de Pesca y Acuicultura

La Ley General de Pesca y Acuicultura (en adelante la Ley) (Ley N° 21.033) 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](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".

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 establezca un plan de manejo. Entre estas pesquerías se cuentan las de: Centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) de Magallanes; la de jaiba (*Metacarcinus edwardsii*), en en Chiloé; la de huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) de Bahía Corral; y la de huepo (*Ensis macha*), navajuela (*Tagelus dombeii*) y taquilla (*Mulinia edulis*) del Golfo de Arauco. De acuerdo con lo publicado en página web oficial de la Subsecretaría de Pesca, las dos últimas pesquerías tienen ya sus Planes de Manejo aprobados<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Res. Ex. N° 559-2018 Modifica Res. Ex. N° 3011-2015, de esta Subsecretaría, que aprobó el Plan de Manejo para los recursos Huepo, Navajuela y Taquilla del Golfo de Arauco, VIII región del Biobío. (F.D.O. 20-02-2018) (<http://www.subpesca.cl/portal/615/w3-article-99746.html>);

Res. Ex. 3246-2016 Modifica Res. Ex. N° 965-2016 Aprueba Plan de Manejo de Recursos Bentónicos en Bahía Corral (PMBC) XIV Región. (Publicado en Página Web 03-11-2016) (F.D.O. 08-11-2016) ([http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-94965\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-94965_documento.pdf));



La Ley instituye que, con el fin de administrar y manejar las pesquerías que tengan su acceso cerrado, así como las que estén en régimen de recuperación<sup>2</sup> y desarrollo incipiente<sup>3</sup>, se debe establecer planes de manejo (Plan de Manejo) (LGPA, Párrafo 3º, Art. 8º). En términos generales, los Planes de Manejo 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](http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-82442_recurso_1.pdf)). El Art. 2º N° 33, define Plan de Manejo<sup>4</sup> 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.”

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 Manejo<sup>5</sup> 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

<sup>2</sup> Pesquería en recuperación: Es aquella pesquería que se encuentra sobreexplotada y sujeta a una veda extractiva, de a lo menos tres años, con el propósito de su recuperación, y en las que sea posible fijar una cuota global anual de captura (Artículo 2º de LGPA).

<sup>3</sup> Pesquería incipiente: Es aquella pesquería demersal o bentónica sujeta al régimen general de acceso, en la cual se puede fijar una cuota global anual de captura, en que no se realice esfuerzo de pesca o éste se estime en términos de captura anual de la especie objetivo menor al diez por ciento de dicha cuota y respecto de la cual haya un número considerable de interesados por participar en ella (Artículo 2º de LGPA).

<sup>4</sup>El 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.

<sup>5</sup> 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> .



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 plan de manejo; un representante de las plantas de proceso del recurso objeto del Plan de Manejo (D. 95, 19 junio , 2013, Art. 2º). Todos los miembros titulares de los Comités de Manejo 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 integrantes del Comité de Manejo debe cumplir con diversos criterios de elección que están en función de las características de la pesquería (i.e., zonas o lugares donde se realiza), la composición de la fuerza extractiva (i.e., toneladas desembarcadas) y otros parámetros técnicos (i.e., número de naves) (Tabla 1) además de ser representativa de su sector (i.e., debe contar con el apoyo de sus pares. Un reglamento determinará la forma de designación de los integrantes de dicho Comité. El Comité de Manejo deberá establecer el periodo en el cual se evaluará dicho plan, el que no podrá exceder de cinco años de su formulación.

**Tabla 1** Requisitos representación miembros Comités de Manejo (D.S. Nº 95 Reglamento de designación de los integrantes y funcionamiento de los 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.

La propuesta de plan de manejo deberá ser consultada al Comité Científico Técnico correspondiente, quien deberá pronunciarse en el plazo de dos meses de recibida. El Comité de Manejo 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. Orientaciones de FAO para el enfoque ecosistémico aplicado al manejo de pesquerías

En el marco del proyecto SEAFISHMAN adoptamos las orientaciones dadas por FAO (García *et al.*, 2003, FAO, 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) ecosistémica, enfocado en 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. Y 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 ya que los recursos no debieran alcanzar valores inferiores a los límites máximos de productividad. De esto se desprenden los siguientes principios: i) la necesidad de manejar las pesquerías de modo de minimizar sus impactos en el ecosistema, ii) mantener las relaciones ecológicas entre las diversas especies (las capturadas, las dependientes y las asociadas), iii) tener medidas de manejo que sean compatibles con la distribución (geográfica) del recurso, iv) tener un enfoque precautorio ya que el conocimiento científico es limitado y, por último, v) 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 de FAO (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 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:** Incluyen todas aquellas variables 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 tienen que ver con la estructura y la organización social, demografía, cultura, tradiciones, políticas, marcos legales y gobernanza de la pesquería, ejemplos de lo anterior son: leyes, vedas, festividades, presencia de no-locales, calidad de vida, sentido de independencia, entre otras.

**Variables Económicas:** Se definen como aquellas que tienen relación con aspectos económicos, monetarios, crediticios y de mercado de las pesquerías. Como por 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 EEMP 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 EEM 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 socio-económico en el que se desarrolla el sistema pesquero.

A través del EEMP se logra visualizar componentes antes invisibilizados, tales como relaciones ecológicas (i.e., interacciones interespecíficas), componentes culturales (i.e., mitos, valores y tradiciones), componentes sociales y económicos (i.e., mano de obra y mercados), componentes institucionales y de gobernanza (i.e., 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 cambio en el paradigma de manejo de recursos individuales a uno articulado con los sistemas ecológicos y socio-económicos subyacentes, es complicado aun. 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 tanto en la planificación estratégica y/o táctica, como en la correspondiente toma de decisiones (FAO 2008). Asimismo, los esfuerzos se han concentrado en modelar a nivel local (e.g., Hollowed *et al.*, 2011) como global (e.g., Hollowed *et al.*, 2000; Fulton, 2010; Fulton *et al.*, 2011; Plagányi 2007; FAO 2008). A pesar de 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 el modelamiento cualitativo de redes, que incorpora la complejidad del sistema considerando componentes de distinto tipo provenientes, por ejemplo, de las dimensiones ecológica, social y económica. Los modelos cualitativos de redes 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 (i.e., centrados en el estudio de subsistemas de interés) a altos niveles de complejidad (i.e., 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 (e.g., 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, lo que permite 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, esto facilita su implementación sobre todo cuando se carece datos empíricos. En el desarrollo de este proyecto se emplearon dos metodologías: modelamiento conceptual y modelamiento cualitativo de redes.

#### 3.2.1. Modelamiento conceptual DPSIR

El modelo DPSIR (según sus siglas en inglés Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses) o FPEIR (según sus siglas en castellano Fuerzas motrices-Presiones-Estados-Impactos-Respuestas), 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 en 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 DPSIR:

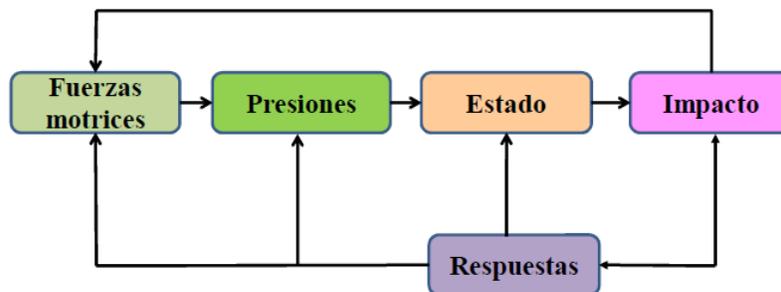
**Tabla 2** El modelo conceptual DPSIR: categorías y definiciones (adaptado de Díaz Martín 2015: 75 y Bradley & Yee 2015: 3)

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
<b>(D) Fuerzas Motrices</b>	Actividades humanas empleadas para satisfacer necesidades humanas o fenómenos que causan presión sobre el sistema natural y el ambiente
<b>(P) Presiones</b>	Actividades humanas que ejercen presión sobre el área de pesca y sus procesos ecológicos esenciales.
<b>(S) Estados</b>	Fenómenos observables en la naturaleza del área de pesca, cuya variación indica si la situación mejora o empeora
<b>(I) Impactos</b>	Cambios medibles en el estado del ambiente o la salud humana directamente atribuida a una actividad específica.
<b>(R) Respuestas</b>	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, el estado o los impactos de las actividades humanas que afecten al ecosistema y/o la salud humana del sistema de pesca.

Este 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 como se muestra en la **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 conceptual DPSIR y relación entre sus componentes (traducido de Bradley & Yee, 2015:3)

El modelo DPSIR permite reconocer variables relevantes y generar indicadores que permitan medir la sustentabilidad en las pesquerías según el EEMP.

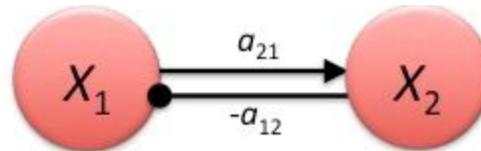
### 3.2.2. Modelamiento cualitativo de redes

El modelamiento cualitativo de redes es un tipo de modelamiento matemático (Dambacher, Luh, Li & Rossignol, 2003) en que las relaciones entre las variables que componen un sistema y su dinámica temporal se pueden especificar de manera parcial, prescindiendo de información cuantitativa. Esto convierte a este tipo de modelamiento en un excelente candidato a la hora de incorporar EEMP en gestión y manejo de sistemas socio-ecológicos sin tener que esperar a que se recopilen todos los datos necesarios, datos que muchas veces, además de ser costosos en términos de tiempo y dinero, son difíciles incluso de definir (ver por ejemplo Martone, Bodini & Micheli, 2017). 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 modelamiento cualitativo de redes como una herramienta de análisis de sistemas complejos para ecología y biología (e.g., Lane & Levins, 1977; Lane, 1986).

Ya que la información requerida para la construcción de un modelo de este tipo es cualitativa, se puede trabajar a partir de la información entregada por los integrantes de paneles de expertos junto a quienes están a cargo de la toma de decisiones. En nuestro caso, se recogió la información durante talleres que contaron con la participación de los miembros de la mesa público privada asociada a los recursos focales.

Una de las virtudes de este modelamiento es la representación visual, para los participantes cada modelo se especifica por medio de un dígrafo signado (**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 efectos positivos, negativos o cero (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 ayuda a la incorporación de variables de distinto tipo en un mismo sistema. De manera que se puede generar un modelo que contenga, variables sociales como bienestar humano, o variables económicas como precio de mercado, además de las variables ecológicas que describen (tradicionalmente) la dinámica de la(s) especie(s) objetivo.



**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. En la **Figura 3** se indican los coeficientes de interacción asociados a la matriz comunitaria correspondiente. 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) y los resultados se pueden visualizar a partir de la estructura del dígrafo signado. Un primer análisis, entonces, 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, esto a partir de la caracterización de su estructura de autorregulación.

La estructura de retroalimentación viene dada por ciclos en que una variable afecta una segunda variable, y esta a su vez podría impactar una tercera variable, y así, hasta que la variable original es afectada nuevamente. Si hay ciclos de retroalimentación positivos es probable que el sistema no vuelva a su condición original de equilibrio luego de ser perturbado, lo opuesto ocurre cuando hay ciclos de retroalimentación negativos. Sistemas que contengan sólo ciclos de retroalimentación



negativos, serán estables. La identificación de este tipo de estructuras, junto con la determinación de su signo dará cuenta entonces, de qué componentes son importantes determinantes de la estabilidad.



## 4. METODOLOGÍA

---

De acuerdo con las temporadas de pesca y en coordinación con la consultora Instituto de Investigación Pesquera, Inpesca (responsable de la elaboración del plan de manejo para los recursos huepo, navajuela y taquilla del Golfo de Arauco) y los integrantes de la mesa público privada del Golfo de Arauco, se fijaron las fechas para los talleres de construcción de modelos cualitativos. Un panel de expertos conformado por miembros de la mesa, Inpesca e investigadores del Instituto de Fomento Pesquero, IFOP, asistieron a los talleres (Anexos 1 y 2).

Los modelos cualitativos se construyeron y validaron en talleres de un día, en fechas separadas. En el primer taller (Arauco, 27 de agosto, 2018) el equipo de investigadores (formado por Carlos Montenegro, Rosa Garay-Flühmann y Leslie Garay-Narváez) hizo la presentación del proyecto, una breve introducción al manejo ecosistémico aplicado a pesquerías y al modelamiento ecosistémico cualitativo. El modelamiento cualitativo con énfasis en la dimensión socio-económica fue moderado por Leslie Garay-Narváez.

Se utilizó como marco de pensamiento-sistémico el enfoque DPSIR y focalizado en el ámbito humano. El primer taller se centró en recolectar las variables que nutrirían los modelos. Para tal efecto los participantes fueron invitados a identificar las variables consideradas más relevantes en el sistema de pesquería y las interacciones entre ellas, cendiéndose en las que presentarían relaciones fuertes.

Las primeras variables seleccionadas se relevaron a partir de la descripción de lo que los participantes valoran, dentro de las dimensiones social, económica y ecológica con especial énfasis en las dos primeras dimensiones, al menos en esta primera ronda de talleres. Luego se determinan las actividades asociadas al sistema, actividades que debieran tener impacto sobre los valores descritos. En una primera instancia se conecta las actividades con los valores, permitiendo así determinar 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 relevantes para quienes participaron y forman parte del sistema de pesquería a modelar. Dichas variables, y sus interacciones se incorporan también al modelo y forman parte de la descripción conceptual del sistema (Modelo DPSIR). 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 Inpesca, IFOP y SUBPESCA.

Los modelos generados en el primer taller fueron expresados como dígrafos signados y analizados para determinar la estabilidad del sistema. En el proceso también contempló la incorporación de modificaciones de interacción.

El análisis de estabilidad local de cada sistema se obtuvo de acuerdo con la metodología descrita por Dambacher *et al.*, (2003). Todos los análisis de estabilidad se desarrollaron en Maple V8 y a partir de la estructura de retroalimentación encontrada se identificaron los principales ciclos de retroalimentación asociados a cada sistema modelado. Los criterios para determinar si un sistema es



estable son: i) que todos los niveles de retroalimentación del sistema sean  $<0$ ; y ii) que la serie de determinantes de Hurwitz sean positivos. En adición a esto último, 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 en cadena trófica, sea  $>0$ .

En un segundo taller (Arauco 27 septiembre, 2018) el modelo fue sometido a validación. 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 DPSIR.



## 5. RESULTADOS

En esta sección se presenta el modelo conceptual y el modelo cualitativo construidos ambos a partir de los relatos de los participantes de los talleres. En esta primera fase se exploró con especial énfasis los componentes sociales y económicos.

### 5.1. Modelo conceptual DPSIR para la pesquería en estudio.

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

**Tabla 3** Variables asociadas al sistema de pesquería artesanal de huepo (*Ensis macha*), navajuela (*Tagelus dombeii*) y taquilla (*Mulinia edulis*), Golfo de Arauco, Región del Biobío organizadas según dimensión y categoría DPSIR

DIMENSIÓN	CATEGORÍA DPSIR	INDICADOR/VARIABLE
Ambiental	Presión	Escorrentía (movimiento de masas de agua desde sistemas terrestres hacia sistemas acuáticos debido a precipitaciones)
	Estado	Régimen de precipitaciones (dinámica temporal de las precipitaciones)
	Estado	Depredadores invertebrados (entre los que se cuentan moluscos y crustáceos principalmente)
	Estado	Productividad primaria (como recurso para las especies objetivo)
	Estado	Stock de navajuela (biomasa de navajuela disponible para extracción)
	Estado	Stock huepo (biomasa de huepo disponible para extracción)
	Estado	Stock taquilla (biomasa de taquilla disponible para extracción)
	Estado	Contaminante en el agua (concentración de contaminante disuelto en el agua)
	Estado	Corrientes (presencia de movimiento de aguas)
	Económica	Fuerza Motriz
Fuerza Motriz		Demanda nacional (local-país) de recursos (demanda por parte de restaurantes a nivel local y nacional)
Fuerza Motriz		Demanda internacional de recursos (demanda para consumo en Unión Europea fundamentalmente y el oriente)
Fuerza Motriz		Cocedoras (actividad de plantas de proceso doméstico)
Fuerza Motriz		Turismo (actividad de turismo asociada fundamentalmente a la gastronomía)



Fuerza Motriz	Plantas de otros recursos (actividad de plantas de proceso industrial que procesan productos asociados a otras pesquerías)
Fuerza Motriz	Infraestructura (comprende construcción de caminos y centros portuarios entre otros)
Fuerza Motriz	Urbanización (comprende el desarrollo y creación de ciudades, fundamentalmente viviendas)
Fuerza Motriz	Acuicultura (actividad asociada al cultivo de cierta fauna de interés. En particular comprende sistemas de acuicultura que se solapan con los bancos de los recursos de interés)
Presión	Precio de mercado de navajuela en relación a otro recurso (corresponde al precio de compra para el buzo mariscador)
Presión	Precio de mercado de huepo en relación a otro recurso (corresponde al precio de compra para el buzo mariscador)
Presión	Uso de pesticidas y plaguicidas plantaciones forestales
Presión	Tala de bosque nativo y de plantaciones
Presión	Pesca artesanal de otros recursos (actividad extractiva que comprende mayormente recursos no bentónicos ni locales, comprende todas las componentes asociadas, incluido el Stock de dicho recurso)
Presión	Precio de mercado de taquilla en relación a otro recurso (corresponde al precio de compra para el buzo mariscador)
Presión	Embarcaciones mayores (embarcaciones de mayor envergadura que se dedican a actividades industriales)
Presión	Celulosa (actividad asociada al procesamiento de los elementos forestales)
Estado	Buceo autorizado de navajuela (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
Estado	Buceo no autorizado (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
Estado	Buceo autorizado de huepo (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
Estado	Buceo autorizado de taquilla (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
Impacto	Deforestación bosque nativo
Respuesta	Programa Sanitario de Moluscos Bivalvos (PSMB; programa asociado a la certificación demandada por la Unión Europea)



Social	Fuerza Motriz	Acceso a educación (procesos de educación formal, i.e. colegios, universidades, centros de formación técnica, entre otros)
	Fuerza Motriz	Poder adquisitivo
	Estado	Cumplimiento de acuerdos (cumplimiento de acuerdos entre buzos asociados a las medidas de regulación, y normas asociadas al arte de pesca)
	Estado	Enfermedades asociadas al buceo y actividad de pesca (mal de presión, artritis)
	Estado	Percepción de contaminación (percepción asociada a la difusión de noticias en los medios locales)
	Impacto	Sentido de independencia laboral
	Impacto	Cercanía con el medio ambiente
	Impacto	Sentido de identidad cultural (sentido de arraigo a su actividad como buzos mariscadores)
	Respuesta	Subsecretaría de pesca y acuicultura (SUBPESCA; actividad de SUBPESCA asociada a la regulación, especialmente en el ámbito del empadronamiento)
	Respuesta	Regulación (comprende todas las medidas de regulación del sistema, ya sea a través de vedas, cuotas, o restricción por tallas de las especies de interés)
	Respuesta	Armada (actividad de la armada asociada a fiscalización de embarcaciones asociadas al arte de pesca de interés)
	Respuesta	Servicio nacional de pesca y acuicultura (SERNAPESCA; actividad de SERNAPESCA asociada a fiscalización de embarcaciones asociadas al arte de pesca de interés)

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: las plantas de proceso domésticas; la demanda de los recursos; procesos de urbanización; la actividad industrial (forestal) y de infraestructura vial; la acuicultura; el acceso a educación superior de los hijos; y poder adquisitivo.

Asimismo, las presiones detectadas se generan mayoritariamente en el ámbito económico, principalmente asociadas a pesca ilegal y de otros recursos; precios de los recursos; tráfico de naves mayores que desembarcan/embarcan productos en el sistema portuario del Golfo de Arauco; las actividades relacionadas con la industria de celulosa; y, en el ámbito ambiental las escorrentías producto de grandes áreas deforestadas para el desarrollo de la industria forestal, la vial y de construcción.

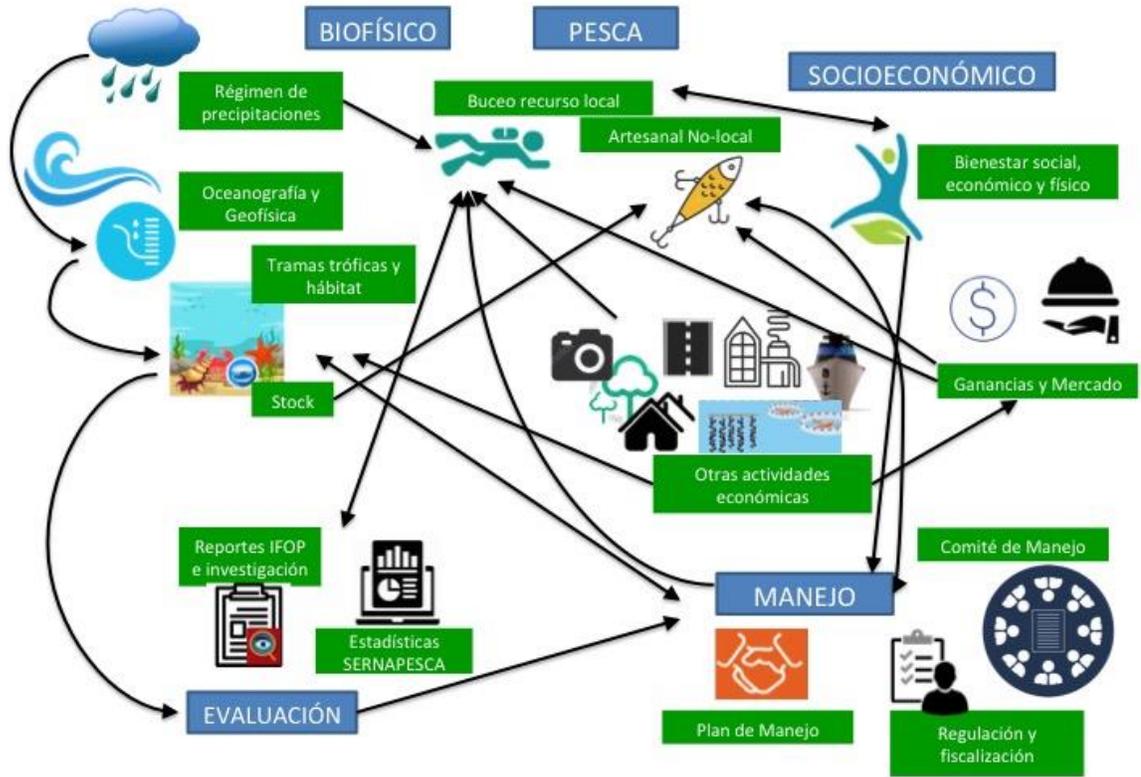
Los mayores cambios en el estado del sistema se registran en el ámbito ecológico en los que, producto de las presiones, los stocks de especies objetivo se ven afectados. Asimismo, los patrones



de precipitaciones han cambiado, haciéndose más intensos en menos días al año; No obstante, se identifican cambios de estado en el área relacionada con el buceo legal e ilegal. Las áreas tradicionales de pesca presentan mayores índices de contaminación de acuerdo con las observaciones de los pescadores. Un elemento de suma importancia es el hecho de que se reconoce que hay entre buzos hay un quiebre cada vez mayor del cumplimiento de acuerdos asociados a las medidas de regulación, y normas asociadas al arte de pesca.

En los impactos, se manifiesta la deforestación y la alteración del paisaje de bosque nativo al reemplazarse por plantaciones de especies foráneas, lo que redundaría en la erosión del suelo y la capa vegetal. El sistema presenta impactos positivos tales como el sentido de identidad y arraigo con la actividad de pescador artesanal/buzo y el sentido de independencia laboral y cercanía con la naturaleza.

Las respuestas a las situaciones descritas anteriormente se reflejan en el ámbito de la gobernanza, que emana de diferentes instituciones relacionadas con el sector pesquero: SUBPESCA en el ámbito legal y normativo; la Armada de Chile y SERNAPESCA aplican fiscalización de embarcaciones asociadas al arte de pesca de interés; SERNAPESCA, medidas de fiscalización y regulación de pesca (comprende todas las medidas de regulación del sistema, ya sea a través de vedas, cuotas, o restricción por tallas de las especies de interés) y el Programa Sanitario de Moluscos Bivalvos. La **Figura 3**, muestra de manera sinóptica de las variables antes descritas.



**Figura 2** Modelo conceptual para pesquería de huepo (*Ensis macha*), navajuela (*Tagelus dombeii*) y taquilla (*Mulinia edulis*), Golfo de Arauco, región del Biobío (elaboración propia). En esta figura se representan los componentes más relevantes del sistema. En el ámbito biofísico el régimen de precipitaciones, elementos oceanográficos y geofísicos como corrientes y escorrentía tienen influencia sobre el stock de los recursos objetivo, y son influenciados a su vez por actividades socio-económicas como forestales y celulosas. Las actividades socio-económicas afectan no sólo las ganancias y el mercado, sino además el buceo ya que es a través de su actividad que se generan las *presiones*, que afectan principalmente los stocks de los recursos objetivo. La evaluación del sistema, que constituye inputs para la generación de *respuestas* a través de medidas de manejo, depende fundamentalmente del buceo y del stock.



## 5.2. Modelo cualitativo para la pesquería en estudio.

Se presentan los dígrafos signados para el sistema pesquero global (tres recursos) y para los sistemas pesqueros asociados a cada recurso con el fin de tener mayor claridad y comprensión de la dinámica del sistema. Las variables descritas para el sistema de extracción de recursos bentónicos del Golfo de Arauco fueron agrupadas en tres categorías: ambiental, social y económica (**Tabla 4**). Se utilizó como marco de pensamiento-sistémico el modelo DPSIR (Sección 4).

**Tabla 4** Variables asociadas al sistema de Pesquería artesanal de huepo (*Ensis macha*), navajuela (*Tagelus dombeii*) y taquilla (*Mulinia edulis*), Golfo de Arauco, Región del Biobío

Componente	Variable	Definición
Ambiental	INV	Depredadores invertebrados (entre los que se cuentan moluscos y crustáceos, principalmente)
	PROD	Productividad primaria
	ST N	Stock de navajuela (biomasa de navajuela disponible para extracción)
	ST H	Stock huepo (biomasa de huepo disponible para extracción)
	ST T	Stock taquilla (biomasa de taquilla disponible para extracción)
	CONT	Contaminante en el agua (concentración de contaminante disuelto en el agua)
	CORR	Corrientes (presencia de movimiento de aguas)
	ESC	Escorrentía (movimiento de masas de agua desde sistemas terrestres hacia sistemas acuáticos debido a precipitaciones )
	PRECI	Precipitaciones
Social	EDUC	Educación (procesos de educación formal, i.e. colegios, universidades, centros de formación técnica, entre otros)
	BIEN E	Bienestar económico (bienestar asociado al poder adquisitivo aun en sus niveles básicos)
	CAL VI	Calidad de vida (variable asociada al sentido de independencia laboral y cercanía con el medio ambiente)
	SEN ID	Sentido de identidad cultural (sentido de arraigo a su actividad como buzos mariscadores)
	ENF	Enfermedades asociadas al buceo (como por ejemplo síndrome de descompresión)



---

	PER C	Percepción de contaminación (percepción asociada a la difusión de noticias en los medios locales)
	SUBP	Subsecretaría de pesca y acuicultura (SUBPESCA; actividad de SUBPESCA asociada a la regulación, especialmente en el ámbito del empadronamiento)
	REG	Regulación (comprende todas las medidas de regulación del sistema, ya sea a través de vedas, cuotas, o restricción por tallas de las especies de interés)
	ARM	Armada (actividad de la armada asociada a fiscalización de embarcaciones asociadas al arte de pesca de interés)
	SERN	Servicio nacional de pesca y acuicultura (SERNAPESCA; actividad de SERNAPESCA asociada a fiscalización de embarcaciones asociadas al arte de pesca de interés)
	CUM AC	Cumplimiento de acuerdos (cumplimiento de acuerdos entre buzos asociados a las medidas de regulación, y normas asociadas al arte de pesca)
<b>Económico</b>	BC AN	Buceo Autorizado de navajuela (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
	BC NA	Buceo No Autorizado (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
	BC AH	Buceo Autorizado de huepo (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
	BC AT	Buceo Autorizado de taquilla (actividad de buceo que comprende todas las componentes asociadas, i.e. captura, desembarque, entre otras)
	PA OR	Pesca artesanal de otros recursos (actividad extractiva que comprende mayormente recursos no bentónicos ni locales, comprende todas las componentes asociadas, incluido el Stock de dicho recurso)
	PSMB	Programa Sanitario de Moluscos Bivalvos (PSMB; programa asociado a la certificación demandada por la Unión Europea)
	COCED	Cocedoras (actividad de plantas de proceso doméstico)
	PLA	Plantas de proceso (actividad de plantas de proceso industrial)
	DEM L	Demanda local (requerimiento de biomasa de recurso a nivel de región y país)

---



---

DEM E	Demanda Exterior (requerimiento de biomasa de recurso a nivel internacional)
\$MN/O	Precio de mercado de navajuela en relación a otro recurso (corresponde al precio de compra para el buzo mariscador)
\$MH/O	Precio de mercado de huepo en relación a otro recurso (corresponde al precio de compra para el buzo mariscador)
\$MT/O	Precio de mercado de taquilla en relación a otro recurso (corresponde al precio de compra para el buzo mariscador)
TUR	Turismo (actividad de turismo asociada fundamentalmente a la gastronomía)
PLT OR	Plantas de otros recursos (actividad de plantas de proceso industrial que procesan productos asociados a otras pesquerías)
FORE	Forestales (actividad de las empresas forestales, tales como fumigación y tala)
EM MA	Embarcaciones mayores (embarcaciones de mayor envergadura que se dedican a actividades industriales)
INFR	Infraestructura (comprende construcción de caminos y centros portuarios entre otros)
CELU	Celulosa (actividad asociada al procesamiento de los elementos forestales)
URB	Urbanización (comprende el desarrollo y creación de ciudades, fundamentalmente viviendas)
ACUIC	Acuicultura (actividad asociada al cultivo de cierta fauna de interés. En particular comprende sistemas de acuicultura que se solapan con los bancos de los recursos de interés)

Para este sistema resaltan las siguientes características generales:

En lo ambiental:

- Disminución del stock durante los últimos años.
- Contaminación y perturbación del hábitat por múltiples y variadas fuentes. Con especial énfasis en los compuestos químicos derivados a las aguas por procesos de escorrentía y urbanización.



En lo social:

- Falta de compromiso en el cumplimiento de acuerdos debido la presencia de agentes externos que no se identifican con las medidas de regulación.
- Presencia de enfermedades asociadas al buceo.
- Fuerte sentido de arraigo cultural al arte de pesca.

En lo económico:

- Presencia de buzos informales (sin registro de pesca artesanal, RPA) de otras zonas y no autorizados para extraer los recursos objetivo.
- Implementación de un Programa Sanitario de Moluscos Bivalvos (PSMB).
- Presencia de embarcaciones que alteran el fondo marino.

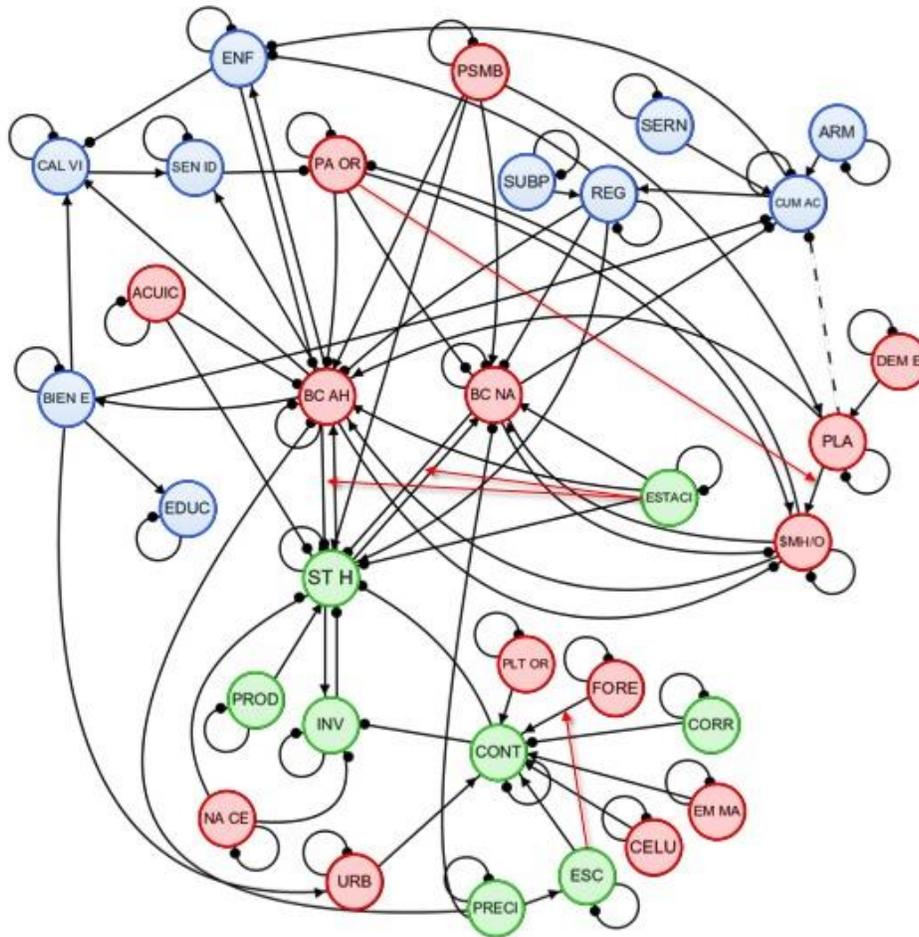
En la **Figura 4** se presenta el dígrafo signado que describe el sistema de pesquería con todos los recursos que están bajo el plan de manejo para esta mesa público privada del Golfo de Arauco. En este dígrafo se presenta cada uno de los stocks y las actividades de buceo asociadas a cada recurso en 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.





Como se señaló anteriormente, podemos identificar variables relevantes para la dinámica temporal del sistema a partir de su estructura de retroalimentación. En este caso, aun cuando el sistema tiene una alta probabilidad de ser estable debido a la presencia dominante de ciclos de retroalimentación negativa, la estabilidad depende del balance entre ciclos de retroalimentación positivos y negativos. De manera algo más detallada podemos decir que por un lado se encuentra la estructura de interacción de variables asociadas al componente ambiental, específicamente aquellas que corresponden a stocks y sus respectivas tramas tróficas; y variables del componente económico que describen la actividad de extracción de recursos i.e. Buceo autorizado y no autorizado de los recursos objetivo, que contribuyen con ciclos de retroalimentación negativa, aportando así a la estabilidad del sistema. Por otro lado, en la interacción entre el componente social y el económico, emergen dos ciclos de retroalimentación positiva, que se encuentran asociados particularmente a las pesquerías de navajuela y huepo. Estos ciclos que aportan a la inestabilidad del sistema son: i) el ciclo formado entre cumplimiento de acuerdos (CU AC), la regulación (REG) y el buceo no autorizado (BC NA); y un ciclo que se solapa con el anterior, formado por ii) el bienestar económico (BIEN E), el cumplimiento de acuerdos (CU AC), la regulación (REG) y el buceo no autorizado (BC NA). Es interesante como la interacción de la variable asociada al cumplimiento de normas y acuerdos, junto al buceo no autorizado contribuyen desestabilizando el sistema de pesquería ya que al no haber cumplimiento de acuerdos disminuye el control de la regulación sobre el buceo no autorizado.

En las **Figuras 5-7** se presentan los dígrafos asociados a cada pesquería en particular. En estos dígrafos se ilustra por un lado la estructura de efectos directos e indirectos característicos de cada sistema, y adicionalmente se señala por medio de conectores rojos qué efectos directos se originan a partir de modificaciones de interacción; y por medio de conectores dicontínuos qué enlaces son débiles dentro de las redes.



**Figura 4** Dígrafo signado para la pesquería de huepo (*Ensis macha*), Golfo de Arauco, Región del Biobío (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 flechas discontinuas representan efectos débiles. Las flechas en color rojo sobre las interacciones corresponden a modificaciones de interacción. Las circunferencias en rojo, verde, y azul señalan respectivamente las variables que forman parte del componente ecosistémico económico, ambiental y social. Donde ENF: Enfermedades asociadas al buceo; PSMB: Programa Sanitario de Moluscos bivalvos; PA OR: Pesca artesanal de otros recursos; CAL VI: Calidad de vida; SEN ID: Sentido de identidad; ACUIC: Acuicultura; BIEN E: Bienestar económico; EDUC: Educación; BC AH: Buceo Autorizado de huepo; BC NA: Buceo No Autorizado; ST H: stock de huepo; INV: Invertebrados; PROD: Productividad primaria; NA CE: Naves cerqueras; PRECI: Precipitaciones; ESC: Escorrentía; URB: Urbanización; CELU: Celulosa; CONT: Concentración de contaminantes en el agua; CORR: Corrientes; EM MA: Embarcaciones mayores; PLT OR: Planta de procesos para otros recursos; FORE: Forestal; DEM E: Demanda externa; PLA: Planta de proceso; \$M/H/O: Precio de mercado en relación a otro recurso; CU AC: Cumplimiento de acuerdos; SUBP: Subsecretaría de pesca y acuicultura (SUBPESCA); REG: Regulación; SERN: Servicio nacional de pesca (SERNAPESCA); ARM: Armada; ESTACI: Estacionalidad.

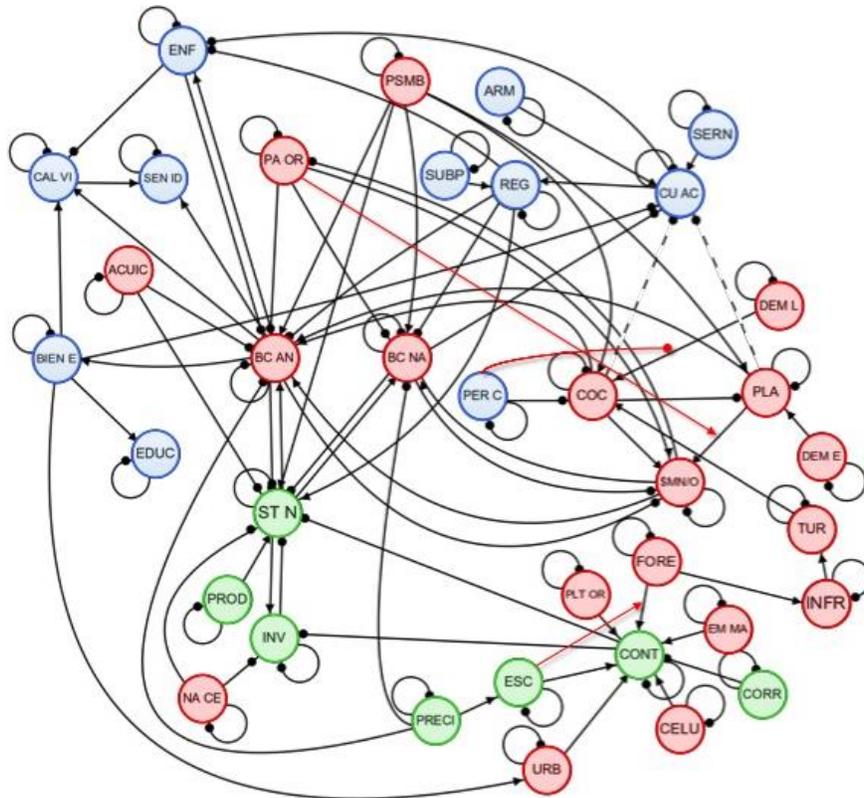


La pesquería de Huevo (**Figura 5**) en particular se caracteriza por presentar extracción fuerte del recurso en una época del año asociada a la disponibilidad del mismo, y por tener mercado sólo para plantas de procesos con demanda internacional. La estacionalidad en la extracción del recurso (EST; que es particularmente estival, luego de su período de veda biológica) refuerza las interacciones asociadas al buceo (BC AH) y el stock de huevo (ST H). Los buzos señalan que durante esta época la abundancia del recurso es muy alta, y que además están mucho más cerca de la superficie, haciendo así más fácil su extracción. En el dígrafo el resultado es que se genera un efecto positivo sobre el buceo y negativo sobre el stock. Tanto la pesquería de huevo (**Figura 5**), como la de navajuela (**Figura 6**) presentan modificaciones de interacción asociadas a la pesca artesanal de otros recursos (PA OR). Los participantes señalaron que cuando aumenta la actividad de pesca artesanal de otros recursos (PA OR), las plantas de procesos (PLA) tienden a subir los precios para evitar así la migración de pescadores a otras pesquerías, esto hace que se refuerce el efecto positivo de las plantas de proceso (PLA) sobre el precio de mercado (\$MH/O; \$MN/O). Adicionalmente, el efecto negativo débil entre las plantas de proceso (PLA) y el cumplimiento de acuerdos (CU AC) se genera a partir de la probable permisibilidad de las plantas de proceso del no cumplimiento de normas al recibir productos que están fuera de la talla mínima legal o cantidades sobre la límite de extracción referencial establecida en el plan de manejo. En el caso de navajuela, este mismo efecto débil se replica desde las cocedoras (COC).

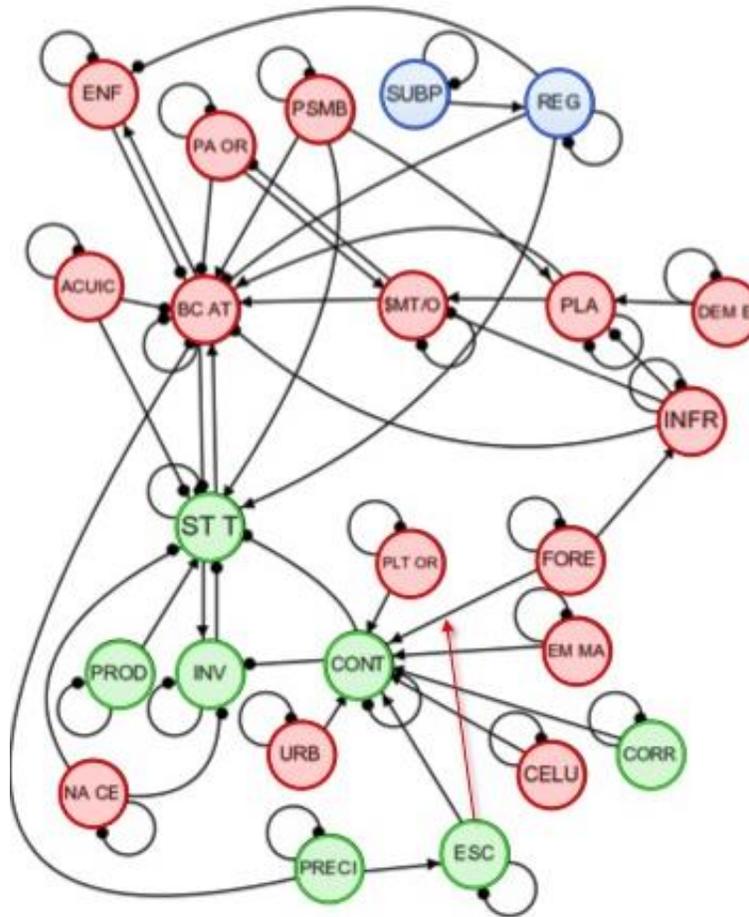
La pesquería de navajuela se caracteriza además por la importancia de la demanda local (DEM L), lo que hace al sistema sensible a la percepción de contaminación por parte de los consumidores. Esto se representó por medio de la variable percepción de contaminación (PER C) que va acompañada de la difusión en medios de comunicación, cuyo efecto es el debilitamiento de la interacción de la demanda local sobre las plantas de proceso domésticas, denominadas cocedoras (COC). En el dígrafo el resultado es un efecto negativo de la percepción de contaminación sobre las cocedoras.

La modificación de interacción que se genera por la escorrentía es transversal a todos los sistemas de pesca. En este caso la escorrentía refuerza el efecto positivo de la actividad de las forestales (FORE) sobre la concentración de contaminante en el agua (CONT), ésta resulta en un efecto directo positivo de la escorrentía sobre el contaminante disuelto.

El sistema de pesca asociado a taquilla (**Figura 7**) no muestra mayor complejidad, sólo presenta las modificaciones de interacción antes señaladas, y según lo relatado, se caracteriza por presentar adicionalmente implementación de infraestructura portuaria inadecuada para el desembarque de ciertos recursos. Además se destacan un sentido de arraigo cultural al arte de pesca y tipo de recurso debilitado, altos costos de operación por desarenado en plantas de proceso, y un alto costo energético acompañado de baja ganancia asociada la extracción de este recurso. Esto podría explicar la poca relevancia del componente social en el sistema. Según las narraciones este recurso no parece tener una baja en cuanto a biomasa, sino todo lo contrario, podría ser un buen recurso alternativo para los buzos. Sin embargo, esto no se visualiza por todos los costos que conlleva su extracción.



**Figura 5** Dígrafo signado para la pesquería de navajuela (*Tagelus dombeii*), Golfo de Arauco, Región del Biobío (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 flechas discontinuas representan efectos débiles. Las flechas en color rojo sobre las interacciones corresponden a modificaciones de interacción. Las circunferencias en rojo, verde, y azul señalan respectivamente las variables que forman parte del componente ecosistémico económico, ambiental y social. Donde ENF: Enfermedades asociadas al buceo; PSMB: Programa Sanitario de Moluscos bivalvos; PA OR: Pesca Artesanal de Otros Recursos; CAL VI: Calidad de Vida; SEN ID: Sentido de Identidad; ACUIC: Acuicultura; BIEN E: Bienestar Económico; EDUC: Educación; BC AN: Buceo Autorizado de navajuela; BC NA: Buceo No Autorizado; ST N: stock de navajuela; INV: Invertebrados; PROD: Productividad primaria; NA CE: Naves cerqueras; PRECI: Precipitaciones; ESC: Escorrentía; URB: Urbanización; CELU: Celulosa; CONT: Concentración de Contaminantes en el agua; CORR: Corrientes; EM MA: Embarcaciones Mayores; PLT OR: Planta de procesos para otros recursos; FORE: Forestal; INFR: Infraestructura; TUR: Turismo; DEM E: Demanda externa; DEM L: Demanda local; PLA: Planta de proceso; \$MN/O: Precio de mercado en relación a otro recurso; COC: Cocedoras; PER C: Percepción de contaminación; CU AC: Cumplimiento de acuerdos; SUBP: Subsecretaría de pesca y acuicultura (SUBPESCA); REG: Regulación; SERN: Servicio nacional de pesca y acuicultura (SERNAPESCA); ARM: Armada.



**Figura 6** Dígrafo signado para la pesquería de taquilla (*Mulinia edulis*), Golfo de Arauco, Región del Biobío (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 flechas en color rojo sobre las interacciones corresponden a modificaciones de interacción. Las circunferencias en rojo, verde, y azul señalan respectivamente las variables que forman parte del componente ecosistémico económico, ambiental y social. Donde ENF: Enfermedades asociadas al buceo; PSMB: Programa Sanitario de Moluscos bivalvos; PA OR: Pesca Artesanal de Otros Recursos; ACUIC: Acuicultura; BC AT: Buceo Autorizado de taquilla; BC NA: Buceo No Autorizado; ST T: stock de taquilla; INV: Invertebrados; PROD: Productividad primaria; NA CE: Naves cerqueras; PRECI: Precipitaciones; ESC: Escorrentía; URB: Urbanización; CELU: Celulosa; CONT: Concentración de Contaminantes en el agua; CORR: Corrientes; EM MA: Embarcaciones Mayores; PLT OR: Planta de procesos para otros recursos; FORE: Forestal; INFR: Infraestructura; DEM E: Demanda externa; PLA: Planta de proceso; \$MT/O: Precio de mercado en relación a otro recurso; CU AC: Cumplimiento de acuerdos; SUBP: Subsecretaría de pesca y acuicultura (SUBPESCA); REG: Regulación.

### 5.3. Análisis de estabilidad.





## 6. COMENTARIOS FINALES

---

La modelación cualitativa de este sistema de pesca, como una primera herramienta que facilita la incorporación del EEMP, da cuenta de la integración que existe entre los componentes social, ambiental, y económico para el sistema de pesquería de huepo, navajuela y taquilla del Golfo de Arauco. El trabajar para ello junto a los integrantes de la mesa público privada, compuesta por buzos mariscadores, actores de entidades de gobernanza como SERNAPESCA, SUBPESCA y la armada, junto a representantes de plantas de proceso e investigadores del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), contribuye no sólo al levantamiento de información, sino que, además de aportar en el desarrollo de capacidades, genera algún sentido de identificación con el sistema descrito. Este último aspecto es muy importante a la hora de hacer efectivo el EEMP, 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 asociada al incumplimiento de acuerdos, esta variable es clave ya que aporta a la inestabilidad del sistema. Incorporar programas de educación, y mantener la fiscalización sobre buzos no autorizados puede ayudar a favorecer las buenas prácticas y el cumplimiento de acuerdos. Por otro lado, un mejoramiento en la estructura portuaria podría favorecer una mayor comercialización del recurso taquilla. Esto propiciaría la diversificación de los pescadores a otros recursos de interés dentro de la misma localidad, quitando presión a los recursos mayormente explotados: huepo y navajuela.



## 7. REFERENCIAS

---

- Bergold, J. & Thomas, S. (2012). Participatory Research Methods: A Methodological Approach in Motion. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, [S.l.], v. 13, n. 1, jan. 2012. ISSN 1438-5627. Available at: <<http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1801/3334>>. doi:<http://dx.doi.org/10.17169/fqs-13.1.1801>.
- 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 JM, Luh H-K, Li HW, Rossignol PA (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/docrep/pdf/010/i0163e/i0163e.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/fishery/publications/technical-guidelines/es>
- FAO. (2008), Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 1. FAO. 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. Roma, 88p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i0151s.html>
- FAO. (2010). Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No 4, Supl. 2, Add. 2. La ordenación pesquera. 2. El enfoque ecosistémico de la pesca 2.2 Dimensiones humanas del enfoque ecosistémico de la pesca. Roma, 94p. <http://www.fao.org/3/a-i1146s.html>
- FAO. (2015). Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina, por Omar Defeo. *FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura* No. 592. Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4775s.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>
- Garcia, 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>
- 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.
- 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.
- 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](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/icesjms/fsu015>
- Ortega Uribe, 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 ELECTRÓNICAS:

- [http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020\\_documento.pdf](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/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](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>



**ANEXO 1.  
NÓMINA DE MIEMBROS EX MESA DE TRABAJO PÚBLICO-PRIVADA GOLFO DE ARAUCO**

<b>Institución</b>	<b>Titular</b>	<b>Suplente</b>
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura DZP VIII	Carlos Veloso	
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Oficina Central)	Gabriel Jerez	María Alejandra Pinto
Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura	Rodrigo Valencia	Claudio Leiva
Municipalidad de Arauco	Simón Muñoz	Natalia Sánchez
Municipalidad de Coronel	Patricio Alarcón	Leticia Carrasco
Municipalidad de Lota	Grecia Quiero	Marco Soto
Seremi de Medio Ambiente	Marcela Prado	Cristian Cornejo
Conadi	Gonzalo Toledo	Juan Paillalef
Comisión Regional de Uso del Borde Costero	Loredana Díaz	Héctor Fierro
Capitanía de Puerto Lota	Norman Ahumada	
Representante de pesca artesanal Arauco	Marcelo Aliaga	César Lagos
Representante de pesca artesanal Santa María Norte	Alejandro Silva	Augusto Silva
Representante de pesca artesanal Santa María Sur	Jaime Cuchipec	Carlos Flores
Representante de comunidades Lafkenches	NavorMaril	
Representante de pesca artesanal Laraquete	Juan Morales	
Representante de pesca artesanal Llico	Cipriano Orellana	
Representante de pesca artesanal Punta Lavapié	Alejandro Salas	
Representante de pesca artesanal Rumena	Nataly Toledo	Rodrigo Fernández
Representante de pesca artesanal Tubul	Miguel Silva	Mónica Carrillo
Representante de pesca artesanal Tubul	Eugenio Ulloa	Teodoro Leal
Representante de plantas de procesos	Rodrigo Parra	Eduardo Rodas



## ANEXO 2 PARTICIPANTES TALLERES CONSTRUCCIÓN MODELOS CUALITATIVOS

TALLER MODELAMIENTO CUALITATIVO ARAUCO, REGIÓN DEL BIOBÍO – 8 AGOSTO, 2018

INSTITUCIÓN	NOMBRE REPRESENTANTE
PESCADORES ARTESANALES - LAFKENCHE	NavorMaril
PESCADORES ARTESANALES - LLICO	Cipriano Orellana
PESCADORES ARTESANALES - RUMENA	Rodrigo Fernandez
PESCADORES ARTESANALES - TUBUL	Teodoro Leal
CONADI	Juan Paillalef
SUBPESCA DZP VIII REGIÓN	Carlos Veloso
SUBPESCA	Gabriel Jerez
ARMADA	Gustavo Mendoza
ARMADA	Bernardo Ramírez San Martín
MUNICIPALIDAD DE LOTA	Grecia Quiero
IFOP	Nelson Salas
IFOP	Carlos Montenegro
IFOP	Nancy Barahona
IFOP	Leslie Garay-Narváez
IFOP	Ros Garay-Flühmann
INPESCA	Héctor Medina
INPESCA	Roberto San Martín

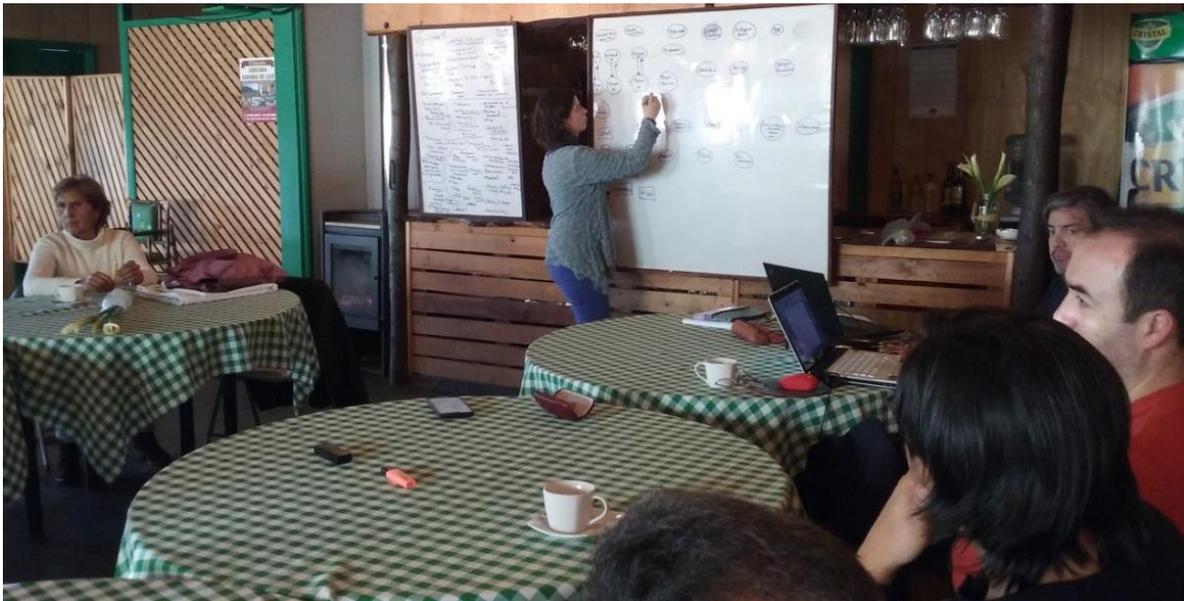


**TALLER DE PESQUERÍA**  
 "CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CUALITATIVO A PARTIR DEL CONOCIMIENTO DE LOS USUARIOS - MESA DE TRABAJO PESQUERÍA DE HUEPO Y NAVAJUELA GOLFO DE ARAUCO"

Proyecto: "Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees".  
 Golfo de Arauco, miércoles 8 de agosto de 2018  
 LISTADO DE ASISTENTES

NOMBRE	INSTITUCION A LA QUE PERTENECE	FIRMA
Nelson Salas J.	IFOP Hueso	[Firma]
NANCY BARAHONA T.	IFOP	[Firma]
Gabriel Jerez	SSPA-UNE	[Firma]
Hector Mestral T	INPESCA	[Firma]
Carlos Veloso R.	Subpesca Biobío	[Firma]
Miguel García Salas	Subpesca Biobío	[Firma]
Valerio Alejandro Parody C.	CONADI	[Firma]
Bernardo Ramirez San Martín	GOBIERNO REGIONAL ARAUCO	[Firma]
GUSTAVO TENDEROZA LIRA	SUBPESCA GOBIERNO REGIONAL ARAUCO	[Firma]
[Firma]	INPESCA	[Firma]
Ardo del Pinar U	Redes de Coricón	[Firma]
[Firma]	Calca Lira	[Firma]
[Firma]	A.G.P. Tolón	[Firma]
[Firma]	Unidad Patrimonial de Cotes	[Firma]
[Firma]	INPESCA	[Firma]

Galvo Caray H.	INPESCA IFOP	[Firma]
Rodrigo Fernández Saez	Sindicato RUMEM	[Firma]
Carlo Montenegro S.	IFOP	[Firma]
Romero Quiroz Guillermo	IFOP	[Firma]



Taller Modelamiento Cualitativo, Golfo de Arauco, Región del Biobío, 8 agosto , 2018





NÓMINA PARTICPANTES TALLER DE VALIDACIÓN ARAUCO, REGIÓN DEL BIOBÍO –

27 septiembre, 2018.

INSTITUCIÓN	NOMBRE REPRESENTANTE
PESCADORES ARTESANALES - LARAQUETE	Juan Morales
PESCADORES ARTESANALES - LLICO	Cipriano Orellana
PESCADORES ARTESANALES - PUNTA LAVAPIE	Alejandro Salas Salas
PESCADORES ARTESANALES - RUMENA	Rodrigo Fernández
PESCADORES ARTESANALES - TUBUL	Teodoro Leal
PLANTAS DE PROCESO	Mario Del Pino
SUBPESCA DZP VIII REGIÓN	Carlos Veloso
SUBPESCA DZP VIII REGIÓN	Ana Chávez Díaz
SUBPESCA	Gabriel Jerez
IFOP	Sergio Mora
IFOP	Nancy Barahona
IFOP	Leslie Garay-Narváez
IFOP	Ros Garay-Flühmann

Fecha: Jueves, 27 de septiembre, 2018  
Lugar: Quincho Restorán, Arauco

NOMBRE COMPLETO	SERVICIO/GREMIO	EMAIL	TELÉFONO
Sergio Mora	IFOP	Sergio.mora@ifop.cl	9447474
NANCY BARAHONA	IFOP	nancy.barahona@ifop.cl	
Mario del Pino		MdelPino@Bdlnaval.cl	946379
Juan Outeza	IFOP	juan.outeza@ifop.cl	989385
Alejandro Salas Salas			9303973
Gabriel Jerez A	SSP-ORB	gjerez@subpesca.cl	32-25027
Ana Chávez Díaz	Subpesca	achavez@subpesca.cl	32-25027
Rodrigo Fernández	Representante Lico	Rfernandez@llico.cl	992376
Teodoro Leal	Representante Tubul	Tleal@tubul.cl	98763519
Juan Morales	Com. Pesca Laraque		9277828
Teodoro Leal	P.G. Tubul	M.Paraadores.Tubul@gmail.com	96972270

\*Avanzar hacia la sustentabilidad de las pesquerías basados en el Enfoque Ecosistémico del Manejo de las Pesquerías mediante la investigación científica en el Comité de Manejo de Recursos Benthicos\*

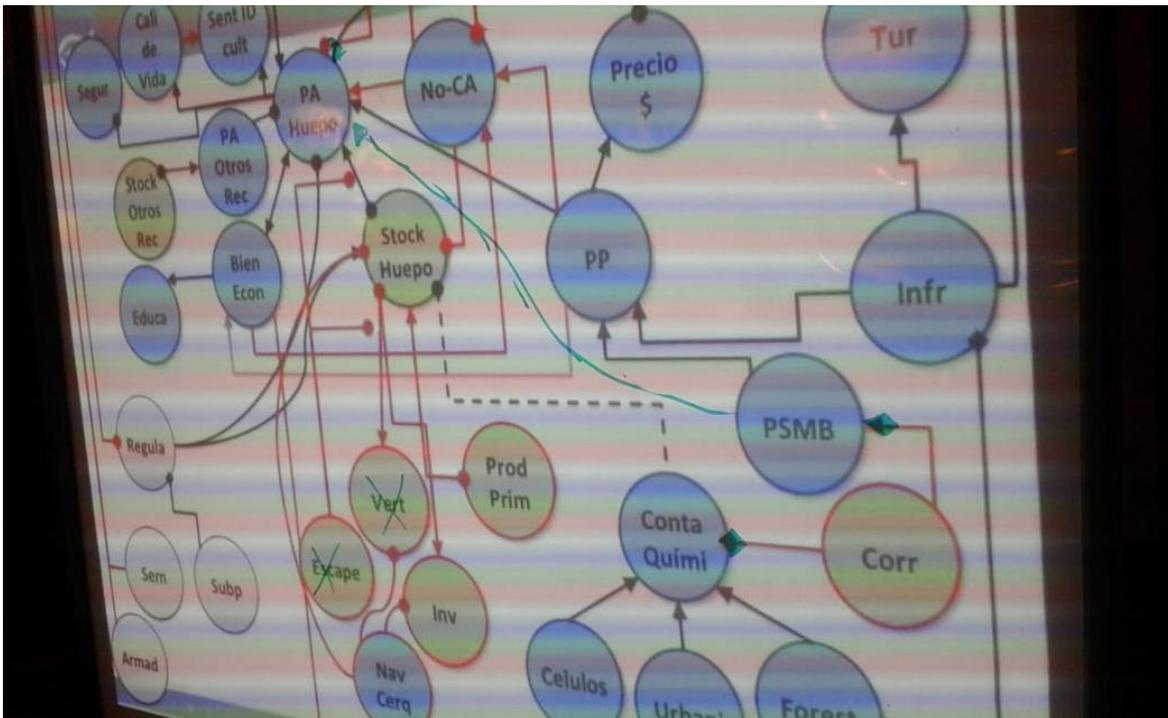
Fecha: Jueves, 27 de septiembre, 2018  
Lugar: Quincho Restorán, Arauco

TALLER: CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CUALITATIVO A PARTIR DEL CONOCIMIENTO DE LOS USUARIOS COMITÉ DE MANEJO HUEPO, NAVAJUELA Y TAQUILLA, GOLFO DE ARAUCO

NOMBRE COMPLETO	SERVICIO/GREMIO	EMAIL	TELÉFONO
Carlos Veloso	Subpesca	cveloso@subpesca.cl	32210000
Ros Garay-Flühmann	IFOP	ros.garay@ifop.cl	9-776677
Leslie Garay	IFOP	(SIN) wlgaray@bolivia.com	99439



Participantes en Taller de validación Modelo Cualitativo, Golfo de Arauco, Región del Biobío, 27 septiembre, 2018



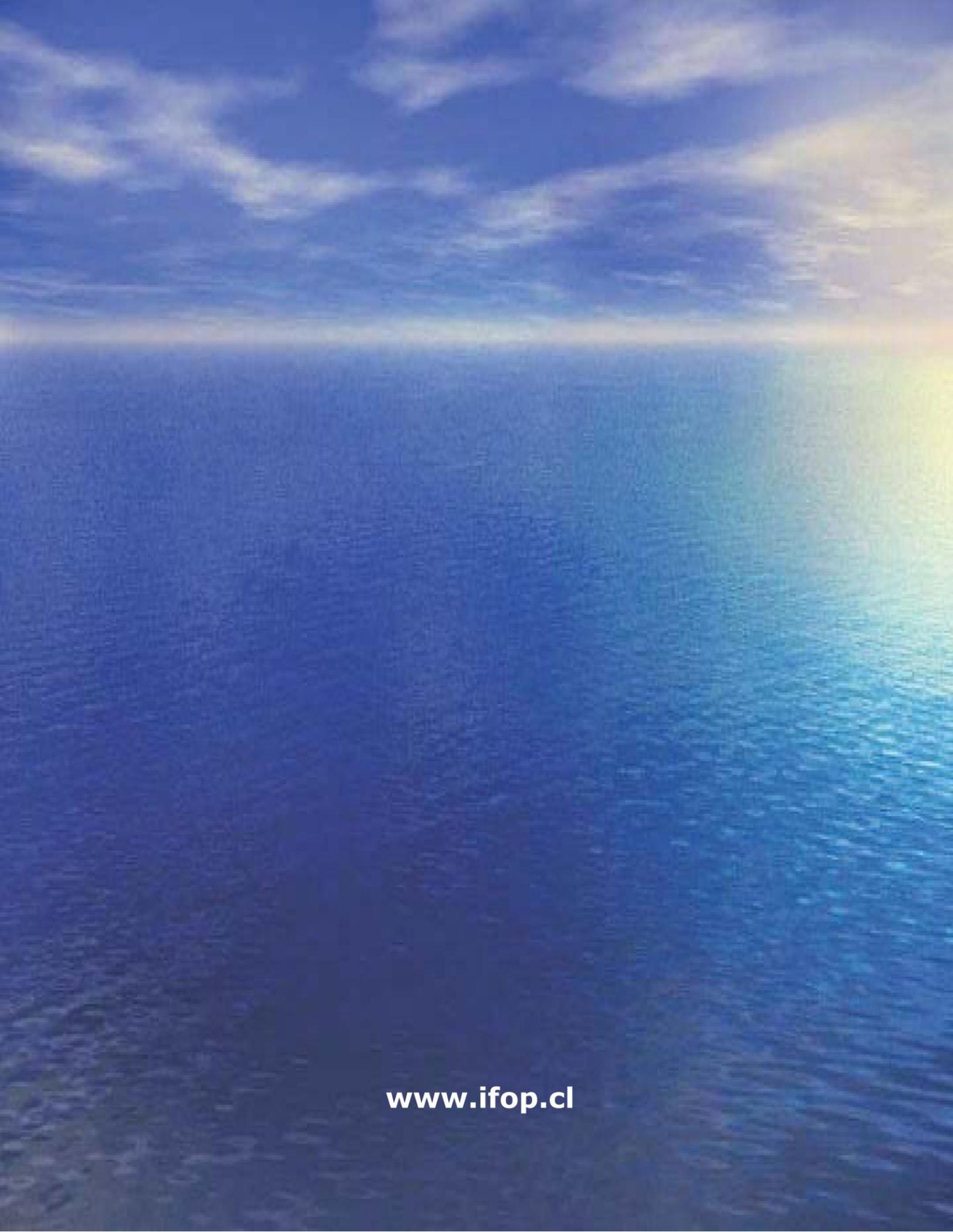
Validación de dígrafos signados, Golfo de Arauco, Región del Biobío, 27 septiembre, 2018



---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
Almte. Manuel Blanco Encalada 839,  
Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)