

UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ

TESIS DE MAGÍSTER

INDICADORES DE IMPACTO SOCIOECONÓMICOS DE LAS FLORACIONES ALGALES NOCIVAS EN CHILE

Autor:

JOSÉ CLEMENTE WILLIAMSON

Profesor Guía:

RAÚL O'RYAN

*TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO
AMBIENTE Y AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CON MENCIÓN EN
ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE*

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Santiago, Chile 2023

UAI

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y
CIENCIAS

RESUMEN

Las floraciones de algas nocivas (FAN) han causado graves daños a la salud y al ecosistema circundante. Se han tomado diversas medidas para mitigarlos, que a su vez tienen importantes repercusiones socioeconómicas en las poblaciones afectadas. Existe poca información respecto de estos impactos, tanto en su identificación como de su cuantificación. Por este motivo, en esta tesis se elabora en primer lugar una lista de impactos multidimensionales de las FAN basada en una revisión documental del estado del arte en este tema, complementada con un trabajo en terreno con encuestas y entrevistas realizado en paralelo por otro equipo de investigación. Luego, se propone y aplica una metodología para identificar una lista corta de indicadores socioeconómicos que permitan cuantificar estos impactos a nivel comunal en Chile. En base a estos, se miden algunos impactos del evento FAN del año 2016 para 3 comunas de la Región de Los Lagos y se analizan estadísticamente los indicadores para otros eventos FAN en la Patagonia chilena. Los resultados muestran la factibilidad de construir un sistema de indicadores capaz de medir impactos de las floraciones algales nocivas. Sin embargo, es importante señalar que no existe una causalidad directa entre las FAN y las variaciones en los indicadores.

Palabras Clave

Patagonia chilena; marea roja (FAN); impactos socioeconómicos; indicadores

ABSTRACT

Harmful algal blooms (HABs) have caused serious damage to health and the surrounding ecosystem. Various measures have been taken to mitigate these, which in turn have important socioeconomic impacts on the affected populations. There is little information on these impacts, both in terms of identification and quantification. For this reason, this thesis first develops a list of multidimensional impacts of HABs based on a desk review of the state of the art, complemented by field work with surveys and interviews carried out in parallel by another research team. Then, a methodology is proposed and applied to identify a short list of socioeconomic indicators that would allow quantifying these impacts at the communal level in Chile. Based on these, some impacts of the 2016 HAB event are measured for 3 communes of the Los Lagos Region and indicators for other HAB events in Chilean Patagonia are statistically analyzed. The results show the feasibility of building a system of indicators capable of measuring HAB impacts. However, it is important to note that there is no direct causality between HABs and variations in the indicators.

Keywords

HAB (harmful algal blooms); Chilean Patagonia; socioeconomic impacts; indicators

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1. ¿Qué son las FAN?	7
2.1.1. Causas Naturales y Antropogénicas de las FAN	8
2.1.2. Naturalezas de los Eventos FAN	9
2.1.3. Clasificación de las Especies Tóxicas: Tipos de Algas y Tipos de Envenenamientos	10
2.2. Contexto de las FAN en el Mundo y en Chile	13
2.2.1. En el mundo	13
2.2.2. FAN en las Costas Chilenas	19
2.3. Estado del Arte Impactos de las FAN	25
2.4. Revisión de la Literatura de Indicadores	36
2.4.1. Indicadores Vinculados a la Pesca y Acuicultura	36
2.4.2. Indicadores en Diferentes Contextos	39
2.5 Revisión de Bases de Datos de Información de Indicadores para Chile	44
III. MARCO TEÓRICO	49
3.1. Contextualización y Marcos Conceptuales de Indicadores	49
3.2. Concepto de Indicadores de Impacto Socioeconómicos	62
3.2.1. Concepto de Impacto	62
3.2.2. Indicadores Económicos y Sociales	64
3.2.3. Indicadores de Impacto	68
3.2.4. Indicadores de Impacto Socioeconómicos de las FAN (Evaluación Conceptual)	72
IV. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	73
4.1. Hipótesis	73
4.2. Objetivo General	73
4.3. Objetivos Específicos	73
V. METODOLOGÍA	74
5.1. Definición Participativa de Dimensiones de Impacto	74
5.2. Lista Corta de Indicadores de Impacto Socioeconómicos de las FAN para Chile	77
5.3. Metodología de Análisis Cuantitativo de Impacto de Eventos FAN en Chile	82
5.3.1. Metodología de Análisis de Impacto FAN 2016 en Comunas de la Región de Los Lagos	82
5.3.2. Metodología de Análisis Estadístico de Impacto FAN en la Patagonia Chilena	85
VI. RESULTADOS	87

6.1. La Multidimensionalidad de los Impactos de las FAN	87
6.1.1. Ámbitos y Sub-ámbitos de Impactos de las FAN	87
6.1.2. Tabla multidimensional de impactos.....	89
6.2. Lista Mediana y Corta de Indicadores	92
6.2.1. Lista Mediana de Indicadores	92
6.2.2. Lista Corta de Indicadores (Lista Final)	96
6.3. Impacto de Eventos FAN Mediante Indicadores	98
6.3.1. Impacto FAN 2016 en Calbuco, Castro y Quellón: Indicadores y Gráficos.....	98
6.3.2. Impacto de 3 Eventos FAN en la Patagonia Chilena	102
VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	104
7.1. La Multidimensionalidad de los Impactos de las FAN	104
7.2. Análisis y Caracterización de la Lista Corta y Mediana de Indicadores Socioeconómicos de Impacto de las FAN para Chile	110
7.3. Análisis Cuantitativo de Impacto de Eventos FAN en la Patagonia Chilena	112
7.3.1. Análisis de Impacto FAN 2016 en Calbuco Castro y Quellón Mediante Indicadores	112
7.3.2. Análisis Estadístico de Impacto de Eventos FAN en la Patagonia Chilena	116
VIII. CONCLUSIONES	119
IX. RECOMENDACIONES	121
X. BIBLIOGRAFÍA	123

I. INTRODUCCIÓN

La zona costera desempeña un papel esencial al proveer una amplia variedad de servicios ecosistémicos y beneficios para las comunidades. Estos beneficios incluyen el suministro de alimentos, medicinas naturales y actividades socioeconómicas como la pesca, la acuicultura y el turismo, que fomentan el desarrollo urbano. Además, los ecosistemas costeros tienen un valor intangible, ya que fortalecen la identidad y el sentido de pertenencia de las comunidades, preservan tradiciones culturales y espirituales, y generan impactos psicológicos positivos asociados a las experiencias en la naturaleza, como beneficios para la salud mental y alivio del estrés.

Sin embargo, cualquier evento catastrófico o de impacto negativo que afecte a estos ecosistemas costeros puede generar consecuencias significativas y perjudiciales para los seres humanos y su entorno. En este caso, se refiere a las posibles presencias de Floraciones de Algas Nocivas (FAN) que las comunidades costeras pueden experimentar. Las actividades y servicios costeros son fundamentales en la vida de las personas y comunidades, por lo que resulta crucial identificar, comprender y evaluar los impactos potenciales que las FAN pueden generar.

El problema radica en que las FAN pueden causar un gran daño en los ecosistemas y en las sociedades. Como investigadores científicos, nos interesa contribuir con información que permita buscar soluciones y reducir los daños que las FAN causan en la vida de las personas. Para este problema, se ha identificado una brecha de conocimientos y una falta de información sistemática y ordenada sobre la multidimensionalidad de los impactos. Hasta el momento, no existen indicadores capaces de medir los impactos de manera efectiva.

En esta memoria, el objetivo es generar un proceso vital para las personas e instituciones afectadas, que resulte en una lista sistemática de impactos multidimensionales de las FAN, así como indicadores de impacto socioeconómicos para su cuantificación. Esto permitirá mejorar la toma de decisiones y la gestión frente a los eventos, con el fin de disminuir los impactos presentes, prevenir daños futuros frente a otros episodios y fomentar la adaptabilidad del sector o región a los desafíos de las FAN.

La contribución científica de esta tesis radica en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, se centra en la comprensión de la multidimensionalidad de los impactos de las FAN. Por otro lado, se enfoca en la observación y análisis de indicadores con el fin de identificar la magnitud de dichos impactos. Esto será de utilidad para desarrollar políticas que aborden los ámbitos de impacto afectados e implementar medidas en las localidades para reducir sus vulnerabilidades y contribuir al desarrollo de ciudades resilientes. Los indicadores también permiten una mayor precisión si se quiere calcular o estimar la probabilidad de ocurrencia de FAN o de sus impactos. Por ejemplo, si una comunidad o localidad ha enfrentado impactos significativos por eventos de FAN en el pasado, es más propensa a sufrir eventos similares en el futuro, lo que aumenta su riesgo potencial. Esta comprensión es crucial para la planificación y preparación ante eventos de FAN.

La metodología seguida en esta tesis consiste en una revisión exhaustiva de la literatura sobre los impactos de las FAN y posibles indicadores para medirlos (revisión “top-down”), junto con un levantamiento de los impactos de las FAN a través de encuestas y entrevistas (“bottom-up”). Posteriormente, se seleccionan los indicadores mediante criterios rigurosos para medir dichos impactos.

La estructura de la tesis se compone de la parte previa y teórica que son los capítulos de revisión de la literatura y marco conceptual, luego las dos secciones que le siguen son acerca de la hipótesis, objetivos del trabajo y metodología para el desarrollo de los objetivos, luego, los dos siguientes apartados son los resultados de estas metodologías junto con sus análisis, luego se concluye y se realizan recomendaciones para el lector, y se cierra con la bibliografía. Los detalles de la estructura se encuentran en el índice.

Es importante destacar que los impactos identificados en esta tesis abarcan una amplia gama de posibles impactos a nivel mundial, respaldados por la literatura y la experiencia recopilada en Quellón, Chile. Se centran en los aspectos socioeconómicos, incluyendo los ámbitos económicos, sociales, culturales, comunitarios, psicológicos y de salud (excluyendo los impactos medioambientales). Los indicadores se desarrollan para medir el impacto a nivel comunal y se pueden aplicar en todas las comunas de Chile, especialmente en aquellas ubicadas en la Patagonia chilena. Cabe destacar que los indicadores se construyen utilizando datos existentes y sus análisis y significados pueden estar influenciados por otras causas también.

Con esta investigación, se busca proporcionar herramientas y conocimientos para contribuir a una comprensión y gestión más efectiva de los impactos de las FAN, con el objetivo de proteger a las comunidades costeras y promover la resiliencia en un contexto de cambio climático.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En esta sección, se presenta un resumen de los estudios e investigaciones anteriores relacionados con las FAN. Se abordan aspectos como su definición, causas, la naturaleza de los eventos, la clasificación de las algas involucradas y los diversos tipos de envenenamientos asociados. Además, se contextualiza el fenómeno a nivel mundial y en Chile, destacando eventos relevantes en la historia, pérdidas económicas significativas, la frecuencia de estos eventos, entre otros. De manera crucial para abordar los [objetivos](#) de esta tesis, se desarrolla un estado del arte sobre los impactos de las FAN, se realiza una revisión de literatura de indicadores, y se examinan las bases de datos disponibles de información de indicadores para Chile.

2.1. ¿Qué son las FAN?

La FAN, conocida como Floraciones Algas Nocivas, se refiere a la expansión descontrolada de algas marinas que generan daños en los ecosistemas. Algunas personas lo conocen como eventos de “Marea roja” pues en un pasado se utilizaba mucho ese término.

La Marea roja es un fenómeno que consiste en la proliferación de algas que contienen pigmentos provocando una coloración que se expande a través de las corrientes y mareas. La coloración depende del pigmento, siendo rojas en determinadas regiones, de allí su nombre.

Estos eventos han estado presentes a lo largo del transcurso de la historia de la vida en cuanto las circunstancias lo permiten. Hace varios años que en Chile existe registro de la observación de estos eventos. El primer evento reportado según (Rodríguez, 1985) fue por *Poepping* el año 1827. *Charles Darwin* fue otro de los primeros en observar estos eventos, fue en el año 1835 y lo describe en su libro “Darwin en Chile (1832-1835) Viaje de un naturalista alrededor del mundo”(Darwin et al., 1996).

La importancia que se le ha dado a la Marea roja es que esta puede ser nociva provocando daños a los ecosistemas, además, la proliferación de algas no necesariamente tiñe el agua, hay algunas que son incoloras. Es por ello, por lo que el nombre que se le atribuye hoy en día a la proliferación de algas que son nocivas e independientes de su reacción de colorear el agua, es de “FAN” (Floraciones Algas Nocivas). Se datan a nivel histórico en Chile las primeras intoxicaciones por consumo de moluscos en la Patagonia por exploradores a finales del siglo XVI (1584 – 1599) (Henry, 1774; Kerr, 1824) que hoy en día se podría decir que esas intoxicaciones se debieron a eventos FAN.

Según el equipo TI-FAN del (CR)²¹ la FAN es:

“Las floraciones algales nocivas son un proceso natural que conlleva cambios en la composición y estructura de la comunidad planctónica debido a causas multifactoriales, donde uno de sus miembros (sea o no productor de toxinas) alcanza mayores valores de abundancia (por encima de un valor medio) en un corto período de tiempo, produciendo impactos sistémicos negativos en los socio-ecosistemas costeros frente a los cuales, el Estado y la sociedad, en su conjunto, deben responder con una adecuada gobernanza para mitigar y aminorar dichos impactos”²

¹ <https://www.cr2.cl/acerca-del-cr2/>

² <https://www.cr2.cl/tema-integrativo-floraciones-algas-nocivas/>

2.1.1. Causas Naturales y Antropogénicas de las FAN

Se reconocen dos categorías de causas asociadas a las FAN: causas naturales y causas antrópicas. Ambos tipos tienen su origen en un exceso de fotosíntesis que propicia la proliferación de algas.

a. Causas Naturales

Las variables atmosféricas y oceanográficas juegan un papel importante en acelerar las floraciones algales. Entre ellas se encuentran las sequías, días soleados, altas temperaturas, estabilidad del agua y la presencia o ausencia de vientos, los cuales varían según la ubicación geográfica.

En períodos de sequía, se favorecen las floraciones algales debido a la reducción de la estratificación por la disminución de la escorrentía y descarga de agua dulce proveniente de los ríos. Esta menor estratificación permite que los nutrientes del fondo asciendan hacia la superficie, promoviendo así el crecimiento de las algas.

La disminución del caudal de agua y la estabilización del agua son factores que contribuyen a la disminución de la circulación estuarina y al aumento de los tiempos de residencia del agua. Este fenómeno es especialmente notable en sistemas acuáticos semicerrados, como canales y fiordos donde se propicia la acumulación de nutrientes para posibles presencias de floraciones.

b. Causas Antropogénicas

Las causas antropogénicas están relacionadas con la eutrofización, un fenómeno impulsado por la introducción excesiva de nutrientes al ecosistema acuático. Entre las fuentes de nutrientes que estimulan la proliferación de algas se encuentran las aguas residuales, la deposición atmosférica, el flujo de agua subterránea, la escorrentía y la descarga de la agricultura y la acuicultura (Burkholder, 2002).

Un ejemplo destacado es la influencia de la salmonicultura en la eutrofización. Los desechos generados por los salmones, como el nitrógeno orgánico, disuelto y particulado, se descomponen en compuestos orgánicos e inorgánicos, como la urea, amonio o nitratos, que estimulan el crecimiento de la microbiota y promueven la proliferación de algas. Además, estos nutrientes no son intercambiados según la tasa de ingreso de agua a los fiordos ya que la cantidad de nutrientes provenientes de la salmonicultura es significativamente mayor que la que naturalmente se recibe a través de la escorrentía o la descarga de los ríos pudiendo agravar el desequilibrio del ecosistema y produciéndose una acumulación excesiva en los fiordos. Por lo tanto, es esencial considerar la “capacidad de carga” del ecosistema acuático al trabajar o instalar centros de salmonicultura para evitar la sobreexposición de nutrientes y sus consecuencias negativas en el entorno marino.

2.1.2. Naturalezas de los Eventos FAN

La proliferación de algas nocivas puede tener efectos perjudiciales debido a diversas razones, siendo las más frecuente y relevantes las primeras tres que se nombran a continuación.

- Primero, estas pueden producir toxinas que son liberadas a las aguas. Estas toxinas pueden acumularse en organismos, habitualmente en mariscos, representando un riesgo para la salud humana
 - Algunas algas pueden liberar toxinas al medio ambiente en forma de aerosoles, sin embargo, su frecuencia e impactos son muy escasos y reducidos
- En segundo lugar, las algas nocivas pueden asfixiar a los peces de cultivo mediante la obstrucción mecánica de sus branquias. Esto puede ocasionar mortalidades masivas (generalmente de peces) en las zonas afectadas.
- Tercero, por drástica reducción en los niveles de oxígeno disuelto en el agua. Esto puede llevar también a las muertes masivas
- También, pueden decolorar el agua indicando la posible presencia de toxinas. Estas se pueden acumular en las costas y contaminar el agua representando un peligro para la salud y el medio ambiente
- Por último, algunas floraciones producen espumas no tóxicas llamadas mucílagos. Aunque no son nocivas, afectan el valor recreativo de las áreas donde ocurren, alterando la experiencia y la calidad del agua

Con respecto a lo anterior, cada evento FAN se identifica según la naturaleza del evento, estas pueden ser las siguientes:

- Decoloración del agua
- Toxinas en los productos de mar, o comúnmente “toxinas de los mariscos”
- Alta concentración de fitoplancton
- Mortalidades masivas
- Espuma/mucílago en las costas

Cabe mencionar que un evento FAN puede incluir más de una naturaleza al mismo tiempo.

2.1.3. Clasificación de las Especies Tóxicas: Tipos de Algas y Tipos de Envenenamientos

A continuación se describe los tipos de algas involucradas y los tipos de envenenamientos existentes.

a. Tipos de Algas

En el estudio por (Sunesen et al., 2021) sobre la frecuencia y especies que participan en los eventos FAN en Latinoamérica según las bases de datos OBIS³ y HAEDAT⁴, se identifican 6 tipos de algas nocivas:

- **Dinoflagellates**, en español “Dinoflagelados”: Es el tipo con mayor cantidad de especies incluso son las más frecuentes. En el estudio se citan han alrededor de 60 especies tóxicas que han tenido eventos en Latinoamérica de las cuales las mayorías y las más conocidas son las de tipo *Alexandrium*. Las especies siempre van acompañadas de un apodo que hace referencia a la subespecie, en este caso una de las más referentes es la *Alexandrium catenella* conocida por ser productora de toxinas paralizantes. Otras especies bien frecuentes son *Gymnodinium catenatum* y *Dinophysis acuminata*, esta última conocida por ser productora de toxinas diarreicas
- **Diatoms**, en español “Diatomeas”: Todas las encontradas son del tipo *Pseudo-nitzschi* conocidas por ser productoras del Ácido Domoico que causa intoxicación amnésica de los mariscos. Se identificaron alrededor de 20 especies que causaron eventos de FAN en Latinoamérica
- **Haptophytes**, en español “Haptofitas”: En el estudio se mencionan sólo 5 especies hasta el momento con registros en Latinoamérica y no son tan comunes
- **Raphidophyceans**, en español “Rafidofíceas”: El estudio propone 6 tipos distintos, de las cuales una de ellas es la *Heterosigma akashiwo* muy conocida por sus impactos en la salmonicultura. También bastante comunes están las de tipo *Chatonella*
- **Dictyochophyceae**, en español “Dictyochophyceae”: Se identificaron 2 la cual la *Pseudochattonella Verruculosa* es muy conocida por generar muertes masivas
- **Cyanobacteria**, en español “Cianobacteria”: se citan 5 especies y son menos frecuentes

b. Tipos de Envenenamientos

Con respecto a la clasificación según el tipo de envenenamiento, estos suelen clasificarse en 6, aunque puede ser 7 si se incluye a las cianobacterias. Todas sus características: parámetros, lugares en donde recurrentemente se encuentran, consecuencias de estas, su biología molecular, sus

³ <https://obis.org/>

⁴ <http://haedat.iode.org/>

regulaciones, los casos históricos, etc., se pueden encontrar en la “FAO”⁵. La “FDA” proporciona también varias de estas características, enfocándose principalmente en sus regulaciones y políticas⁶⁷.

1. **VPM: Veneno Paralizante de los Mariscos**, o en inglés “Paralytic Shellfish Poisoning” (PSP)
 - Las toxinas de PSP son producidas principalmente por dinoflagelados del tipo *Alexandrium*
 - Tiene varias toxinas de las cuales la Saxitoxina o STX es la más importante
 - Consecuencias como el bloqueo de los impulsos nerviosos, surgen hormigueos, puede causar parálisis en los intoxicados, insuficiencia respiratoria y pueden llegar a ser letales. Los síntomas se sienten desde los primeros minutos desde haberlas consumido hasta una hora, y los efectos duran hasta 2 días
 - La regulación de los mariscos es de 80ug STX/100g carne, o (400MU /100g) en la mayoría de los países del mundo
2. **VDM: Veneno Diarreico de los Mariscos**, o en inglés “Diarrhetic Shellfish Poisoning” (DSP)
 - Producido por los dinoflagelados perteneciente a los géneros *Dinophysis* y *Prorocentrum* siendo la primera las más comunes
 - Las toxinas relacionadas al VDM se dividen en 3 grupos dependiendo de su estructura química.
 - La primera es del grupo de las toxinas ácidas llamadas Ácido Okadaico o en inglés “Okadaic Acid” (OA) como también sus derivados llamados *dynophysistoxinas* (dtxs).
 - El segundo grupo, toxinas neutrales, pertenecen al grupo de las *pectenotoxinas* (ptxs)
 - El tercer grupo corresponde a las *yessotoxinas* (ytxs)
 - Los síntomas son diarrea, náuseas, vómito y dolor abdominal empezando desde 30 minutos a unas pocas horas después de haberlas consumido hasta la completa recuperación dentro de 3 días. Esta no es letal.
 - En Europa se ocupa una regulación de 160mg OA eq /Kg de marisco, o (40 MU/Kg)
3. **VAM: Veneno Amnésico de los Mariscos**, o en inglés “Amnesic Shellfish Poisoning” (ASP). También y menos conocido como “Domoic acid poisoning” (DAP) por que no necesariamente presentan amnesia
 - Producido por Diatomeas de los géneros *Pseudo-nitzschia*
 - La toxina es el Ácido Domoico, o en inglés Domoic Acid (DA)
 - Sus síntomas son la pérdida de memoria a corto plazo, náuseas, diarrea, vómitos y dificultades respiratorias. Los síntomas empiezan unas horas después de haberlas consumido y puede durar hasta años
 - En la regulación de Estados Unidos, se considera tóxico cuando la concentración es mayor o igual a 20mg de DA /Kg de carne

⁵ <https://www.fao.org/3/y5486e/y5486e00.htm>

⁶ <https://www.fda.gov/food/federalstate-food-programs/national-shellfish-sanitation-program-nssp>

⁷ <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-05/documents/guidance-control-marine-biotoxins-seafood-5-23-2019.pdf>

- 4. VNM: Veneno Neurotóxico de los Mariscos**, o en inglés “Neurotoxic Shellfish Poisoning” (NSP)
- Producidas por los dinoflagelados *Karenia breve*. Esta alga ha sido conocida por varios nombres a lo largo de su historia. Actualmente, después del año 2000 se le denomina *karenia breve*, pero anteriormente se le conocía como *Gymnodinium breve*, y en ocasiones, también se hacía referencia a ella como *Ptychodiscus breve*. En algunas instancias, la palabra *breve* ha sido mencionada como *brevis*
 - Las toxinas referentes son las brevetoxinas
 - Los síntomas empiezan desde 30 minutos hasta 3 horas después de haberlas consumidos y duran hasta 2 días. Estos son náuseas, diarreas, vómitos, baja de presión. En general son de las toxinas menos dañinas. No se han reportado casos de muerte al respecto
 - En USA la regulación es de: 80mg pbt_x-2 /100g (0,8 mg/kg o 20 MU/100g) (pbt_x-2 es una de las brevetoxinas)
- 5. AZP: Azaspiracid Shellfish Poisoning**, o Azaspirácido (AZA)
- Son producidas por los dinoflagelados *Azadinium spinosum* y *Amphidoma*
 - Las toxinas son los Azaspirácidos (AZA)
 - De los síntomas se encuentran: náuseas, vómitos, diarrea y calambres estomacales. Son similares a los síntomas de VDM. No son fatales y la recuperación es hasta 3 días
 - En Europa la regulación es de 160ug AZA /kg molusco
 - Sin embargo, existe poca recaudación de información del envenenamiento por *azpirácidos* pues ha habido muy pocos eventos y casos de personas intoxicadas
- 6. CFP: Ciguatera Fish Poisoning:** El envenenamiento por ciguatera en pescados a diferencia de los otros envenenamientos antes mencionados se da a través del consumo de peces (aunque hay algunos mariscos que pueden contraer tales toxinas)
- La principal alga en cuestión es la *Gambierdiscus toxicus*. Los peces herbívoros involucrados son los *erbivorous Acanthuridae* y *corallivorous Scaridae* (parrot fish)
 - Del alga *Gambierdiscus toxicus* se desprende la principal toxina involucrada que son las Gambiertoxinas, también, esta alga produce Maitotoxinas. Sin embargo, el envenenamiento ocurre por las Ciguatoxinas (CTX)
 - Lo que ocurre, es que peces herbívoros comen algas en los corales ingiriendo Gambiertoxinas, luego estas toxinas se transforman en Ciguatoxinas y finalmente peces carnívoros que se alimentan de los peces herbívoros adquieren las Ciguatoxinas
 - Los síntomas pueden tardar entre 30 minutos a 2 días en comenzar, típicamente los síntomas duran varios días y semanas, aunque hay casos de que perduren por más de 1 año. Los síntomas son gastrointestinales y neurológicos de los cuales el último mencionado tiende a perdurar mucho más que los gastrointestinales
 - En la regulación de USA, sobre 0.1µg /kg C-CTX-1 eq se considera tóxico y con posible presencia de síntomas

2.2. Contexto de las FAN en el Mundo y en Chile

En esta sección, se brinda un contexto integral sobre aspectos fundamentales relacionados con las FAN. Se abordan eventos significativos, impactos y pérdidas económicas relevantes, estadísticas y datos importantes a tener en consideración y otros temas pertinentes, con el objetivo de dotar al lector de conocimientos que faciliten la comprensión del contexto e historia de las FAN a nivel mundial y en Chile.

2.2.1. En el mundo

A continuación se mencionan dos reportes bien interesantes realizados por expertos alrededor del mundo con respecto a temas de importancia de las FAN a nivel mundial.

a. GLOBAL Harmful Algal Bloom STATUS REPORT 2021

UNESCO presentó un reporte (Hallegraeff, 2021) donde actualiza estadísticamente importantes puntos relacionados a las Floraciones Algales Nocivas. Estos eventos están registrados en la base de datos HAEDAT⁸ anotando 9503 eventos entre 1985 y 2018. También, UNESCO ha desarrollado una base de datos HABMAP-OBIS⁹ que provee información biogeográfica de las distintas especies de algas listadas en IOC-UNESCO¹⁰ proveyendo un mapa mundial de los potenciales riesgos relacionadas a las especies tóxicas de algas. Las algas listadas en IOC-UNESCO informa más de 150 especies de algas que causan toxinas. El Sistema de Información de Algas Nocivas o HAIS¹¹ da acceso a información sobre los eventos, sus sistemas de control, uso actual de nombres taxonómicos para las algas, información sobre la biogeografía de las especies de algas. Esta plataforma permite filtrar por el tipo de síndrome, país, región, los componentes afectados (peces, mariscos, aves, humanos, etc.), por la naturaleza del evento (mortalidades masivas, decoloración del agua, etc.), entre otros.

A continuación, se destacan las principales observaciones del informe, que incluyen estadísticas sobre la naturaleza de los eventos, comparaciones de síndromes en diferentes regiones del mundo, correlaciones entre las causas de las FAN y la cantidad de eventos, relaciones entre el tipo de floración y sus impactos, así como la identificación de eventos importantes que han resultado en pérdidas económicas significativas.

❖ En cuanto a la Frecuencia de Eventos Naturales y la Tipología de Síndromes

La siguiente figura muestra proporciones de algunos efectos que supone la FAN con respecto a todos los eventos registrados en HAEDAT entre el 1985 y 2018. En la figura se observa también el porcentaje de participación de los tipos de envenenamiento por toxinas con respecto a los eventos identificados

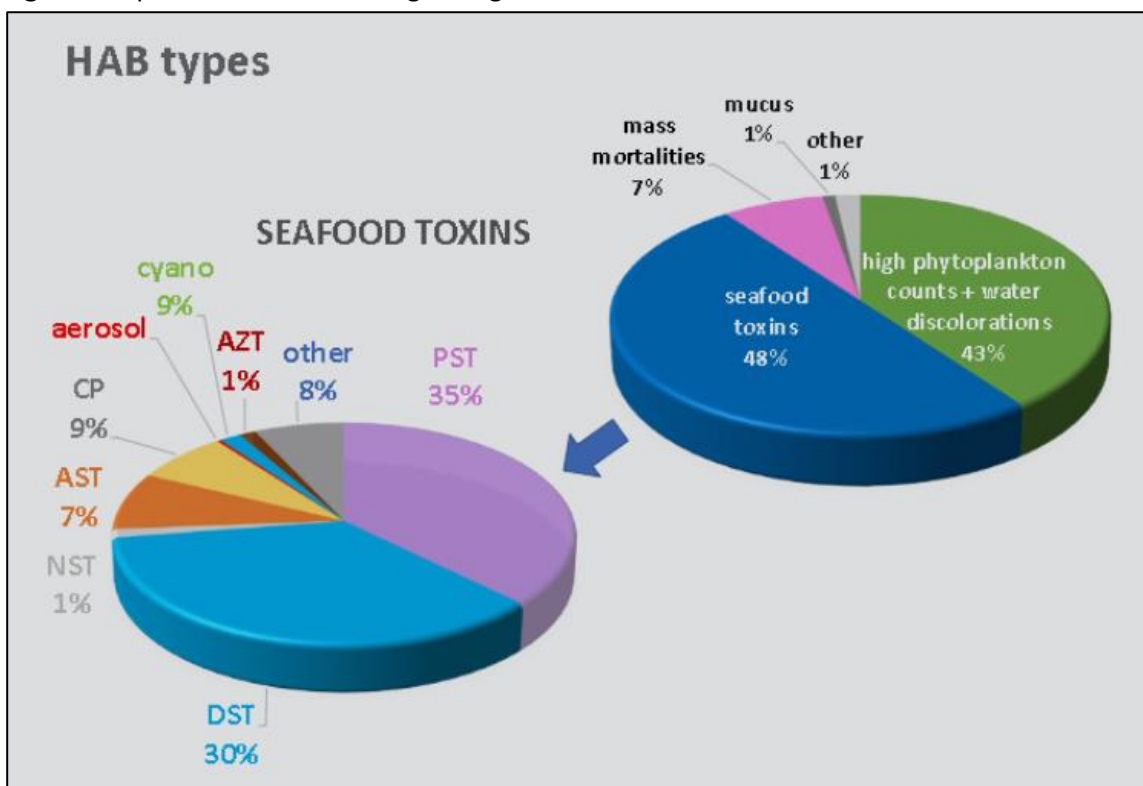
⁸ <http://haedat.iode.org/>

⁹ <https://obis.org/>

¹⁰ <http://marinespecies.org/hab>

¹¹ <https://data.hais.ioc-unesco.org/>

Figura 1: Tipos de Eventos FAN Según Registros de HAEDAT



Fuente: (Hallegraeff, 2021)

Un 48% de los eventos registrados han producido toxinas, un 43% tiene que ver con decoloraciones del agua, 7% tiene como consecuencias mortalidades masivas de plantas o animales y un 2% corresponde a “otros” incluyendo las espumas de mucílago que se pueden ocasionar. El estudio dice también que un 11% de los eventos provienen de intersecciones de lo anterior, que hace sentido pues un crecimiento fuerte de floraciones que por ejemplo decoloren el agua podría al mismo tiempo producir toxinas como también podría asfixiar a peces y causar muerte masiva de estos.

Con respecto a la tasa de ocurrencia según los tipos de envenenamiento, se observa que el 35% corresponde a envenenamiento paralizante de mariscos (PSP), seguido por el 30% de casos diarreicos (DSP). Además, se registró un 9% por ciguatera (CFP) y otro 9% de cianobacterias. Las toxinas amnésicas de los mariscos (ASP) representaron el 7% de los eventos, mientras que un 10% se vinculó a toxinas neurotóxicas (NSP), azaspirácidos (AZP), aerosoles tóxicos y otros.

❖ Sobre la Prevalencia de Tipos de Envenenamiento en Regiones Alrededor del Globo

El reporte por UNESCO informa que ha habido prevalencia de eventos que presentan veneno paralizante en las aguas de Canadá, la costa oeste de Estados Unidos, Latinoamérica y en el norte y sur este de Asia. Los episodios con toxinas diarreicas dominan en Europa y en el Mar Mediterráneo. Los eventos por envenenamiento por ciguatera predominan en la parte tropical del Océano Pacífico, en el Caribe, Océano Índico y Australia. Prevalecen los problemas por toxinas amnésicas en el Reino Unido, Canadá y costas este y oeste de Estados Unidos. Finalmente la presencia de toxinas neurotóxicas está concentrada en Florida

❖ **Con Respecto a las Pérdidas Económicas Significativas Debido a Mortalidades Masivas de Peces en la Acuicultura**

Es el tipo de consecuencias de eventos FAN que más impactos económicos se registran a lo largo de la historia. Algunos casos destacados incluyen los 71 millones de dólares en Japón en 1972, 70 millones en Corea en 1995, 290 millones en China en 2012 y 100 millones en Noruega en 2019. Además, uno de los eventos más impactantes fue la mortalidad masiva de salmón en Chile en 2016, que resultó en una pérdida récord de 800 millones de dólares generando un fuerte malestar social. Cabe destacar que de ahora en adelante se utilizará “\$US” para referirnos a dólares estadounidenses (USD) y “M” para millones.

❖ **Respecto a las Razones Detrás del Aumento de Eventos FAN**

Según lo publicado por UNESCO, se ha observado un aumento en el número de eventos FAN a lo largo del tiempo. Este fenómeno es de gran interés para comprender las causas subyacentes de dicho aumento, aunque aún no se ha llegado a una conclusión definitiva. Sin embargo, se ha identificado una correlación entre el número de eventos reportados y la producción acuícola a nivel mundial. En 1985, la producción de productos marinos era de 11,35M de toneladas, mientras que en 2018 alcanzó las 178,5M de toneladas, lo que representa un incremento de casi 16 veces. Se afirma que el aumento en la intensificación de la acuicultura ha llevado a un mayor monitoreo para proteger tanto la industria como la salud humana, lo cual ha resultado en un aumento en la detección y reporte de eventos de FAN. En cuanto a otras razones que contribuyen al aumento de las FAN, se comprende que el aporte de nutrientes al fitoplancton favorece su proliferación, aunque el cambio climático no puede generalizarse como una causa directa, ya que su impacto puede variar según la ubicación geográfica, pudiendo tanto promover como reducir el número de eventos.

Se sostiene que los impactos económicos de las FAN pueden variar significativamente en distintas regiones, a pesar de que las causas subyacentes puedan ser similares. Esto dificulta la predicción de los impactos económicos de un evento, debido a las diferentes características geográficas de las áreas afectadas. Por ejemplo, factores como el tamaño de los centros de acuicultura expuestos a posibles eventos FAN y el influjo del cambio climático pueden ejercer influencia en la magnitud y frecuencia de los eventos en distintas regiones. Es importante destacar que una misma floración algal puede tener consecuencias graves en una ubicación específica, mientras que en otra ubicación geográfica puede tener pocos o ningún impacto significativo.

Aunque existan algunas correlaciones entre el aumento de las FAN y factores como el incremento en el monitoreo y la producción acuícola, no se han encontrado estudios que respalden una tendencia global y consistente en las causas del aumento de estos eventos. También, tampoco hay estudios que respalden las predicciones del verdadero desastre o impacto que pueda ocasionar un evento según su naturaleza. Por lo tanto, es muy importante comprender las tendencias y patrones de distribución de especies y fenómenos nocivos a diferentes escalas espaciales y temporales para predecir cuándo, dónde, cómo y con qué frecuencia se producirán, así como la intensidad de sus efectos.

b. PICES Scientific Report No. 59 2020. GlobalHAB, Evaluating, Reducing and Mitigating the Cost of Harmful Algal Blooms: A Compendium of Case Studies

“North Pacific Marine Science Organization” (PICES) publicó el reporte número 59 el año 2020 (Trainer, 2020) que se puede encontrar en la página web de IOC-UNESCO. Este reporte realizado el 2019, tiene como objetivo de mostrar estrategias sobre cómo utilizar estudios económicos para evaluar los impactos y mitigar riesgos según estrategias relevantes tomadas por los investigadores científicos y económicos en estudios sobre eventos pasados. En otras palabras, realizan un estado del arte de estudios relevantes para calcular los costos económicos de las FAN. El taller fue auspiciado por “Marine Environmental Quality” (MEQ) coincidiendo con la reunión anual de PICES. Participaron alrededor de 48 expertos en economía, aseguradores de centros de acuiculturas, y científicos de diferentes países (Australia, Canadá, China, Chile, Francia, Japón, Corea, Noruega, Escocia, España, EAU, UK y USA).

A continuación se mencionarán casos relevantes en la historia de la FAN y sus estimaciones económicas.

❖ Con Respecto a Dos Eventos Destacados en Estados Unidos

País que destaca por sus desembarques de mariscos, ya sean crustáceos como moluscos. El 2005 hubo un evento muy grande en la costa este del norte de Estados Unidos producto del alga *Alexandrium fundyense* (que se dio frecuentemente en esa década en Inglaterra) sucumbiendo principalmente en Maine y Massachusetts. Hubo mucha pérdida de dinero debido a los impactos producidos por las vedas de los centros de almejas. Los ingresos brutos perdidos por los impactos directos fueron de US\$ 2.4M en Maine y US\$ 16-18M en Massachusetts

El evento del 2015 de las costas oeste de Estado Unidos ha sido la FAN con más territorio extendido de vedas debido a una ola de calor que hizo aumentar la temperatura del agua en 2.5 grados Celsius causando floración en la diatomea *Pseudo-nitzschia australis*, que llegó a niveles altos de toxinas del Ácido Domoico. Las pesquerías comerciales de cangrejos y almejas fueron retrasados. Para California, se estima una pérdida de US\$ 25M

❖ El Caso de Corea

Corea es ampliamente reconocida por la frecuencia de eventos de FAN causadas por la proliferación de *Cochlodinium*, lo cual ha tenido un impacto significativo en la acuicultura. La mortalidad de los peces de cultivo se debe a la falta de oxígeno ocasionada por la descomposición masiva de las algas y la liberación de grandes cantidades de mucílago. Estos factores generan cambios estructurales y funcionales en las branquias de los peces, provocando asfixia debido a la disminución del intercambio de oxígeno.

Entre 1995 y 2018, se han registrado 19 eventos de *Cochlodinium*, de un total de 24 años, lo que demuestra una alta frecuencia de ocurrencia. El evento más significativo ocurrió en 1995, con pérdidas estimadas en US\$ 63.3M. En general, se estima que los daños económicos causados por estos eventos ascienden a US\$ 147M, excluyendo las estimaciones relacionadas con el turismo, que han sido abordadas en estudios separados.

En un período más corto, específicamente entre 2010 y 2018, se observó un promedio anual de pérdidas de US\$ 4.3M, siendo el año 2013 el más impactante, con pérdidas estimadas en US\$ 20.8M.

Es fundamental destacar la importancia de realizar estudios sobre las industrias impactadas indirectamente por este fenómeno, conocido como el “efecto dominó” o “ripple effect”, ya que existen considerables pérdidas económicas que no deben evaluarse únicamente en términos de la acuicultura o la pesca marina.

❖ Con Respecto a la Salmonicultura

La industria de la acuicultura de salmón es muy grande a nivel mundial produciéndose en regiones afuera de los trópicos o zonas más frías, siendo el principal exportador a nivel mundial Noruega, seguido por Chile, Escocia y Canadá, sumando estos cuatro países el 90% de la exportación a nivel mundial del salmón del atlántico. Las FAN pueden proporcionar eventos catastróficos en la industria de la acuicultura de salmón, el caso más emblemático es el que sucedió en Chile el año 2016 producido por el alga *Pseudochattonella* causando mortalidad de 39M de salmones con un impacto de US\$ 800M (el 2016 ocurrieron 2 eventos distintos que se juntaron temporalmente). En noruega el año 2019 el alga *Chrysochromulina leadbeateri* produjo un estimado de 8M de muertes de salmones con un impacto de 850M NOK

❖ Acuicultura de Moluscos y Miticultura: Chile, Europa y Otras Anotaciones

La mayoría de los estudios se enfocan en las pérdidas de las piscifactorías, tal que sus cálculos se tienden a enfocan solo en la cantidad de producción perdida por muerte de peces. Cuando se realizan estudios con respecto a la industria de la acuicultura de mariscos, los cálculos tienden o por lo menos deberían abarcar más impactos ya que en estos tipos de FAN, los estudios tratan de medir las pérdidas por demora en las cosechas, reducción del valor de mercado de la industria en general por perdida de confianza al disminuir la calidad del producto, y sobre todo, miden las pérdidas con relación a la adquisición de toxicidad en los mariscos. La producción mundial de moluscos aumentó de 1M toneladas el 1950 a 16.1M toneladas al 2015, donde hoy en día el 80% de la cosecha de moluscos proviene de la acuicultura

Chile es uno de los países que lidera esta industria produciendo una ganancia de US\$ 210M el 2017 y el 2018. La industria fue afectada el 2016 debido a un florecimiento de *Alexandrium catenella* liberando toxinas paralizantes. El evento afectó a 200 centros de acuiculturas (reduciéndose de manera aproximada en un 15% con respecto al 2015) y afectado 600Km de pesquerías bentónicas artesanales. Las pérdidas se estimaron en US\$ 2M y no se pudieron exportar 190 toneladas de mejillón azul, viéndose afectadas 1700 personas por desempleo. Estos impactos hicieron que de desencadenaran masivas protestas sociales que se prolongaron durante tres semanas.

En Europa se da mucho la acuicultura de moluscos representando la mitad de la producción de acuicultura con una producción de 0.63M de toneladas por año donde 0.5M de toneladas corresponden al mejillón siendo España el que más produce con 223 mil toneladas, le sigue Francia con 155 mil toneladas e Italia con 111 mil toneladas generando un valor en la industria europea de US\$ 1.2MM (MM igual a miles de millones). La acuicultura de moluscos tiende a componerse por pequeñas empresas, e incluso hay muchas que son para el consumo propio del lugar, por ejemplo,

en Escocia existen alrededor de 200 empresas que generan una ganancia de US\$ 15.7M. Importante hacer notar que hay muchos lugares en donde se ha sufrido por intoxicaciones de moluscos, por ejemplo, en las Filipinas hubieron alrededor de 1995 casos de intoxicados entre el 1983 y 1999 que en este caso fue causado por el dinoflagelado *Pyrodinium bahamense* var. *Compressum* liberando toxinas paralizantes.

❖ Estimaciones de Pérdidas Económicas en Otros Rubros

Cuando se trata de estimar las pérdidas económicas frente a las FAN es más sencillo estimarlas con respecto a las pérdidas económicas de los principales rubros de producción, como por ejemplo toneladas perdidas de salmones, o tiempo de retención de cosecha de moluscos, o pérdidas de empleo por vedas, entre otros, sin embargo, en pocos casos se trabaja estudiando los costos con respecto a otros rubros, como el turismo, pesquerías recreacionales, gastos en salud o en el comercio local e indirecto. El reporte hace un fuerte hincapié en lo anterior, incluyendo en su contenido investigaciones realizadas con respecto a otros rubros. A continuación se mencionan 3 ejemplos rescatados del reporte de PICES con respecto a la cuantificación de impactos en otros ámbitos, dos para Corea y uno para el evento del 2015 en Estados Unidos.

Para el caso de Corea, se estimó las pérdidas por turismo en el período del 2010 – 2018. Los eventos FAN afectaban el número de turistas en los lugares, las cancelaciones en hoteles, disminución de consumos en restaurantes y otros negocios. Hicieron un cálculo con respecto al gasto medio de cada turista, y multiplicando por la cantidad de turistas a los años afectados se obtiene la estimación. El año más alto fue el 2014 con una estimación de US\$ 19M y en promedio por año fue de US\$ 8.1M

En otro estudio para Corea, calcularon también desde el 2010 al 2018 las pérdidas de ingresos de los comerciantes debido a la reducción del número de viajes de pesca recreativa, creando una ecuación que mide el costo de un viaje al día que depende de varias variables. El año que más pérdida económica se estimó fue el 2014 equivalente a US\$ 37.7M y un promedio por año igual a US\$ 16.1M

Acerca del evento del 2015 de la costa oeste de Estados Unidos, se estimaron los efectos económicos por las vedas de la pesca recreacional de almeja en la costa de Washington. La fórmula para su cálculo consistía básicamente en multiplicar el precio de cada viaje por el número de viajes. Los resultados, muestran que entre 2 a 5 días de cierre de las pesquerías recreacionales de las cuatro playas identificadas generó una pérdida de 67 empleos y US\$ 2.1M de los ingresos laborales de dos condados. Para la estimación de las vedas en toda la temporada, los resultados son pérdidas de 339 empleos y US\$ 10.57M de ingresos laborales. Es interesante observar que este caso es similar al de Corea siguiendo una metodología muy parecida que coincide básicamente en la fórmula de multiplicar el número de viajes por el precio. Para Washington se realizó con respecto a la pesca recreativa de mariscos (de almejas en este caso), en cambio para Corea, con la pesca recreativa de peces.

2.2.2. FAN en las Costas Chilenas

Se ha comentado bastante acerca de lo que es la FAN para así tener una noción general del concepto. A continuación, se explora los principales eventos en Chile y otras anotaciones de interés para adquirir un contexto de las FAN dentro del país.

a. Breve Anotaciones Históricas de Importancia

Como se dijo en un comienzo, la primera mención de un evento de marea roja se remonta al año 1827, que fue un reporte inicial realizado por *Poepping*, según describe un estudio por (Rodríguez, 1985), que además en su estudio reporta 50 eventos entre los años 1827 y 1985. Sin embargo, fue en el año 1970 cuando se documentó de manera más completa el primer evento de Floración Algal Nociva en Chile, específicamente en Puerto Montt. El evento fue debido al alga *Dinophysis acuta* en el que hubieron intoxicados según muestra (Cáceres et al., 1999), que en su estudio identifica 133 floraciones algales que ha habido en la historia de Chile hasta el 1996, cada una con sus respectivas características: el año de identificación, la localidad, la concentración de células por ml (en el caso que haya información), si es que hubo ocurrencia de mortandad de seres marinos o no, la presencia o ausencia de nocividad, y en caso positivo, si es que existió intoxicación en seres humanos, reportando un total de 29 eventos FAN nocivos. En el año 1972 ocurre un evento muy importante en Magallanes en donde se introduce por primera vez la reconocida *Alexandrium catenella* (Guzmán M. et al., 1975), alga que se repite durante el presente siglo en los años 1981, 1989, 1991, 1992, y en el siguiente siglo el año 2002 en Aysén que se expandió hasta la región de los lagos (42°S) (Montes et al., 2018) repitiéndose también en grandes eventos como el del 2009 con una pérdida económica de más de US\$10M (Mardones J., 2010) y también el 2016.

En la década de los 80 el auge de las FAN empezó a surgir en Chile y sobre todo coincidía con el gran desarrollo que estaba teniendo la acuicultura de salmones en el sur de Chile, en el que se presencié un evento de tipo “marea café” muy grande el año 1988 en la Región de Los Lagos provocado por *Heterosigma akasiwo* que afectó mucho la salmonicultura del momento. En una noticia publicada por (J. Mardones et al., 2012) se comenta que se repitieron sucesos similares al del 88, los años 2000, 2002, 2004, 2005, 2009 y 2011 pero de menos impacto. *P. Cf. Verruculosa* es otra alga que ha sido muy importante en la historia de FAN en Chile, detectada por primera vez en el 2004, fueron recurrentes en 2005, 2009, 2011 (Eckford-Soper & Daugbjerg, 2016; J. Mardones et al., 2012) y fue partícipe del gran evento del 2016 al igual que *A. Catenella*.

El evento del 2016 debido a la *P. Cf. Verruculosa* ocurrido en el norte de la Patagonia (Seno de Reloncaví y norte de Chiloé) es el evento de floración de algas nocivas que considera la mayor mortalidad de peces de piscicultura jamás registrada en el mundo (J. I. Mardones et al., 2021), dando muerte a 27M de salmones de criaderos, 39 mil toneladas de trucha (Montes et al., 2018), con pérdidas estimadas en 100 mil toneladas de salmón del Atlántico (*Salmo salar*), salmón Coho (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), correspondientes a una pérdida de exportación esperada (ya mencionada anteriormente) de US\$ 800M (Trainer et al., 2020).

Los eventos del 2016 como se ha dicho anteriormente fue un conjunto de dos apariciones de algas distintas de manera sucesivas, *P. Cf. Verruculosa* y *A. Catenella* respectivamente, tal que la primera

apareció a mediados de enero y sus impactos en febrero afectando directamente a los peces, y la otra a partir de marzo con efectos desde principios de mayo en los mariscos (los impactos económicos importantes se mencionaron previamente en esta misma sección). La concentración de la segunda aparición fue similar al evento del 2009 (5000 cell/ml), pero además sucedió que se expandió a aguas oceánicas debido al fenómeno del niño (Guzmán et al., 2016; Hernández et al., 2016; León-Muñoz et al., 2018) hasta llegar a la región de los ríos. Por otro lado, la densidad de la primera aparición alcanzó niveles de 7000 cell/ml (Clement et al., 2016) y hasta 20.000 cells/ml (León-Muñoz et al., 2018; Villanueva et al., 2016). Estos eventos y sobre todo el segundo tuvieron un impacto significativo en términos sociales y culturales, especialmente en las comunidades costeras que dependen de los recursos marinos para su subsistencia.

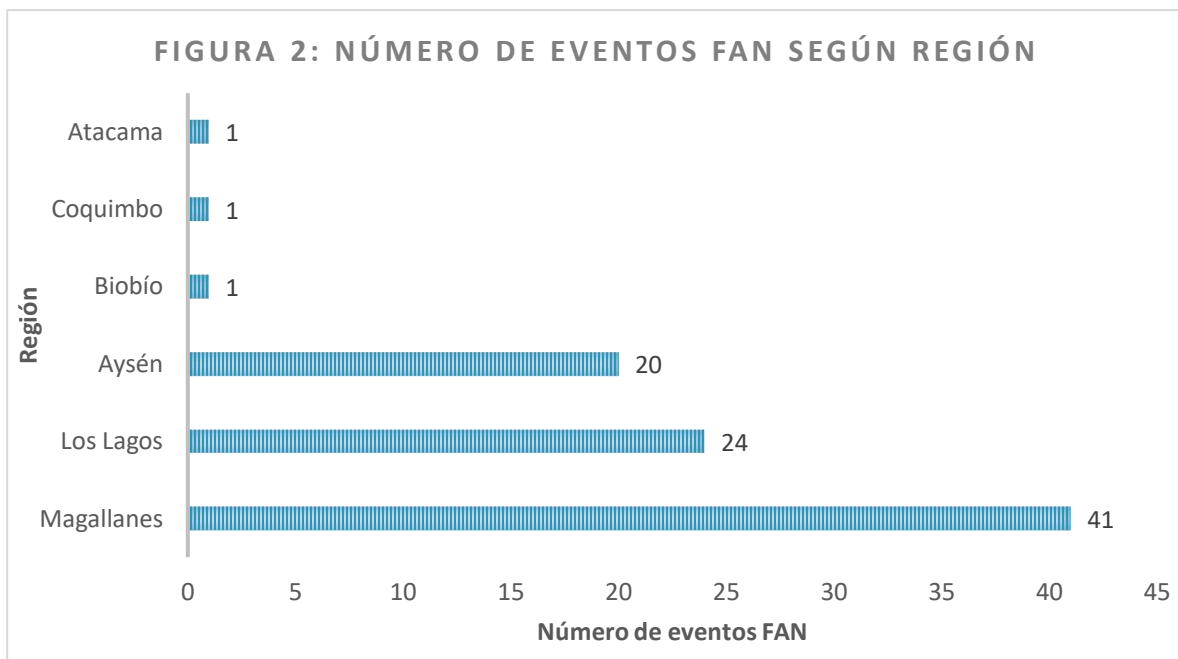
b. Eventos Según HAEDAT

En Chile, actualmente no existe una plataforma que sistematice toda la historia de los eventos FAN, ofreciendo información detallada al respecto. No obstante, desde 2017, el Centro de Estudio de Algas Nocivas (CREAN) de IFOP recopila y sistematiza datos relacionados con las FAN. Sin embargo, existen numerosos estudios realizados por diferentes autores e instituciones que abordan este tema desde distintos enfoques, como se mencionó en los párrafos anteriores. Por ejemplo, el estudio realizado por (Cáceres et al., 1999) identificó un total de 29 eventos de FAN hasta el año 1996.

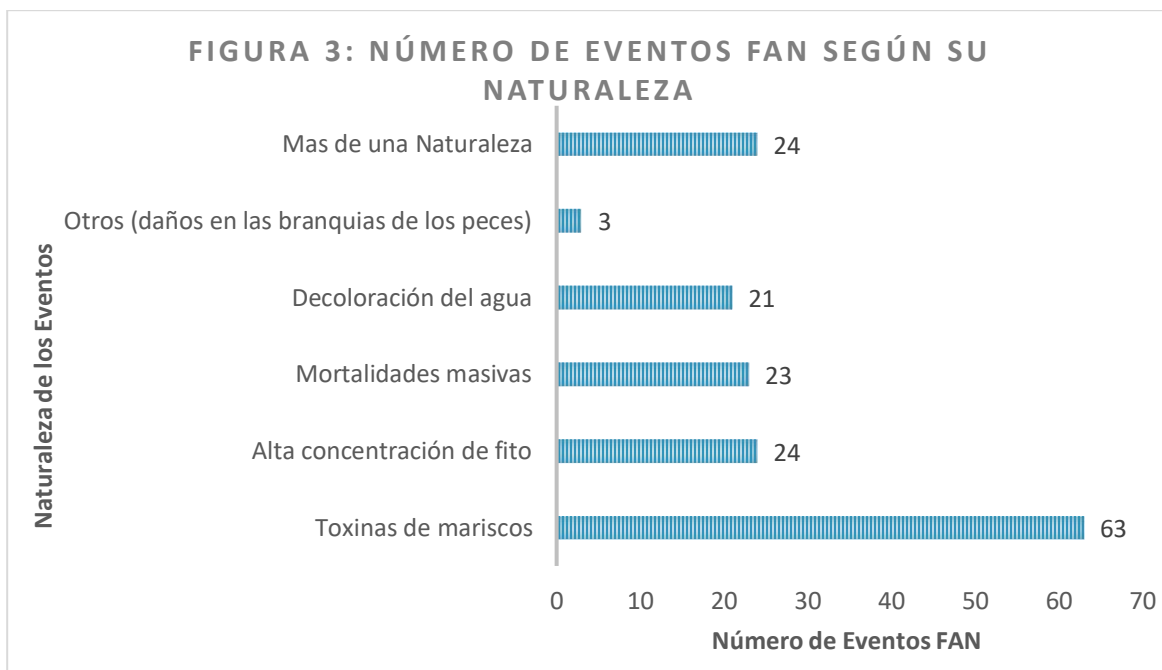
En Chile, actualmente no hay una plataforma que sistematice toda la historia de los eventos FAN, proporcionando información detallada al respecto. A partir de 2017, el Centro de Estudio de Algas Nocivas (CREAN) de IFOP recopila y sistematiza datos relacionados con las FAN. A pesar de esta iniciativa, diversos estudios realizados por distintos autores e instituciones han abordado este tema desde diversos enfoques, como se mencionó en los párrafos anteriores. Por ejemplo, el estudio de (Cáceres et al., 1999), identificó un total de 29 eventos de FAN hasta el año 1996.

El portal HAEDAT, integrado en el Sistema de Información sobre Algas Nocivas (HAIS) de la UNESCO, en colaboración con ICES y PICES, es una valiosa fuente de información sobre eventos de FAN a nivel mundial. En el caso específico de Chile, se han identificado 86 eventos de FAN desde el inicio de los registros hasta el año 2018. Además, en las siguientes tres figuras, se presenta un análisis estadístico basado en los datos proporcionados por la base de datos HAEDAT para Chile. Estos datos se obtienen al hacer clic en el evento correspondiente, revelando toda la información recopilada sobre el evento, que incluye detalles como su naturaleza, asociación a algún síndrome, fecha, lugar, microalga causante, entre otros¹².

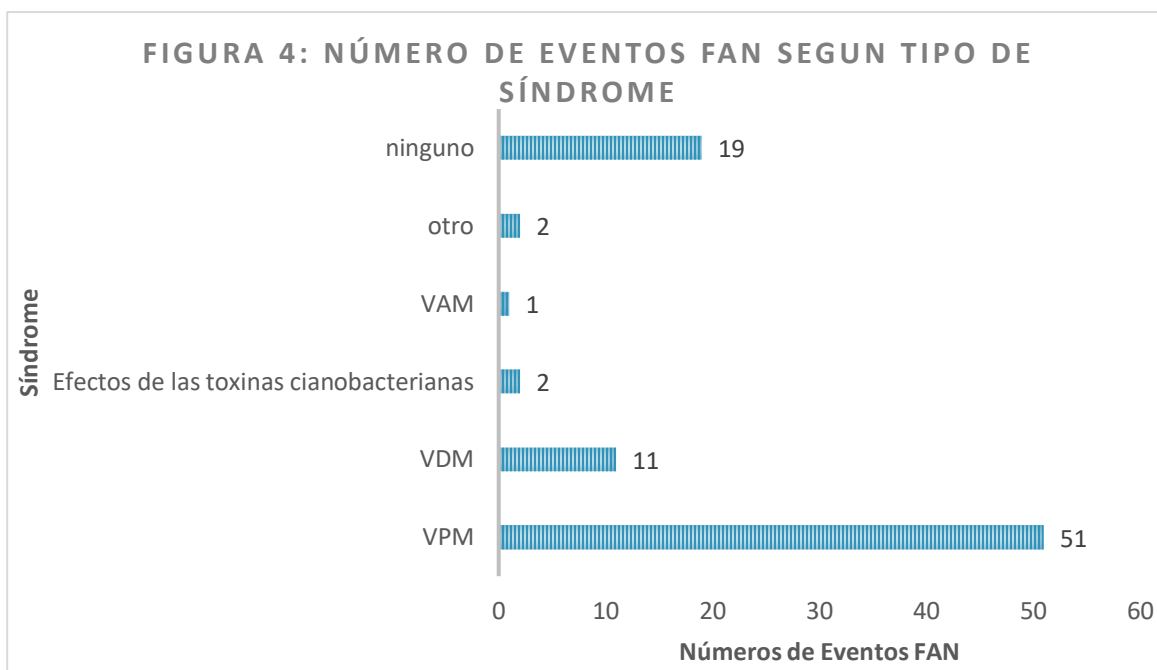
¹² [Harmful Algal Information System \(iode.org\)](https://harmful.algal.information.system(iode.org))



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

En la *Figura 2* se presenta el registro histórico de eventos FAN en Chile, según HAEDAT. Destaca que la gran mayoría de estos eventos se concentra en el sur del país. La Región más austral, Magallanes, lidera con un total de 41 eventos, seguida por la Región de Los Lagos con 24 eventos, y la Región de Aysén con 20 eventos. La suma de estos eventos alcanza 88, con una diferencia de 2 eventos al total de 86, debido a que estos dos eventos se dieron al mismo tiempo en las regiones de Los Lagos y Aysén. En términos porcentuales, Magallanes representa el 47% de los eventos, Los Lagos el 27%, Aysén el 23%, y las otras tres regiones el 1% cada una.

En la *Figura 3*, se representa la distribución de eventos FAN según su naturaleza. Estos criterios fueron recopilados a partir de la información general de cada evento en la plataforma HAEDAT, criterios que se presentan de manera análoga en la base de datos HAIS¹³. Los eventos que generan toxinas de mariscos predominan con 63 casos, equivalente al 73% del total. Le siguen los eventos de alta concentración de fitoplancton con 24 casos, lo que representa el 28% del total. Además, se registran 21 eventos de decoloración del agua, constituyendo el 24% del total, y 3 eventos clasificados como “otros” relacionados con daños en las branquias de los peces, representando el 4% de los eventos. En 24 eventos se identificaron múltiples naturalezas simultáneas, equivalente al 28% del total, lo que significa que en algunos casos se dieron combinaciones de factores, como decoloración del agua, alta concentración de fitoplancton, toxinas de mariscos y muertes masivas.

La *Figura 4* presenta la cantidad de eventos FAN según el síndrome o tipo de envenenamiento. Los eventos de tipo paralizantes son los más frecuentes, con 51 casos, equivalente al 59% de los eventos, lo que concuerda con su prevalencia en zonas templadas. Le siguen los eventos diarreicos con 11

¹³ [Harmful Algal Bloom \(HAB\) portal \(ioc-unesco.org\)](http://ioc-unesco.org)

casos, representando el 13% del total y también es frecuente en estas zonas. Se registra un único evento relacionado con toxinas amnésicas de algas, 2 eventos causados por toxinas cianobacterianas y otros 2 eventos de síndromes no especificados. Cabe destacar que 19 eventos, es decir, el 22% del total, no se asocian con ningún síndrome debido a que están relacionados principalmente con muertes masivas y daños en las branquias, sin generación de toxinas. Sin embargo, este tipo de eventos puede tener un impacto significativo, especialmente en las piscifactorías, al causar la muerte de una gran cantidad de biomasa.

c. “Marea roja” y Cambio Global: Elementos para la Construcción de una Gobernanza Integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN)

Un informe para las naciones unidas publicado el 2022 por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 aborda también los eventos FAN más característicos de la historia de Chile. Estos eventos se han agrupados según la década, comenzando en los años 70, y también según la región, con un enfoque en las tres últimas regiones de Chile. El informe proporciona información detallada sobre las algas involucradas y los principales efectos de cada evento. Según los datos de la figura publicada en el informe, se han destacado 54 eventos en total, de los cuales 30 ocurrieron en la Región de Los Lagos, 15 en la Región de Aysén y 9 en la Región de Magallanes. Observando la ilustración, se puede identificar el número de eventos por década, agrupando los años en seis períodos: 70s, 80s, 90s, 00s, 10s y 20s, con una cantidad respectiva de eventos: 4, 8, 16, 9, 10 y 7 para el período del 2020 al 2022 (Ugarte et al., 2022)

Otro tema relevante que tocar conforme a las FAN en Chile y que aparece en el informe para las naciones en cuestión es lo que concierne a los actores involucrados con respecto a las FAN, estos se dividen en 4 según lo que plantea el informe y se considera esta selección durante el transcurso de la tesis. Estos son los actores estatales, los privados, los de sociedad civil y los actores científicos. Cada uno aporta lo suyo, siendo el primero muy importante en la regulación y la toma de decisiones respecto a eventos FAN, el actor científico, es relevante en la interacción con los otros actores y en promover información, avances científicos y recomendaciones para avanzar ante los desafíos que trae las FAN. Los actores privados están involucrados en la industria acuícola y pesquera viéndose directamente afectados por los eventos de FAN y los de sociedad civil, están vinculados a comunidades costeras, grupos de interés y civiles en general.

En el capítulo 5 del informe en cuestión publicaron la realización de una “red de gestión” bien completa y cabal con respecto a instituciones participantes en el tema de FAN y sus interrelaciones entre ellas, incluso mostrando la “intensidad” de interacción con otras entidades. La red está compuesta de 69 organizaciones tal que el 51% corresponde a actores científicos, 20% agentes empresariales, 18% estatal y 11% sociedad civil. Dentro de los actores que tienen una gran cantidad de conexiones relevantes, se incluyen el Centro GAIA, el IFOP, la Seremi de Salud, el Programa COPAS-Sur Austral, el (CR)2 y SERNAPESCA. También hay otros actores importantes, como la Contraloría General de la República, la Asociación de la Industria del Salmón de Chile AG, SUBPESCA, el Instituto Español de Oceanografía, el Instituto de Acuicultura y el Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL). Vale la pena mencionar también las instituciones o programas que en este momento monitorean las FAN en Chile: Sistema de Monitoreo de

SUBPESCA/IFOP, Programa de Vigilancia y Control de las Intoxicaciones por Floraciones Algales Nocivas (del Ministerio de Salud), Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB) (ejecutado por SERNAPESCA) y el Programa de Monitoreo de Fitoplancton (Promofi) (llevado a cabo por el Instituto Técnico del Salmón) pues son ellos los que disponen de información de las tendencias naturales y provocadas por el hombre de determinadas variables en un espacio y tiempo, como, por ejemplo, mapas de localización de florecimientos algales que indiquen el nivel de concentración de una alga y si esta presenta toxinas y de qué nivel, el esparcimiento geográfico, etc., ayudando a planificar y responder ante posibles eventos que puedan causar efectos negativos.

El informe del que se está comentando, es bastante completo y actualiza al espectador sobre en que está las FAN en Chile sobre todo desde una perspectiva de elementos que sirven para construir una gobernanza integrada. Uno de los elementos que más se destacan durante el informe, es la necesidad de trabajar esta temática de manera interconectada con las distintas instituciones que la abordan, es decir, de manera interdisciplinario y también transdisciplinario para así comunicar los resultados de manera efectiva. Los otros temas relevantes que se abordan en el informe son: la caracterización socio ecológica del sistema costero-marino de la Patagonia chilena, impactos multidimensionales de la FAN (contenido proveniente en gran parte de este tesis), acerca de amenazas climáticas que favorecen las FAN, vulnerabilidad y exposición de localidades frente a estos eventos, gobernanzas de las FAN, análisis de respuestas ante los eventos, se revisa una encuesta de percepciones que se realizó a los actores de las FAN en distintas localidades, y por último, hay un capítulo de recomendaciones muy importante para poder construir un mejor futuro íntegro en el manejo de las FAN.

2.3. Estado del Arte Impactos de las FAN

En esta subsección se revisan los estudios más destacados encontrados en la literatura blanca (nacionales e internacionales) acerca de los impactos, efectos de las FAN, industrias afectadas, dimensiones afectadas (social, económico, cultural, humanitario, entre otros), etc., que son utilizados para la creación de la lista multidimensional de impactos, con ámbitos y sub-ámbitos. En los estudios se pueden apreciar también otros puntos relevantes identificado por los autores.

(Ramos et al., 2021) llevó a cabo un estudio sobre los impactos socioeconómicos del evento FAN ocurrido en 2016 en Puerto Montt, Chile. Utilizó el enfoque insumo/producto propuesto por (Leontief, 1951) para medir la disminución de la producción económica. Este estudio identificó varios impactos económicos, incluyendo la reducción en el crecimiento productivo, déficit fiscal, disminución de los ingresos familiares y efectos en el empleo. Este último se utilizó como multiplicadores de los impactos previamente mencionados, permitiendo una mejor comprensión de las industrias afectadas y sus diferencias.

Las industrias utilizadas en su análisis fueron 1- pesca de extracción 2- industria de la pesca (relacionada a las ventas) 3- la industria del comercio, 4- el turismo, 5- transporte aéreo y por calles o carreteras, 6- transporte por ríos, 7- gas y electricidad, 9- industria manufacturera, 10- servicios, y 11- comunicación. Las 6 primeras industrias corresponden a las que fueron afectadas directamente. El estudio concluye con el porcentaje de participación de las 5 industrias más afectadas con respecto al total de pérdidas “output” que fue de US\$423.616M. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1: Porcentaje de Contribución de las Industrias Más Afectadas a la Pérdida Económica Total

Sector	Porcentaje
Extracción de peces	74.25
Comercio	10.22
Servicios	5.23
La industria de la pesca	4.04
Transporte a través de ríos	1.63

Fuente: Traducción Propia, Rescatado de (Ramos et al., 2021)

En el estudio realizado por (Hoagland et al., 2002) a través de una encuesta a expertos y revisión de literatura, se identifican los efectos económicos que trajeron los eventos de floraciones de algas nocivas desde 1987 hasta el 1992 en los Estados Unidos. Midieron los costos económicos de los eventos en 4 tipos de impactos: en la salud (envenenamientos por mariscos y por ciguatera), en las pesquerías comerciales (incluyendo también las que no han sido explotadas), recreación y turismo, y gestión y monitoreo. El objetivo principal del estudio fue proporcionar un resumen de los costos de los impactos económicos de las FAN, sin profundizar en la descripción detallada de estos impactos. La tabla a continuación detalla los costos considerados en el cálculo de las pérdidas económicas para los eventos de FAN seleccionados como casos de estudio en el informe.

Tabla 2: Sectores e Impactos por Eventos FAN

Sector	Costo o impacto
1. Costos de salud	Debido a envenenamiento por peces o mariscos. Los costos implican en este caso la pérdida económica de productividad de la persona por estar intoxicado, gastos médicos cuando sean necesarios, y en el caso de la muerte, la cuantificación del valor de la vida
2.1. Costos por daños hacia las pesquerías	Debido a la muerte directa de biomasa valorada (tanto poblaciones silvestres como cultivadas) provocando la pérdida de hábitat y reduciendo la capacidad de carga del ecosistema. Esta situación conduce a la necesidad de implementar cierres en las pesquerías. En el caso de los mariscos, estos cierres a menudo se traducen en una reducción en la demanda por parte de los consumidores. Un impacto indirecto es la muerte de peces salvajes que no necesariamente tienen valor económico, pero sí ecológico
2.2. Fuentes pesqueras no explotadas	Potenciales fuentes pesqueras que no se explotan debido a la FAN: se ve como costos debido a que se pierda la oportunidad de explotación de los recursos. Se estudia la viabilidad de esa pesquería con supuestos estrictos
3. Turismo y la recreación	Se puede tener múltiples efectos adversos en el entorno costero. Esto incluye la mortalidad masiva de peces, lo que lleva a la acumulación de peces muertos en las playas y el cierre de las pesquerías recreativas. Además, puede haber aerosolización de toxinas, lo que provoca enfermedades respiratorias, así como la emisión de olores desagradables debido a la descomposición de macroalgas en las playas. También se puede observar la decoloración del agua y la mortalidad de especies protegidas, lo que puede modificar sus hábitats. Además, el sector turismo y la recreación puede tener efectos significativos en hoteles, restaurantes, áreas de diversión y sectores minoristas
4. Monitoreo y gestión	Tales como los costos de bioensayos de biotoxinas en mariscos, advertencias del consumo de mariscos, limpieza de playas, limpieza de peces muertos, administración de cierres de pesquerías, etc.

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Hoagland et al., 2002)

En el estudio (Van Den Bergh et al., 2002) muestra una tabla donde identifica la presencia de toxinas y de 3 categorías de impactos según las posibles algas que pueden provocar una FAN. Las 3 categorías de impactos que identifica son las siguientes:

- Salud humana (riesgos)
- Turismo (limitaciones del turismo y recreación)
- Bio-económicos (valuación de las pesquerías)

También en otra tabla, se propone los principales impactos propuestos en el estudio y su método de cuantificación para poder medirlos adecuadamente. La tabla se presenta a continuación:

Tabla 3: Clasificación de los daños económicos causados por las FAN

Valor total económico	Ejemplos de daños	Técnica de valuación más preferible
Valor de uso (UV)		
Valor de uso directo (DUV)	Pérdida de turismo y de beneficios recreacionales, por ejemplo: visitas a las playas, pesca deportiva, nado y navegación Destrucción de recursos vivos marinos que tengan un valor comercial, por ejemplo: pescados, moluscos, mariscos Riesgos para la salud humana, por ejemplo, comida contaminada	Método de costo de viaje, valoración contingente Análisis de precios agregados, precios hedónicos/técnica de valoración del precio de mercado Método de evitación del comportamiento, valoración contingente
Valor de uso opcional (OUV)	Efectos en la salud de los ecosistemas marinos, por ejemplo: composición química del agua desbalanceada, toxicidad acumulada a lo largo de la cadena alimenticia, pérdida de diversidad de recursos marinos vivos	Método de función de producción, método de evitación del comportamiento
Valor de uso indirecto (DUV)	No se está asegurado que las costas marinas estén libres de FAN	Método de costo de viaje, valoración contingente
Valor de no uso (NUV)		
Valor de legado (BV)	Riesgo de pérdida del beneficio del legado/conocimiento de que las futuras generaciones estén libres de FAN	Valoración contingente
Valor existente (EV)	Riesgo de pérdida del beneficio del conocimiento de que las especies marinas están protegidas sin ni siquiera ser utilizadas	Valoración contingente

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Van Den Bergh et al., 2002)

(Berdalet et al., 2015) realizan un resumen acerca de diferentes aspectos de las FAN, al ser este tema importante para el vínculo entre el océano, la salud y el bienestar humano. Los aspectos importantes que se abordan son, los impactos directos en la salud humana, los efectos en el bienestar de las personas y sus desafíos, así como las estrategias y oportunidades actuales y futuras para abordar este problema. Se incluyen medidas de mitigación de impactos y consideraciones sobre los costos económicos asociados a estos eventos. La revisión fue estimulada por un taller en “Bedruthan” (Cornwall, UK) en 2014, titulado “Oceans and Human Health at the beginning of the 21st century”

En las dos siguientes tablas se muestran los impactos que se rescatan del estudio. En la primera tabla se describen tres impactos directos en la salud humana y tres efectos en el bienestar humano. En la segunda tabla se nombran costos asociadas a las pérdidas económicas de los eventos, que también se pueden interpretar como impactos

Tabla 4: Impactos Directos en la Salud Humana y Efectos en el Bienestar Humano Asociados a las FAN

Impactos directos en la salud humana	Efectos en el bienestar humano
Envenenamiento por consumo de comida contaminada	Afecta los usos comerciales y recreacionales de los ambientes costeros y marinos tales como la pesca, la cría y cosecha de mariscos, y el turismo
Irritación de la piel por el contacto con biotoxinas, pudiendo surgir irritación de ojos y nariz, fiebre y malestar general	Impactos sociales en la personas y comunidades debido a las respuestas políticas que se pueden generar debido a las FAN como por ejemplo la mala comunicación sobre los riesgos a la salud
Trastornos de las vías respiratorias por la inhalación de biotoxinas en forma de aerosol	Desvalorización ecológica de los ecosistemas al afectar los usos no comerciales ni activos del océano como las preferencias por la presencia de hábitats o la conservación de especies protegidas

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Berdalet et al., 2015)

Tabla 5: Costos o Impactos Asociadas a las Pérdidas Económicas Generadas por la FAN

Pérdidas económicas por costos en:
Salud en el tratamiento de enfermedades humanas
Cierre de marisquerías comerciales y recreativas
Por la muerte de peces en centros de acuicultura
Por la disminución de la recreación costera y del turismo
Paralización de desaladoras por presencia de FAN
Debido a inversiones adicionales en monitoreo ambiental y prevenciones, y en mitigaciones u otros controles de las consecuencias de las FAN

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Berdalet et al., 2015)

(Ritzman et al., 2018) levanta a través de entrevistas los impactos económicos y socioculturales que hubo en dos comunidades muy afectadas por el evento del 2015 en las costas oeste de Estados Unidos. Estas localidades fueron Crescent City en California y Longbeach en Washington, elegidas debido a la alta dependencia de la pesca y por su vulnerabilidad ante las vedas de la pesca del “cangrejo dungeness” y de la recolección de almejas. En la siguiente tabla se ilustra los impactos levantados del estudio con sus respectivos ámbitos y sub-ámbitos. Cabe destacar que en el artículo se publicaron los resultados a través de párrafos y lo transcribí de manera literal a una tabla.

Tabla 6: Impactos con Ámbitos y Sub-ámbitos, Extraídos de las Entrevistas a las Comunidades de Long Beach, WA y Crescent City, CA por el Evento FAN del 2015

Ámbito	Sub-ámbito	Impacto
Económicos	Industria de la Pesca	Impacto en los pescadores Impacto en los procesadores de alimentos Impacto en los distritos portuarios Impacto en el mercado general de mariscos Pérdida financiera por vedas Afectación de precios por mala percepción de la comida del lugar
	Hospitalidad	Menos ingreso de los hospedajes debido a reducción de turismo Pérdida por cancelaciones de hoteles incluyendo comida y bebestibles
	Otros Impactos Económicos (<i>Pervasiveness</i>)	Impacto del comercio en la comunidad Impacto en los comercios, supermercados y gasolineras debido a la reducción de turismo Impacto en los ingresos de las personas/familia
Sociocultural	Conexión Cultural e Identidad Comunitaria	Miedo en la pérdida de identidad cultural Migraciones Impacto en el compromiso hacia el rubro pesquero
	Bienestar Emocional	Estrés en las personas y/o en la comunidad debido principalmente al sentimiento de inseguridad financiera
Resiliencia Comunitaria	Resiliencia Comunitaria	Surge resiliencia comunitaria: la comunidad se ayuda entre si a través de donaciones de dinero o soporte para los afectados a la salud mental
Vulnerabilidad Comunitaria	Diversificación de la Cartera Pesquera	Surge vulnerabilidad en las vedas al depender de poca variedad de peces o mariscos por lo que impacta no tener una cartera diversificada
	Asistencia Financiera	Existen barreras institucionales para obtener beneficios por desempleo y financiación en caso de desastres
	Comunicación con Comunidades	Malestar debido a la falta de comunicación del gobierno con las entidades comunitarias como, por ejemplo, las causas de las FAN, riesgos a la salud por consumo de comida contaminada, especulaciones futuras de eventos FAN
	Aislamiento Geográfico	Malestar de las comunidades al aislarse geográficamente debido a la reducción del turismo y las vedas impuestas
Implicaciones Futuras	Implicaciones Futuras	Requerimientos futuros de disminución de riesgo de ocurrencia de FAN Requerimientos de planes de emergencia para disminución de impactos de las FAN Estrategias futuras para aumentar la resiliencia comunitaria y poder mantener una identidad cultural

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Ritzman et al., 2018)

En el estudio llevado a cabo por (Moore et al., 2020) se realizó una encuesta en 2017 en 16 localidades afectadas por el evento FAN en las costas oeste de los Estados Unidos, que tuvo lugar en 2015. El objetivo de esta encuesta era levantar los impactos socioeconómicos de estos eventos, y para ello se utilizaron 5 dimensiones de impacto. Además, se tuvo en cuenta si los encuestados dependían o no de la pesca. En total, se recopilaron 204 encuestas, y los resultados que obtuvieron mayor aprobación por parte de los encuestados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Impactos Relevantes de los Encuestados

Dimensión	% de Encuestados de Acuerdo con el Impacto	Impacto
No Dependientes (o Independientes)		
Sociocultural	62.40%	No fue capaz de cosechar cangrejos o almejas
General	60.10%	El evento le impactó de manera general
Emocional	57.20%	Le causo estrés
Sociocultural	53.20%	Le impacto negativamente en reuniones familiares, vacaciones o tradiciones debido a la carencia de mariscos para su consumo
Dependientes		
Emocional	87.50%	Le causo estrés
Financiero	87%	Le impactó negativamente las finanzas
Financiero	80.70%	Perdió dinero

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Moore et al., 2020)

(Karlson et al., 2021) realiza un resumen de todos los eventos FAN ocurridos en el norte de Europa y que están registrados en la base de datos HAEDAT desde 1987 hasta el 2019. Este resumen incluye información sobre la naturaleza del evento, el tipo de alga involucrada, la ubicación, una breve descripción del episodio y los impactos generales de cada evento. Pudo identificar tres grandes efectos de las FAN:

- En la industria pesquera (pesquerías)
- En la acuicultura
- En el turismo y la recreación

En la tabla 8 se observan los impactos asociados a las FAN rescatados en el estudio. Además, en la tabla 9 se observan los costos recopilados de la investigación. Aunque estos costos no se describen explícitamente como impactos, están estrechamente relacionados y son dignos de mención.

Tabla 8: Efectos e Impactos Extraídos de la Reseña

Efecto	Impacto
Industria Pesquera y la Acuicultura	Impacto a la salud por comida contaminada Disminuye la tasa de crecimiento de peces/mariscos Aumenta probabilidad de parásitos y enfermedades en los cultivos de peces/mariscos Cierre de pesquerías y centros de acuicultura Cierre de áreas de cosecha de peces/mariscos Retirada de peces/mariscos Afectación de precios al por menor por muerte de peces/mariscos Pérdida de ingreso a las industrias relacionadas Pérdida de empleo
Turismo y Recreación	Probabilidad de existencia de irritación en los nadadores Cierre de playas y zonas costera impidiendo su uso

Fuente: Elaboración y Traducción Propia, Rescatado de (Karlson et al., 2021)

Tabla 9: Costos de las FAN Extraídos de la Revisión

Medidas Adoptadas	Costos
Medidas de Mitigación de la FAN	Comunicación y coordinación de las medidas de emergencia durante un evento de HAB Logística y limpieza asociada con el manejo de grandes cantidades de peces muertos
Medidas de Emergencia o Contingencia	Gestión del traslado de peces a nuevas ubicaciones Llevar a cabo el sacrificio preventivo de peces
Medidas Preventivas	Costos de monitoreo Investigación y desarrollo

Fuente: Elaboración y Traducción propia, Rescatado de (Karlson et al., 2021)

A lo largo de la historia, ha habido una falta de información cuantitativa sobre los impactos económicos de las FAN, lo que ha dificultado la estimación precisa de estos efectos. Además, la colaboración entre científicos y economistas ha sido limitada, lo que ha resultado en una escasez de estudios dedicados a determinar los costos asociados a las FAN. Sin embargo, la escasez de documentación no significa que no existan, y en el reporte número 59 publicado por el Programa de Investigaciones sobre Ecosistemas Marinos del Pacífico Norte (PICES) (Trainer, 2020), se observa un estado del arte de cuantificaciones económicas de impactos en diversos casos de las FAN en la historia. Este informe ya ha sido mencionado previamente en la tesis al contextualizar las FAN a nivel mundial, pero ahora se presentarán los impactos que se identifican en el informe.

Este informe se estructura en siete secciones distintas: una introducción (Sección 1), el cuerpo del informe que abarca desde la Sección 2 hasta la Sección 6, y consideraciones para el futuro (Sección

7). Las secciones del cuerpo del informe se centran en diversos aspectos relacionados con los impactos económicos de las FAN, y estas son:

2. “Evaluating the Economic Impacts of Harmful Algal Blooms: Issues, Methods, and Examples”
3. “Economic Impacts and Management of *Cochlodinium* in Korea”
4. “An Economic Assessment of Ciguatera Outbreaks – An Island Model”
5. “Estimating and Mitigating the Economic Costs of Harmful Algal Blooms on Commercial and Recreational Shellfish Harvesters”
6. “The Economic Impacts of Harmful Algal Blooms on Salmon Cage Aquaculture”

El reporte aborda varios temas relevantes, siendo el principal la cuantificación económica de los diversos impactos asociados a los eventos. En el contexto de esta sección de la tesis, se rescatarán los impactos principales identificados en los estudios revisados en el reporte.

En la segunda sección del informe en cuestión, (Jin et al., 2020) resumen casos de estudio sobre impactos económicos en las regiones de US, UK, Corea y Canadá. Luego de haber mencionado los estudios relevantes, llegaron a la conclusión de que se necesitan más investigaciones en aquellos sectores que suelen recibir menos atención, ya que en la mayoría de los casos, se miden los costos por biomasa perdida, pero rara vez se tienen en cuenta aspectos como la pesca recreativa. En esta sección del informe se mencionan los sectores que son directamente afectados por una FAN, y estos se detallan a continuación según (Adams et al., 2018)

- Pesquerías comerciales
- Pesquerías recreacionales
- Acuicultura
- Mercado de alimentos
- Turismo costero
- Salud pública

En esta sección, también se presentan tres tipos de efectos que pueden repercutir en la economía de una industria. Por ejemplo, para el caso de una embarcación que queda inactiva debido a una FAN, se observan tres tipos de efectos

- Directos: Empleos e ingresos perdidos asociados a la industria
- Indirectos: Empleos e ingresos perdidos asociados a otras industrias
- Inducidos: Menos ingresos familiares o menor número de hogares en la región debido a la pérdida de empleos

Además, se destacan algunos impactos relevantes a mencionar. En el evento de 2005 en el noreste de Estados Unidos, debido al cierre de los centros de cosecha de almejas, se observaron algunos impactos. En el sector de la pesca comercial, se registró un aumento inicial en el precio de los mariscos debido a la escasez de suministros, seguido de una disminución en los precios al final del evento, probablemente debido a la inseguridad de los consumidores. En cuanto al valor de la información y la mitigación de estos eventos, se señala que, en presencia de vedas, algunas personas

se dieron cuenta de la duración y magnitud de estas restricciones, lo que modificó las prácticas de recolección de almejas y condujo a ventas a corto plazo.

Con respecto al evento del 2015 en las costas oeste de Estados Unidos, donde se cerraron las pesquerías debido a las altas concentraciones de toxinas en las almejas, se experimentaron diversos impactos. Estos incluyeron una disminución en la demanda de moluscos, embarcaciones que abandonaron la pesca, lo que redujo los ingresos en las pesquerías, y la pérdida de empleos en los sectores de cría, cosecha y procesadoras.

En cuanto a las floraciones de *Karenia brevis* en Florida (costa sureste de Estados Unidos), los estudios han revelado un aumento en el número de personas hospitalizadas, así como un incremento en las enfermedades respiratorias y digestivas en momentos coincidentes con los eventos de FAN.

En la tercera sección del informe (Lim et al., 2020), se aborda un caso específico relacionado con el dinoflagelado *Cochlodinium*, que ha causado muertes masivas de peces en Corea durante 19 años, desde 1995 hasta 2018, con graves consecuencias. Este ejemplo es importante pues ofrece un resumen de los estudios sobre el impacto económico de estos eventos y las medidas de mitigación implementadas. Los estudios se enfocaron principalmente en la evaluación de las pérdidas en la industria pesquera, así como en los costos asociados a la gestión y el monitoreo de las FAN.

En el contexto de Corea, cabe destacar que se llevaron a cabo investigaciones en áreas de impacto distintas a las más comunes, como el turismo y la recreación. Uno de estos estudios se centró en cuantificar los costos derivados de la pérdida en la pesca recreativa. Se analizó cómo la reducción de los viajes de pesca por parte de los turistas impacta en la reducción del excedente del consumidor. Por otro lado, se evaluaron también las pérdidas en la industria pesquera y en la gestión y monitoreo de las FAN. Este enfoque diversificado proporciona una visión más completa de los impactos económicos de las FAN en Corea.

En la cuarta sección (Trick et al., 2020), se presenta y se explica acerca del envenenamiento por ciguatera (CFP en inglés) que se da principalmente en zonas tropicales o subtropicales. Este tipo de envenenamiento difiere de otros causados por fitoplancton que producen toxinas, ya que su consumo no suele provocar muerte o hospitalización, pero sí genera una disminución en el bienestar de la persona afectada, manifestándose a través de diversos síntomas. En el texto se proponen cinco costos socioeconómicos del envenenamiento por ciguatera

1. Costos de salud para los consumidores de mariscos
2. Pérdida de producción económica de los consumidores afectados
3. Pérdida de ganancias económicas de los pescadores en los mercados afectados
4. Reducción de las ganancias de las empresas locales debido a la disminución del turismo
5. Pérdidas en el bienestar económico por opciones dietéticas reducidas para los consumidores

Además, en esta sección se destacan otros impactos relacionados con el envenenamiento por ciguatera. En cuanto a la pérdida económica en la industria pesquera, se observa una disminución en la demanda de productos del mar debido a la reducción de la rentabilidad de pescadores y procesadores locales, tanto para el mercado interno como para la exportación. En el sector turístico,

se registra una disminución en la actividad turística, lo que afecta la viabilidad económica de numerosos negocios locales. Es importante señalar que esta reducción no necesariamente implica una disminución en el número de turistas, sino que altera las actividades en las que participan, como la pesca y el buceo, que experimentan una disminución. También, puede surgir una reducción de la elección dietética de los consumidores, al haber un posible costo para complementar los suministros alimentarios de las comunidades vulnerables que dependen de la pesca local como medio de subsistencia, que en lugar de productos pesqueros, podrían optar por alternativas como pollo o cerdo.

En el quinto capítulo del informe (J. I. Mardones et al., 2020), se aborda el tema de las medidas de mitigación y los costos de los impactos de las FAN en la industria comercial y recreativa de la cosecha de mariscos. Estos tipos de estudios son menos frecuentes en comparación con los realizados acerca de los impactos en las pisciculturas, ya que existen diferencias como los costos asociados a demoras en las cosechas y la reducción del valor de la producción debido a la pérdida de confianza en la seguridad de los productos. Se observa que este tipo de eventos afecta a las pesquerías y granjas acuícolas, donde se producen pérdidas de mariscos que no pueden ser exportados, lo que a su vez impacta en el empleo de muchas personas. En este capítulo, se identificó una amplia variedad de otros impactos que se describirán a continuación. Se comienza nombrando los sistemas socioeconómicos directamente afectados.

- Impactos en la salud humana
- Impactos directos en las operaciones pesqueras y de moluscos.
- Impactos en el turismo y la recreación.
- Costos de monitoreo y gestión.
- Pérdida de importantes inversiones en marketing internacional debido a la interrupción del suministro causada por las FAN (Adams & Larkin, 2013; Sanseverino et al., 2016)

El problema con la acumulación de biotoxinas en los mariscos es que su proceso de detoxificación es lento y puede extenderse durante varios meses. Esto, a su vez, lleva al cierre de las pesquerías, lo que resulta en pérdidas económicas significativas. Estas vedas pueden tener impactos tales como:

- La Incapacidad de cumplir de manera confiable los contratos de entrega o los suministros en los períodos de alta demanda del mercado
- El retraso o aceleraciones en las cosechas pudiendo afectar la calidad percibida por el consumidor al cambiar por ejemplo el tamaño de los moluscos
- La incapacidad de usar el espacio actual óptimo para empezar un nuevo cultivo de moluscos, retrasando el proceso de crecimiento y del desarrollo de nuevas cohortes

Con respecto a la salud, las intoxicaciones pueden resultar en altos costos médicos y pérdidas de sus salarios, tal que los costos en salud incluyen el tratamiento, las pérdidas de productividad laboral representadas por las tasas salariales y la incomodidad de los síntomas. También se puede utilizar un enfoque basado en el valor de una vida estadística (Bowland & Beghin, 2001; Kniesner et al., 2012) para estimar los costos debido a posibles muertes humanas causadas por las FAN

A continuación, se mencionan otros impactos identificados de este capítulo:

- Ciertos valores de los productos del mercado pudiesen aumentar afectando negativamente a los consumidores, pero puede afectar positivamente al empresario o quizás a los vendedores locales, dependiendo también si es que fue afectado por la escasez de suministro durante el evento
- Puede haber efectos indirectos asociados a las pérdidas de producción, afectando a los proveedores de las granjas de acuicultura, a las industrias procesadoras o a las ventas al por menor. Sin embargo, es posible que encuentren sustitutos para mitigar estas pérdidas.
- Además de las pérdidas en los productores, puede haber una disminución en el excedente del consumidor si es que este no tiene sustitutos del producto
- Afecta la demanda de los viajes recreativos de recolección de mariscos

Finalmente, la sexta sección del reporte (Davidson et al., 2020), aborda los impactos económicos de las FAN en la acuicultura del salmón. Es un gran tema pues la industria de aquello es realmente grande, a tal nivel que un evento FAN puede generar mucha pérdida económica como por ejemplo los US\$ 800M en Chile el 2016. Los impactos en este rubro no se caracterizan por ser tan multidimensionales como lo es el caso de las vedas por acumulación de biotoxinas en mariscos y la diversidad de impactos que puede implicar aquello. En este caso, sus impactos están más ligados a los cierres temporales de centros de acuicultura, la reducción de ventas y de la oferta de producto (y posible aumento de precio en el corto plazo). También se generan diversos costos empresariales, pérdida de empleos tanto directos como indirectos, costos de servicios posteriores a la mortandad, gastos en comunicación y, en función de la magnitud del evento, incluso pueden surgir impactos multidimensionales que representan costos para la sociedad en general y que son difíciles de cuantificar.

En términos operacionales los costos de las FAN en las granjas de salmonicultura incluyen los costos de cualquier medida de mitigación tomada por los productores, como aireación, oxigenación, mayor monitoreo de las FAN, interrupciones de los tratamientos necesarios (eliminación de piojos de mar) y/o en algunos casos donde permiten las regulaciones, trasladar peces a aguas con concentraciones reducidas de FAN. Otros costos, incluyen aquellos asociados con la remoción y eliminación de peces muertos, o los costos asociados con la operación en sitios subóptimos pero libres de FAN (por ejemplo, sitios remotos con costos de transporte más altos). Hay también costos por monitoreo durante la FAN y surgirán costos por promover medidas preventivas y la investigación y el desarrollo necesarios (I+D) para respaldarlas.

2.4. Revisión de la Literatura de Indicadores

En esta subsección se nombran y se describe de manera breve los estudios que se revisan de la literatura científica para la extracción de indicadores para formar la lista larga de indicadores de impacto socioeconómicos de las FAN, que contribuyen al desarrollo de la lista mediana y corta de indicadores. Además, estos estudios son útiles como herramienta para la formulación de los ámbitos y sub-ámbitos de la lista larga de indicadores o de impacto (ambas listas tienen los mismos ámbitos y sub-ámbitos).

En total, se revisa una cantidad considerable de estudios, de los cuales se extrae alrededor de 1000 indicadores, los cuales se traducen al español uno por uno. Estos indicadores abarcan diversos temas que pueden ser pertinentes para desarrollar indicadores de impacto socioeconómico relacionados con las FAN. Estos temas incluyen aspectos de sostenibilidad, bienestar humano, economía, sociedad, salud, turismo, cultura, pesca, salmonicultura y otros campos afines.

Cada documento revisado, se escribe en un párrafo distinto para facilitar la distinción entre ellos. Además, los que tengan relación con el área de la pesca o de acuicultura o similares están puestos en el principio de la sección por orden según el año de publicación. Luego, los estudios que siguen que también están ordenados por la fecha de aparición (a excepción del último que cierra esta sección) son los que no están directamente relacionados con lo que rodea al concepto de pesca y acuicultura, así como indicadores de sostenibilidad, de bienestar humano, de calidad de vida, entre otros.

2.4.1. Indicadores Vinculados a la Pesca y Acuicultura

El objetivo del estudio (Caffey et al., 2000) es investigar si los diversos grupos de interés en la acuicultura pueden llegar a un acuerdo sobre la forma de coordinar la utilización de recursos en la industria acuícola para lograr la sostenibilidad, estableciendo metas y desarrollando indicadores que permitan evaluar y promover la sostenibilidad en la acuicultura, teniendo en cuenta los diversos objetivos y perspectivas de los actores involucrados. Para lograr esto, se utilizaron expertos en acuicultura de los sectores de producción, investigación, regulación e interés público. Estos expertos se encargaron de identificar y ponderar indicadores de sostenibilidad acuícola en el sureste de Estados Unidos. La lista de indicadores posee 3 dimensiones, siendo 12 los indicadores ambientales, 10 los indicadores económicos y 9 indicadores sociológicos.

En el reporte técnico (Zenetos et al., 2002) publicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés) tiene como contexto o problema que la pesca y la acuicultura afectan al entorno costero y marino de varias formas, representando una amenaza para la biodiversidad marina, como demuestra un informe anterior por la EEA sobre la biodiversidad de Europa. La EEA tomó la decisión de abordar de manera directa la problemática emergente del impacto de la pesca y la acuicultura en el medio ambiente. Su objetivo fue integrarlo en el desarrollo de un conjunto fundamental de indicadores que abarquen el marco de evaluación DPSIR (conducentes-presiones-estado-impacto-respuesta). Estos indicadores abarcan desde los factores impulsores en la industria pesquera y acuícola, pasando por las presiones derivadas de la capacidad de la flota, hasta el estado de las poblaciones de peces, el impacto en especies y hábitats, y finalmente las medidas adoptadas para minimizar dichos impactos. Para obtener los indicadores a seleccionar, realizaron una revisión de los indicadores de pesca y acuicultura desarrollados por organizaciones internacionales y

regionales de pesca y medio ambiente, que, a partir de esta revisión, se elaboró una lista de 52 indicadores potenciales, de los cuales recomendó incluir 29 en un conjunto básico de indicadores DPSIR sobre pesca y acuicultura para aguas costeras, marinas e interiores. La tabla con los 29 y 52 indicadores es bien completa pues además de indicar la clasificación DPSIR (si el indicador corresponde a ser de “estado” o de “impacto” u otro), indica el tipo de indicador “A, B, C o D” según la clasificación tipológica por la EEA, se describe la definición del indicador, cualquier otro comentario y además hay una ficha técnica de cada uno de los 29 indicadores elegidos con más detalles de cada uno. Es relevante también volver a hacer énfasis que los indicadores elegidos por la EEA son rescatados de una revisión de indicadores de pesca y acuicultura realizados por otras instituciones en estudios tales como (Bryld, 1996; OECD et al., 1998; Plan, 2000) donde muestran más indicadores.

La FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) en el reporte (Villareal, 2004) afirma que las comunidades pequeñas pesqueras se ven enfrentada a una serie de problemas como el crecimiento poblacional, migraciones, sobreexplotación de recursos, falta de disponibilidad de otras fuentes de empleo, contaminación, entre otros. En el contexto de “Code of Conduct for Responsible Fisheries” (CCRF) se quiere aumentar la contribución de estas comunidades a la salud alimenticia y a la disminución de la pobreza, por lo que fijaron los principios y estándares para la integración de las pesquerías en el manejo de las áreas costeras y especificaron los parámetros socioeconómicos y demográficos en consideración. En el aspecto demográfico fijaron 6 temas y 14 indicadores, y en el área socioeconómica fijaron 6 temas y 15 indicadores

(Jacob et al., 2010) considera que el manejo de los planes de las pesquerías debe considerar sus impactos en las comunidades a través del desarrollo de indicadores sociales basados en datos cuantitativos secundarios para medir los conceptos de dependencia, gentrificación, vulnerabilidad y resiliencia. Esto permitirá evaluar y comparar el grado de dependencia económica, el nivel de gentrificación, la vulnerabilidad ante desastres y la capacidad de recuperación de las comunidades estudiadas en el golfo de México. Se crearon 3 índices con 5 indicadores cada uno, estos índices son: el índice de dependencia comercial, el índice de dependencia recreativa y el índice de dependencia social de la pesca

(Colburn & Jepson, 2012) recopilaron datos del Censo de los Estados Unidos, el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas y otras fuentes de datos secundarias para desarrollar indicadores sociales de 2.948 comunidades costeras en el este de los Estados Unidos y la costa del Golfo de México. Estos indicadores se utilizaron para evaluar la presión de la gentrificación en comunidades seleccionadas altamente involucradas en la pesca. En el estudio se nombran 5 índices sociales con 4 indicadores cada uno.

(Jepson & Colburn, 2013) consideraban que hacía falta la medición de bienestar social, de sostenibilidad, de vulnerabilidad y resiliencia para las comunidades locales pesqueras costeras, tal que desarrollaron un conjunto de indicadores sociales para su uso en la evaluación del impacto social en las pesquerías. Se utilizaron datos de más de 2900 comunidades en 19 estados en los Estados Unidos (desde Maine hasta Texas) para crear 14 índices de vulnerabilidad social y dependencia de la pesca en donde sus datos los obtenían de fuentes gubernamentales y de algunas privadas. Los índices e indicadores fueron aplicados a 20 comunidades, pero la idea era posteriormente aplicarlos para

todas las pesquerías marinas de los estados Unidos. En los índices de vulnerabilidad social hay 6 índices y 24 indicadores, en los índices de vulnerabilidad ante la gentrificación hay 3 índices y 12 indicadores y en los índices de participación y dependencia de la pesca se encuentran 4 índices y 14 indicadores.

(Jacob et al., 2013) observaron que debido a los impactos devastadores de los huracanes Katrina y Rita, más el derrame de petróleo de “Deepwater Horizon” y otros desastres naturales en el Golfo de México, se han ejercido una gran presión sobre las comunidades que dependen tanto de la pesca comercial como de la recreativa tal que agencias gubernamentales locales, regionales y nacionales, así como numerosos investigadores y organizaciones no gubernamentales se han preguntados sobre la vulnerabilidad y resiliencia de las comunidades pesqueras en el Golfo de México. Por lo que en el 2008 se llevó a cabo un estudio de dos años para desarrollar indicadores sociales de vulnerabilidad y resiliencia para las comunidades dependientes de la pesca en el Golfo de México incluyendo estudios etnográficos para validar las descripciones de los indicadores y aumentar su validez. Se desarrollaron 7 índices con un total de 63 indicadores

En (O’Ryan & Pereira, 2015) propusieron de manera metodológica y a través de las metodologías “bottom - up” y “top – down” realizar un proceso participativo con el fin de obtener indicadores de desarrollo sostenible para el sector del salmón en Chile que incluye una visión de sostenibilidad para la industria. Se concluye con una tabla de 22 indicadores con 9 subtemas para la dimensión social, 16 indicadores con 3 subtemas para la dimensión económica y 17 indicadores con 5 subtemas para la dimensión ambiental

En el informe (Moore et al., 2019) se construyó 2 índices para poder identificar la vulnerabilidad de comunidades pesqueras localizadas en las costas oeste de Estados Unidos debido a las clausuras de las pesquerías por el evento FAN del 2015. En el primer índice llamado “Índice de vulnerabilidad socio comunitaria” se proponen 24 indicadores dentro de 7 componentes o ámbitos, y en el segundo índice llamado “Índice de dependencia de la pesca comercial del cangrejo Dungenesse” propusieron 2 componentes y 6 indicadores

En el estudio realizado por (Soto et al., 2019) presentaron una evaluación de cómo el sector de la acuicultura de salmón en el sur de Chile se ve afectado por el cambio climático. El resultado fue un índice de vulnerabilidad que se construye a partir de un modelo que combina diferentes medidas para analizar los riesgos a los que está expuesto el sector (Exposición) (basada en información oceanográfica, hidrológica y meteorológica), su grado de dependencia económica y social (Sensibilidad), y las medidas que puede tomar para adaptarse y reducir los impactos (Capacidad de Adaptación), teniendo como ecuación: $Vulnerabilidad (V) = f(E, S, CA) = (E+S+(1-CA))/3$: Exposición (E), Sensibilidad (S), Capacidad Adaptativa (CA), son índices compuesto por un grupo de indicadores. Con los riesgos, se refiere al cambio climático que puede inducir a cambios en la temperatura, salinidad del agua, disminución del oxígeno disuelto, aparición de FAN, entre otros. Se realizó la evaluación en ocho comunas piloto que son representativas de la producción de salmón en el cultivo marino. Finalmente, cada índice estaba compuesto por sus propios indicadores. Para el caso de la Exposición (E) estaba compuesto por la multiplicación de 2 subíndices: “Estimación de la magnitud del evento” (M) compuesto por 2 indicadores, y con la “Probabilidad del evento” (P) teniendo 3

indicadores, tal que $E = M \times P$. El índice de sensibilidad (S) se compone de 4 indicadores y el índice de capacidad adaptativa (CA) se compone de 10 indicadores. Por lo tanto si se respeta la ecuación de más arriba para cada índice, se obtiene un valor para el índice de Vulnerabilidad

(Soto et al., 2020) desarrolla indicadores ecosistémicos para el desempeño de la salmonicultura en el sur de Chile. Estos indicadores debieran facilitar normativas que regulen la producción máxima por área idealmente por cuerpo de agua (CARs) o ACS (Agrupación de Concesiones de la Salmonicultura). Se propone una matriz de riesgo para el cálculo de la probabilidad de la ocurrencia de eutrofización a través de 8 indicadores

2.4.2. Indicadores en Diferentes Contextos

El artículo escrito por (Musgrove, 1984) se analiza la utilidad de 8 indicadores para evaluar el progreso del bienestar de acuerdo con el plan de acción de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) de lograr la meta de salud para todos en el año 2000. El autor examina estos ocho indicadores con el objetivo de determinar si son adecuados para medir el progreso hacia dicha meta.

El CPRN (Canadian Policy Research Networks) realizó un reporte (Sharpe, 1999) que es de referencia para lanzar un proyecto a nivel nacional, que consiste en una serie de indicadores de calidad de vida en Canadá que busca la participación de los ciudadanos. El proyecto tiene como objetivo crear un conjunto de indicadores prototipo que refleje la gama de problemas que realmente importan a los ciudadanos. La idea de estos indicadores era ayudar a crear un lenguaje común para el diálogo entre los sectores público, privado y voluntario, y así promover un debate más equilibrado sobre las prioridades públicas en dimensiones sociales, económicas, ambientales y otras. En este documento que es de referencia para iniciar el proyecto y dar forma al diseño de la investigación, se examina los principales indicadores e índices de bienestar económico y social que se han desarrollado a nivel nacional e internacional, por lo que se rescatan mucha cantidad y variedad de índices e indicadores, que a continuación, se nombrarán sólo algunos que sirven de referencia, que en este caso, son todos los que hayan sido presentados en tablas sistematizada a lo largo del reporte.

El documento se divide en 3 partes: la primera, es una revisión general del concepto de indicadores sociales, la segunda parte, es una revisión selecta de la literatura de índices para el bienestar económico y social, y en la tercera parte se discuten y nombran temas o asuntos a considerar en la construcción de índices e indicadores. El análisis y la presentación de las tablas de índices e indicadores se presentan en la segunda parte del documento que se nombran a continuación a excepción de una tabla que se presentó en la primera parte para dar un ejemplo de indicadores sociales, siendo este ejemplo, los indicadores de la OECD con 8 ámbitos, aproximadamente 2 subtemas por ámbito y un total de 33 indicadores.

En lo que acontece al resto (segunda parte), se analizó 11 índices en el documento dividiéndose en 3 categorías: 1) índices que proporcionan estimaciones históricas consistentes de las tendencias en el bienestar en Canadá; 2) índices que proporcionan estimaciones transnacionales del estado de bienestar para un año en particular en muchos países; y 3) índices que proporcionan estimaciones de las tendencias en el bienestar para las provincias y comunidades de Canadá. Además, se analizan otros sistemas de indicadores que en el estudio encontraron que eran importante para el debate de los indicadores sociales.

Con respecto a la primera categoría, se identifica el “Índice de Bienestar Económico” (IEWB, por sus siglas en inglés) desarrollado por el Centro de Estudio del Nivel de Vida, en el que se identifican 4 componentes: flujos de consumo, existencias de riquezas, igualdad y seguridad, presentando un total de 16 subcomponentes o indicadores. Dentro de las características de los índices del bienestar para Canadá se presentó una tabla con 22 variables o temas identificados que indica si es que los temas son presenciados o no en los índices económicos y sociales para el bienestar de Canadá.

Con respecto a la segunda categoría, uno de los índices revisados fue el “Índice de Calidad de Vida” (QOL, por sus siglas en inglés) desarrollado por (Diener, 1995) en la universidad de Illinois dividiéndose el índice en 2 partes: el Índice avanzado de calidad de vida y el Índice básico, ambos compuestos por 7 variables o indicadores. De la segunda categoría se identifica también un índice de progreso social (ISP, por sus siglas en inglés) desarrollado por (Estes, 1997) de la Universidad de Pennsylvania con el propósito de identificar cambios significativos en “la adecuación de la provisión social” y evaluar el progreso en la provisión más adecuada de las necesidades sociales y materiales de la población mundial. El índice consta de 46 indicadores sociales que se han subdividido en 10 subíndices. Otro sistema de indicadores que rescatan como muy importante es uno para monitorear la calidad de vida en las principales ciudades canadienses, aunque no es literalmente un ICV (QOL, en inglés) como se mencionó anteriormente pero el sistema proporciona mucha información útil sobre indicadores sociales, desarrollando medidas de calidad de vida con 45 indicadores en ocho áreas: recursos de población, asequibilidad comunitaria, calidad del empleo, calidad de la vivienda, estrés comunitario, salud comunitaria, seguridad comunitaria y participación comunitaria. Otro sistema más de indicadores que rescata el estudio y bien conocido según indican, es el de los “Oregon Benchmarks” desarrollado por la Junta de Progreso de Oregon, con el fin de mantener a Oregon enfocado en el futuro. La Junta es responsable de implementar el plan estratégico de 20 años a partir del 1991 llamado “Oregon Shines” (aunque al 1997 se actualizó al “Oregon Shines II”), que tiene como objetivos, empleos de calidad para todos los habitantes de Oregon, comunidades seguras, solidarias y comprometidas, y un entorno saludable y sostenible. La Junta de Progreso hace un seguimiento de estos resultados a través de 92 indicadores conocidos como los “Oregon Benchmarks”, dividiéndose en siete categorías: economía, educación, participación cívica, apoyo social, seguridad pública, desarrollo comunitario y medio ambiente, además, cada categoría tiene subdivisiones.

El objetivo del estudio por (Cox et al., 2006) fue utilizar datos a nivel de vecindario del Censo de 2000 para construir un índice comparativo de vulnerabilidad social al cambio climático en el noreste de Estado Unidos en las ciudades de Boston, Hartford, Nueva York - Nueva Jersey y Filadelfia. Para lograr aquello se utilizaron 6 índices y un total de 45 indicadores.

(Jepson, 2007) describe la creación de un índice de vulnerabilidad compuesto por medidas de oportunidades de empleo y bienestar comunitario obtenidas de datos del censo y otras fuentes. Se desarrolló el índice para formar parte de la discusión sobre el impacto social en la gestión sobre una “Declaración de Impacto Ambiental para la Enmienda de Hábitat de Peces Esenciales del Consejo de Manejo Pesquero del Golfo de México”. El índice de vulnerabilidad propone 5 componentes o indicadores de las cuales cada una se mide en base a, si el componente esta sobre un margen puesto, está en ese margen, o, por debajo

(López et al., 2008) proponen un sistema de indicadores económico-social para promover el desarrollo íntegro de una sociedad en las dimensiones sociales y económicas. El estudio destaca la importancia de la dimensión social y resalta la estructura y utilidad de los indicadores propuestos en esta área. Se proponen 8 temas en la dimensión social, los cuales abarcan diferentes aspectos relevantes para el desarrollo de una localidad o región de manera integrada y 22 ejemplos de indicadores que pueden asociarse a estos temas, para así, brindar una visión general de los aspectos que se deben considerar para evaluar el progreso y bienestar de la sociedad

En el estudio por (Cutter et al., 2010) se proporciona una metodología y un conjunto de indicadores para medir las características de referencia de las comunidades que fomentan la resiliencia ante desastres, como mecanismo para mitigar los impactos en las comunidades locales, para así monitorear los cambios en la resiliencia a lo largo del tiempo en lugares específicos y comparar un lugar con otro. Esta metodología fue aplicada en los condados del sureste de Estados Unidos. Se desarrollaron 36 indicadores en 6 grupos de resiliencia, siendo estos: resiliencia social, resiliencia económica, resiliencia institucional, resiliencia de la infraestructura y capital comunitario

En el estudio realizado por (Bakar et al., 2015) fue explorar la relación entre el bienestar y la sostenibilidad en un intento de establecer un concepto teórico para el bienestar sostenible. Es un estudio muy relevante pues cita a otros desarrolladores de indicadores de sostenibilidad y de bienestar. La diferencia entre ambos conceptos es que la sustentabilidad se orienta más bien en un futuro mientras que el bienestar tiene en cuenta la condición del presente por lo que este último no incluye temas, como, el cambio climático, escasez de recursos naturales, desigualdad, entre otros. Una de las lecciones capturadas en el estudio acerca de los enfoques hacia el bienestar sostenible es la Fundación “Sustainable Society Foundation” (SSF) que introdujo el índice “Sustainable Society Index” (SSI) en 2006 para medir el desarrollo de las sociedades hacia el logro de la sostenibilidad que cuenta con 21 indicadores organizados en 8 temas y 3 dimensiones, siendo la dimensiones: bienestar humano, bienestar ambiental y bienestar económico.

Otro enfoque, fue uno en indicadores sociales desarrollado por la fundación “Social Progress Imperative” establecida el 2012 en los Estados Unidos. Desarrollaron un índice llamado “Social Progress Index” (SPI) que considera 3 dimensiones, las cuales son: las necesidades básicas humanas, fundamentos del bienestar y oportunidades, de los cuales cada dimensión considera 4 componentes y cada componente tiene 3 a 6 indicadores sumando un total de 54 indicadores.

Con respecto al concepto de bienestar, el estudio cita los indicadores de bienestar de Malasia realizados por la “Unidad de Planificación Económica de Malasia” (EPU, por sus siglas en inglés) definiendo el bienestar como los beneficios físicos, sociales y económicos que contribuyen a mejorar la calidad de vida y la satisfacción de un individuo, familia y comunidad. Realizaron un reporte en donde se presentaban 68 indicadores con 14 componentes, 4 en la dimensión de bienestar económico y 10 en la de bienestar social.

El objetivo de la investigación (Bilan et al., 2020), fue mejorar las herramientas metodológicas de análisis de la distribución de ingresos mediante la identificación de los vínculos entre diferentes indicadores estructurales de desigualdad de ingresos y las características más esenciales del bienestar

social y económico. El análisis comparativo se realizó en los Estados miembros de la Unión Europea y Ucrania, identificando un total de 10 indicadores e índices utilizados

En un estudio realizado por (Liu & Wu, 2021) se exploró la relación de correlación entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano. Los resultados podían manifestar una correlación positiva, negativa o no existente. Los datos los miden en China en escalas provinciales, prefectura y de condado, utilizando regresiones simples y análisis de línea de restricción. Para ello, utilizaron 6 indicadores de servicios ecosistémicos en 3 temas. En los indicadores de bienestar humano se identificaron 4 temas con un total de 10 indicadores.

(Battis-Schinker et al., 2021) afirman que el patrimonio cultural ha sido excluido de los debates sobre sostenibilidad, pero ahora se reconoce ampliamente su potencial para contribuir a entornos más habitables, viables y equitativos, demostrándose en raras ocasiones la contribución real de los recursos del patrimonio cultural a la sostenibilidad. Para solucionar esa brecha, llevaron a cabo una iniciativa de investigación que consistió en un estudio metodológico sobre cómo mejorar la evaluación de la calidad de vida urbana considerando los recursos del patrimonio cultural a través de indicadores para la calidad de vida de un contexto cultural. El estudio se probó en 10 pequeñas y medianas ciudades entre Alemania y Polonia. Es interesante pues se rescatan varios indicadores relevantes sobre todo los del ámbito de turismo que abarcan 13 indicadores.

Hasta este punto, se han revisado varios estudios sobre indicadores e índices que abordan una amplia gama de temas. Esta sección se enfoca en explorar una amplia gama de indicadores de la literatura con el objetivo de encontrar aquellos relacionados con las FAN y sus impactos. A continuación, se presenta un último estudio revisado, que destaca numerosas iniciativas tanto a nivel nacional como institucional relacionadas con el desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible.

(Quiroga Martínez, 2001) chilena, realizó un documento sobre el estado del arte hasta la fecha de las iniciativas para desarrollar e implementar indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible a nivel mundial, con el objetivo de identificar aquellas que pueden ser pertinentes para los países de América Latina y el Caribe. Para el documento, fue apropiado proporcionar una visión general de los indicadores, sistematizando experiencias seleccionadas con el fin de orientar el desarrollo de iniciativas por parte de gobiernos y otros actores clave en el proceso colectivo de gestión para el desarrollo sostenible. Se nombran algunas de las experiencias de construcción de indicadores seleccionadas en el estudio.

La Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) en el capítulo 40 de la agenda 21 propone la adopción de Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS), promoviendo su conceptualización y desarrollo de manera participativa que involucre tanto a las agencias gubernamentales como a la sociedad civil. Se desarrollaron 134 indicadores y diversos países del mundo pusieron a prueba el listado, donde finalmente la CDS decidió que definirán los 57 indicadores más centrales de desarrollo sostenible que son los que resultaron más útiles a los países. En el documento en cuestión, se presenta la tabla con los 57 indicadores, que poseen 4 dimensiones (social, económico, ambiental e institucional), 15 temas o ámbitos y 38 subtemas o sub-ámbitos. México fue uno de los países que intentó de implementar los IDS por la CDS a su propio modo elaborando casi la totalidad de los indicadores, destacando para

este intento lo diferente que fue comparada a la publicada originalmente, pues este, envés de dividirse en dimensión, tema y subtema, se dividió en: dimensión, y si es de presión estado o respuesta (PER). En el informe se observa una publicación resumen de los 46 indicadores del proyecto de México. Otro ejemplo de iniciativa fue el realizado por Costa Rica, que se destacó en ese tiempo por la disponibilidad de una cantidad relativamente amplia de información cuantitativa generada en los campos económico y social, así como los esfuerzos para producir información similar en el ámbito ambiental. En Costa Rica se realizó un Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible (SIDES) que abarcó los conjuntos económicos, social y ambiental, tal que en el estudio en revisión, se presenta un extracto de la tabla con 47 indicadores y algunos de los temas desarrollados. También, en el estudio se presentan varios otros ejemplos de experiencias de iniciativas de elaboración de indicadores ambientales o de desarrollo sostenible por otros países e instituciones alrededor del mundo.

2.5 Revisión de Bases de Datos de Información de Indicadores para Chile

En esta subsección, se realiza una revisión de las fuentes de información de indicadores relevantes para Chile, que pueden ser útiles en el desarrollo de los indicadores relacionados con las FAN. Existen diversas plataformas, bases de datos y sitios web dedicados al almacenamiento y exhibición de datos e indicadores. Algunas de estas plataformas, aunque pertenecen a instituciones distintas, pueden presentar los mismos datos e indicadores, ya que algunos se pueden basar en la misma información recopilada. A continuación, se describen las fuentes de datos y distribuidores de datos revisados que son relevantes en Chile y que pueden servir como herramientas en la búsqueda de indicadores de impacto de las FAN.

SINIM¹⁴: el Sistema Nacional de Información Municipal o SINIM es una plataforma perteneciente a la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del gobierno de Chile que promueve datos a escala comunal en todo Chile desde el 2001 hasta la actualidad. La plataforma es bien sencilla de utilizar, se selecciona el área o las áreas de interés que son hasta 9, luego, cada área tiene sus sub-áreas y al escoger esta, aparecen los indicadores correspondientes a seleccionar. Después, se tiene que escoger los años en los que se quiere buscar el indicador y finalmente la(s) región(es) y comuna(s). Las áreas que se incluyen son: 1- Administración y finanzas municipales, 2- Recursos humanos municipal, 3- Educación municipal, 4- Salud Municipal, 5- Social y comunitaria, 6- Desarrollo y gestión territorial, 7- Caracterización comunal, 8- Género y 9- Cementerio. La plataforma también proporciona definiciones para cada ítem, permite presentar los indicadores en una plantilla, así como en forma de gráficos. Además, ofrece una ficha comunal que incluye una descripción general de la comuna junto con sus principales indicadores. La plataforma ofrece varias otras funcionalidades y herramientas adicionales.

INE¹⁵: el Instituto Nacional de Estadísticas, también conocido como INE, es una institución fundada en 1843 y tiene la responsabilidad de producir las estadísticas oficiales de Chile, recopilando información a través de encuestas, registros y censos. EL INE juega un papel crucial en la realización de los censos y proporciona una base sólida para políticas públicas y proyectos privados. Genera datos importantes, como los censos de población y vivienda, así como indicadores económicos como el empleo y el Índice de Precios al Consumidor (IPC). En su página web, se puede acceder a diversas bases de datos, publicaciones, documentos de trabajo y metodologías. Las estadísticas del INE brindan información detallada sobre la economía, población y territorio del país, permitiendo analizar la evolución demográfica en períodos específicos. INE.Stat¹⁶ es un repositorio gratuito e interactivo de datos estadísticos creado en el 2019 y administrado por el INE que permite a los usuarios buscar indicadores utilizando diferentes criterios, personalizar la visualización de los datos, exportar consultas en varios formatos y además proporcionan metadatos descriptivos con sus notas al pie. Aunque inicialmente el INE se enfoca en indicadores laborales y ambientales, su desafío es ampliar la incorporación de indicadores en diversas temáticas dentro de las estadísticas nacionales,

¹⁴ <http://datos.sinim.gov.cl/>

¹⁵ <https://www.ine.gob.cl/>

¹⁶ <https://stat.ine.cl/>

provenientes tanto del INE como de otras instituciones del país. Otras de las plataformas interesantes del INE es el “Portal de Mapas”¹⁷, ya que estos se han vuelto esenciales en la visualización y análisis de datos estadísticos, ofreciendo diversos mapas con datos estadísticos censales y de calidad de vida. Además, se puede explorar la distribución y comportamiento de estos datos a nivel nacional, descargarlos en diferentes formatos y acceder a documentación útil para consultas, análisis y toma de decisiones. Habiendo revisado la plataforma, se observa que sus datos se basan en escala a nivel país, regional y provincial, hay algunos indicadores que hay información para ciudades, pero son sólo en algunas, como también se puede encontrar algunos pocos indicadores a escala comunal.

CASEN¹⁸: la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia proporciona información sobre la situación de los hogares y la población, especialmente aquellos en situación de pobreza y grupos prioritarios para la política social. Su objetivo es obtener datos demográficos, educativos, de salud, vivienda, empleo e ingresos, y evaluar la pobreza, la distribución del ingreso y las brechas sociales y territoriales. Además, se utiliza para estimar el impacto de la política social, la cobertura de programas sociales y el gasto fiscal en relación con el ingreso de los hogares. La encuesta cubre todo el país, excepto zonas remotas, y se realiza cada dos o tres años desde 1990. La plataforma es muy sencilla de utilizar, basta con elegir el año que se está buscando, luego elegir si es que se quiere obtener la metodología, los resultados, el cuestionario o la base de datos, y luego de eso se selecciona lo que se está buscando. Las encuestas realizadas por Casen proporcionan una gran cantidad de información en sus bases de datos, la cual se puede utilizar para crear numerosos indicadores. Un aspecto positivo es que esta información está disponible para casi todas las comunas de Chile. Sin embargo, es importante destacar que en la página web de Casen no se accede de manera inmediata a todos los indicadores y sus datos, ya que solo se muestran algunos de ellos, pero aún así, es posible obtener toda la información recopilada en las encuestas a través de las bases de datos utilizando programas como SPSS en formato “.sav” y STATA en formato “.dta”, incluso, en la página web de Casen se encuentra disponible un manual que explica cómo construir indicadores adicionales a los presentados en los datos, utilizando ambos programas. Por último, no es menos mencionar que existen otros sitios web que presentan indicadores basados en los datos de Casen, pero adaptados a sus propios enfoques y necesidades. Ocurre por querer organizar y mostrar la información y los resultados de una manera específica o a su propio modo para el público.

SII¹⁹: el Servicio de Impuestos Internos (SII), es la entidad encargada de aplicar y supervisar todos los impuestos internos en Chile (quedan excluidos los externos como por ejemplo los aranceles). Su objetivo es garantizar el cumplimiento total de las obligaciones tributarias de cada contribuyente, mediante la aplicación y fiscalización eficaz y eficiente de los impuestos internos. Su origen se remonta al año 1902 cuando se estableció el impuesto a la producción de alcoholes.

¹⁷ <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas>

¹⁸ <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen>

¹⁹ https://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_y_estudios_del_sii.html

Al estar todo contribuyente ya sea natural o empresa registrados en el SII, este almacena toda la información y aprovechan de construir estadísticas y desarrollar indicadores para el provecho de los interesados. La mayoría de la información que proveen viene a partir del año 2005, son anuales y tienen desde escala país hasta escala comunal

BCN²⁰: la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN), es un servicio compartido por el Senado y la Cámara de Diputados cuyo propósito es respaldar a la comunidad parlamentaria en el desempeño de sus labores. Su objetivo es generar información, conocimiento y asesoramiento especializado, así como fomentar la conexión entre el Congreso Nacional y la ciudadanía. La biblioteca pone a disposición de todo el conjunto de libros, documentos, material jurídico y registros históricos de la actividad legislativa del país, con el fin de brindar acceso a su acervo y promover la comprensión de la historia política del país. En la sección de “Información Territorial” (puesta en la nota al pie) se ofrecen accesos a indicadores comunales, distritales, regionales, territoriales, como también se exhibe una “Mapoteca” con las divisiones político-administrativas del país (regiones, provincias, comunas) y divisiones electorales (circunscripciones senatoriales y distritos de diputados) que abarcan establecimientos públicos de salud, áreas silvestres protegidas, áreas urbanas, límites comunales, entre otros, y ofrece otras herramientas relevantes. Es importante destacar que toda la información de los indicadores que utiliza BCN es procedente de otras fuentes como la CASEN, el CENSO, el SII, INE, MINEDUC, SINIM, TRICEL, Ministerio del Interior, entre otras más, por lo que la BCN es una distribuidora de datos.

SUBTURISMO²¹: la Subsecretaría de Turismo (SUBTURISMO) fue creada el año 2010 y operada por primera vez el 2011, es una subsecretaría del estado, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Tiene como misión impulsar el desarrollo sostenible del turismo en nuestro país, mediante la formulación y coordinación de políticas públicas, la colaboración entre los actores públicos y privados del sector y el fortalecimiento del sistema institucional para el turismo. Su principal objetivo es mejorar la calidad de vida de la población chilena al crear, preservar y aprovechar de manera responsable los recursos y atractivos turísticos. Asimismo, busca promover el crecimiento y la difusión del turismo en el país, generando beneficios económicos y sociales para la comunidad. Entrando a la página web, en la sección de “Estadísticas y Estudios” aparecen informes, documentos estadísticos y toda la información recolectada de datos respecto al turismo, proporcionando también indicadores de distintas escalas incluyendo a nivel territorial y comunal, además, hay algunos que poseen datos mensuales (por ejemplo, el número de visitas a parques nacionales).

SERNATUR²² o el Servicio Nacional de Turismo es otro organismo público que desempeña un papel clave en la actividad turística relacionándose estrechamente con SUBTURISMO. A pesar de que en la página web, en la sección de “Estudios y Estadísticas” ofrece resultados, informes y estadísticas, no ofrece una plataforma donde se pueda visualizar los indicadores como si lo

²⁰ <https://www.bcn.cl/siit/>

²¹ <http://www.subturismo.gob.cl/>

²² <https://www.sernatur.cl/>

hace SUBTURISMO (el encargado de ello). De todos modos se hará una descripción: Fue creado el 1975 bajo el gobierno de Chile que depende administrativamente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. La misión de SERNATUR es desempeñar un papel clave en la actividad turística a nivel nacional e internacional, abarcando desde la investigación y planificación hasta el fomento, promoción y coordinación del turismo. Trabajando en conjunto con entidades públicas y privadas, ejecutan planes y programas alineados con la “Política Nacional de Turismo”, buscando impulsar un desarrollo sostenible, estimulando la especialización, mejorando la calidad y fomentando la competitividad de la industria turística, promoviendo los destinos y atractivos turísticos del país, y contribuyendo así al crecimiento económico, social y cultural de la nación.

SERNAPESCA²³: el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) que data sus registros desde el 1931, es una institución que forma parte del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Su principal propósito es fomentar la sostenibilidad en el sector pesquero y acuícola, así como garantizar la protección de los recursos hidrobiológicos y su entorno, que lo logra a través de supervisiones completas, implementando medidas sanitarias eficaces y promueve el cumplimiento de las normas establecidas en el sector con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de la industria y preservar el medio ambiente marino en Chile. En la página web hay una sección llamada “Informes y Datos” donde se presentan anuarios estadísticos, resultados y estadísticas. El sitio web provee información muy completa de los datos recabados, exponiendo los datos de todos los puertos de Chile, como también a nivel regional y país, además, varios de los datos ofrecidos se pueden visualizar en una recurrencia mensual.

SUBPESCA²⁴ o la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, es otro organismo crucial en lo relacionado a la pesca y acuicultura que está estrechamente relacionado con SERNAPESCA. Este organismo ofrece publicaciones, estudios, informes anuales de pesquerías bien relevantes para el sector, pero no ofrece datos en detalle de los desembarques y de la producción a nivel país, regional y puerto como si lo hace SERNAPESCA. SUBPESCA, creada el año 1976 también forma parte del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Su función principal es proponer y llevar a cabo la política nacional relacionada con la pesca y la acuicultura, encargándose de regular y gestionar estas actividades con el objetivo de cuidar los recursos marinos y asegurar su sostenibilidad. En otras palabras, su misión es promover el desarrollo sostenible de este sector, mediante políticas y reglas que generen beneficios para la sociedad y la economía del país.

DataSocial²⁵: es otro gran aporte al almacenamiento de información, que está bajo la administración del Ministerio de Desarrollo Social y Familia. En el sitio web, se tiene acceso a diversos indicadores y datos relacionados con diferentes sectores, grupos prioritarios, calificación socioeconómica, registros administrativos y bienestar social. Además, proporcionan información oficial sobre prestaciones monetarias y sociales, así como los programas existentes tanto sociales como no sociales en Chile. Cabe mencionar que, si bien almacenan datos,

²³ <http://www.sernapesca.cl/>

²⁴ <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-channel.html>

²⁵ <https://datasocial.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

DataSocial es una distribuidora de datos basándose principalmente en CASEN. Además, coopera con otras organizaciones que también hacen la función de distribuir y visualizar datos como lo es ADIS²⁶, Observatorio Social²⁷, BIPS²⁸ y BIP Data²⁹, todas bajo el mismo ministerio

Datos.gob³⁰/DataChile³¹: datos.gob es el repositorio centralizado del Estado que proporciona datos y estadísticas del sector público para diversos fines, como aplicaciones, visualizaciones, investigación, y más. DataChile es una plataforma desarrollada por “Datawheel” que exhibe datos que se encuentran en datos.gob a través de muchas fuentes distintas. Ambas plataformas comparten la misma organización, fuentes y datos

Ahora bien, existen muchas otras plataformas y sitios web que ofrecen datos estadísticos e indicadores, ya sea como fuentes de información o distribuidores de estos. Por lo tanto, la lista podría seguir creciendo si se describieran todas ellas. Hasta ahora, se han mencionado las principales y aquellas que podrían estar relacionadas con los impactos de las FAN. En caso contrario, estaríamos describiendo cada base de datos proporcionada por la mayoría de los ministerios de Chile, aunque no todas sean pertinentes para el propósito de esta revisión. Por ejemplo, se nombra a continuación otras fuentes de información adicional a las revisadas: The World Bank³² que muestra indicadores económicos, sociales, ambientales e institucionales; la OECD³³ que enseña indicadores de diversas materias; Fundación Observatorio Fiscal³⁴ que permite visualizar indicadores y resultados municipales en un mapa; Futuros Territoriales³⁵ siendo más específica esta pues modela sistemas complejos ecosistémicos en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes; incluso, se puede encontrar sitios web donde distribuyen datos en sectores específicos como lo es Data Los Lagos³⁶ que solo distribuye para su región.

²⁶ <https://adis.gob.cl/#/estadisticas-socioeconomicas/frecuentes>

²⁷ <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

²⁸ <https://programassociales.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

²⁹ <https://bipdata.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

³⁰ <https://datos.gob.cl/dataset>

³¹ <https://www.datachile.io/>

³² <https://data.worldbank.org/country/chile>

³³ <https://data.oecd.org/chile.htm>

³⁴ <https://observatoriofiscal.cl/informate/repo/Mapa-de-indicadores-y-resultados-municipales>

³⁵ <https://futurosterritoriales.cl/resultados-proyecciones/>

³⁶ <https://data.goreloslagos.cl/>

III. MARCO TEÓRICO

En esta sección se aborda el concepto fundamental de indicador y su aplicación en contextos conceptuales diversos. En la primera subsección (3.1. Concepto de Indicador), se comenta las definiciones, atributos y marcos de referencia de los indicadores. La segunda subsección (3.2. Concepto de Indicadores de Impacto Socioeconómicos) se enfoca en comprender los indicadores de impacto socioeconómicos, explorando conceptos clave y ejemplos relevantes. Este marco teórico proporciona la base esencial para abordar la evaluación de impactos socioeconómicos de las FAN.

3.1. Contextualización y Marcos Conceptuales de Indicadores

En esta subsección, se contextualiza el concepto de indicador, explorando sus definiciones, atributos, características y enfoques. Sobre todo, en esta sección se comenta acerca de los sistemas de referencia de indicadores existentes. Estos sistemas son marcos o enfoques que se emplean para medir y evaluar el desempeño, el progreso o el cumplimiento de metas en diversas áreas, como negocios, gobierno, desarrollo sostenible, salud y educación, entre otras.

Los marcos conceptuales, por su parte, son herramientas fundamentales que permiten enfocar y aclarar qué aspectos se medirán, qué se espera de cada medida y qué tipo de indicadores se utilizarán. En general, distintos niveles analíticos requieren de distintos marcos específicos de indicadores, que son adecuados al nivel de detalle del análisis y al propósito del monitoreo. En la actualidad existen diversos marcos conceptuales de indicadores que se pueden aplicar dependiendo del tema a tratar, permitiendo definir qué y cómo se medirán, analizarán y recopilarán los datos necesarios para los indicadores.

El objetivo es comprender qué es un indicador y cómo encaja en distintos contextos conceptuales. Aunque este tema es amplio, se focaliza en los aspectos más relevantes para entender su uso en situaciones cercanas y prácticas.

En cuanto a las iniciativas, diversas cooperaciones, países e instituciones han trabajado en la elaboración de indicadores, especialmente en promover la sostenibilidad ambiental. Algunos estudios destacados en este ámbito incluyen a (Cabello et al., 2014; Fernández-Sánchez & Rodríguez-López, 2010; OECD, 1997; Olewiler, 2006; Veleza et al., 2001). En América Latina se destacan las contribuciones de (Quiroga Martínez, 2001) en el diseño de indicadores de sostenibilidad, (González, 2010) para indicadores ambientales en el sector público, (Silvia León, 2013) en la conceptualización de indicadores urbanos.

1. Definición de Indicador

Existen variadas definiciones de indicador. La EEA (Economic European Area) sostiene que los indicadores ambientales, resumen, simplifican y comunican conjuntos de datos más complejos. Los define como “una medida generalmente cuantitativa que puede ser usada para ilustrar y comunicar fenómenos ambientales complejos de manera más simple, incluyendo tendencias y progresos a lo largo del tiempo y por lo tanto ayuda a proporcionar información sobre el estado del medio ambiente”(EEA, 2014)

(OCDE, 1998) define a los indicadores como “un parámetro (una propiedad que se mide y se observa), o un valor derivado de los parámetros que apunta a proporcionar información sobre el estado de un fenómeno / medio ambiente / área, con un significado más allá del valor del parámetro mismo”

(Quiroga Martínez, 2009) propone la siguiente definición: “un indicador corresponde a una o más variables combinadas, que adquiere distintos valores en el tiempo y en el espacio, y entrega señales al público y a los decisores acerca de aspectos fundamentales o prioritarios en el proceso de desarrollo, en particular respecto a las variables que afectan la sostenibilidad ambiental de dichas dinámicas”

Cabe destacar que los indicadores representan una aproximación de la realidad y en su mayoría presentan información cuantificada procesando múltiples datas.

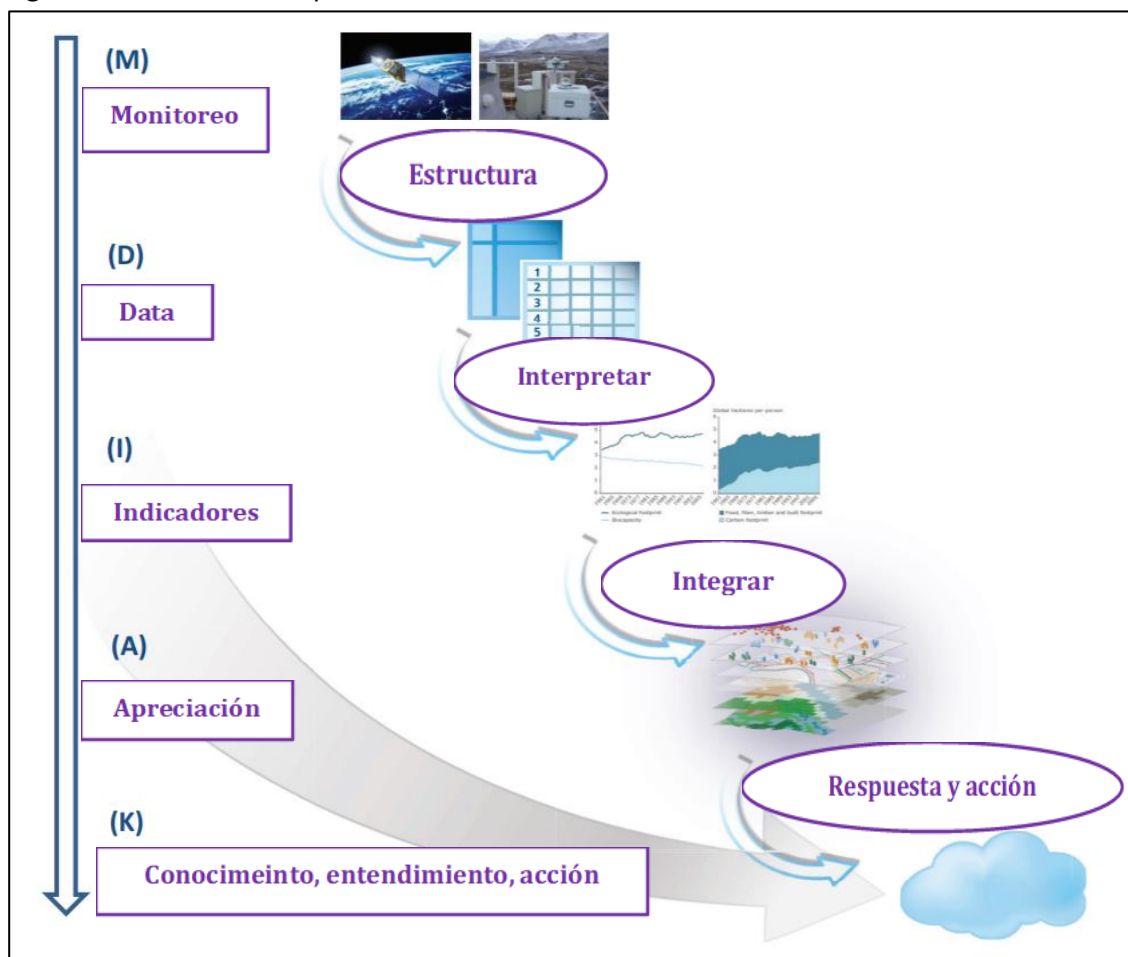
Un indicador se diferencia de un índice y una “data” en que un índice es una ponderación o agregación de indicadores. El resultado del análisis de indicadores e índices se conoce como “información” que es de utilidad para la toma de decisiones. Una “data” o conjunto de “datos” es una colección de información que contiene detalles sobre uno o varios objetos, incluyendo referencias geográficas y temporales, en el que cada información individual sobre un objeto en este conjunto se denomina “dato”. El dato no sirve por sí solo, tiene que estar acompañado de índices, indicadores u otra información relevante para su comprensión. Es a través de la combinación de datos con indicadores y referencias que se obtiene conocimiento y se pueden tomar decisiones informadas en diversos ámbitos.

Es importante subrayar que los “datos” que conforman los indicadores son, en efecto, indicadores y no valores únicos, ya que están contextualizados según su función. Por ejemplo un indicador demográfico lo hace indicador al estar acompañado dentro de una zona geográfica (por ejemplo una comuna) y un período de tiempo determinado.

2. Niveles de Agregación de la Información Propuestos por la EEA: “Monitoring, Data, Indicators, Assessments, Knowledge” (MDIAK)

La cadena “MDIAK” utilizada por la EEA funciona para distinguir los niveles de agregación de la información. El monitoreo o en inglés “monitoring” proporciona observaciones o mediciones de parámetros ambientales. Data se refiere a una estructura de mediciones estructuradas que permite posteriormente un procesamiento y efectuar comparaciones. Los indicadores “indicators” se utilizan para interpretar múltiples datas comunicando estados y tendencias y a la vez respondiendo a políticas determinadas. “Assessment” equivalente en el español a “mediciones/valuaciones” tiene el fin de entregar conocimiento para los tomadores de decisiones. Finalmente “knowledge” o conocimiento es importante para el manejo de la toma de decisiones por expertos (EEA, 2014).

Figura 5: La Cadena de Reporte MDIAK



Fuente: Adaptado al Español desde (EEA, 2014)

3. Tipos de Indicadores

Existen varios tipos de indicadores que se pueden aplicar a áreas ambientales, sociales, económicas u otras. A continuación se nombran algunos tipos que son bien frecuentes

a. EEA Tipología de Indicadores – “ABCDE”

La tipología “ABCDE” propuesta por la EEA se desarrolló en respuesta a la necesidad de clasificar los indicadores que permitan el análisis de interacciones Medio ambiente – sociedad con más detalle (EEA, 2014)

Tabla 10: Clasificación Según la EEA

<i>Clasificación</i>	<i>Pregunta a Responder</i>
1. <i>Indicadores descriptivos. Tipo A</i>	¿Qué está pasando?
2. <i>Indicadores de desempeño. Tipo B</i>	¿Estamos alcanzando los objetivos?
3. <i>Indicadores de eficiencia. Tipo C</i>	¿Estamos mejorando?
4. <i>Indicadores de efectividad políticas. Tipo D</i>	¿Están funcionando las medidas?
5. <i>Indicadores de bienestar total. Tipo E</i>	¿Estamos en general mejor?

Fuente: (EEA, 2014) (Traducción Propia)

b. Otros Tipos de Indicadores

Se nombran 5 tipos según una clasificación hecha por la EEA. Se continúa la lista con otros más, aun así existen muchos tipos de indicadores.

6. Indicadores de producción: estos indicadores derivan de la gestión de procesos de la ingeniería, centrándose en aspectos ambientales y económicos de las actividades productivas
7. Indicadores clave de rendimiento (KPI): se emplean para evaluar el avance hacia metas tanto a nivel organizacional como individual en diversas áreas de desempeño
8. Indicadores de regulación: se enfocan en medir el cumplimiento de la ley
9. Indicadores de contabilidad: son utilizados en los informes internos y externos de la empresa para cuantificar diversos aspectos financieros y contables
10. Indicadores económicos: permiten evaluar aspectos financieros, impactos ambientales y sociales de una actividad o proceso productivo
11. Sistema de indicadores económicos y sociales: conjunto de indicadores que evalúan la situación económica y social de un país o región, tales como el empleo, pobreza, salud, educación, entre otros
12. Indicadores ecológicos o de desempeño ambiental: evalúan el impacto humano en la naturaleza y la salud de los ecosistemas, facilitando la gestión sostenible de recursos y la protección del medio ambiente
13. Indicadores de salud: evaluar la condición de bienestar y salud de una población
14. Indicadores de seguridad alimentaria: miden el acceso y la calidad de los alimentos en una población determinada
15. Etcétera.

4. Marco de Indicadores Basados en Proyectos (Conocidos como Input–Output–Outcome–Impact framework)

Este marco de indicadores desarrollado por el banco mundial se utiliza para monitorear la efectividad de proyectos. El marco sugiere los siguientes tipos de indicadores descritos por (Quiroga Martínez, 2001):

- **Indicadores de “Inputs”:** monitorear los recursos específicamente provistos por el proyecto
- **Indicadores de “Output”:** medir bienes y servicios provistos por el proyecto

- **Indicadores de “Outcome”:** miden los resultados inmediatos, de corto plazo, de la implementación del proyecto.
- **Indicadores de Impacto:** miden los resultados de más largo plazo o persistentes del proyecto

5. Contexto Histórico Hacia Indicadores de Sostenibilidad

(Quiroga Martínez, 2001) propone la existencia de tres eras de indicadores ambientales y de desarrollo sostenible

a. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de Primera Generación

Los indicadores ambientales también conocidos como indicadores de sostenibilidad ambiental surgieron en la década de los 80 (por eso se les llama de 1era generación) y se enfocan en el análisis del fenómeno ambiental y complejo desde un sector productivo (por ejemplo, salud, agricultura, forestal) o un número limitado de dimensiones ambientales, (como la contaminación del aire por MP, la deforestación o el cambio de uso de suelo). Estos indicadores buscan describir y mostrar los estados y dinámicas ambientales más importantes, incluyendo la biodiversidad, la calidad y cantidad del aire y agua, la producción de desechos sólidos, así como la disponibilidad y extracción de recursos naturales en áreas como la agricultura, bosques y pesca.

b. Indicadores de Desarrollo Sostenible de Segunda Generación

Los indicadores de desarrollo sostenible evolucionaron desde el surgimiento de los indicadores ambientales (por eso de 2nda generación) para incluir múltiples dimensiones, tales como las ambientales, sociales, económicas e institucionales. Este enfoque ha sido adoptado por diversas iniciativas a nivel mundial, incluyendo países como México, Estados Unidos y Chile. Desde 1996, la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) ha liderado estos esfuerzos, cuyo objetivo es mostrar las dinámicas ambientales, sociales y económicas, y cómo estas se interrelacionan.

Algunas iniciativas han intentado mejorar la eficacia de estos indicadores mediante la implementación de metodologías de agregación conmensurables, como índices o valoraciones monetarias cuyos resultados comunicacionales son potentes, pero metodológicamente discutibles.

Aunque estos indicadores abordan más que solo la dimensión ambiental, se presentan de manera aislada, sin integración esencial o sinergia entre ellas, lo que refleja un enfoque disciplinario o sectorial en su presentación.

c. Indicadores de Desarrollo Sostenible de Tercera Generación (Indicadores de Sostenibilidad)

Los indicadores de sostenibilidad buscan integrar las dimensiones social, económica y ambiental para crear un Sistema de Indicadores de Sostenibilidad que muestre indicadores que abarquen estas dimensiones conjuntamente en todas las escalas y desgloses posibles.

El diseño e implementación de los IDS de tercera generación representa un desafío aún mayor que trasciende las dos generaciones anteriores. Buscan producir indicadores vinculantes que, con un número limitado de cifras, permitan acceder a un mundo de mayores significados en el que estén

incorporadas de manera transversal y sistemática las dimensiones económicas, sociales y ambientales, contribuyendo así a un progreso efectivo hacia el desarrollo sostenible mediante un enfoque sinérgico de dimensiones y sectores desde su origen.

La siguiente figura construida por (Quiroga Martínez, 2009) muestra la relación entre los tres tipos de indicadores mencionados. En ella, se aprecia que los indicadores de desarrollo sostenible buscan incorporar la unión de las tres dimensiones (ambiental, social y económica) sin necesariamente fusionarse dentro de uno o varios indicadores, mientras que los indicadores de sostenibilidad corresponden a la intersección entre estas tres dimensiones propuestas.

Figura 6: Integración entre Indicadores Sociales, Económicos y Ambientales



Fuente: (Quiroga Martínez, 2009)

6. Indicadores Presión–Estado–Respuesta (PER)

Comúnmente conocido como PSR (por sus siglas en inglés), es uno de los marcos más reconocidos propuesto inicialmente por *Environment Canada* (1979) y después retomado por la (OECD, 1993)

El enfoque PER es una herramienta analítica que busca clasificar y categorizar información sobre recursos naturales y ambientales, considerando sus relaciones con actividades sociodemográficas y económicas. Este enfoque se basa en un conjunto de interrelaciones y causalidades: las actividades humanas ejercen presión sobre el ambiente (P), lo que modifica la cantidad y calidad de los recursos naturales, es decir el estado (E). La sociedad responde con políticas ambientales y socioeconómicas que afectan y retroalimentan las presiones de las actividades humanas (R), cerrando así el bucle.

Este modelo responde a tres preguntas:

a. ¿Qué está Afectando el Ambiente?

Presión: Refleja las presiones que provocan las actividades humanas o las propias fuerzas naturales sobre el medio ambiente (aunque mayormente en la literatura hacen referencias a las actividades humanas, en verdad estas pueden ser también naturales). En este sentido, las presiones son las fuerzas básicas que configuran el estado del medio ambiente y su desarrollo. Las presiones pueden ser indirectas o directas:

- **Indirectas:** Influyen en el medio ambiente de manera más sutil o a través de intermediarios. Estas corresponden a las tendencias de actividades que provocan externalidades ambientales. De origen naturales pueden ser por ejemplo oscilaciones climáticas naturales como El Niño y La Niña, o el cambio climático proporcionado por factores naturales como erupciones volcánicas. Con respecto a las causas antrópicas y que son las más referidas, son por ejemplo, el crecimiento poblacional, la urbanización, deforestación, cambios tecnológicos, políticas sectoriales, entre otros.
- **Directas:** Provocan un impacto inmediato y observable en el medio ambiente. Estas pueden originarse tanto de eventos naturales, como terremotos, erupciones volcánicas o inundaciones, como de actividades humanas, que son las más mencionadas, como la contaminación del aire debido a emisiones industriales, la liberación directa de desechos en cuerpos de agua o la sobrepesca excesiva y no sostenible. Estos eventos generan consecuencias directas y evidentes en el entorno, además de impactos sociales y económicos.

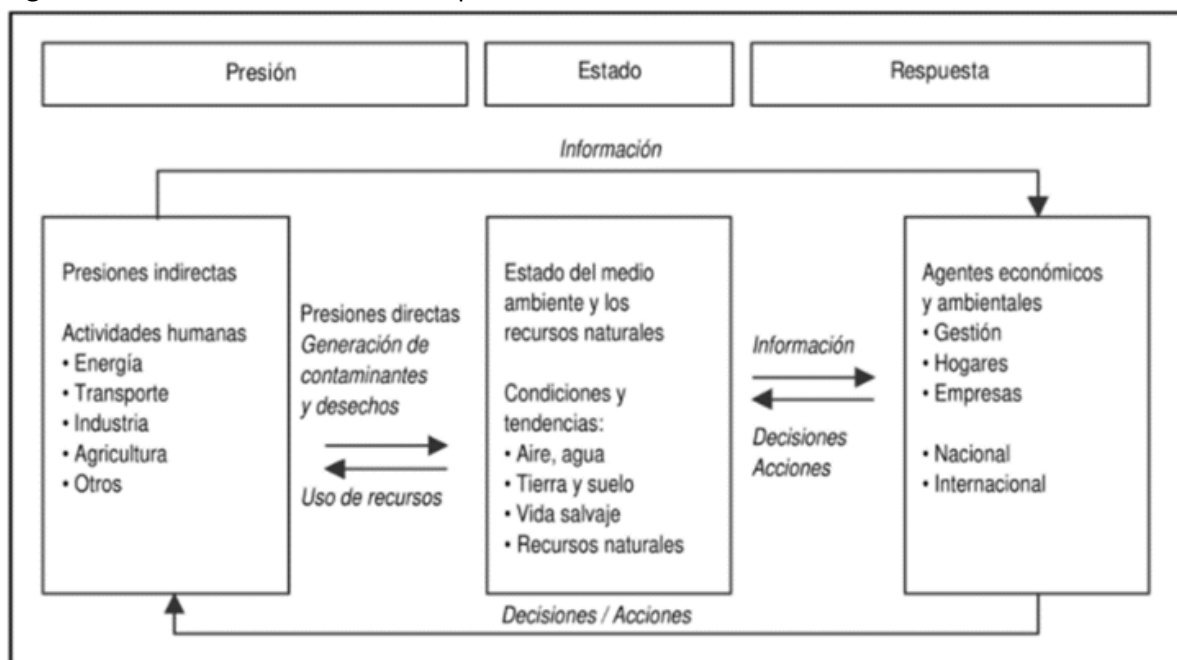
b. ¿Cuál es el Estado Actual del Medio Ambiente?

Estado: Describe la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales relacionados con las actividades de explotación social y económica, así como los efectos originados por causas naturales. Algunos ejemplos incluyen la degradación del suelo, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad. Este concepto implica la evaluación y medición de aspectos como la calidad del aire, el agua y el suelo, con el fin de obtener una visión integral de la salud y la sostenibilidad del ecosistema.

c. ¿Qué estamos Haciendo para Mitigar o Resolver los Problemas Ambientales?

Respuesta: Presentan los esfuerzos que realiza la sociedad, las instituciones o gobiernos, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente. Además, es políticamente importante considerar y responder a los efectos del estado del medio ambiente, ya que esto nos permite identificar el núcleo del problema

Figura 7: Modelo Presión–Estado–Respuesta



Fuente: “Towards Sustainable Development: Environmental Indicators, OECD, 1998, Paris”

7. Modelo “Fuerza Directriz–Presión–Estado–Impacto–Respuesta” (FPEIR)

Este modelo, mejor conocido como modelo DPSIR (Driving Forces – Pressures – State – Impacts – Respond) conocidamente utilizado por la EEA, es derivado del modelo PER. A este modelo se le adiciona los indicadores de impacto y se especifican realizando una mayor distinción entre las presiones indirectas y directas, siendo las primeras llamadas “fuerza directriz” y las directas “presión”

Impactos: Abordan los efectos y consecuencias resultantes de las interacciones entre la sociedad y la naturaleza, originados por las presiones y estados del medio ambiente. Estos impactos pueden afectar tanto a las funciones ecológicas y los ecosistemas, como a los recursos naturales, además de repercutir en la sociedad y la población en general. Incluyen efectos de carácter social, económico, de salud y pérdida de biodiversidad que son causados por dichas presiones.

8. Análisis Temático

El análisis temático en la referencia de indicadores organiza los indicadores en dimensiones, temas y subtemas, tal que estos últimos pueden contener uno o varios indicadores. Esta estructura resulta efectiva y beneficiosa, ya que permite comprender y ordenar conjuntos de indicadores en un marco coherente que se utiliza comúnmente en el contexto de indicadores ambientales, facilitando la identificación de temas clave relacionados con la sostenibilidad.

A modo de ejemplo, (O’Ryan & Pereira, 2015) identifican temas y subtemas para la creación de indicadores de desarrollo sostenible para la industria salmonera en Chile, en las dimensiones social, económica y ambiental.

Tabla 11: Organización de los Temas y Ámbitos Sociales

Tema	Ámbitos
Población	Migración
	Estructura etaria
	Nuevas dinámicas en el sector urbano
	Salud
Educación	Educación
Identidad Cultural	Abandono de prácticas socio culturales tradicionales
	Aparición/ incremento de problemas sociales
Pobreza	Pobreza
Infraestructura, Movilidad local y Transporte	Transporte y movilidad
	Desarrollo indirecto de infraestructura/ Áreas Verdes
	Deterioro Vial
Uso del Territorio	Concesiones
	Uso del suelo
	Precios
	Vivienda
Gobernanza y Participación Social	Gobernanza y Participación Social
Industria y Comunidad	Percepción por parte de la industria de la acuicultura local
	Relación entre empresa y comunidad
	Conflictos con otros sectores productivos
Institucional-Estatal	Institucional-estatal
	Científico-técnico
	Gestión

Fuente: (O’Ryan & Pereira, 2015)

Tabla 12: Organización de los Temas y Ámbitos Económicos

Tema	Ámbitos
Ingresos y su Distribución	Ingresos
	Distribución de ingresos
	Grado de concentración económica y segregación espacial
Aporte Regional/ Desempeño Económico	Aporte al PIB
	Inversión y gasto
	Empleo
	Eslabonamientos productivos
	Propiedad de empresas
	Cambio de actividades productivas
	Ingresos por arriendos/ impuestos
Productividad y Calidad de Empleo	Características del empleo
	Desempleo
	Aporte al desarrollo de la PYME
	Productividad laboral
	Capacitación
	Calidad del empleo

Fuente: (O’Ryan & Pereira, 2015)

Tabla 13: Organización de los Temas y Ámbitos Ambientales

Tema	Ámbitos
Administración	Evaluación ambiental
	Control, vigilancia y seguimiento
	Investigación
	Territoriales
Insumos	Energía
	Alimentación: Demanda por recurso y factores de conversión
	Uso de químicos y tóxicos
Operación	Uso de agua
	Gestión
	Biotecnología
	Producción
Sanidad	Estado Sanitario
Impacto Físicos-Químicos-Biológicos	Biodiversidad
	Calidad del agua
	Efecto invernadero
	Residuos
	Sedimentos

Fuente: (O’Ryan & Pereira, 2015)

9. Enfoque de Agregación de Indicadores

Existen dos enfoques metodológicos para la obtención de indicadores de manera agrupadas.

a. Enfoque de Agregación Conmensurable

Se proponen índice(s) o indicadores monetizados (Banco mundial). Los índices son determinados a través de agrupamiento y/o escalamiento de indicadores que poseen diversas unidades. La virtud de este enfoque es la fácil comunicación de lo que se quiere transmitir a través del índice, sin embargo, la desventaja es que se suele cuestionar su metodología (Quiroga, 1998)

b. Enfoque Sistémico

Consiste en un grupo de indicadores que muestren tendencias vinculantes y o sinérgicas; informan una variedad de fenómenos de una misma dimensión y tema en específico. Estas dimensiones suelen ser ambiental, social y económico con el fin de contribuir al desarrollo sostenible

10. Clasificación Según el Alcance y el Enfoque

(Quiroga Martínez, 2001) propone una clasificación según los criterios de alcance que cubre el indicador y según el enfoque para agruparlos.

El alcance, conocido también como escala de análisis se refiere al ámbito geopolítico en donde cobra sentido la propuesta individual de indicadores. Esto puede abarcar desde una escala global hasta una local, incluyendo el alcance mundial, nacional, regional, local y sectorial o temático.

El enfoque metodológico para obtener indicadores agregados implica dos posibles caminos como ya se ha dicho: enfoque sistémico y enfoque de conmensuración. A su vez, el enfoque sistémico se subdivide en dos campos: ambiental y de desarrollo sostenible. Por otro lado las iniciativas que utilizan enfoques conmensurables se dividen en dos tipos: las que combinan diferentes variables mediante la creación de un índice ponderado y aquellas que valoran diferentes variables en términos monetarios.

Figura 8: Taxonomía de Indicadores de Sostenibilidad

ENFOQUE ALCANCE	Enfoque sistémico		Enfoque conmensuralista	
	Ambientales	De desarrollo sostenible	Monetizados	Indices
Mundial	Naredo: Capital Natural (Coste Energético de Reposición) WWI: Vital Signs WRI: World Resources 2000		Value of World Ecosystem Services (Costanza et al, 1998)	LPI (Índice del Planeta Vivo, WWF)
Nacional	Canadá Nueva Zelanda Suecia OCDE Colombia Venezuela Costa Rica Geo 2000 ALC Conect 4	EDS ISD México Costa Rica Chile CIAT-Colombia Barbados Reino Unido Estados Unidos Brasil	Banco Mundial: Riqueza Naciones y Ahorro Genuino	LPI IBES ISA (Índice de Sostenibilidad Ambiental) Huella Ecológica
Regional	Canadá	Chile México-Estados Unidos (fronterizos)		Huella Ecológica
Local	Cuencas	Sustainable Seattle	Banco Mundial: nivel proyecto	Huella Ecológica
Sectorial o Temático	Biodiversidad Energía Transporte			

Fuente: (Quiroga Martínez, 2001)

11. Características de los indicadores

En general, los indicadores incluyen las siguientes características: relevantes, transparentes, creíbles, comprensibles, funcionales y factibles de construir. A continuación, se mencionan dos ejemplos de estudios que resaltan la importancia y las características de los indicadores.

(Boyd & Charles, 2006) crearon un marco de indicadores para monitorear el desarrollo sostenible en la pesca a nivel de comunidad local. Para lograr esto, establecieron ciertos criterios de calidad que los indicadores debían cumplir, como se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 14: Criterios de Calidad del Indicador

Criterios Generales de Calidad del Indicador	Criterios Específicos del Contexto	Criterio Especifico de Datos
Relevante	Influyente para las políticas y tomas de decisiones	Apropiado en escala temporal
Calificados por valores de referencia	Teóricamente apropiado en escala espacial	Científicamente válido
Sensibles	Práctico	Exacto y preciso
Medibles		Adecuadamente documentado
Expresados de tal manera que haga sentido		Actualizado
Simple/ entendible		Directamente medible
Fácilmente interpretable		Aceptable en calidad de escala
Oportuno		Coherente en alcance, calidad, vigencia, escala, método de muestreo

Fuente: Traducción Propia, Desde (Boyd & Charles, 2006)

(López et al., 2008) resaltan la importancia de la construcción de un sistema de indicadores económicos y sociales con ciertas características para el avance no solo económico de una sociedad sino que también social. Las características que se proponen son las siguientes:

- Estar inscripto en un marco conceptual o teórico
- Ser específicos
- Ser explícitos
- Estar disponibles para varios años
- Deben ser relevantes y oportunos
- Ser claros, de fácil comprensión
- Deberían ser de materia de política pública
- Factibles, en términos de costos

12. Metodología de construcción de indicadores

La literatura informa acerca de dos metodologías o enfoques para la creación/selección de indicadores (Bell & Morse, 2010), siendo una liderada por expertos “top-down” y la otra basada en las comunidades “bottom-up”

a. Top-Down

En esta metodología, los indicadores son derivados de opiniones expertas y de la literatura, siguiendo un proceso “top-down” que consiste en seleccionar listas de indicadores y filtrarlas en base a opinión experta. Estos indicadores ofrecen la ventaja de poder compararse internacionalmente, aunque pueden no ser específicos al sector, lo que implica que no siempre se ajusten a las realidades de la industria. Esta metodología se centra en temas ecológicos, conservación biológica y aspectos económicos.

b. Bottom-Up

En esta otra metodología, los indicadores se obtienen a través de la participación de los actores relevantes, empleando un enfoque “bottom-up” que involucra encuestas, entrevistas y talleres. La virtud de este enfoque radica en que los indicadores capturan y reflejan las preocupaciones de la población que experimenta los impactos directos e indirectos. Sin embargo, en algunos casos, estos indicadores pueden no ser comparables con otros sectores nacionales o internacionales similares. Esta metodología se enfoca mayoritariamente en las ciencias sociales, antropología, activismo y psicología social.

3.2. Concepto de Indicadores de Impacto Socioeconómicos

El objetivo de esta subsección es poder adquirir conocimientos conceptuales de lo que son los indicadores de impacto socioeconómicos a través de una revisión de los conceptos de impacto, indicadores económicos y sociales, indicadores de impacto, para finalmente cerrar la sección entendiendo que serían los indicadores de impacto socioeconómicos de las FAN. Se revisan definiciones, se describen conceptos, se citan estudios y se comparten algunos ejemplos de investigaciones.

3.2.1. Concepto de Impacto

El concepto de impacto engloba una variedad de objetivos y, por ende, diferentes definiciones para cada aspecto que se ve afectado. Sin embargo, su esencia permanece constante.

El término *impacto*, de acuerdo con el *Diccionario de uso del español* proviene de la voz “*impactos*”, del latín tardío y significa, en su tercera acepción: “impresión o efecto muy intensos dejados en alguien o en algo por cualquier acción o suceso”(Moliner, 1999)

El *Diccionario de la Real Academia Española* define el concepto de *impacto* asociado a la cuestión ambiental como un “Conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades” (Española & Madrid, 2001)

La *Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica* define *impacto social* como: “El impacto se refiere a los efectos que la intervención planteada tiene sobre la comunidad en general”(España, 2001)

(Watson et al., 2007) define *impacto económico* como: “los cambios netos sobre la economía base o línea base de una región que puede ser atribuida a una industria, evento, o política”.

El concepto de impacto puede referirse en la literatura a aspectos generales como específicos. Por ejemplo, los conceptos de impactos sociales, económicos, ambientales, entre otros, son generales, así como también en algún sector productivo, como la agricultura o minería. Impactos más específicos pueden corresponder a variables relacionadas con la dimensión afectada por ejemplo como el impacto en la calidad del empleo o en el Producto Interno Bruto (PIB) cuanto se trata de impactos económicos

Hay algunos que distinguen entre el concepto de impacto y efecto. Según (SEA, 2001) para los proyectos, “El impacto es la consecuencia de los efectos de un proyecto. Los impactos y efectos se refieren a las consecuencias planeadas o no previstas de un determinado proyecto; para ellos, los efectos generalmente se relacionan con el propósito mientras que los impactos se refieren al fin”. Según (CEPAL, 2017) “desde una perspectiva económica los desastres producen efectos e impactos. El primero involucra daños a los bienes y cambios en los flujos que son las pérdidas y costos adicionales. Los impactos son consecuencia de los efectos sobre variables económicas y sociales como los ingresos familiares, el desempleo, el crecimiento del PIB, el déficit fiscal, entre otros”.

Con respecto a lo anterior, un ejemplo de aquello es el estudio realizado por (Berdalet et al., 2015) donde propone una distinción entre los impactos a la salud y los efectos en el bienestar de los humanos debido a las FAN. Los primeros corresponden a envenenamiento por consumo de comida contaminada, irritación por contacto de algas y consecuencias de la inhalación de biotoxinas en forma de aerosol. En cambio los efectos corresponden a las pérdidas económicas, devaluación pasiva de los ecosistemas y los impactos sociales. La distinción anterior hace entender que los efectos están relacionados a ámbitos generales, como, por ejemplo, distintos sectores productivos afectados, mientras que los impactos los identifica con un carácter más específico dentro de un sector. Es más, en este caso los propios impactos sociales se encuentran dentro de los posibles efectos

Se ha visto que en los estudios realizado por los siguientes autores (Berdalet et al., 2015; CEPAL, 2017; SEA, 2001) se identifica una diferencia entre impacto y efecto, consistiendo en que los efectos abarcan una gama más amplia de los resultados, mientras que los impactos tienen una magnitud mayor a los efectos. Con respecto a la cadena de causalidad, no necesariamente uno precede al otro, pero lo que sí, es que ambos conceptos sirven para describir consecuencias de un fenómeno o acción; el impacto tiende a abarcar consecuencias más significativas incluso más grandes, mientras que los efectos abarcan más variedad de resultados siendo más amplias.

Por más que algunos tomen en cuenta la distinción, en la literatura hay muchos e incluso la mayoría de los autores no consideran diferencias notorias entre los efectos y los impactos pues tienen acepciones muy similares. En aquellos casos en los que se notan diferencias, rara vez se hace una distinción clara, ya que estos dos conceptos comparten significados muy parecidos.

Una vez que se han producido los impactos de un evento o fenómeno, es común que diversos actores, especialmente las entidades públicas, busquen medir las implicaciones de estos impactos. Esto se realiza para poder interpretar y evaluar lo sucedido, lo que a su vez permite tomar decisiones más informadas. Esta cuantificación y evaluación de los impactos ayuda a mejorar la gestión de las consecuencias experimentadas y a mitigar posibles impactos futuros. En este sentido, una forma efectiva de cuantificar estos impactos para evaluar lo ocurrido es a través de un marco de indicadores especializados en este propósito.

3.2.2. Indicadores Económicos y Sociales

Los indicadores económicos y sociales sirven para medir el estado y el desempeño de una sociedad o economía mediante el uso de medidas estadísticas, teniendo éstos una gran gama de aplicaciones como la evaluación de programas sociales, la política pública, planificación económica, entre otros. Los indicadores sociales se enfocan en medir aspectos como la salud, la educación, la seguridad, la igualdad, la calidad de vida, entre otros, y gracias a ellos, es posible medir el progreso o retroceso de una sociedad en términos de su desarrollo y su impacto en la población, y hacer comparaciones al respecto. Los indicadores económicos se enfocan en medir aspectos como la inflación, el empleo, el consumo, la distribución de riqueza, la producción, entre otros, permitiendo cuantificar el desempeño económico de una región o país, así como la efectividad de las políticas económicas y sociales implementadas. A continuación, se mencionan dos estudios como ejemplos que ilustran el concepto de indicadores económicos y sociales y los temas que abarcan estos indicadores.

(López et al., 2008) a través de una teoría consolidada del marco conceptual de indicadores, establece un sistema de indicadores sociales y económicos para abordar los desafíos del desarrollo local, proponiendo temas y sus ejemplos. Aunque no se enfocan en la propuesta de indicadores específicos, sí proporciona temas y conceptos que brindan comprensión sobre las posibles áreas de cobertura de indicadores sociales y económicos. A través de ejemplos, ilustra la diversidad de temas que pueden abordarse en las dimensiones social y económica. En la siguiente tabla se presentan los temas propuestos para el ámbito social.

Tabla 15: Temas Sociales para la Construcción de un Sistema de Indicadores Económicos y Sociales

Temas	Ejemplos
Población (aspectos demográficos)	Distribución territorial
	Estructura por edad
	Distribución según sexo
	Factores de cambio (natalidad, mortalidad, migraciones)
Hogar	Tipo de hogar
	Información sobre sexo
	Edad del jefe del hogar
Educación	Niveles de educación
Salud	Accesibilidad sobre datos de salud
Vivienda y Servicios Básicos	Condición de vida de habitantes
	Acceso sostenible a servicios básicos
Trabajo	Desempleo
	Tasas de participación
	Estructura del empleo
	Salarios mínimos y medios
	Cobertura de la seguridad social
Pobreza	Falta de ingresos
	Medición de necesidades básicas (condición de la vivienda, asistencia escolar, posibilidades económicas de subsistencia, etc.)

Cohesión Social	Exclusión social
	Gobernabilidad
	Cultura
	Violencia intrafamiliar

Fuente: Elaboración Propia, Basado en (López et al., 2008)

Los indicadores económicos y sociales pueden ser considerados parte de los indicadores de desarrollo sostenible (IDS) pues buscan conciliar el crecimiento económico con la sostenibilidad ambiental y social. Por lo tanto, se considerarían como de desarrollo sostenible al permitir medir el bienestar y la calidad de vida de las personas, así como el desempeño económico de una sociedad, en el contexto del desarrollo hacia una sostenibilidad.

En la siguiente tabla, se ofrece un ejemplo de algunos IDS para poder adquirir noción de lo que significa los indicadores económicos y sociales. (Quiroga Martínez, 2001) propone un estado del arte de indicadores ambientales y de desarrollo sostenible describiendo distintas iniciativas de cooperativas relevantes, iniciativas de países latinoamericanos y del resto del mundo en la creación de indicadores. En una de las iniciativas, la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) recomendó en el capítulo 40 de la agenda 21 la implementación de IDS, llevándose a cabo la conceptualización y el desarrollo de los indicadores de manera participativa, incluyendo a agencias gubernamentales y de la sociedad civil. Se implementó esta propuesta en varios países, tal que algunos incluían la totalidad de 134 indicadores, como otros países solo una parte. En la tabla a continuación, se proponen un fragmento de los IDS propuestos por la CDS rescatados en la investigación realizada por (Quiroga Martínez, 2001). En la tabla se observa que se incluyen indicadores institucionales pues estos pueden ser parte de los IDS

Tabla 16: Marco de Indicadores por Tema Comisión de Desarrollo Sostenible
Social

Tema	Subtema	Indicadores
Equidad	Pobreza (3)	Porcentaje de población viviendo bajo la línea de la pobreza
		Índice de Gini de distribución del ingreso
		Tasa de desempleo
	Equidad de Género (24)	Relación del salario promedio femenino/salario promedio masculino
Salud (6)	Estado Nutricional	Estado nutricional de niños
	Mortalidad	Tasa de mortalidad bajo los cinco años
		Esperanza de vida al nacer
	Sanitarios	Porcentaje de población con disposición adecuada de aguas servidas
	Agua para Beber	Población con acceso a agua limpia para beber
	Provisión de Salud	Porcentaje de la población con acceso al cuidado de la salud primaria.
		Inmunización contra enfermedades infantiles infecciosas

		Tasa de prevalencia de anticoncepción
Educación (36)	Nivel Educacional	Tasa de escolarización a nivel primario o secundario completo
	Alfabetismo	Tasa de alfabetismo de adultos
Vivienda (7)	Condiciones de la Vivienda	Superficie de suelo habitacional por persona
Seguridad	Crimen (36, 24)	Número de crímenes reportados por cada 100,000 habitantes
Población (5)	Cambio Poblacional	Tasa de crecimiento de la población
		Población en asentamientos humanos formales e informales

Ambiental

Atmósfera (9)	Cambio Climático	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Adelgazamiento de la Capa de Ozono	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	Calidad de Aire	Concentración de contaminación atmosférica en áreas urbanas
Tierra (10)	Agricultura (14)	Área permanente de cultivo y arables
		Uso de fertilizantes
		Uso de pesticidas en la agricultura
	Forestal (11)	Área forestal como porcentaje de suelo
		Intensidad de explotación maderera
	Desertificación (12)	Suelos afectados por la desertificación
Océanos, Mares y Costas (17)	Urbanización (7)	Área de asentamientos humanos urbanos formales e informales
	Zona Costera	Concentración de algas en aguas costeras
		Porcentaje del total de población viviendo en áreas costeras
Agua potable (18)	Pesca	Captura anual de especies mayores
	Cantidad de agua	Extracción anual de aguas subterránea y superficie como porcentaje total del total de agua disponible
Biodiversidad (15)	Calidad de agua	Demanda biológica de oxígeno en el agua
		Concentración de coliformes fecales en agua fresca
	Ecosistema	Área de ecosistemas claves seleccionados Áreas protegidas como porcentaje del área total
	Especies	Abundancia de especies claves seleccionadas

Económico

Estructura Económica (2)	Desempeño Económico	PIB per cápita
		Proporción de la Inversión en el PIB
	Comercio	Balance de comercio en bienes y servicios
	Nivel Financiero (33)	Proporción de deuda con relación al PIB
		Total, de asistencia oficial para el desarrollo dado o recibido como porcentaje del PIB
Patrones de Consumo y Producción (4)	Consumo de Materiales	Intensidad de uso de material
	Uso de Energía	Consumo de energía anual per cápita
		Proporción del consumo de energía renovables
		Intensidad de uso de energía
	Manejo y Generación de Residuos (19-22)	Generación industrial y municipal de residuos sólidos
		Generación de residuos peligrosos
		Generación de residuos radiactivos
		Reciclaje y reutilización de residuos
	Transporte	Distancia viajada per cápita por tipo de transporte

Institucional

Marco Institucional (38, 39)	Implementación Estratégica de Desarrollo Sostenible (8)	Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible
	Cooperación internacional	Implementación de acuerdos o convenios globales ratificados
Capacidad Institucional (37)	Acceso a la Información (40)	Números de suscritos a Internet por 1.000 habitantes
	Infraestructura Comunicacional (40)	Líneas telefónicas principales por 1.000 habitantes
	Ciencia y Tecnología (35)	Gastos en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB
	Preparación y Respuesta a los Desastres Naturales	Pérdidas humanas y económica por desastres naturales

Nota: Los números entre paréntesis indican los capítulos relevantes de la agenda 21

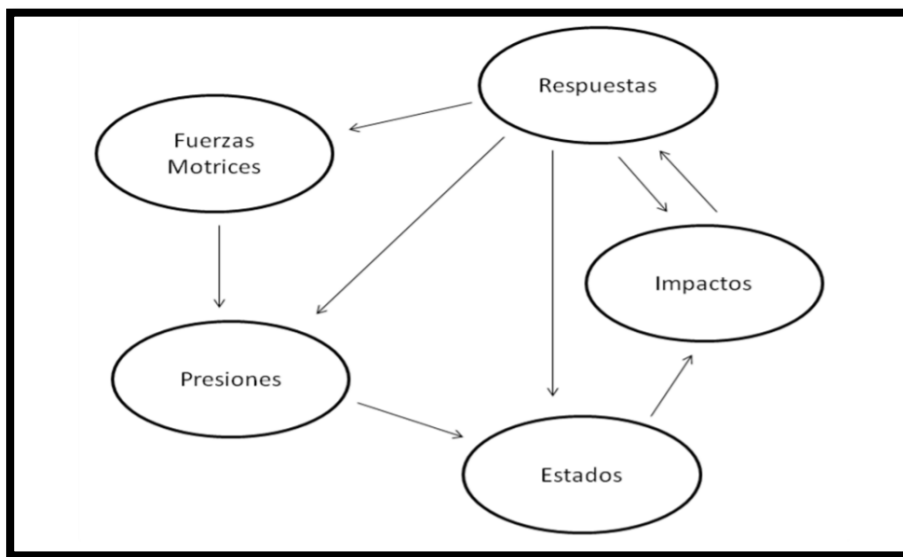
Fuente: (Quiroga Martínez, 2001)

Con estos dos ejemplos que se mencionan, e incorporando los revisados en la sección [2.4. Revisión de la Literatura de Indicadores](#) y en muchos otros estudios acerca de indicadores, resulta interesante observar, cómo los mismos temas e indicadores pueden manifestarse en diversas situaciones, aun cuando su interpretación y aplicabilidad difieran en gran medida. Por lo tanto, es crucial reconocer la influencia del contexto en la interpretación y uso de los indicadores y sus temas. Aunque un mismo indicador pueda ser utilizado en distintos estudios, su significado puede variar en función del contexto específico. En la construcción de indicadores, es importante identificar con antelación y precisión lo que se desea medir, el nombre que tendrá el indicador o índice y aclarar el contexto circunscrito, para si evitar confusiones y asegurar una buena interpretación de los resultados.

3.2.3. Indicadores de Impacto

En la subsección [3.1. Concepto de Indicador](#) se describe la generalización del concepto de indicadores de impacto en el marco DPSIR. Ahora, se profundiza en este concepto mediante ejemplos concretos, e incluso la exploración de estudios que utilizan indicadores de impacto, aunque no necesariamente en el contexto del marco DPSIR. Con relación al marco, la figura siguiente representa la interconexión entre sus elementos.

Figura 9: Diagrama de Relaciones Entre los Elementos del Enfoque DPSIR



Fuente:(OECD, 1993)

Este esquema es muy utilizado por investigadores, buscando que los formuladores de políticas den explicaciones significativas sobre las relaciones de causa y efecto. Su utilidad radica en comunicar y aclarar los resultados, garantizando que la información sea accesible y comprensible para quienes tomarán decisiones en el futuro. A través de las interacciones dinámicas entre sus elementos, el esquema subraya su aplicabilidad en diversos campos, particularmente en temas ambientales como urbanización, contaminación histórica, energía, pesca, riesgos de biodiversidad y cambio climático, por mencionar algunos ejemplos.

Hay muchas iniciativas y estudios que han utilizado el marco DPSIR. Por nombrar algunos, (Ness et al., 2010) se benefició de la metodología para poder entender los problemas de la eutrofización del Mar Báltico impulsado por la agricultura sueca; (Gregory et al., 2013) la utilizó para visualizar la estructura de la pesca comercial en “Flamborough Head” en el Reino Unido; (Bobadilla et al., 2013) utiliza el esquema como una etapa para la evaluación de la política ambiental en México. Y existen varias más que utilizan este marco, como el documento por (Tscherning et al., 2012) que analizan 21 estudios que utilizaron el marco DPSIR. Con respecto al último informe referenciado, una de sus conclusiones, fue que la mayoría de los estudios estaban dirigidos a mejorar la toma de decisiones en sistemas políticos y administrativos, aunque la participación de los responsables era limitada en el proceso.

Hay estudios tales como (Bottero & Ferretti, 2010; Malekmohammadi & Jahanishakib, 2017; Mangi et al., 2007; Olewiler, 2006; Sun et al., 2016) que se destacan por la construcción de indicadores en el marco DIPSIR de manera organizada. A manera de ilustración, en la tabla siguiente se presenta un ejemplo que demuestra la construcción ordenada de indicadores en el marco DPSIR. Este cuadro ejemplifica los indicadores y subtemas propuestos por (Olewiler, 2006) para prever si una región se está acercando o alejando de caminos ambientalmente sostenibles.

Tabla 17: Marco de Indicadores de Capital Natural para Fuerza Directriz, Presión, Estado del Capital Natural, Impacto y Respuestas (FPEIR) para un Área Metropolitana

Capital Natural	Indicador	Dirección	Disp.
Calidad del Aire			
Fuerza Directriz	Número de millas recorridas por vehículos	Menos es mejor	1
	Consumo de combustibles fósiles por sector	Menos es mejor	1
Presiones	Emisiones de monóxido de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno, partículas, compuestos orgánicos volátiles.	Menos es mejor	2
Estado	Calidad del aire ambiental para los contaminantes anteriores	Menos es mejor	1-2
Impacto	Número de casos de enfermedades relacionadas con la contaminación		
	Pérdida de producción agrícola por contaminación atmosférica	Menos es mejor	2-3
Respuestas	Daños materiales		
	Frecuencia de violaciones de la contaminación del aire	Menos es mejor	2
	Acceso al transporte público	Más es mejor	1-2
	Incentivos para conducir menos (por ejemplo, tarifas de estacionamiento)	Más es mejor	1
	Acceso a fuentes de energía alternativas	Más es mejor	1-2
	Regulaciones de eficiencia de combustible de vehículos		
Calidad del Agua			
Fuerza Directriz	Consumo de agua por sector	Menos es mejor	2
	Uso de fertilizantes por hogares / agricultura	Menos es mejor	3
	Uso de compuestos tóxicos por la industria	Menos es mejor	2
Presiones	Emisiones de compuestos tóxicos al agua	Menos es mejor	1
Estado	Calidad del agua potable (coliformes, <i>E. Coli</i>)	Menos es mejor	1-2
	Niveles de oxígeno en el agua	Más es mejor	1-2
	Nivel ambiental de tóxicos / desechos		2
Impacto	Número de casos de enfermedades transmitidas por el agua	Menos es mejor	2
	Avisos de hervir el agua por año	Menos es mejor	1
	Pérdida de producción agrícola	Menos es mejor	2-3
	Contaminación del hábitat	Menos es mejor	3
	Cierre de playas por contaminación	Menos es mejor	1
Respuestas	Normas y pautas de calidad del agua	Más es mejor	1-2
	Precios del agua	Más es mejor	1-2
	Nivel de tratamiento de aguas residuales	Más es mejor	1
Calidad de la Tierra			
Fuerza Directriz	Usos de suelo residencial, comercial, industrial		1-2

Presiones	Pérdida de espacios naturales	Menos es mejor	2
	Eliminación de residuos sólidos por sector	Menos es mejor	1-2
	Densidad de edificaciones	Más es mejor	1-2
	Pérdida de tierras agrícolas	Menos es mejor	1-2
Estado	Calidad ambiental de la tierra	Más es mejor	2-3
Impacto	Pérdida de valores estéticos	Menos es mejor	3
	Pérdida de hábitat y especies.	Menos es mejor	3
	Erosión, sedimentación de vías fluviales	Menos es mejor	2-3
Respuestas	Protección de espacios verdes	Más es mejor	2
	Zonificación		1
	Construcción nueva vs renovación de edificio		1-2
	Gastos municipales en servicios de residuos	Más es mejor	1

Nota: En la columna de disponibilidad, 1 = datos usualmente disponibles, 2 = disponibles solo para sectores y / o más difíciles de compilar, 3 = disponibilidad limitada y / o difícil de compilar.

Fuente: (Olewiler, 2006) (Traducción Propia)

Se opta por presentar el ejemplo anterior debido a que abarca de manera integral los cinco tipos de indicadores dentro del marco DPSIR: indicadores de presión indirecta, presión directa, estado, impacto y respuestas. No obstante, es esencial señalar que no todos los estudios que emplean este marco necesariamente contienen los cinco tipos de indicadores. Por ejemplo, en el análisis de 21 estudios realizado por (Tscherning et al., 2012) que incorporan el marco DPSIR, la mayoría de ellos no contienen los cinco tipos de indicadores. En consecuencia, puede ser suficiente que uno de los cinco tipos de indicadores esté presente en un estudio. Lo que reviste importancia, independientemente de cuántos tipos de indicadores se utilicen, es que estos indicadores estén claramente vinculados al marco DPSIR, que se centra en analizar la relación entre las presiones, estados, impactos, respuestas y sus interacciones en el contexto de la gestión ambiental.

Existen estudios de impacto que no se ajustan al marco DPSIR, lo que significa que no todos los que utilizan indicadores de impacto están relacionados con este marco, aunque puedan estar vinculados al medio ambiente. Por ejemplo, las evaluaciones de impacto en proyectos de construcción o infraestructura se centran en aspectos específicos del proyecto, como la gestión de residuos, consumo de agua y emisiones. Además, hay evaluaciones en áreas no ambientales, como políticas públicas, educación, salud y seguridad, así como indicadores económicos y de salud. Aunque a veces, estos indicadores si pueden relacionarse con el marco DPSIR, esto depende del contexto específico, como la planificación sanitaria donde las presiones ambientales afectan la salud de la población.

Se menciona a continuación algunos ejemplos de estudios sobre indicadores de impacto que se han destacado fuera del marco DPSIR: (Del et al., 2018) propuso una evaluación de impacto social mediante el análisis de indicadores utilizados en proyectos de vinculación comunitaria. En su trabajo, establecieron una tabla con tres dimensiones impactadas, cada una con 2-3 ámbitos, y cada ámbito contenía de 2 a 7 indicadores de impacto social. Otro ejemplo es (Hasse & Lathrop, 2003), quienes propusieron cinco indicadores para medir el impacto de la expansión urbana en 566 municipios de Nueva Jersey, con el objetivo de comprender mejor los cambios en el uso del suelo. (Demetrio et al., 2009) realizaron un estudio para identificar y apreciar posibles indicadores que complementen

formas de evaluación externas a programas oficiales de intervención agropecuaria. Destaca cómo organizaron los indicadores de impacto del programa en dimensiones, ámbitos, indicadores y la descripción de estos. Se observa a modo de ejemplo en la siguiente tabla, el grupo 2, de “Maquinaria” del subprograma local “Apoyo a Proyectos de Inversión Rural” (PAPIR) de Desarrollo Rural de la Alianza Contigo

Tabla 18: Indicadores–Subindicadores y Descripción del grupo 2 (Maquinaria) del Subprograma PAPIR

Grupo	Tipo de Indicador	Sub-Indicador	Descripción	Información Orientativa	Específica
2	Económicos	Ingresos	Dinero en efectivo por concepto de renta	Dinero en efectivo que percibe por la renta/semana/mes/año	
		Egresos	Gastos de reparación y mantenimiento	Dinero en efectivo gastado en reparación y mantenimiento/mes/semana/año	
		Subsidios	Dinero en efectivo no gastado por concepto de compra	Dinero en efectivo que no gastó durante la compra	
	Sociales	Relaciones	Reforzar relaciones o crear nuevas (cuando prestan o rentan el equipo)	Número de relaciones nuevas o reforzadas de tipo familiar y social en general	
	Ambientales	Contaminación (Ruido)	Incomodidad hacia los vecinos	Favores realizados a otras personas Horas promedio que utiliza la maquinaria	

Fuente: (Demetrio et al., 2009)

3.2.4. Indicadores de Impacto Socioeconómicos de las FAN (Evaluación Conceptual)

Finalmente, los indicadores de impacto socioeconómicos de las Floraciones Algales Nocivas son aquellos que miden los efectos de estas floraciones en la economía y en la sociedad, tales como la reducción de producción acuícola que afecta tanto a proveedores como consumidores, la pérdida de ingresos y de empleos, efectos en la salud y seguridad de las personas que consumen productos contaminados, así como en la calidad de vida de las comunidades al verse reducido su accesibilidad a recursos naturales y muchos otros impactos que se tratan a lo largo de esta tesis. Para cuantificar estos efectos, se puede emplear indicadores socioeconómicos que consideran variables como el empleo, la producción y la renta. Estos indicadores se construyen a partir de fuentes de datos que registran las características cambiantes de poblaciones y economías.

Los indicadores socioeconómicos de las FAN se enmarcan en las dimensiones social y económica del desarrollo sostenible. En términos sociales, se enfocan en la calidad de vida y el bienestar de las comunidades costeras, aspectos cruciales para un desarrollo sostenible. En la dimensión económica, estos indicadores tienen implicaciones para el crecimiento y la sostenibilidad económica a largo plazo. En el contexto del marco DPSIR, los indicadores de impacto evalúan los efectos de las presiones ambientales, como actividades humanas que puedan favorecer las floraciones, sobre la sociedad y la economía. Asimismo, ayudan a identificar las respuestas necesarias para reducir o mitigar estos impactos.

IV. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El problema que da origen a esta tesis es la falta de sistematización multidimensional de los impactos de las FAN, como también la inexistencia de indicadores para medir algunos de estos impactos. Esta carencia es un problema para el área de políticas y respuestas, y el análisis integral que se realiza durante la tesis y sus resultados concretos proporciona una oportunidad valiosa para abordar los desafíos presentes en este campo.

4.1. Hipótesis

Es posible caracterizar cuantitativamente los principales impactos económicos y sociales de las FAN para los afectados a nivel regional y/o local con información disponible desde distintas fuentes en Chile.

4.2. Objetivo General

Propuesta de indicadores de impacto socioeconómicos de las FAN en base a fuentes de datos existentes que contribuyan al conocimiento integral del fenómeno y al mejoramiento de las políticas públicas.

4.3. Objetivos Específicos

1. Definición Participativa de Dimensiones de Impacto

Definir las dimensiones de impacto de las FAN y generar una tabla sistematizada que muestre la multidimensionalidad de impactos de las FAN organizada por ámbitos de impacto, sub-ámbitos de impacto y los mismos impactos. Esta tabla abarca tanto impactos extraídos de la literatura “top-down” como aquellos obtenidos a nivel local en Chile, siguiendo un enfoque “bottom-up”

2. Lista Corta de Indicadores de Impacto Socioeconómicos de las FAN para Chile

Desarrollar una lista precisa de indicadores socioeconómicos con potencial de cuantificar los impactos de las FAN en Chile, centrándose especialmente en la región de la Patagonia debido a su exposición recurrente a estos episodios. Los indicadores serán provenientes de bases de datos específicas para Chile, en una escala comunal y que se presenten con regularidad tras los años. Cada indicador estará directamente vinculado a un impacto identificado en la tabla multidimensional de impactos de las FAN.

3. Análisis Cuantitativo de Impacto de Eventos FAN en Chile

3.1. Análisis de Impacto FAN 2016 en Comunas de la Región de Los Lagos

Cuantificar impactos mediante indicadores seleccionados y representarlos en gráficos que reflejarán tanto aspectos económicos como sociales de los eventos FAN de 2016, proporcionando una comprensión más profunda y visual de sus implicaciones. Este análisis compara los datos del año del evento con el período anterior, proporcionando una comprensión visual y profunda de sus implicaciones

3.2. Análisis Estadístico de Impacto FAN en la Patagonia Chilena

Analizar estadísticamente los indicadores de impacto de eventos FAN en la Patagonia Chilena. Este análisis incluye la construcción de líneas de tendencia para cada indicador con datos cercanos al evento, para así comparar el dato a evaluar según la tendencia con el dato real. Este enfoque revelará discrepancias entre las expectativas basadas en la tendencia y los resultados reales.

V. METODOLOGÍA

La metodología se despliega en tres fases estratégicas. En “5.1. Definición Participativa de Dimensiones de Impacto” se fusiona la revisión literaria con percepciones locales, definiendo la multidimensionalidad de los impactos de las FAN generados en una tabla integral de 62 impactos. Luego, en “5.2. Lista Corta de Indicadores”, se aplica un proceso meticuloso para seleccionar indicadores relevantes, asegurando alineación con impactos socioeconómicos de las FAN. Finalmente, en “5.3. Metodología de Análisis Cuantitativo”, se evalúan eventos FAN del 2016 y se aplica un análisis estadístico para ofrecer perspectivas de los impactos en la Patagonia chilena.

5.1. Definición Participativa de Dimensiones de Impacto

Se emplea un enfoque integral en dos fases para definir las dimensiones de impacto de las FAN. En la fase “Top-Down”, se revisa exhaustivamente la literatura científica nacional e internacional, generando una tabla preliminar. Luego, en la fase “Bottom-Up”, se recopilan percepciones locales a través de encuestas y entrevistas en la Patagonia chilena, fusionando ambas perspectivas para obtener una tabla final de 62 impactos.

a. Fase Top-Down

En la primera fase, se lleva a cabo una exhaustiva revisión de la literatura a nivel nacional e internacional, centrándose en plataformas de literatura blanca como “Scopus”, “Web of Science” (WOS) y “SciELO” (aunque se encontró una falta de estudios sustanciales en la literatura gris, con información limitada). Como resultado de esta revisión exhaustiva, se elabora un estado del arte sobre los impactos de las FAN en la literatura científica, que se encuentra detallado en la sección [2.3. Estado del Arte Impactos de las FAN](#). Esta revisión sirve como punto de partida para la creación de una tabla preliminar de impactos.

En cuanto a la búsqueda en las páginas de ciencias, se utilizó diversas estrategias de búsqueda que incluyen términos tanto en inglés como en español, así como la inclusión de palabras clave relacionadas con impactos sociales, económicos, de salud, culturales, comunitarios, humanos, psicológicos y políticos. Además, se explora la utilización del término “marea roja” como un reemplazo de la expresión “FAN”, y se incluye la frase “floraciones algales nocivas” además de “FAN”. Estos criterios de búsqueda se combinaron de varias maneras en los motores de búsqueda. Un ejemplo de búsqueda puede ser el siguiente: {(HAB OR “harmful algal blooms” OR “Red tide”) AND (Impact OR effect) AND (social OR economic OR health OR cultural OR psycho)}.

La identificación de ámbitos y sub-ámbitos se basa principalmente en la revisión de los estudios de impactos, aunque también se obtiene información relevante a través de la revisión de la literatura de indicadores, que a menudo presentan temas y subtemas relacionados. Se observa que en el proceso de revisión de la literatura sobre impactos, los estudios mencionan y describen los impactos o efectos de las FAN organizándolos en categorías temáticas. Por ejemplo, si una FAN tiene impactos en la Salud, el Turismo y la Pesca y Acuicultura, estos temas se consideran categorías primarias o Ámbitos en este caso. Luego, dentro de cada categoría temática, se identifican impactos específicos; por ejemplo, en el ámbito de Pesca y Acuicultura, se identifican impactos relacionados con la producción, los ingresos del sector y la demanda de productos, que se convierten en sub-ámbitos bajo el Ámbito de Pesca y Acuicultura. Avanzando en la revisión de los estudios, se categoriza los impactos y se

asignan los ámbitos y sub-ámbitos correspondientes. De esta manera, se logra una organización sistemática de la tabla, en la cual cada ámbito puede contener uno o más sub-ámbitos, y cada sub-ámbito puede comprender uno o más impactos, facilitando una representación clara y estructurada de los resultados de la investigación.

b. Fase Bottom-Up

En la segunda fase, se levanta impactos a través de la metodología “bottom-up”. Lo primero que se realiza, es lanzar una encuesta de percepciones liderada por el (CR)2³⁷ con el propósito de identificar y rescatar impactos relevantes. Durante diciembre del 2021 se aplicó encuestas a comunidades costeras de la Patagonia chilena acerca de las percepciones locales relacionadas a los eventos FAN. Se encuesta a un total de 1718 personas mayores de 18 años (50% hombres y 50% mujeres) cifra estadísticamente representativa de la población total de la zona. Los datos de la encuesta incluyen información demográfica, como edad, género, nivel educativo y lugar de residencia, así como la actividad principal y la dependencia económica de productos del mar. Para acceder a sus resultados, estos se encuentran en la siguiente nota al pie³⁸ y los análisis detallados están disponibles en el capítulo 7 del siguiente informe: *“Mare roja” y cambio global: Elementos para la construcción de una gobernanza integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN)* (Ugarte et al., 2022)

Lo segundo en realizar, fue entrevistas en la comuna de Quellón durante el mes de enero de 2022, liderado por un equipo del (CR)2 y en colaboración con la *ONG Chiloé Protegido*. Estas entrevistas se realizan a cuatro grupos de actores: actores estatales, actores privados, la sociedad civil y actores científicos. El objetivo de las entrevistas es obtener una perspectiva local y contextualmente relevante de los impactos de las FAN, centrándose en la experiencia histórica, especialmente en los eventos de Marea Roja en el año 2016. Las entrevistas se enfocan tanto en los impactos ocurridos como en las respuestas generadas para abordar estos episodios. Quellón es elegida como ubicación debido a su alto historial de eventos FAN y su fuerte impacto en 2016, lo que permitió a los entrevistados proporcionar información detallada sobre los eventos pasados y actuales relacionados con la Marea Roja.

Todas las conversaciones de las entrevistas se grabaron y se transcribieron literalmente en un formato digital. Se utiliza la plataforma “ATLAS.ti” para organizar las conversaciones según el tipo de actor y los temas tratados. Luego, se realiza una revisión detallada de todas las conversaciones relacionadas con los impactos de las FAN. Se crean cuatro hojas de apuntes distintas para clasificar los impactos identificados: salud, culturales, socio-comunitarios y socioeconómicos. Cada hoja de apunte se subdivide según el tipo de actor científico entrevistado. Posteriormente, se consolida las cuatro hojas de apuntes en una única tabla de impactos, manteniendo la estructura de ámbitos y sub-ámbitos utilizada en la lista “top-down”, y se agregan sub-ámbitos adicionales para abarcar todos los impactos recopilados. El resultado es la creación de una segunda tabla preliminar de impactos.

³⁷ [Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia \(CR\)2 \(cr2.cl\)](#)

³⁸ [Marea Roja | statknows](#)

c. Tabla Final Conjunta de Impactos

Finalmente, después de obtener ambas tablas preliminares de impactos, se procede a fusionarlas. Se conservan los ámbitos, ya que son consistentes en ambos conjuntos de datos, y se cruzan los sub-ámbitos e impactos de ambas tablas, eliminando duplicados para evitar repeticiones innecesarias. Además, se revisa y combina aquellos elementos que comparten una idea o son muy similares entre ambas tablas, con el objetivo de hacerlos más comprensibles. El resultado final es una lista de 62 impactos, organizados en 24 sub-ámbitos y 9 ámbitos distintos, que se aprecia en la [Tabla 19](#).

5.2. Lista Corta de Indicadores de Impacto Socioeconómicos de las FAN para Chile

Se han identificado los impactos socioeconómicos asociados a las Floraciones de Algas Nocivas. Luego, se busca crear una serie de indicadores que permitan cuantificar algunos de estos impactos, generando como producto final una lista corta de indicadores. Se quiere llegar a una lista corta para así comunicar la información de manera más directa y accesible, considerando los recursos de datos disponibles y su seguimiento. El proceso para llegar a esta lista se divide en tres etapas fundamentales:

En primer lugar, se elabora una lista larga de indicadores basados en la literatura científica. En la segunda etapa, se confecciona una lista mediana a partir de fuentes de indicadores y datos disponibles que se ofrecen para Chile, siguiendo tres criterios de selección. En este punto, se identifican aquellos indicadores que presentan similitudes con los identificados en la literatura. Por último se procede a refinar más la lista mediana de indicadores aplicando seis estrategias adicionales de selección y así llegar finalmente a una lista corta de indicadores relevantes para medir impactos de las FAN en la zona austral de Chile

Este proceso metódico y riguroso de selección de indicadores garantiza que la lista corta resultante esté alineada con los impactos socioeconómicos específicos de las FAN

a. Lista Larga

En la etapa inicial, se realiza una revisión de literatura científica en busca de indicadores relevantes para el estudio en cuestión. Esta búsqueda difiere de la revisión de literatura centrada en la identificación de impactos, donde se seleccionan aquellos relacionados específicamente con las FAN. En el caso de la recopilación de indicadores, se amplía la búsqueda para abarcar una gama más amplia de temas que pudiesen relacionarse con los efectos de las FAN.

Los estudios identificados para la elaboración de una lista larga y preliminar de indicadores se encuentran en la sección [2.4. Revisión de la Literatura de Indicadores](#). Se extrae un conjunto inicial de alrededor de 1000 indicadores, que posteriormente se depura. Se elimina aquellos repetidos y aquellos que no guardan una relación clara con el tema en cuestión, resultando en aproximadamente 300 indicadores.

Posteriormente, se procede a vincular estos indicadores con los impactos identificados. Esto se lleva a cabo mediante la inclusión de una columna adicional de indicadores a la derecha de la columna de impactos en la lista multidimensional de impactos, asignando a cada indicador el impacto con el que mejor se relaciona. Luego, se descarta aquellos indicadores que no logran capturar de manera efectiva la medición de los impactos, resultando en una lista larga compuesta por aproximadamente 150 indicadores, promediando alrededor de 2.5 indicadores por impacto.

b. Lista Mediana

La lista mediana se distingue de la lista larga en virtud de que sus indicadores emergen a través de tres criterios de filtrado, con uno de ellos centrado en la existencia de los indicadores en el contexto chileno. Mientras la lista larga consiste en indicadores de naturaleza “teórica”, extraídos de la literatura, la lista mediana se compone de indicadores que encuentran respaldo en fuentes de datos específicas para Chile. En este proceso, los indicadores literarios se adaptan o reemplazan por sus equivalentes concretos en el contexto chileno, sin perder el sentido del impacto que buscaban medir. Se da prioridad a aquellos que reflejaban los mismos impactos, aunque también se incluyen indicadores que, aunque no fuesen idénticos, siguen el lazo con el impacto.

Por ejemplo, uno de los indicadores literarios, “Porcentaje de población viviendo bajo la línea de la pobreza”, que refleja el impacto “Cambios en los niveles de pobreza de las comunidades afectadas”, encuentra su homólogo en los indicadores que ofrece la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN): “Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos”. Esta adaptación se realiza para asegurar la relevancia práctica de los indicadores.

Este proceso de conformación de la lista mediana está enmarcado por tres criterios de filtrado:

- 1. Existencia del indicador en Chile.**
- 2. Existencia del indicador a nivel comunal.**
- 3. Recurrencia del indicador.**

La implementación de estos criterios comienza con una revisión exhaustiva de diversas plataformas y fuentes de información de indicadores en Chile, presentada en la sección [2.5 Revisión de Bases de Datos de Información de Indicadores para Chile](#). Luego, se aplica los criterios 2 y 3 en conjunto, identificando fuentes que brindaban datos a nivel comunal y que recopilaban información de manera periódica. Una vez identificadas estas fuentes, se procede en la búsqueda de indicadores comunales que pudiesen sustituir a los existentes de la literatura y que reflejasen el impacto respectivo. Se identifican y adaptan los nuevos indicadores, reemplazando así los existentes en la tabla original que no cumplen con los tres criterios mencionados previamente, resultando así en la lista mediana de indicadores.

En el desarrollo de la lista mediana y, posteriormente, de la lista corta, se decide por no incluir los impactos relacionados con los ámbitos Socio-Comunitario, Cultural y de Salud y Bienestar. Esto se debe a la falta de indicadores pertinentes para medir impactos en aquellos ámbitos. Además, para el caso de la Salud y Bienestar, hay una reducida incidencia de intoxicaciones por consumo de mariscos en Chile debido a las buenas medidas preventivas y rigurosos controles que se realizan, por lo que los indicadores relacionados con este ámbito no son representativos para la investigación.

La lista mediana de los indicadores socioeconómicos de las FAN se observa en la [Tabla 20](#). Para mantener la claridad y simplicidad, los nombres de estos indicadores son casi idénticos con los que aparecen en las bases de datos de información con excepción en los indicadores de productividad que están compuestos por el cociente entre dos indicadores.

Estos indicadores en el sub-ámbito de productividad son los siguientes: “Productividad por unidad de masa de materia prima de pez”, “Productividad por unidad de masa de materia prima de molusco” y “Productividad por unidad de masa de materia prima de crustáceo”. El primero se basa en la “Cantidad de materia prima de peces en toneladas” y la “Cantidad de producto final elaborado en base a peces en toneladas”. El segundo se compone de la “Cantidad de materia prima de moluscos en toneladas” y la “Cantidad de producto final elaborado en base a moluscos en toneladas”, y el tercero se relaciona con la “Cantidad de materia prima de crustáceos en toneladas” y la “Cantidad de producto final elaborado en base a crustáceos en toneladas”. La fórmula para estos tres indicadores es la misma: “Cantidad de producto final elaborado / Cantidad de materia prima”.

Un detalle adicional que mencionar referido al indicador “Visitas de turistas a parques, reservas y monumentos nacionales”. Este indicador se personaliza en función de la comuna o área específica que se esté evaluando, ya que su nombre completo dependerá del parque, reserva o monumento nacional al que se haga referencia en dicha comuna. Por lo tanto, al trabajar con este indicador, se debe identificar que parque, monumento o reserva es relevante para la comuna de interés, o viceversa, se puede seleccionar primero el parque, monumento o reserva que se desea evaluar y luego identificar las comunas que están dentro de su área de influencia. Toda la información detallada sobre las visitas turísticas se encuentra disponible en la página web de SUBTURISMO, incluso a escala mensual.

c. Lista Corta

Una vez obtenida la lista mediana, se procede a reducirla para crear una lista final más concisa y representativa de los impactos e indicadores clave. La reducción de la lista tiene la ventaja de hacerla más práctica para la medición de los impactos.

Para facilitar el proceso de selección, se levanta todos los datos de todos los indicadores de la lista mediana. Se realiza para todas las comunas de la Patagonia chilena: 30 comunas en Los Lagos, 10 en Aysén y 11 en Magallanes, para un período desde el año 2000 hasta la actualidad, aunque varios de los datos existen desde varios años después del 2000.

Se diseñan 6 estrategias de selección y consolidación de indicadores para llegar desde la lista mediana hasta la lista final, de las cuales las primeras 3 son criterios de selección general o reglas que se deben cumplir, y las siguientes tres son otras estrategias específicas que tienen que cumplir con los tres criterios.

1. Mínimo un Indicador por Ámbito:

Para asegurarse de abordar todas las dimensiones relevantes de los impactos de las FAN, se establece como criterio mínimo la inclusión de al menos un indicador por cada ámbito.

2. Máximo Dos Indicadores por Impacto:

Para evitar la redundancia y simplificar la lista, se establece un límite de dos indicadores por impacto.

3. Máximo 20 indicadores:

Idealmente, la lista debiese contener unos 15 indicadores hasta un máximo de 20 para que se mantenga la idea de lista corta, su concisión y practicidad destacando los impactos más relevantes y cuantificables

4. Eliminación de Indicadores Similares:

Se identifican y eliminan indicadores que ofrecen información similar, para así evitar repeticiones y mantener la lista más concisa

5. Priorización de Indicadores de Ventas sobre Rentas:

Para ciertos indicadores del SII y SUBTURISMO, se prioriza los indicadores basados en datos sólidos y confiables. Se observa que los datos de Ventas eran más robustos que los de Rentas en varias ocasiones, incluyendo que varios indicadores que sí había para Ventas no lo estaban para las Rentas, finalmente se eliminan todos los indicadores de Renta neta

6. Agrupación de Indicadores:

En algunos casos, se agrupan indicadores relacionados para crear uno solo que refleje de manera integral ciertos aspectos socioeconómicos. Esto se aplica a algunos indicadores del SII para subrubros específicos, permitiendo una visión más general de las actividades comerciales

A continuación se detalla la metodología aplicada para las estrategias 4, 5 y 6.

La estrategia 4 se aplica, por ejemplo, al ámbito de Hogares, que tiene indicadores de CASEN que miden el impacto de manera similar, acotándose a 2 impactos máximos por impacto, como se menciona en el criterio 2. También sucede en los casos en que el SII y SUBTURISMO tienen indicadores que apuntan a lo mismo, teniendo que elegir el que tiene datos para más cantidad de años y comunas.

La estrategia 5 surge debido a que existen los indicadores de Venta y los de Renta en las fuentes SII y SUBTURISMO tal que ambos indicadores pueden reflejar el mismo impacto. Se decide elegir uno de los dos tipos de indicadores, reduciendo así considerablemente el número de indicadores. Lo que se realiza fue observar y analizar los datos de los indicadores de Renta y Venta del SII y SUBTURISMO, concluyendo que, tanto para la fuente SII como para la de SUBTURISMO, los indicadores de Venta son más robustos y abarcan más cantidad de datos, incluyendo más años y comunas que los de Renta neta.

La sexta estrategia requiere una descripción detallada, ya que conduce a la creación de tres nuevos indicadores que, a diferencia de los demás, no aparecen de manera literal o similar en las fuentes de información. Esta estrategia surge debido a la presencia de indicadores significativos del SII que no cumplen con los tres criterios previamente establecidos. Para mantener estos indicadores en la lista final, se opta por fusionarlos entre sí, dando lugar a la creación de tres nuevos indicadores clave: “Total de trabajadores dependientes en el rubro ‘Actividades de alojamiento y de servicio de comidas’”, “Total de trabajadores dependientes en los subrubros de Pesca y Acuicultura” y “Ingresos totales en los subrubros de Pesca y Acuicultura”.

Para comprender completamente esta estrategia, es esencial examinar la estructura de los indicadores del SII. Estos indicadores se dividen en tres categorías: Rubro, Subrubro y Actividad. De

por sí, cada indicador se asocia a una actividad específica, y, a su vez, pueden existir una o varias actividades dentro de un subrubro, así como uno o varios subrubros dentro de un rubro. La innovación radica en mencionar el indicador a nivel de subrubro o rubro en lugar de especificarlo por actividad. En otras palabras, los indicadores por subrubro abarcan la suma de todas las actividades que conforman el subrubro en cuestión, y la misma idea para el caso del indicador que se agrupe a nivel de rubro. Por ejemplo, en el caso del indicador del número de trabajadores y las ventas en los subrubros de Pesca y Acuicultura, se suman todos los trabajadores y ventas correspondientes a las actividades dentro del subrubro de Pesca, junto con los trabajadores y ventas de las actividades en el subrubro de Acuicultura. Esta misma lógica se aplica al agrupar los trabajadores en el rubro de Actividades de alojamiento y de servicio de comidas³⁹

Esta metodología se implementa con el objetivo de reducir el número de indicadores en la lista final y, al mismo tiempo, proporcionar una visión más completa y global de los rubros y subrubros en consideración. En caso de necesitar una comprensión más minuciosa, simplemente se puede consultar las actividades que conforman los subrubros en el rubro identificado, para así obtener información adicional.

³⁹ En el Servicio de Impuestos Internos (SII), cada Rubro, Subrubro y Actividad se encuentra identificado por un nombre y código asociado. El subrubro “Pesca” se denomina “031 - Pesca”, mientras que el subrubro “Acuicultura” lleva el nombre de “032 – Acuicultura”. Ambos subrubros están enmarcados en el rubro “A - Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca”. Por otro lado, al rubro identificado como “Actividades de alojamiento y de servicio de comidas” se denomina de manera completa “I - Actividades de alojamiento y de servicio de comidas”

5.3. Metodología de Análisis Cuantitativo de Impacto de Eventos FAN en Chile

Esta subsección aborda dos enfoques cruciales para evaluar los impactos de las FAN en Chile. La primera parte (5.3.1.) se sumerge en un análisis detallado de 11 indicadores socioeconómicos específicos para los eventos del 2016 en las comunas de Calbuco, Castro y Quellón en la Región de Los Lagos. En la segunda parte (5.3.2.), se emplea un método estadístico que implica el cálculo de la variación porcentual para cada indicador disponible de la lista corta. Se calcula la variación comparando el valor real del indicador en el año evaluado con la estimación de la línea de tendencia, basada en datos cercanos temporalmente

5.3.1. Metodología de Análisis de Impacto FAN 2016 en Comunas de la Región de Los Lagos

Una vez construida la lista corta con los 18 indicadores desarrollados, se procede a analizar los indicadores de impacto para algún evento ocurrido. Se decide trabajar con los eventos del año 2016 ocurridos en la Región de Los Lagos, ya que tuvieron un impacto significativo en Chile y sucedieron relativamente recientemente. Dentro de esta región, se decide trabajar en las localidades de Calbuco, Castro y Quellón.

Para simplificar los resultados y presentarlos de manera más clara sin abrumar los gráficos, se opta por trabajar con 11 de los 18 indicadores. Estos indicadores se representan en dos gráficos, uno de naturaleza económica y otro social, abarcando el período de 2013 a 2020. Como resultado se genera un total de 6 gráficos. Finalmente, se procede a analizar la información proporcionada por estos gráficos a través de los indicadores correspondientes

a. Elección de Comunas

Se decide trabajar con 3 comunas, buen número para considerar a una comuna más de control y las otras 2 de experimento. En primer lugar, se quiere que la comuna control electa haya tenido pocos impactos de evento de FAN en la historia mientras que las otras 2 sean comunas típicas que se ven impactadas en un evento FAN de la zona. Además, se busca que la comuna de control hubiera experimentado impactos mínimos durante el evento de 2016, mientras que las comunas de experimento hubieran sido notablemente afectadas. Se elige entonces de esta manera para que el análisis sea más variado seleccionando comunas con características distintas. En un segundo lugar y bien importante, se quiere que las comunas tengan disponibilidad de información de datos para los indicadores.

Se implementan dos métodos complementarios para esta selección. El primero consiste en evaluar frecuencias de eventos FAN, mientras que el segundo implica evaluar los datos de indicadores para las comunas de Los Lagos. Ya se comenta anteriormente que para el desarrollo de la lista corta se levanta todos los datos de la lista mediana para la X, XI y XII regiones de Chile.

— Frecuencia Eventos FAN

Se rastrea eventos de FAN en Chile, principalmente desde el año 2000. La identificación de eventos se basa en estudios previos mencionados en el apartado [2.2.2. FAN en las Costas Chilenas](#), así como

en fuentes online como “Haedat⁴⁰”. Además, se realizaron búsquedas de noticias en sitios web como “cooperativa.cl”, “salmonexpert.cl”, “ifop.cl”, “emol.cl”, “latercera.com”, entre otros.

Resulta notable que el evento más significativo en términos de impacto fue el acontecido en 2016, ya que afectó a la mayoría de las comunas de la región. No obstante, dentro de la provincia de Chiloé, se observa que Castro fue una de las comunas menos afectadas. En cuanto al continente, Chaitén, Palena y Cochamó sufrieron impactos menores en comparación con otras comunas costeras de Chiloé.

Al examinar los antecedentes históricos, se identifica que las comunas de Maullín, Cochamó y Castro experimentaron escasos eventos de FAN en su historia. Por otro lado, Quellón fue la comuna que más eventos de FAN ha experimentado, seguida de cerca por Chonchi, Queilén, Ancud, Hualaihué, Calbuco y Puerto Montt, todas con una frecuencia de eventos similar.

— Base de Datos

Lo segundo que se realiza fue utilizar una base de datos creada en donde se almacena todos los datos de los indicadores de la lista mediana, que incluye la lista corta para la Patagonia chilena. Esta base de datos permite evaluar la disponibilidad de datos de los indicadores para diversas comunas, su robustez y las características económicas de cada una de ellas. Esta información facilita la selección de las comunas, sobre todo observando si las comunas cuentan con datos disponibles para los indicadores a utilizar.

Lo es el caso de Hualaihue, Cochamó y Queilén que no poseen indicadores del desembarque de peces de pesca y acuicultura al no poseer un puerto en su comuna. De este modo, se decide que Castro sea la comuna de control y Quellón la de experimento en la provincia de Chiloé. Para diversificar aún más la selección, se opta por incluir una comuna del continente, específicamente en el Seno de Reloncaví, donde la actividad pesquera tiene relevancia y se había producido varios eventos de FAN.

De los indicadores levantados, hay algunos que proporcionan información que caracterizan las actividades económicas de las comunas, datos que pueden ser obtenidos tanto de la CASEN como del SII. A partir de esta información, se identifica que Calbuco y Quellón dependían significativamente de la pesca, mientras que Puerto Montt, al ser más poblada y diversificada en sus actividades, no presentaba esta dependencia. Como resultado, se selecciona a Calbuco como la segunda comuna de experimento. Por otro lado, la elección de Castro como comuna de control se ve reforzada por su característica de tener una baja dependencia de la pesca y, al mismo tiempo, una actividad turística significativa, lo que la convierte en una comuna de control particularmente interesante.

⁴⁰ [Harmful Algal Information System \(iode.org\)](http://iode.org)

b. Construcción de Gráficos

Los datos de las tres comunas seleccionadas se organizan en tablas para los 11 indicadores, abarcando el período desde 2013 hasta 2020. Esta elección temporal permite un análisis contextual histórico y la observación de acontecimientos posteriores al evento en estudio. Para la construcción de los gráficos, se opta por crear índices en lugar de utilizar los datos brutos, dado que estos varían significativamente entre indicadores. Cada índice se basa en la variación de la magnitud de los datos en relación con un año base, que fue 2013 en la mayoría de los casos. Como resultado, por comuna se genera un gráfico económico con 6 indicadores y un gráfico social con 5 indicadores. En el caso de Quellón, se utiliza cinco indicadores económicos debido a la falta de datos para uno de ellos.

Finalmente, se procede a analizar los gráficos, describiendo sus resultados, observaciones y posibles conclusiones basadas en la información revelada por los indicadores.

5.3.2. Metodología de Análisis Estadístico de Impacto FAN en la Patagonia Chilena

A partir de la recopilación completa de datos para los indicadores de la lista corta, existen diversas formas de analizar estos datos. En esta sección, se aplica un enfoque de análisis diferente para los indicadores de impacto socioeconómicos respecto de lo presentado en la sección anterior. Se examinan datos de períodos cercanos al año a evaluar, generando una línea de tendencia y calculando la desviación porcentual entre el dato real y la expectativa del año a evaluar. Este método permite evaluar si la variación fue positiva o negativa, proporcionando una comprensión detallada de las discrepancias entre los resultados reales y las expectativas basadas en la línea de tendencia.

El primer paso consiste en preparar una base de datos con todos los indicadores de la lista corta para la Patagonia Chilena, un proceso realizado previamente en el segundo objetivo de la tesis al reducir la lista mediana a la versión corta.

El segundo paso implica la selección de los eventos FAN y su alcance geográfico a evaluar. Con el objetivo de abarcar las tres regiones más australes de Chile, que conforman la Patagonia chilena, se determina evaluar un evento por cada una de estas regiones: Los Lagos, Aysén y Magallanes. A la vez, se busca diversificar el alcance geográfico considerando tres niveles comunes de referencia para la geografía chilena: regional, provincial y comunal.

Para la región de Los Lagos, se selecciona el análisis de eventos FAN del año 2016 debido a su impacto significativo, y se opta por un alcance regional debido a la extensión y magnitud de los impactos en esta área.

En el caso de la región de Aysén, se elige evaluar un evento específico ocurrido en 2009, relacionado con el dinoflagelado *Alexandrium catenella*. Este evento, caracterizado por serios problemas de salud, con reportes de 2 muertes y más de 20 intoxicaciones, tuvo consecuencias significativas en la industria acuícola, especialmente en la miticultura y salmonicultura. Las pérdidas económicas totales se estimaron en más de \$10 millones (J. Mardones et al., 2010)⁴¹. Para la región de Aysén, se determina que el alcance del análisis fuera a nivel provincial, ya que la floración afectó principalmente a la provincia de Aysén, que comprende las comunas de Guaitecas, Cisnes y Aysén.

En la región de Magallanes, se selecciona un evento del año 2010, también atribuido a *Alexandrium catenella*, caracterizado por la imposición de vedas⁴² y la notificación de 6 casos de intoxicación⁴³. Se decide llevar a cabo el análisis a nivel comunal, centrándose específicamente en la comuna de Punta Arenas, siendo coherente con la localización de las floraciones y sus impactos dentro de dicha comuna.

El tercer paso involucra la preparación de datos para la construcción de gráficos y líneas de tendencia. Para los eventos de Los Lagos y Aysén, se calcula la suma y la media regional de los datos comunales. Para Magallanes, al evaluarse solo la comuna de Punta Arenas, no se requirió este paso adicional.

⁴¹ [Harmful Algal Information System: Event CL-09-001 \(iode.org\)](#)

⁴² [Harmful Algal Information System: Event CL-17-004 \(iode.org\)](#)

⁴³ [Aumentan casos de intoxicación por Marea Roja en Magallanes \(emol.com\)](#)

Como cuarto paso, se generan gráficos con líneas de tendencia, eligiendo cuidadosamente los períodos de evaluación. Se seleccionan 5 años: dos antes y dos después del año a evaluar, ajustándolo en casos excepcionales con solo 4 datos. Esta elección se hizo para obtener resultados precisos, enfocándose en el contexto local del año a evaluar. Para los datos de CASEN, se opta por 3 datos, un período antes y otro después del año a evaluar, considerando la frecuencia de la encuesta que se realiza cada 2 o 3 años.

Cada grupo de datos seleccionados se representa en uno o dos gráficos, a los cuales se les incorpora una línea de tendencia lineal con su respectiva ecuación. Los años seleccionados se ubican en el eje de las abscisas, mientras que en el eje de las ordenadas se presentan los valores de los datos reales y de la línea de tendencia. Se opta por líneas de tendencia lineales para mantener la simplicidad, aunque Excel ofrece otras opciones como exponenciales o logarítmicas.

Finalmente en el quinto paso, se procede a calcular la desviación porcentual entre el dato real en el año a evaluar respecto al estimado por la línea de tendencia. Para este cálculo, se utiliza una ecuación simple: $\Delta\% = \frac{R-L}{L} * 100$. Aquí, “ $\Delta\%$ ” representa el cambio porcentual, “ R ” es la constante que indica el dato real del año a evaluar, y “ L ” es una variable que representa el dato estimado en ese año según la línea de tendencia.

La variable “ L ” se obtiene al reemplazar el año en la ecuación de la recta. Por ejemplo, si la ecuación de la recta es “ $y = 3x + 5$ ” y se desea calcular el valor estimado para el año 2016, se sustituye “ x ” por “2016” para obtener el valor de “ y ”, que sería la variable “ L ” en la ecuación principal. Un ejemplo de interpretación sería que si $\Delta\% = 6\%$, significa que el dato real es un 6% mayor que el dato estimado por la línea de tendencia. En otras palabras, hay una discrepancia del 6% entre el valor real y el valor esperado basado en la línea de tendencia.

Con respecto a lo elaborado en el tercer paso de la metodología, se elige utilizar la media para la Región de Los Lagos y la suma para la Provincia de Aysén, aunque la diferencia entre ambas opciones era mínima (menos del 2%). Todas las variaciones porcentuales se muestran detalladas en la [Tabla 23](#).

VI. RESULTADOS

En esta sección, se presentan los resultados que abordan los objetivos de la tesis, revelando la complejidad de los impactos de las FAN en la Patagonia chilena. En primer lugar, se destaca la multidimensionalidad de los impactos, identificando 62 impactos distribuidos en 9 ámbitos y 24 sub-ámbitos. A continuación, se presenta una lista detallada de indicadores socioeconómicos, desde la lista mediana hasta la final que abarca 18 indicadores de la lista corta. Finalmente, se analiza el impacto de eventos FAN específicos en la Patagonia de Chile mediante estos indicadores.

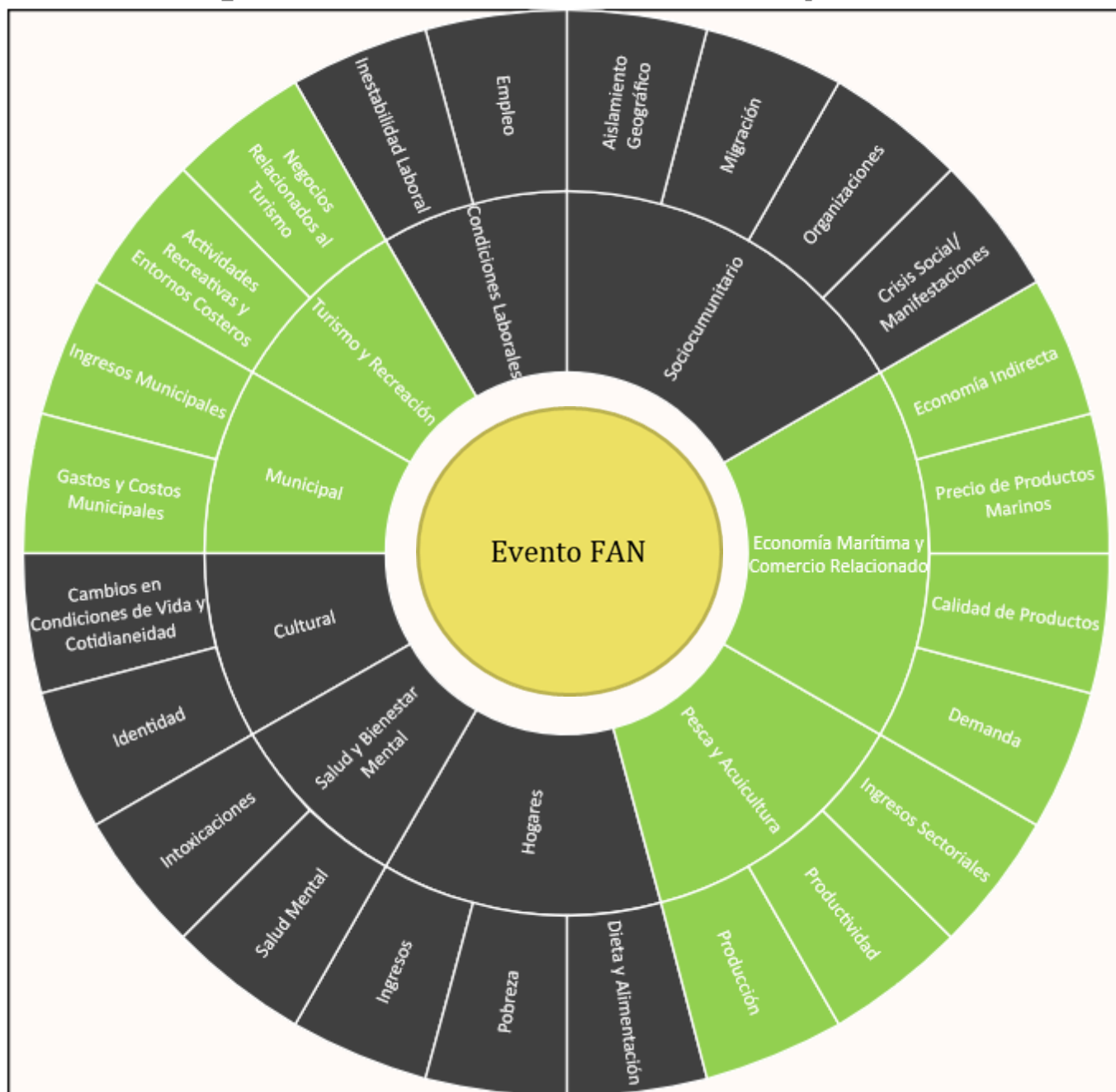
6.1. La Multidimensionalidad de los Impactos de las FAN

Basándose en la información recopilada en estudios documentados en Chile y a nivel internacional, así como en entrevistas y encuestas realizadas en la Patagonia chilena, se identifican nueve ámbitos de impacto que pueden verse afectadas en términos sociales, económicos, culturales y de salud debido a los eventos FAN. Dentro de estos 9 ámbitos, se identifican 24 sub-ámbitos, y en cada uno de ellos puede presentarse uno o varios impactos, sumando un total de 62 impactos. Es importante tener en consideración que estos impactos no necesariamente se presentan en todos los eventos de FAN, pero sí resulta crucial considerarlos al momento de planificar las estrategias más efectivas para abordar estos fenómenos.

6.1.1. Ámbitos y Sub-ámbitos de Impactos de las FAN

En la figura a continuación, se presentan los ámbitos y sub-ámbitos de impacto. Si bien estos ámbitos pueden abarcar diversas áreas, como la económica, social, cultural y de salud, para simplificar, se agrupan en dos categorías principales. Por un lado, se identifican cuatro ámbitos de impacto económico: Pesca y Acuicultura, Economía Marítima y Comercio Relacionado, Turismo y Recreación, y Municipal, que se destacan en color verde. Por otro lado, se encuentran cinco ámbitos de impacto social, que comprenden: Hogares, Condiciones Laborales, Socio-Comunitario, Cultural y Salud y Bienestar, resaltados en color negro.

Figura 10: Ámbitos Multidimensionales de Impacto FAN



Fuente: Elaboración Propia

6.1.2. Tabla multidimensional de impactos

En la tabla a continuación se presenta los impactos multidimensionales que las FAN puede generar sobre los ecosistemas, identificando un total de sesenta y dos.

Tabla 19: Impactos Multidimensionales de las FAN

Ámbito	Sub-Ámbito	Impacto
Hogares	Ingresos	Afectación económica en hogares debido a la disminución del ingreso familiar, vinculada al trabajo en pesca y extracción de recursos marinos, así como la renta y comercialización de estos productos
	Pobreza	Cambios en los niveles de pobreza de las comunidades afectadas
	Dieta y Alimentación	Afectación de la pesca de subsistencia, recolectores de orilla y alteraciones en la alimentación debido a restricciones por FAN (vedas) y la dependencia de los recursos naturales
Condiciones Laborales	Empleo	Aumento general del desempleo y la cesantía en las regiones afectadas Incremento del desempleo en empresas relacionadas con la pesca, acuicultura y procesamiento de alimentos marinos, así como en el sector turístico Reducción de salarios de empleados y operarios
	Inestabilidad Laboral	Cambios y modificaciones en las actividades laborales y económicas, especialmente para los recolectores de mariscos Incapacidad de trabajar debido a la imposibilidad de extraer y consumir los recursos marinos, lo que afecta las finanzas personales
Pesca y Acuicultura	Producción	Reducción de la captura en la pesca industrial de peces, moluscos y crustáceos
		Afectación en la producción de acuicultura de peces (piscicultura)
		Afectación en la producción de acuicultura de moluscos, principalmente en la miticultura
		Afectación en la producción de acuicultura de crustáceos
		Afectación en la producción de la pesca artesanal de peces
		Afectación en la producción de la pesca artesanal de mariscos
		Cierre de localidades, pesquerías (comerciales y recreativas) y centros de acuicultura
		Adelanto o retraso en la recolección en bancos naturales y centros de miticultura
	Productividad	La imposibilidad de buceadores para extraer moluscos debido a las vedas
		Disminución de la productividad en empresas de cultivo, pesqueras y procesadores de alimentos
Economía Marítima y Comercio Relacionado	Ingresos Sectoriales	Disminución de la productividad de los miticultores debido a los crecientes costos asociados con el monitoreo y certificación para cumplir con estándares normativos y de toxicidad
		Reducción de los ingresos en las principales industrias afectadas, como pesqueras, embarcaciones que abandonan la pesca, acuicultura y procesadoras de alimentos
		Gastos de los productores y entidades privadas en la gestión de FAN
Economía Marítima y Comercio Relacionado	Demanda	Caída en la demanda y ventas de productos marinos en los mercados, especialmente notoria en el caso de los mariscos
		Reducción de los ingresos de los comerciantes de pescado y mariscos

	Calidad de Productos	Cambios temporales en la disponibilidad de productos marinos. Pérdida de soberanía alimentaria y pérdida a largo plazo de diversidad y cantidad de alimentos en el mercado y comercios Cambios en la calidad de los productos ofrecidos en el mercado y comercios
	Precio de Productos Marinos	Aumento a corto plazo de los precios de los mariscos debido a la escasez de suministro Reducción del valor de la cosecha de mariscos debido a la inseguridad percibida por parte de los consumidores
	Economía Indirecta	Reducción de ingresos en industrias o sectores indirectamente afectados, particularmente cuando no pueden encontrar alternativas sustitutas. Esto abarca a proveedores de granjas de acuicultura y pesca, comercios minoristas, servicios, consumidores, transporte, entre otros sectores Disminución de ventas en comercios indirectos Aparición de un mercado clandestino para la comercialización de bivalvos
Turismo y Recreación	Negocios Relacionados al Turismo	Disminución de ingresos en empresas locales, negocios y trabajadores que dependen del turismo Pérdida de ingresos en hospedajes debido a cancelaciones Pérdida de ingresos en restaurantes Decrece el valor de las propiedades
	Actividades Recreativas y Entornos Costeros	Paralización o disminución de las actividades turísticas Disminución de la afluencia de turistas Afectación de visitas a las playas y zonas costeras, incluso sus cierres respectivos que impiden su uso Disminución de pesca recreativa/deportiva Afectación de actividades acuáticas como el nado y la navegación Reducción de la demanda de viajes recreativos de recolección de mariscos y pesca
Municipal	Ingresos Municipales	Cambio en los ingresos municipales
	Gastos y Costos Municipales	Incremento de gastos municipales en la gestión de FAN Aumento de desembolsos municipales destinados a brindar apoyo a los afectados Aumento de los costos debido a la afectación de la calidad del agua lacustre con presencia de FAN, que posteriormente se utiliza para la potabilización del agua.
Socio-Comunitario	Crisis Social/Manifestaciones	Reacción de la población a través de movimientos manifestantes, protestas, paros de pescadores y camioneros, bloqueo de carreteras y comportamientos inadecuados
	Organizaciones	Conflictos entre organizaciones o dentro de ellas en relación con la forma en que enfrentan los riesgos y desafíos causados por las FAN Surgimiento de nuevas organizaciones para hacer frente a las FAN y los riesgos asociados
	Migración	Migración de trabajadores y personas afectadas en busca de una estabilización económica
	Aislamiento Geográfico	Aislamiento de comunidades debido a la disminución de las actividades turísticas, lo que afecta a comunidades con una identidad cultural arraigada a la industria pesquera y sin suficientes atributos para una identidad cultural diversificada
Cultural	Cambios en Condiciones de Vida y Cotidianidad	Afectación del patrimonio culinario al no poder mantener las dietas tradicionales que incluyen mariscos

Salud y Bienestar Mental		Alteración de tradiciones, festividades o reuniones familiares debido a la falta de ingresos relacionados con los mariscos o la ausencia de consumo de estos productos
		Cambios en las costumbres de compra debido a las fluctuaciones en el stock de productos marinos en el mercado
		Disminución en la frecuencia de la práctica del marisqueo y la preparación del curanto, lo que modifica las costumbres locales
		Adaptación de las personas locales al consumo de bivalvos sin considerar adecuadamente los niveles de toxinas presentes
		Identidad
	Intoxicaciones	Afectación de la identidad personal de aquellos que son vulnerables y dependientes de las costas, los precios, la industria pesquera y sus propias actividades productivas
		Aparición de casos de intoxicación alimentaria debido a la ingestión de alimentos contaminados, lo que resulta en un aumento en la morbilidad
		Aumento de costos médicos y relacionados con el envenenamiento, que incluyen tratamiento, pérdida de productividad laboral y otros gastos asociados
		Mortalidad relacionada con el consumo de alimentos contaminados
		Irritación cutánea debido al contacto directo con biotoxinas, así como problemas de salud, como irritación de ojos y nariz, fiebre y malestar general, causados por la exposición o inhalación de aerosoles que contienen biotoxinas, que pueden ocurrir durante actividades ocupacionales y recreativas, como la natación.
	Salud Mental	Desorientación, crisis de desesperación, miedo, estrés y sufrimiento emocional en personas, familias y comunidades que no estaban preparadas para el evento FAN y no saben cómo abordarlo, lo que los afecta especialmente al inicio de la crisis, dada la dependencia de recursos marinos
		Estrés en los líderes y responsables de tomar decisiones en las comunidades afectadas

6.2. Lista Mediana y Corta de Indicadores

En esta subsección se presentan los resultados de la lista mediana y lista final de indicadores socioeconómicos de impacto de las FAN en Chile.

6.2.1. Lista Mediana de Indicadores

Mediante la elaboración de una definición multidimensional de los impactos, junto con la revisión exhaustiva de la literatura de indicadores y las bases de datos de información para Chile, se obtiene la lista mediana de indicadores socioeconómicos. Esta lista figura en la siguiente tabla.

Tabla 20: Lista Mediana de Indicadores de Impacto Socioeconómicos de las FAN

Ámbito	Sub-Ámbito	Impacto	Indicador	F*
Hogares	Ingresos	Afectación económica en hogares debido a la disminución del ingreso familiar, vinculada al trabajo en pesca y extracción de recursos marinos, así como la renta y comercialización de estos productos	Ingreso del trabajo promedio de los hogares	A
			Ingreso autónomo promedio de los hogares	A
			Ingreso monetario promedio de los hogares	A
			Subsidio monetario promedio de los hogares	A
	Pobreza	Cambios en los niveles de pobreza de las comunidades afectadas	Número de personas en situación de pobreza por ingresos	A
			Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos	A
			Tasa de hacinamiento	A
			Tasa de allegamiento interno	A
Condiciones Laborales	Empleo	Aumento general del desempleo y la cesantía en las regiones afectadas	Tasa de desocupación	A
			Personas inscritas en la municipalidad en busca de empleo	B
		Incremento del desempleo en empresas relacionadas con la pesca, acuicultura y procesamiento de alimentos marinos, así como en el sector turístico	Número de trabajadores dependientes informados ponderados por meses de trabajo, según ACT: Transporte de pasajeros por carretera	C
			Número de trabajadores dependientes informados ponderados por meses de trabajo, según ACT: Alojamiento turístico	C
			Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Actividades de alojamiento para estancias cortas de hoteles	D
			Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	D

Pesca y Acuicultura	Producción	Reducción de la captura en la pesca industrial de peces, moluscos y crustáceos	Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Pesca marítima artesanal	D
			Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Pesca marítima industrial, excepto de barcos factoría	D
			Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Reproducción y cría de moluscos, crustáceos y gusanos marinos	D
			Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Cultivo y crianza de peces marinos	D
			Número de trabajadores dependientes informados, de la actividad: Venta al por mayor de productos del mar (pescados, mariscos y algas)	D
	Productividad	Disminución de la productividad en empresas de cultivo, pesqueras y procesadores de alimentos	Desembarque industrial de peces en toneladas	E
			Desembarque industrial de moluscos en toneladas	E
			Desembarque industrial de crustáceos en toneladas	E
			Afectación en la producción de acuicultura de peces (piscicultura)	E
			Cosecha de centros de acuicultura de peces en toneladas	E
			Afectación en la producción de acuicultura de moluscos, principalmente en la miticultura	E
			Cosecha de centros de acuicultura de moluscos en toneladas	E
			Afectación en la producción de la pesca artesanal de peces	E
			Desembarque artesanal de peces en toneladas	E
			Afectación en la producción de la pesca artesanal de mariscos	E
			Desembarque artesanal de moluscos en toneladas	E
			Desembarque artesanal de crustáceos en toneladas	E
			Productividad por unidad de masa de materia prima de pez	E
			Productividad por unidad de masa de materia prima de molusco	E
			Productividad por unidad de masa de materia prima de crustáceo	E

	Ingresos Sectoriales	Reducción de los ingresos en las principales industrias afectadas, como pesqueras, embarcaciones que abandonan la pesca, acuicultura y procesadoras de alimentos	Renta neta informada en UF, de la actividad: Pesca marítima artesanal	D
			Renta neta informada en UF, de la actividad: Pesca marítima industrial, excepto de barcos factoría	D
			Renta neta informada en UF, de la actividad: Reproducción y cría de moluscos, crustáceos y gusanos marinos	D
			Renta neta informada en UF, de la actividad: Cultivo y crianza de peces marinos	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Pesca marítima artesanal	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Pesca marítima industrial, excepto de barcos factoría	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Reproducción y cría de moluscos, crustáceos y gusanos marinos	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Cultivo y crianza de peces marinos	D
Economía Marítima y Comercio Relacionado	Demanda	Caída en la demanda y ventas de productos marinos en los mercados, especialmente notoria en el caso de los mariscos	Renta neta informada en UF, de la actividad: Venta al por mayor de productos del mar (pescados, mariscos y algas)	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Venta al por mayor de productos del mar (pescados, mariscos y algas)	D
Turismo y Recreación	Negocios Relacionados al Turismo	Disminución de ingresos en empresas locales, negocios y trabajadores que dependen del turismo	Renta neta informada de trabajadores dependientes (UF), según ACT: Transporte de pasajeros por carretera	C
			Ventas netas (UF) según ACT: Transporte de pasajeros por carretera	C
		Pérdida de ingresos en hospedajes debido a cancelaciones	Renta neta informada de trabajadores dependientes (UF), según ACT: Alojamiento turístico	C
			Ventas netas (UF) según ACT: Alojamiento turístico	C
			Renta neta informada en UF, de la actividad: Actividades de alojamiento para estancias cortas de hoteles	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Actividades de alojamiento para estancias cortas de hoteles	D

		Pérdida de ingresos en restaurantes	Renta neta informada en UF, de la actividad: Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	D
			Ventas anuales en UF, de la actividad: Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	D
	Actividades Recreativas y Entornos Costeros	Paralización o disminución de las actividades turísticas	Visitas de turistas a parques, reservas y monumentos nacionales	C
Municipal	Ingresos Municipales	Cambio en los ingresos municipales	Ingreso municipal por pago de patentes acuícolas	B

*Nota: En la columna "F", las letras corresponden a las siguientes fuentes de información: A = CASEN; B = SINIM; C = SUBTURISMO; D = SII; E = SERNAPESCA.

6.2.2. Lista Corta de Indicadores (Lista Final)

En la *Tabla 21* se observa los indicadores finales seleccionados desde la lista mediana, para así constituir la lista final y corta de los indicadores de impacto socioeconómicos de las FAN para la Patagonia chilena.

Tabla 21: Lista Corta de Indicadores Socioeconómicos de Impacto de las FAN

Ámbito	Sub-Ámbito	Impacto	Indicador	F*
Hogares	Ingresos	Afectación económica en hogares debido a la disminución del ingreso familiar, vinculada al trabajo en pesca y extracción de recursos marinos, así como la renta y comercialización de estos productos	Ingreso del trabajo promedio de los hogares	A
			Subsidio monetario promedio de los hogares	A
	Pobreza	Cambios en los niveles de pobreza de las comunidades afectadas	Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos	A
Condiciones Laborales	Empleo	Aumento general del desempleo y la cesantía en las regiones afectadas	Tasa de desocupación	A
			Personas inscritas en la municipalidad en busca de empleo	B
		Incremento del desempleo en empresas relacionadas con la pesca, acuicultura y procesamiento de alimentos marinos, así como en el sector turístico	Total de trabajadores dependientes en el rubro "Actividades de alojamiento y de servicio de comidas"	D
			Total de trabajadores dependientes en los subrubros de Pesca y Acuicultura	D
Pesca y Acuicultura	Producción	Afectación en la producción de acuicultura de peces (piscicultura)	Cosecha de centros de acuicultura de peces en toneladas	E
		Afectación en la producción de acuicultura de moluscos, principalmente en la miticultura	Cosecha de centros de acuicultura de moluscos en toneladas	E
		Afectación en la producción de la pesca artesanal de peces	Desembarque artesanal de peces en toneladas	E
		Afectación en la producción de la pesca artesanal de mariscos	Desembarque artesanal de moluscos en toneladas	E
	Ingresos Sectoriales	Reducción de los ingresos en las principales industrias afectadas, como pesqueras, embarcaciones que abandonan la pesca, acuicultura y procesadoras de alimentos	Ingresos totales en UF en los subrubros de Pesca y Acuicultura	D
Economía Marítima y	Demanda	Caída en la demanda y ventas de productos marinos en los mercados,	Ventas anuales en UF, de la actividad: Venta al por mayor	D

Comercio		especialmente notoria en el caso de los	de productos del mar	
Relacionado		mariscos	(pescados, mariscos y algas)	
Turismo y	Negocios	Disminución de ingresos en empresas	Ventas netas (UF) según ACT:	C
Recreación	Relacionados al Turismo	locales, negocios y trabajadores que dependen del turismo	Transporte de pasajeros por carretera	
		Pérdida de ingresos en hospedajes debido a cancelaciones	Ventas netas (UF) según ACT: Alojamiento turístico	C
		Pérdida de ingresos en restaurantes	Ventas anuales en UF, de la actividad: Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	D
	Actividades Recreativas y Entornos Costeros	Paralización o disminución de las actividades turísticas	Visitas de turistas a parques, reservas y monumentos nacionales	C
Municipal	Ingresos Municipales	Cambio en los ingresos municipales	Ingreso municipal por pago de patentes acuícolas	B

*Nota: En la columna "F", las letras corresponden a las siguientes fuentes de información: A = CASEN; B = SINIM; C = SUBTURISMO; D = SII; E = SERNAPESCA.

6.3. Impacto de Eventos FAN Mediante Indicadores

En esta subsección, se exponen los resultados derivados del empleo de indicadores para cuantificar el impacto de diversos eventos de FAN. En la primera parte (6.3.1.), se evalúa el impacto de las FAN del 2016 en Calbuco, Castro y Quellón mediante 11 indicadores socioeconómicos. Los gráficos ilustran la evolución de estos indicadores de 2013 a 2020. En la segunda parte (6.3.2.), se analiza estadísticamente tres eventos FAN significativos en distintas escalas, detallando la desviación porcentual entre datos reales y proyectados. Estos resultados proporcionan una visión del impacto de eventos FAN en la Patagonia chilena.

6.3.1. Impacto FAN 2016 en Calbuco, Castro y Quellón: Indicadores y Gráficos

En la siguiente tabla se presenta los 11 indicadores utilizados para cuantificar el impacto de las FAN del 2016 en las tres comunas seleccionadas: Calbuco, Castro y Quellón. Los primeros tres ámbitos se refieren a aspectos económicos y se destacan en color azul claro, mientras que los dos siguientes abordan aspectos sociales y se destacan en un tono de rojo claro.

En cuanto a las fuentes de información, de los indicadores económicos, los del ámbito Pesca y Acuicultura provienen de SERNAPESCA, el Municipal proviene del SINIM y los de Turismo y Recreación provienen de SUBTURISMO. Los indicadores de carácter social se basan en la encuesta CASEN, a excepción del indicador “Personas buscando empleo” que proviene del SINIM.

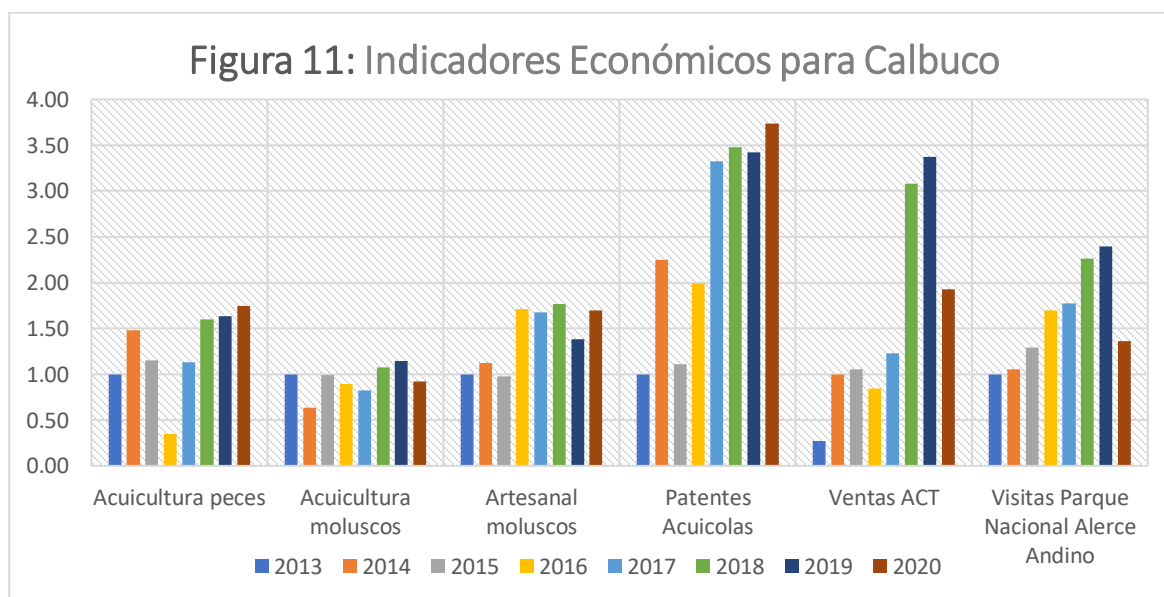
Tabla 22: Indicadores Socioeconómicos de Impacto de las FAN del 2016 en las Comunas Seleccionadas

ÁMBITO	SUBÁMBITO	IMPACTO	INDICADORES
PESCA Y ACUICULTURA	Producción	Afectación en la producción	Acuicultura Peces: Cosechas de centros de acuicultura de peces en toneladas
			Acuicultura Moluscos: Cosechas de centros de acuicultura de moluscos en toneladas
			Artesanal Moluscos: Desembarque artesanal de moluscos en toneladas
MUNICIPAL	Ingresos Municipales	Cambio en los ingresos municipales	Patentes Acuícolas: Ingreso municipal por pago de patentes acuícolas
TURISMO Y RECREACIÓN	Negocios Relacionados al Turismo	Disminución de ingresos en empresas locales, negocios y trabajadores que dependen del turismo	Ventas ACT: Ventas netas (UF) según ACT: Transporte de pasajeros por carretera
	Actividades Recreativas y Entornos Costeros	Paralización o disminución de las actividades turísticas	Visitantes a Parques: Visitas de turistas a parques, reservas y monumentos nacionales
HOGARES	Ingresos	Afectación económica en hogares debido a la disminución del ingreso familiar, vinculada al trabajo en pesca y extracción de recursos marinos, así como la renta y comercialización de estos productos	Ingresos: Ingreso del trabajo promedio de los hogares
			Subsidios: Subsidio monetario promedio de los hogares

	Pobreza	Cambios en los niveles de pobreza de las comunidades afectadas	Pobreza: Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos
CONDICIONES LABORALES	Empleo	Aumento general del desempleo y la cesantía en las regiones afectadas	Desocupados: Tasa de desocupación
			Personas Buscando Empleo: Personas inscritas en municipalidad en busca de empleo

Utilizando estos indicadores se examina el impacto de la significativa FAN del año 2016 sobre 3 comunas de la Región de Los Lagos. Estas comunas presentan diferencias en su estructura productiva, lo que permite examinar cómo esta estructura se relaciona con los impactos de las FAN. Primero, Calbuco, localizada en el continente, es muy dependiente de la pesca, fundamentalmente la pesca artesanal de peces y tiene una fuerte actividad de producción acuícola tanto de salmón como miticultura. Segundo, Castro, una de las comunas grandes de Chiloé y con más habitantes de la isla, posee el puerto con más desembarques de peces y moluscos de la región y a la vez es menos dependiente de la pesca comparado con otras comunas del sector debido a la importancia del sector comercio y turismo. Finalmente, Quellón, la comuna más austral de Chiloé es muy dependiente del sector pesquero, en particular la pesca artesanal de moluscos, y también de la producción de acuicultura tanto salmón como miticultura

En los siguientes gráficos se presenta la evolución de los 11 indicadores para el período 2013 a 2020⁴⁴. Cada comuna se representa a través de dos gráficos: el primero incluye indicadores económicos relacionados con los sectores productivos y el turismo, mientras que el segundo abarca indicadores sociales relacionados con hogares y empleo. Para todos los indicadores sociales, excepto el de las “Personas buscando empleo”, los datos dependen de CASEN y para examinar el 2016, es necesario comparar el 2015 y 2017 ya que no se levantó esta información para ese año.



⁴⁴ Para facilitar el análisis se construyen índices para cada indicador, mostrando como varía este respecto de un año base (2013 por lo general).

Figura 12: Indicadores Sociales para Calbuco

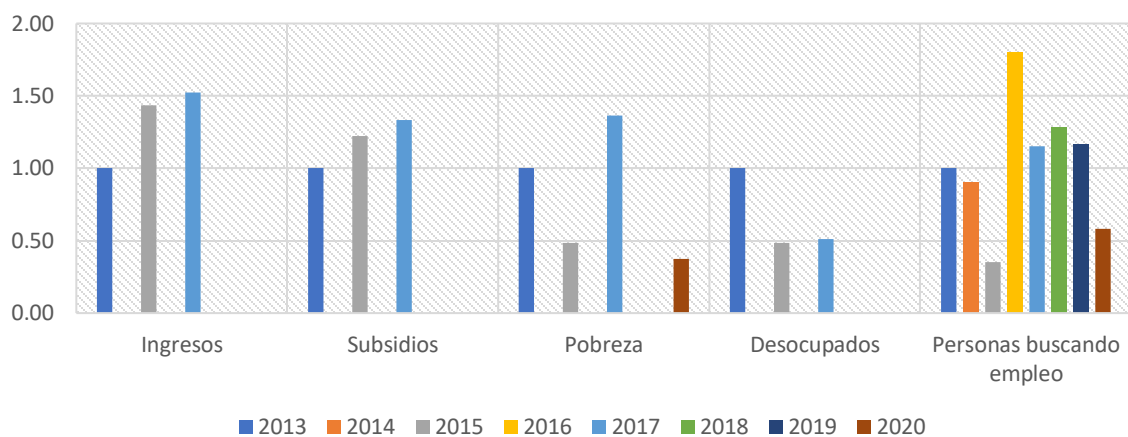


Figura 13: Indicadores Económicos para Castro

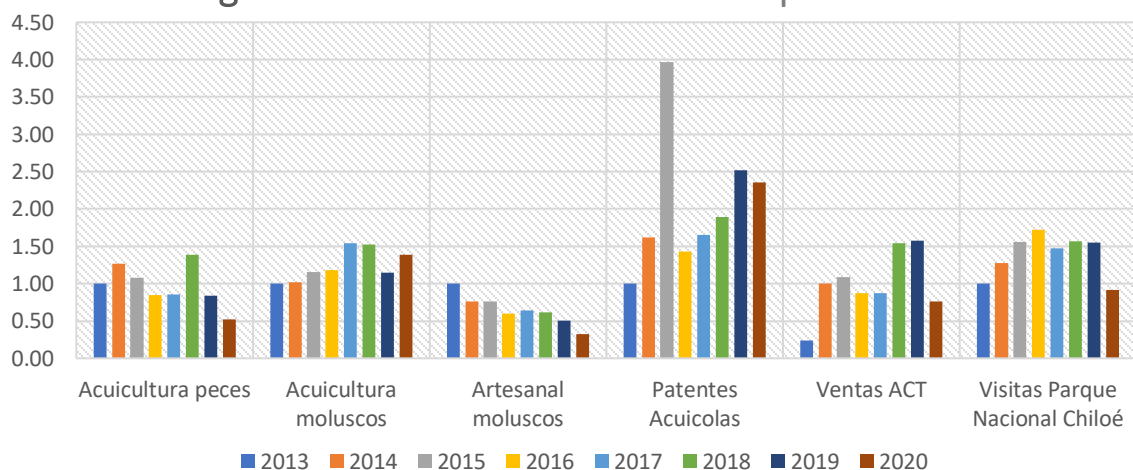


Figura 14: Indicadores Sociales para Castro

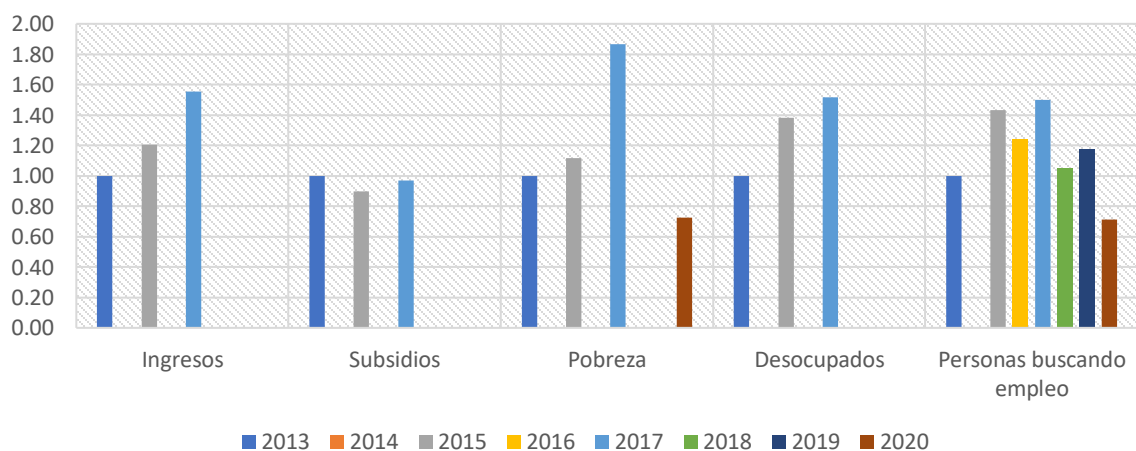


Figura 15: Indicadores Económicos para Quellón

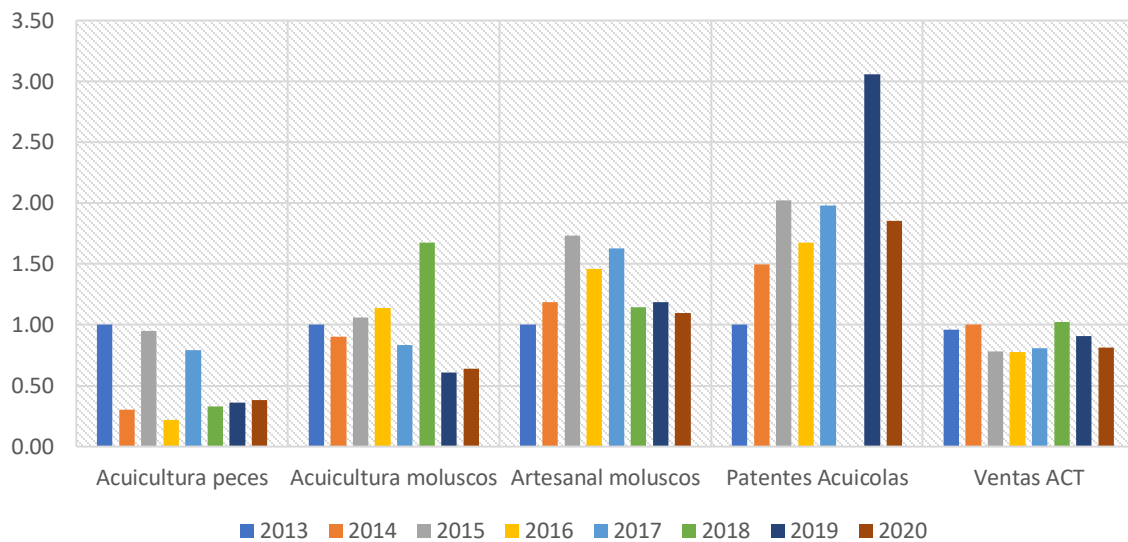
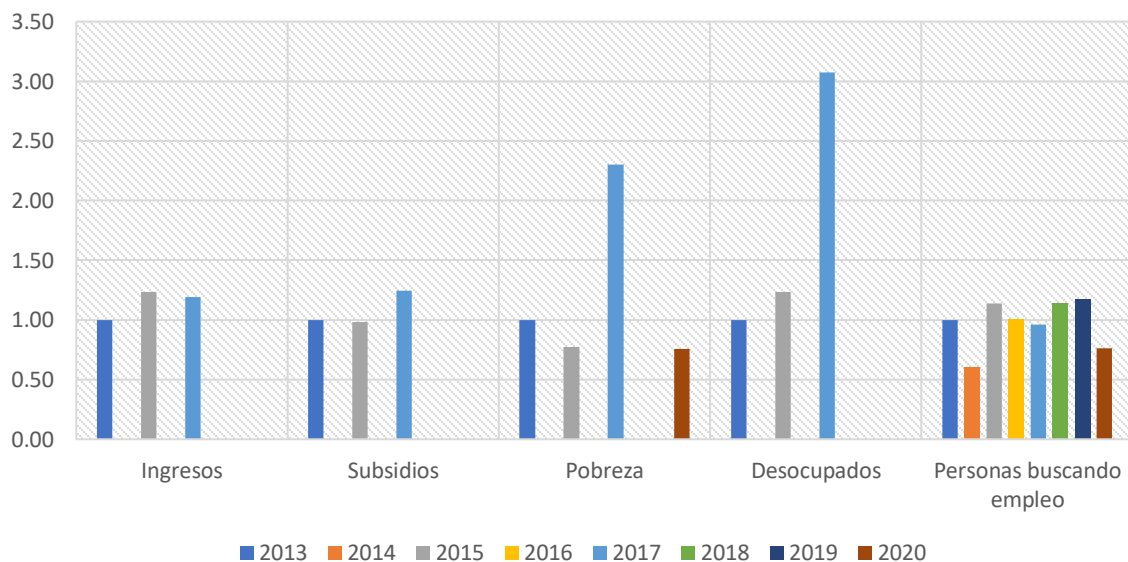


Figura 16: Indicadores Sociales para Quellón



6.3.2. Impacto de 3 Eventos FAN en la Patagonia Chilena

En esta sección se presentan los resultados estadísticos de tres eventos FAN significativos en la historia de Chile, utilizando todos los indicadores de la Lista Corta. Estos indicadores están ordenados según las fuentes de información representadas por la columna “F” de “Fuente” y se ha asignado un número del 1 al 18 en la columna con índice “N.” de “Número” para facilitar la orientación hacia los indicadores.

Los porcentajes reflejados en la tabla representan la desviación porcentual entre el valor real del dato levantado para ese año y el dato proyectado según la expectativa de la línea de tendencia. En algunas celdas, se observa el signo “-”, indicando la ausencia de información para ese indicador en ese año. Es relevante señalar que no hubo datos de CASEN para el año 2016, por lo que se consideraron los datos del período siguiente, CASEN 2017. Además, no hubo datos de CASEN en 2010, por lo que se utilizaron los datos del año 2011.

La tabla abarca tres eventos FAN, considerando diferentes escalas de análisis para cada uno. El evento de 2016 se examina a nivel regional, abarcando la totalidad de la Región de los Lagos. El evento del 2009 en la región de Aysén se analiza exclusivamente para la provincia de Aysén, dada la concentración principal del impacto en esa provincia. Finalmente, en la columna más a la derecha, se presenta el evento FAN del 2010 en la región de Magallanes, evaluándose únicamente para la comuna de Punta Arenas, donde el impacto se limitó a zonas específicas de la comuna.

Tabla 23: Porcentaje de Desviación entre Dato Real y Dato Predicho por Indicador y Zona			X Región de Los Lagos	XI Región, Provincia de Aysén	XII Región, Comuna de Punta Arenas
F*	N.	Indicador	2016	2009	2010
A	1	Ingreso del trabajo promedio de los hogares	11%	0.2%	15%
A	2	Subsidio monetario promedio de los hogares	-13%	11%	-2%
A	3	Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos	-12%	-	-
A	4	Tasa de desocupación	-21%	75%	-15%
B	5	Personas inscritas en la municipalidad en busca de empleo	6%	29%	4%
B	6	Ingreso municipal por pago de patentes acuícolas	-3%	-58%	-
C	7	Ventas netas (UF) según ACT: Transporte de pasajeros por carretera	4%	15%	-11%
C	8	Ventas netas (UF) según ACT: Alojamiento turístico	13%	-11%	-10%
C	9	Visitas de turistas a parques, reservas y monumentos nacionales	16%	-	-2%
D	10	Total de trabajadores dependientes en el rubro "Actividades de alojamiento y de servicio de comidas"	-4%	-3%	8%
D	11	Total de trabajadores dependientes en los subrubros de Pesca y Acuicultura	-7%	-6%	-24%
D	12	Ingresos totales en UF en los subrubros de Pesca y Acuicultura	-16%	-4%	-30%
D	13	Ventas anuales en UF, de la actividad: Venta al por mayor de productos del mar (pescados, mariscos y algas)	10%	-	-7%
D	14	Ventas anuales en UF, de la actividad: Actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas	-0.4%	-7%	53%
E	15	Cosecha de centros de acuicultura de peces en toneladas	-22%	15%	-26%
E	16	Cosecha de centros de acuicultura de moluscos en toneladas	-4%	-	-
E	17	Desembarque artesanal de peces en toneladas	-7%	-	-
E	18	Desembarque artesanal de moluscos en toneladas	-3%	-89%	-41%

*Nota: La columna "F" corresponde a la Fuente: A = CASEN; B = SINIM; C = SUBTURISMO; D = SII; E = SERNAPESCA.

VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En esta sección se examina los resultados según los objetivos de la tesis. Se estructura en tres partes, cada una dedicada a un objetivo específico. En el apartado 7.1, se analiza la multidimensionalidad de los impactos, destacando el papel crucial de la revisión de literatura y entrevistas. En 7.2, se explora el resultado de la construcción de la lista mediana y corta de los indicadores socioeconómicos. Por último, en 7.3 se analiza la cuantificación de los impactos de episodios FAN en la Patagonia de Chile. Este análisis integral arroja luz sobre la complejidad de los impactos de las FAN, vinculando la comprensión multidimensional, los indicadores socioeconómicos y el análisis cuantitativo en un marco coherente para responder a la pregunta de investigación.

7.1. La Multidimensionalidad de los Impactos de las FAN

En esta subsección se analiza la definición multidimensional de los impactos de las FAN que se observa como resultado en la [Tabla consolidada de impactos](#). En primer lugar se analiza en términos generales el papel y la contribución de la revisión de literatura y las entrevistas. Luego, se analiza y se discute cada ámbito, destacando los impactos principales y señalando las limitaciones y alcances de la revisión de literatura y las entrevistas de ser necesario. En un tercer punto, se comparte una experiencia personal, centrada en los ámbitos de Salud y Turismo. Asimismo, se exploran las contribuciones de estos resultados para los diversos actores involucrados con las FAN. El análisis concluye resaltando la pertinencia de estos hallazgos respecto a la pregunta de investigación

a. Contribución General de la Revisión “top-down” y “bottom-up” en la Identificación de Dimensiones de Impacto

La revisión de la literatura desempeña un papel fundamental en la realización de un estado del arte de los impactos de las FAN a nivel mundial, facilitando la identificación de los distintos temas e impactos tratados por la literatura para posterior contribuir a la definición multidimensional de impactos. Es relevante destacar que, aunque la cantidad de investigaciones centradas en los impactos de las FAN es limitada, se logra identificar varios impactos significativos. Sin embargo, existe una notoria carencia de estudios que aborden los impactos de naturaleza social y cultural. Además, en la literatura científica predominan ciertos temas, especialmente aquellos relacionados con la acuicultura, aunque también se mencionan impactos vinculados a la pesca, a la salud, al turismo y a los mercados e industrias afectadas. En algunos estudios se estiman los costos económicos de los efectos de las FAN y en la mayoría de estos, se enfoca en las pérdidas de producción de peces y mariscos. Muy pocos abordan otros tipos de estimaciones como los costos en el turismo recreativo, el comercio minorista y la salud. Los impactos sociales, en particular, son escasamente estudiados debido a su mayor complejidad en términos de cuantificación.

Las dimensiones impactadas que fueron recopiladas durante las entrevistas en terreno resultan igualmente relevantes, ya que no solo corroboran los impactos mencionados en la literatura, sino que también revelan una serie de efectos adicionales que no habían sido abordados en los estudios previos. Durante las conversaciones, se aborda numerosos temas relacionados con las repercusiones de las FAN, y se identifica una amplia variedad de tipos de impactos. Destaca especialmente el énfasis de los entrevistados en los efectos sobre los moluscos, tanto a gran escala en la miticultura como entre pescadores artesanales de moluscos y recolectores de orilla. A diferencia de la literatura científica, en las entrevistas sí se recibe atención en los efectos a menor escala.

De las entrevistas, de los aspectos más notables de la recopilación y definición de impactos fue con respecto a la dimensión social. Esta dimensión permite obtener una comprensión multidimensional de los impactos, ya que la literatura científica existente carece de un enfoque en esta área. Los impactos sociales abarcan una amplia gama de consecuencias, incluidos los culturales, socio-comunitarios y de identidad personal. Estos aspectos fueron varias veces mencionados por los entrevistados por lo que se subraya la importancia de su consideración.

b. Análisis Según Ámbitos

Hogares: Comprender el impacto en los hogares es esencial para apreciar los desafíos que enfrentan los afectados y sus familias durante episodios de FAN. Se evidencian reducciones en los ingresos familiares debido a limitaciones en el trabajo, lo que afecta la estabilidad financiera y la capacidad de afrontar gastos básicos. Esta situación puede generar desesperación en las familias. Los cambios en la dieta también son notables, especialmente cuando la extracción de mariscos se ve restringida por vedas, impactando la economía o las tradiciones de los que dependen de esta actividad.

Es importante destacar que la literatura rara vez aborda los costos asociados a este ámbito. Por tanto, sería valioso profundizar en investigaciones que midan los cambios en la pobreza, los ingresos laborales y la economía doméstica.

Condiciones Laborales: El ámbito laboral también se ve afectado por los episodios de FAN, lo que provoca desempleo en diversas industrias y una reducción de ingresos para los trabajadores. La inestabilidad laboral se acentúa en este contexto, impactando a un número significativo de empleados. El desempleo puede derivar tanto de causas directas como indirectas, principalmente vinculadas a las industrias pesqueras y de acuicultura. Las vedas o cierres de pesquerías y centros de acuicultura de peces, moluscos y crustáceos generan esta disminución en la oferta laboral.

La incapacidad de trabajar tiene repercusiones financieras en las personas, llevando a algunos a ajustar sus condiciones laborales para adaptarse a esta inestabilidad, como modificar sus métodos de recolección de moluscos o cambiar temporalmente de rubro. Estos cambios no solo afectan las finanzas individuales, sino también la identidad de los afectados, su familia y su entorno. Mayormente, las evaluaciones en este ámbito tienen que ver con la reducción de la fuerza laboral en las industrias impactadas y como esto afecta la economía, no obstante, se presta menos atención a las adaptaciones en las actividades laborales de las personas. Profundizar en este aspecto resulta esencial para comprender en detalle los impactos de la inestabilidad laboral, así como las estrategias y decisiones de afrontamiento por parte de los trabajadores.

Pesca y Acuicultura: El sector de pesca y acuicultura es uno de los más vulnerables durante los episodios de FAN. La “pesca” incluye a la pesca industrial, a la artesanal y abarca también actividades recreativas y de recolección costera. Por otro lado, la acuicultura engloba el cultivo de diversos productos marinos en entornos controlados, como las piscifactorías. La industria a verse afectada varía según el tipo de alga responsable del fenómeno: algunas pueden liberar toxinas que afectan a los mariscos, afectando por ejemplo la miticultura, mientras que otras agotan el oxígeno asfixiando a los peces, afectando en este caso a las pisciculturas.

Los efectos abarcan la producción, productividad, ingresos y ventas del sector. Aunque la literatura se centra en la acuicultura, la pesca industrial y los costos del sector, se presta poca atención a la pesca artesanal, de subsistencia, incluso la recreativa. Investigar en profundidad las pesquerías de

menor escala contribuirá a subsanar estas lagunas en el conocimiento y brindar una comprensión más completa de este ámbito.

Economía Marítima y Comercio Relacionado: Este ámbito es de mucha relevancia pues está estrechamente relacionado con el ámbito de Pesca y Acuicultura. Una vez que la industria de la Pesca y Acuicultura se ve afectada, es crucial observar cómo estas perturbaciones impactan en la economía y el mercado en general. Este ámbito engloba la demanda y los precios de los productos marinos, así como su influencia en las industrias indirectamente relacionadas, el comercio al por mayor y al por menor, y la calidad de los productos ofrecidos en el mercado.

Tanto la literatura como las entrevistas hacen referencia a este ámbito, pero mayoritariamente se centran en los efectos directos. Se sugiere profundizar en la investigación de los impactos indirectos en este contexto, incluyendo estudios que identifiquen y cuantifiquen los costos del comercio indirecto y las industrias que se ven afectadas de forma indirecta.

Turismo y Recreación: El impacto del turismo puede ser considerable en regiones costeras con una alta actividad turística. A nivel internacional, existe cierta literatura científica que aborda estudios en este ámbito, aunque su cantidad es limitada. No obstante, en las comunas de la zona austral de Chile, donde la actividad turística es más reducida, no se han observado efectos evidentes en el turismo, y la documentación sobre este aspecto en el contexto chileno es escasa.

Los impactos en el turismo se relacionan principalmente con la disminución de las actividades turísticas, que puede estar relacionada con la afluencia de turistas. Se pueden presenciar impactos en el sector hotelero y de restaurantes que experimenta una reducción de visitantes, pueden surgir situaciones como cierres de playas o advertencias sobre la presencia de marea roja que afectan a los bañistas, así como cancelaciones de viajes recreativos de pesca, entre otros impactos.

Se recomienda incrementar la cantidad de estudios centrados en zonas con alta actividad turística cuando se presentan episodios FAN. Estos estudios deberían enfocarse en identificar los impactos y estimar los costos, ya que este ámbito es sumamente relevante y puede tener un impacto drástico en las comunidades costeras afectadas por las FAN.

Municipal: El ámbito municipal abarca dos aspectos esenciales: la recaudación de ingresos tributarios y los esfuerzos que las municipalidades despliegan para abordar los eventos de FAN. Los ingresos fiscales se ven afectados por la reducción de actividades económicas. Por otro lado, las autoridades locales juegan un papel fundamental al gestionar la situación y al brindar asistencia a los sectores y personas afectadas, tomando medidas para mitigar los impactos. Aunque los municipios desempeñan un rol crucial durante los episodios de FAN, los impactos específicos en este ámbito son poco documentados. Se sugiere realizar estudios con profundidad en este ámbito con el fin de identificar cómo el sector municipal se ve afectado en estas circunstancias

Socio-Comunitario y Cultural: Los ámbitos socio-comunitario y cultural resultan particularmente significativos debido a su naturaleza humana y social. Estos impactos han sido abordados de manera limitada en la literatura, lo que ha llevado a que el levantamiento en terreno sea fundamental para su comprensión completa. En general, la literatura tiende a enfocarse en impactos cuantificables en términos económicos, como la pérdida de productividad. No obstante, identificar y medir los impactos socio-comunitarios y culturales es más desafiante y, por ende, tienden a ser menos

abordados en la literatura. A pesar de ello, estos impactos son innegables, y en ocasiones pueden tener repercusiones sociales considerables.

En el ámbito socio-comunitario, surgen manifestaciones públicas en respuesta a la situación, se originan conflictos entre organizaciones y pueden surgir migraciones. En el ámbito cultural, pueden surgir cambios en las tradiciones culinarias, en las costumbres de compras debido a la variación en la disponibilidad de productos y en un nivel más personal, la identidad cultural puede verse comprometida en aquellos que son dependientes de los ecosistemas costeros para su sustento, dificultando su relación con el territorio o naturaleza que los rodea

Los resultados de las entrevistas han enriquecido la comprensión en áreas que se centran en las experiencias y necesidades de las personas. Se ha destacado, por ejemplo, cómo las comunidades costeras dependen en gran medida de los recursos marinos para su alimentación, y que el acceso a alimentos se convierte en un desafío evidente en situaciones de FAN. Sin embargo, este tema apenas se aborda en la literatura científica, lo que subraya la necesidad de un campo de estudio que se enfoque en estos dos ámbitos de impacto.

Salud y Bienestar Mental: El ámbito de la Salud es indiscutiblemente uno de los más destacados y ampliamente reconocidos a nivel internacional con relación a los eventos FAN. Su relevancia radica en la estrecha vinculación entre estos episodios y la calidad alimentaria de los productos marinos. Es así, que una buena gestión de pesquerías y sectores de acuicultura, una comunicación adecuada del sector público sobre los eventos FAN y la implementación de legislaciones que regulen la toxicidad de los mariscos, son esenciales para evitar tragedias que podrían incluir muertes por consumo de alimentos contaminados, demandas empresariales y colapsos en sistemas de salud.

El ámbito de salud se centra en las intoxicaciones alimentarias y sus consecuencias. Estos impactos generan costos significativos que abarcan desde los gastos médicos hasta la pérdida de productividad laboral debido a la intoxicación. Además, en la literatura se ha mencionado un enfoque basado en la esperanza de vida estadística en caso de muerte relacionada con estas intoxicaciones. Los síntomas que experimentan las personas a raíz del consumo de alimentos contaminados pueden variar según el tipo de síndrome que presenten, como el paralítico, diarreico o amnésico, entre otros.

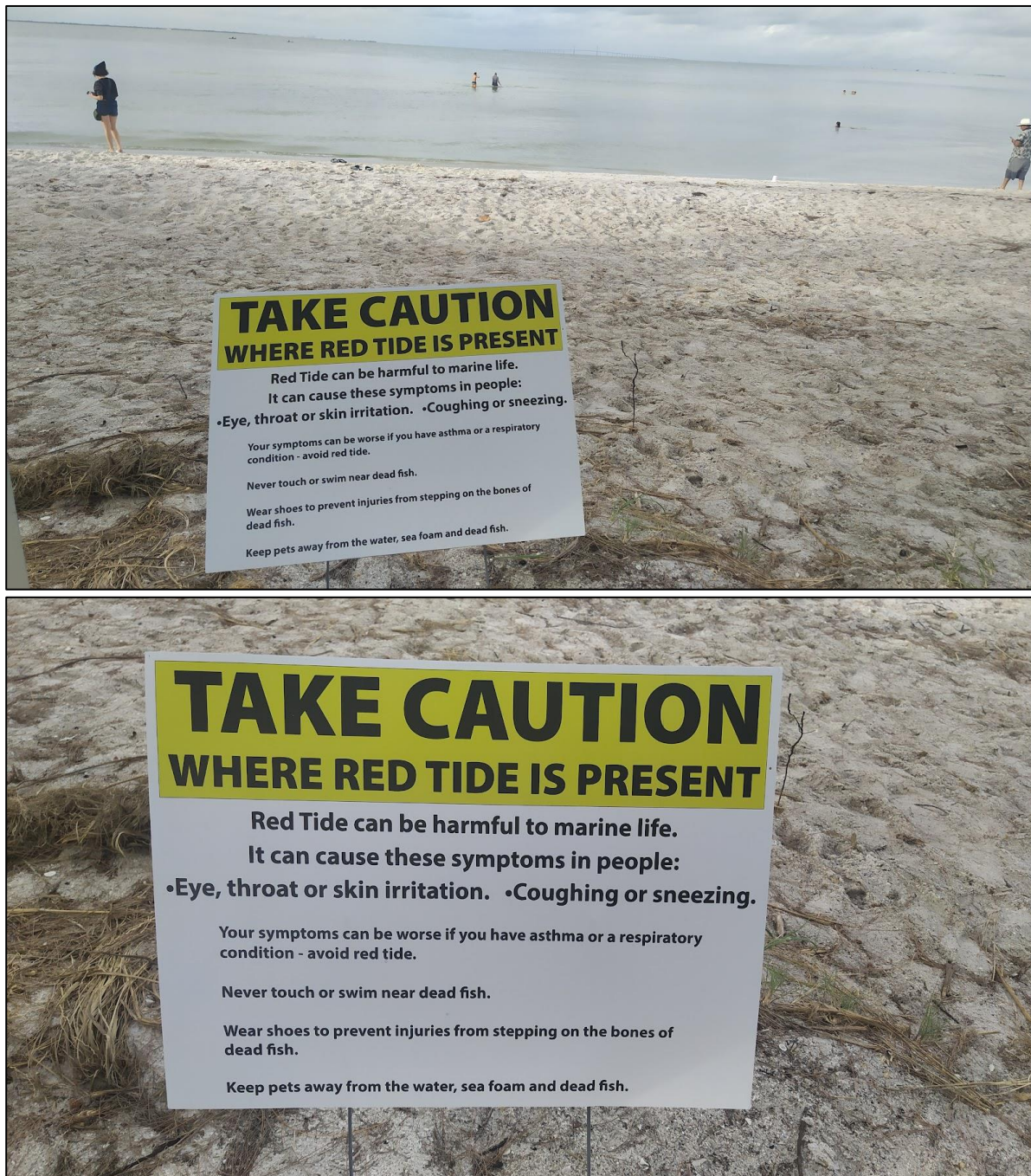
También, se reconocen otras implicancias para la salud, como irritaciones en la piel y malestares generales causados por el contacto con el agua contaminada por las algas. El sub-ámbito de salud mental también es crucial, con impactos de estrés, desesperación y desorientación en comunidades, familias e individuos afectadas, así como en los líderes que asisten a estos mismos. Aunque los impactos hacia la salud ya son fuertemente documentados, se advierte la necesidad de profundizar en el área de salud mental. Integrar aspectos psicológicos y psicosociales en la comprensión de los impactos podría contribuir a una respuesta más holística y efectiva frente a estos fenómenos.

c. Experiencia Personal

A continuación, se comparte una experiencia personal ilustrada en las siguientes dos imágenes (una de lejos y otra de cerca). Capturé esta vivencia cuando estaba caminando por una playa en Florida, el sector se llama *Anna Maria*, una isla ubicada al sur de Tampa y de St. Petersburg. Me parece fantástico que se tenga conciencia de la actividad turística del lugar anunciando a los bañistas que presenten precaución por presencia de Marea roja. Les proporcionan información sobre advertencias de salud y ofrecen sugerencias para lidiar con esta situación. En el contexto de este estudio, se

destaca la buena gestión turística y la responsabilidad en ese lugar en relación con posibles impactos en los ámbitos de Salud y Turismo y Recreación.

Figura 17 y 18: Turismo Responsable para Prevenir Efectos en la Salud por Marea Roja



d. Contribuciones al Campo

El proceso de desarrollo hacia la tabla de impactos ha demostrado ser metodológico permitiendo abordar una sistematización multidimensional de los impactos generados por las FAN. Esta herramienta no solo llena un vacío en términos de la identificación y estructuración de impactos, sino que también se convierte en un recurso valioso para diversos actores.

Los científicos pueden emplear esta herramienta como referencia y/o validación para otras áreas de investigación y estudios. Además, les brinda la oportunidad de profundizar en la comprensión de impactos específicos de su elección. Pueden también utilizar la tabla para contribuir al desarrollo de indicadores adecuados para medir el impacto en diferentes zonas a lo largo del mundo.

Los actores estatales encuentran un recurso útil en la definición multidimensional de impactos, ya que pueden utilizarla como guía para tomar decisiones informadas frente a posibles episodios de FAN. La variedad de impactos previamente identificados les brinda una perspectiva más amplia y completa sobre las implicaciones de este fenómeno, permitiéndoles desarrollar estrategias de prevención y mitigación más efectivas.

Los actores del sector privado también obtienen beneficios significativos de esta herramienta. Les proporciona una visión completa de los impactos que pueden afectar tanto a los ecosistemas como a sus negocios. Esto les permite tomar medidas preventivas y adaptativas para proteger sus intereses comerciales, mantener el empleo de sus trabajadores y promover la sostenibilidad del entorno en el que operan.

Finalmente, el alcance de este producto se extiende a la sociedad civil. La información recopilada y sistematizada proporciona un conocimiento más profundo y accesible sobre los posibles efectos de las FAN. Esto empodera a las personas para comprender mejor los ecosistemas costeros, la importancia de la pesca y la acuicultura, así como los aspectos sociales involucrados. En última instancia, esta divulgación de conocimiento contribuye a una mayor conciencia pública sobre los desafíos y las soluciones relacionadas con los episodios de Marea roja

e. Implicancias con la Pregunta de Investigación

La definición multidimensional de impactos desempeña un papel fundamental y un punto de partida significativo en el proceso de desarrollo de indicadores. La tabla actúa como un marco que no solo facilita sino que también guía el proceso de creación de indicadores de impacto. El proceso de selección de indicadores es minucioso y bien metodológico, por lo que es de suma importancia que este proceso se fundamente con una base sólida y coherente, que en este caso es la tabla multidimensional de impactos. Esto asegura una estrecha vinculación entre los indicadores finales y los impactos de las FAN.

7.2. Análisis y Caracterización de la Lista Corta y Mediana de Indicadores Socioeconómicos de Impacto de las FAN para Chile

La construcción de la Lista Mediana y Lista Corta de indicadores representa un enfoque clave para la evaluación de los impactos socioeconómicos de las Floraciones de Algas Nocivas a nivel comunal en Chile. Estos productos son el resultado de un proceso metódico y riguroso, que se fundamenta y tiene como soporte en la multidimensionalidad de la lista de impactos de las FAN. A continuación, se analiza en detalle el proceso de creación de ambas listas, se describe la implicancia para el presente estudio y se especifica la contribución y el alcance.

a. Nexo Fundamental con la Lista de Impactos

Es esencial resaltar que tanto la Lista Mediana como la Lista Corta encuentran su base y estructura en la lista multidimensional de impactos de las FAN. Esta interconexión garantiza que los indicadores seleccionados estén intrínsecamente vinculados a los impactos identificados, así como a los respectivos ámbitos y sub-ámbitos. Esta alineación es crucial para asegurar que los indicadores reflejen con precisión los impactos socioeconómicos específicos que se pretenden medir.

b. Revisión Bibliográfica y Relevancia de los Indicadores

La revisión de literatura es crucial para identificar indicadores potenciales que pudieran capturar los impactos de las FAN. Esta revisión cumple tres funciones primordiales: primero, proporciona una comprensión panorámica de los indicadores teóricos relevantes presentes en la literatura; segundo, facilita la conexión metodológica con los indicadores disponibles en fuentes de datos chilenas; y tercero, garantiza que los indicadores chilenos tengan respaldo en la literatura científica.

c. Selección y Vinculación con Fuentes de Datos Chilenas

Para establecer un nexo entre los indicadores literarios y aquellos disponibles en Chile, se seleccionan meticulosamente cinco plataformas de información: SINIM, SERNAPESCA, CASEN, SUBTURISMO y el SII. Estas fuentes se escogen por ser confiables, por levantar datos a nivel comunal - un aspecto esencial para lograr una evaluación precisa -, y por su disposición a proporcionar información de manera recurrente a lo largo del tiempo. El optar por estas fuentes de información, permite que se logre una perspectiva holística en la representación de los indicadores de impacto de las FAN. La exclusión de otras fuentes se debe a que no cumplen con los estándares requeridos, especialmente la disponibilidad de información a escala comunal.

d. Limitaciones de la Información

Se reconoce que existe una variabilidad en la disponibilidad y consistencia de datos para ciertas comunas, lo que puede resultar en brechas de información; No existen indicadores con datos para ciertas comunas; Existen situaciones en las que los datos no están disponibles para determinados años; También es posible encontrarse con datos que exhiben falta de robustez y coherencia cuando se comparan diferentes períodos. Estas limitaciones son consideradas durante el proceso de selección y filtrado de indicadores, especialmente para la creación de la lista corta.

e. Significado y Alcance de la Lista Mediana

El conjunto de indicadores de la lista mediana representa un paso significativo hacia la caracterización de los posibles indicadores capaces de medir los impactos FAN utilizando fuentes de datos chilenas y a nivel comunal. Aunque puede haber algunos indicadores adicionales, los incluidos en la lista cumplen con los criterios de relevancia y disponibilidad de datos.

La utilidad de esta lista, compuesta por 50 indicadores, radica en su diversidad y cantidad de opciones de indicadores, que los expertos en ciencias tienen a su disposición como herramientas para sus investigaciones. Además, permite un análisis más profundo de la interpretación de estos indicadores, incluso facilitando la elección de aquellos que deseen explorar con mayor detenimiento, enriqueciendo el conocimiento para todos los actores o involucrados en esta temática. También, la lista resulta beneficiosa en contextos de evaluación a mayor escala, al brindar una amplia variedad de indicadores. Aunque es cierto que para algunas comunas y años estos indicadores puedan carecer de robustez, es posible considerarlos para análisis provinciales o regionales en Chile.

f. Lista Corta como Producto Final

La lista corta de indicadores representa el resultado final de un proceso metódico y riguroso de selección. Consta de 18 indicadores, que logran condensar de manera precisa los impactos socioeconómicos más relevantes de las FAN, especialmente por la capacidad de ser cuantificados. Estos indicadores están ampliamente respaldados por datos a nivel comunal, lo que facilita una evaluación completa de diversas comunas frente a los efectos de las FAN. Con 18 indicadores, la lista abarca múltiples ámbitos y sub-ámbitos de impacto, proporcionando una amplia perspectiva socioeconómica de dichos impactos.

g. Contribución a la Toma de Decisiones, Políticas Públicas y Resiliencia de las Ciudades

El desarrollo y construcción de una lista corta de indicadores se muestra como una herramienta esencial para los tomadores de decisiones y la gobernanza de sectores afectados por eventos FAN. Al brindar una idea de la magnitud de los impactos ocurridos y potenciales, posibilita la ejecución de medidas de mitigación más efectivas. Además, capacita a comunidades y empresas al ofrecerles información clara y comprensible sobre su entorno socioeconómico. En momentos de crisis, como eventos FAN, esta información puede ser de vital importancia para construir y fortalecer la resiliencia, logrando una adaptación efectiva en las comunidades y ciudades afectadas.

7.3. Análisis Cuantitativo de Impacto de Eventos FAN en la Patagonia Chilena

En esta subsección se exploran los resultados derivados de la cuantificación de los impactos generados por diversos episodios FAN en diferentes áreas de la Patagonia chilena. En una primera instancia, se presentan conclusiones sobre los impactos negativos, aquellos de naturaleza mixta y aquellos que no exhiben cambios significativos, para tres comunas (Calbuco, Castro y Quellón) de la región de Los Lagos durante los eventos FAN del 2016. Posteriormente, se aborda un análisis estadístico que abarca tres eventos FAN: uno a nivel regional (Región de Los Lagos, 2016), otro a nivel provincial (Provincia de Aysén, 2009, Región de Aysén) y uno a nivel comunal (Punta Arenas, 2010, Región de Magallanes), proporcionando una visión de los efectos cuantitativos de estos eventos.

7.3.1. Análisis de Impacto FAN 2016 en Calbuco Castro y Quellón Mediante Indicadores

Se lleva a cabo un análisis cuantitativo de los impactos de las FAN del 2016 para tres comunas de la Región de Los Lagos. Estas comunas fueron Calbuco, Castro y Quellón, cada una con una estructura productiva y económica particular.

Es necesario destacar, que no se puede concluir que exista una relación causal entre la FAN y las variaciones en los indicadores. Los antecedentes disponibles no permiten esto. Sin embargo, hay una diversidad de resultados interesantes para cada una de las tres comunas para el período con FAN.

En Calbuco, la comuna más dependiente de la pesca de las 3 analizadas, el desembarque de acuicultura de peces cae el 2016, lo que va de la mano con un empeoramiento de algunos indicadores sociales, en particular la tasa de pobreza y en las personas inscrita en la municipalidad buscando empleo.

En Castro y Quellón también se registra una disminución en el desembarque de peces así como un incremento en la tasa de pobreza. Además, se evidencia una caída en la pesca artesanal de moluscos y un aumento en los desocupados en especial en Quellón. Sin embargo, es interesante notar que, a pesar de estos cambios, se observa una disminución en el número de personas inscritas en la Municipalidad en busca de empleo.

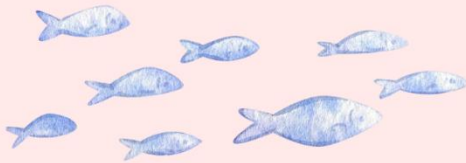
De manera más general se puede concluir que el año 2016:

- **Hay Impactos Económicos y Sociales Comunes en las 3 Comunas:** El año del evento FAN se observa una reducción importante en la producción de la acuicultura de peces y un aumento en los niveles de pobreza. También hay un aumento en el porcentaje de desocupados y en los subsidios hacia los hogares, destacando a Quellón por su significativo aumento en la tasa de desocupados
- **Algunos Sectores Económicos no se ven Afectados:** Se observa que los indicadores relacionados con turismo siguen su evolución tendencial de aumento sin verse frenado su crecimiento por la FAN. La miticultura tampoco se ve afectada.
- **Hay Impactos Mixtos** en algunos indicadores observándose distintos resultados por comuna: En el sub-ámbito de ingresos, los ingresos del trabajo promedio de los hogares muestran un aumento tras el evento en Calbuco y Castro, mientras que en Quellón disminuyen. En empleos, en Calbuco hubo un aumento significativo de las personas inscritas en la municipalidad en busca de empleo, mientras que en Castro y Quellón se observa un leve descenso. Por otro lado, los Ingresos municipales por pago de patente acuícolas disminuyen tras el evento, a excepción de Calbuco que aumenta. Con respecto a las Cosechas de la pesca artesanal de moluscos, se observa en Calbuco una tendencia al alza, incluso el 2016; en Castro en cambio hay una tendencia a la baja con una importante disminución el año del evento; finalmente en Quellón se observa una caída el 2016.

A continuación, en las dos siguientes páginas se observa de manera visual un análisis de los impactos negativos, mixtos y sin variación en las comunas de Calbuco, Castro y Quellón tras los eventos FAN del año 2016. Este análisis refleja también la capacidad de cuantificar los impactos.

Impactos negativos

Reducción importante en la producción de la acuicultura de peces



-70%

Calbuco

-22%

Castro

-77%

Quellón

Aumento en los niveles de pobreza



183%

Calbuco

67%

Castro

199%

Quellón

Aumento en el porcentaje de desocupados



6%

Calbuco

10%

Castro

150%

Quellón

También se ve un aumento en el porcentaje de subsidios a los hogares

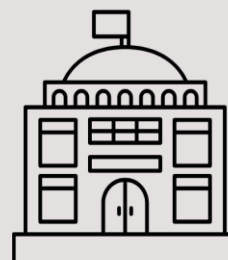
Impactos mixtos

Variación en el porcentaje de ingreso del trabajo promedio de los hogares



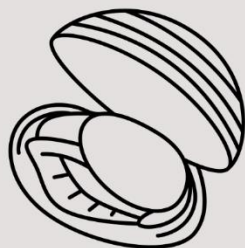
6%	29%	-4%
Calbuco	Castro	Quellón

Variación en el porcentaje de personas inscritas en municipios en busca de empleo



413%	-13%	-12%
Calbuco	Castro	Quellón

Variación del porcentaje de producción de pesca artesanal de moluscos



76%	-21%	-16%
Calbuco	Castro	Quellón

Variación del porcentaje de ingresos municipales por pago de patente acuícolas



79%	-64%	-17%
Calbuco	Castro	Quellón

Indicadores sin mayores cambios

El **turismo** sigue su tendencia hacia el aumento, al igual que la **miticultura**

7.3.2. Análisis Estadístico de Impacto de Eventos FAN en la Patagonia Chilena

El presente análisis se deriva de los resultados presentados en la [Tabla 23](#). En primer lugar, implica la evaluación de dos aspectos clave para cada evento FAN: a) la dirección de las variaciones porcentuales y b) las magnitudes más destacadas de estas variaciones. En segundo lugar, se analiza la robustez de los indicadores para el análisis establecido.

Los indicadores se han construido de tal manera que 14 de los 18 siguen una lógica de variación porcentual negativa frente a un episodio FAN, mientras que para 4 de ellos, los indicadores A2, A3, A4 y B5 se espera que el impacto de la FAN sea positivo, por lo tanto que aumente de valor.

1) Análisis y Discusión Según el Evento FAN

a) Eventos FAN 2016 en la Región de Los Lagos

i) Análisis de la Dirección de las Variaciones Porcentuales

Al evaluar los 18 indicadores involucrados, se destaca que 10 de ellos muestran coherencia en la dirección de la variación. Interesantemente, de los 8 indicadores que no siguen la lógica esperada en los signos de las variaciones, 4 pertenecen a CASEN y 3 a SUBTURISMO.

En el caso de CASEN, es importante señalar que no se recopilaban datos para el año 2016, por lo que se está utilizando los datos del 2017 para evaluar como si fuera 2016. Esta consideración puede influir en los resultados.

En relación con SUBTURISMO, se ha discutido anteriormente en el marco del primer objetivo de esta tesis que las razones del turismo en el sur de Chile tienden a estar desvinculadas de los impactos de las FAN, como actividades recreativas pesqueras, nado y visitas a las playas, por lo que un evento FAN no afecta necesariamente al turismo en la Patagonia Chilena.

Excluyendo CASEN y SUBTURISMO, todos los demás indicadores (a excepción de D13), siguen su dirección lógica. Es decir, en cuanto a los indicadores relacionados con la Pesca y la Acuicultura, todos reflejan una lógica esperada. Los indicadores de SERNAPESCA que consideran los desembarques y cosechas de peces y moluscos reflejan una disminución con respecto a la tendencia. Además, los ingresos y el número de trabajadores en los rubros de Pesca y Acuicultura según el SII también muestran una disminución. Por último, el ingreso municipal por el pago de patentes acuícolas que ofrece el SINIM también evidencia una reducción a nivel regional.

ii) Análisis Según la Magnitud

De los indicadores que siguen la dirección lógica prevista, se observa que los dos con mayor magnitud son D12 y E15, con un -16% y -22%, respectivamente. Estos resultados tienen sentido, ya que el evento de *Pseudochattonella verruculosa* del 2016 se considera la mayor mortandad de salmones en la historia mundial (J. I. Mardones et al., 2021), y las pérdidas económicas ascendieron a \$US 800M (Trainer et al., 2020). Por lo tanto, es coherente que los ingresos en los subrubros de pesca y acuicultura (D12) junto con la cosecha en las pisciculturas (E15) hayan experimentado las variaciones porcentuales más significativas.

b) Evento FAN 2009 en la Región de Aysén

i) Análisis de la Dirección de las Variaciones Porcentuales

Al examinar el evento en Aysén, se destaca que 10 de los 13 indicadores siguen la tendencia lógica esperada en cuanto a la dirección del signo de la variación. Los indicadores que no siguen la dirección esperada son A1, C7 y E15. El A1 de CASEN tiene un valor de 0.2%, casi cero, y el C7 corresponde a un indicador de turismo en SUBTURISMO. El indicador E15 es el que puede generar más atención debido a que este evento afectó tanto a los mitilidos como a la salmonicultura y el resultado de su variación tiene una dirección contraria a la lógica prevista.

ii) Análisis Según la Magnitud

Destacan 3 indicadores por la magnitud de las variaciones: A4, B6 y E18 con variaciones de 75%, -58%, y -89%, respectivamente. El A4 o Tasa de desocupación, como indicador de CASEN, puede otorgarse mayor credibilidad esta vez, ya que la encuesta se realizó justo en el año 2009. El indicador B6, Ingreso municipal por pago de patentes acuícolas, también muestra una alta magnitud de variación porcentual. Finalmente, la variación del Desembarque artesanal de moluscos en toneladas (E18) disminuye abruptamente en comparación con la línea de tendencia, siendo coherente con las vedas de restricción de extracción de moluscos y con la magnitud de los impactos en la salud, principalmente por no respetar dichas vedas.

c) Evento FAN 2010 en la Región de Magallanes

i) Análisis de la Dirección de las Variaciones Porcentuales

Se destaca que 9 de los 14 indicadores participantes siguen la dirección lógica del signo en la variación porcentual. Los indicadores que no siguen la lógica esperada son los de CASEN y algunos relacionados al turismo y recreación. Al igual que en el análisis del evento del 2016 en la región de Los Lagos, los resultados de origen CASEN no concuerdan con los resultados esperados, posiblemente en este caso debido a la utilización de los datos de la CASEN 2011 al no haber existido encuesta en 2010. En el caso del turismo, los indicadores de SUBTURISMO muestran coherencia en la dirección de la variación, mientras que los del SII ligados al turismo, que son los indicadores D10 y D14, no siguen la tendencia lógica esperada.

ii) Análisis Según la Magnitud

Los 4 indicadores con mayor magnitud de variación están relacionados con la pesca y acuicultura. Estos indicadores (E18, D12, E15 y D11) representan -41%, -30%, -26% y -24%, respectivamente.

2) Análisis Según Indicador

Se resalta que, en los tres eventos FAN evaluados, los dos indicadores del SINIM (B5 y B6), los dos indicadores del SII relacionados con la Pesca y Acuicultura (D11 y D12) y, en general, los indicadores de SERNAPESCA han demostrado consistencia en los resultados. No solo exhiben coherencia en la dirección de variación, sino también en la magnitud de estos cambios.

Los indicadores relacionados al turismo, ya sea de SUBTURISMO o del SII, muestran de manera general que no tienden necesariamente a ser afectados por eventos FAN. Ninguno de estos indicadores presenta coherencia o robustez respecto a la lógica esperada en las variaciones de los signos, ya sean positivas o negativas, sugiriendo que sus variaciones pueden deberse a otros factores.

En último lugar, los indicadores de CASEN muestran solidez para el evento del 2009 pero incoherencias en los eventos del 2016 y 2010. Esto podría atribuirse al uso de la CASEN del año siguiente para los eventos del 2016 y 2010, ya que no se realizó encuesta en el año a evaluar.

VIII. CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta tesis ha sido la elaboración de una lista de indicadores socioeconómicos diseñados para evaluar los impactos de las FAN en las comunidades costeras de la Patagonia chilena. Este enfoque multidimensional busca enriquecer la comprensión de este fenómeno, reconociendo sus diversos efectos y proporcionando una base sólida para la inclusión de estos indicadores en los programas de planificación y gestión de zonas costeras. Para lograr este propósito, se llevan a cabo tres objetivos específicos: primero, la identificación y caracterización de los impactos de las FAN; segundo, la creación de una lista final de indicadores socioeconómicos; y tercero, un análisis cuantitativo de Impacto de Eventos FAN en Chile utilizando estos indicadores.

En el marco del primer objetivo específico, uno de los logros más sobresalientes de este estudio es la identificación de impactos multidimensionales de las FAN contruidos en base a enfoques “top-down y bottom-up”. Se identifican 9 ámbitos de impactos relevantes: Hogares, Condiciones Laborales, Pesca y Acuicultura, Economía Marítima y Comercio Relacionado, Turismo y Recreación, Municipal, Socio-Comunitario, Cultural y el de Salud y Bienestar Mental. Estos nueve ámbitos se subdividen en 24 sub-ámbitos y estos en 62 impactos. Estos resultados proporcionan una representación completa y estructurada de los efectos de las FAN, lo que constituye un recurso valioso para futuras investigaciones y una herramienta de referencia para diversos actores involucrados en la gestión y mitigación de los impactos de las FAN.

Con respecto al segundo objetivo específico, la creación de la Lista Mediana y Lista Corta de indicadores socioeconómicos representa un enfoque metodológico esencial para comprender los impactos de las FAN en Chile. Estas listas, basadas en la tabla multidimensional de impactos, permiten una medición de los efectos socioeconómicos, destacando la lista corta de 18 indicadores por su capacidad de condensar la información más relevante, lo que es fundamental para la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones informadas. Su aplicabilidad abarca desde nivel comunal hasta regional, lo que brinda flexibilidad según las necesidades. Esta consolidación de datos y marco robusto garantiza una evaluación integral de los impactos, lo que será esencial para abordar los desafíos planteados por los eventos FAN en el futuro.

El análisis cuantitativo de los impactos de las FAN en las comunas de Calbuco, Castro y Quellón en el año 2016 revela una serie de hallazgos interesantes. A pesar de ciertas limitaciones que muestran los indicadores porque sus resultados pueden deberse a diversos factores o variables además de las FAN, se observa una disminución en la producción de la acuicultura de peces y un aumento en los niveles de pobreza en las tres comunas durante ese año. También se registran aumentos en el porcentaje de desocupados y en los subsidios hacia los hogares.

Al hacer un análisis estadístico de los impactos de las FAN para los eventos del 2016, 2009 y 2010 en la región de Los Lagos, provincia de Aysén y comuna de Punta Arenas respectivamente, se obtiene los siguientes resultados. Se evidencia una disparidad en la fiabilidad de los indicadores o del impacto mismo, destacándose que de los 18 evaluados, 8 proporcionan una confiabilidad significativamente mayor, siendo estos los 4 de SERNAPESCA, los 2 del SINIM y los 2 del SII que están relacionados a los subrubros de Pesca y Acuicultura. Asimismo, se concluye que los indicadores turísticos no son efectivos para medir el impacto de las FAN en Chile posiblemente debido a que no hay suficiente gravedad de impactos turísticos relacionado a las FAN. Además, debido a las distintas frecuencias en la recopilación de datos, los indicadores de CASEN pueden carecer de fiabilidad en ciertos casos.

Estos resultados son un primer paso revelador hacia la comprensión de los posibles impactos que generan las FAN en Chile a nivel local, incluso llevándolos a escala provincial y regional, utilizando información proveniente de diversas fuentes en Chile. Este estudio contribuye así a la comprensión de los impactos de las FAN en la zona austral de Chile al proporcionar una estructura multidimensional de impactos, herramientas para medir estos impactos y un análisis cuantitativo de los efectos en zonas específicas. La información generada aquí puede ser utilizada por científicos, actores estatales, privados y la sociedad civil para tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias que promuevan la resiliencia de las comunidades costeras frente a los episodios de FAN. Además, sienta las bases para investigaciones futuras y acciones destinadas a abordar este desafío ambiental y socioeconómico en constante evolución.

Se reconocen diversas limitaciones a lo largo de este estudio, algunas de las cuales se abordan también en la sección de Recomendaciones (parte “b”).

1. Escasa Exploración de Impactos Sociales:

La literatura científica presenta limitaciones en la cobertura de impactos sociales. Aunque se contrarresta mediante los levantados en terreno.

2. Brechas de Información y Robustez Variable:

La disponibilidad inconsistente de datos para ciertas comunas y años genera brechas que afectan la robustez y coherencia de algunos indicadores socioeconómicos.

3. Desafíos en la Confiabilidad de Indicadores:

La disparidad en la confiabilidad de los indicadores destaca desafíos, particularmente en la medición de impactos turísticos y algunos indicadores sociales.

4. Influencia de Variables Adicionales:

La interpretación de resultados de los indicadores puede verse influenciados por múltiples variables además de las FAN, lo que puede introducir sesgos en la interpretación de los impactos.

5. Indicadores No Específicos para FAN:

Los indicadores empleados no están diseñados exclusivamente para evaluar los impactos de FAN. Estos indicadores tienen su función propia y se aprovecha de la existencia de ellos para cuantificar el impacto de episodios FAN.

6. Limitaciones en la Cuantificación de Indicadores:

La cuantificación se limita a dos métodos y a ciertos eventos FAN, sugiriendo la posibilidad de ampliar el análisis a otros sectores afectados y aprovechar diversas metodologías estadísticas.

IX. RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos y resultados de esta tesis, así como de la complejidad que comprenden las FAN, se derivan recomendaciones clave destinadas a diversos actores, desde las autoridades gubernamentales hasta la sociedad civil. El objetivo es contribuir al entendimiento de los impactos socioeconómicos de las FAN y promover la gestión efectiva para mitigar sus impactos. Esta sección se divide en tres partes para abordar distintos aspectos relacionados con las FAN.

a. Recomendaciones de las Herramientas del Estudio

Recomendación 1: Difusión de Impactos Multidimensionales de las FAN

En este estudio se ha creado una lista multidimensional de impactos de las FAN que abarca una amplia variedad y calidad de información. Se recomienda aprovechar esta herramienta para educar a la sociedad civil sobre la diversidad de impactos de las FAN, aumentando la comprensión pública de este fenómeno.

Recomendación 2: Utilizar la Lista Corta de Indicadores de Impacto

La lista corta de indicadores socioeconómicos de impacto desarrollada en este estudio es una herramienta valiosa para cuantificar los efectos de las FAN a nivel comunal en Chile. Se sugiere su uso por parte de los responsables de la formulación de políticas y los tomadores de decisiones

Recomendación 3: Aprovechar la Revisión de Literatura y el Marco Teórico

La revisión exhaustiva de la literatura y el marco teórico proporcionados en este estudio son recursos valiosos para aquellos que buscan información sobre las FAN. Los temas cubiertos, que incluyen la naturaleza de las FAN, su contexto histórico y marco teórico, son esenciales para una comprensión sólida del tema

b. Brechas y Recomendaciones Durante el Estudio y Sus Resultados

Brecha 1: Escasez de Estudios Científicos en Aspectos Sociales y Pesca a Menor Escala

Se identificó una carencia de estudios científicos en áreas relacionadas con impactos sociales, culturales y de salud mental, así como en datos socioeconómicos relacionados con la pesca artesanal y los recolectores de orilla.

Recomendación 1: Incluirlos en Futuras Investigaciones Científicas

Es esencial que futuras investigaciones científicas aborden estos aspectos, para comprender mejor los impactos integrales de las FAN en estos ámbitos.

Brecha 2: Datos Insuficientes y no Consistentes para Algunas Comunas

Existen lagunas en los datos, y su falta de consistencia en ciertas comunas limita la capacidad de cuantificar los impactos.

Recomendación 2: Recopilar Datos Robustos

Se recomienda la recopilación sistemática de datos sólidos en comunas donde la información es insuficiente, con un seguimiento periódico para evaluar los impactos a lo largo del tiempo.

Brecha 3: Complejidad de las Influencias en los Indicadores

Los resultados a través de los indicadores no pueden atribuirse exclusivamente a las FAN, ya que otros factores, como condiciones económicas, factores climáticos y políticas gubernamentales, también pueden influir en estos indicadores.

Recomendación 3: Realizar Análisis Detallados

Se necesita un análisis detallado y posiblemente estudios adicionales para comprender completamente las relaciones causales subyacentes

Brecha 4: Limitación de Variedad de Metodologías de Cuantificación de Indicadores

La cuantificación se centró en dos métodos de análisis

Recomendación 4: Ampliar los Tipos de Análisis

Se sugiere explorar otros métodos de análisis de estos indicadores, pues la estadística ofrece muchas herramientas para analizar la cantidad de datos que ofrecen los indicadores

c. Otras Recomendaciones Relacionadas con las FAN en General

En este apartado, se presentan recomendaciones generales relacionadas con las FAN y su gestión:

- **Investigación, Monitoreo y Detección Temprana:** Aumentar la inversión en I+D y tecnología para mejorar el monitoreo y la detección temprana de las FAN, incluyendo estudios de detección de algas nocivas.
- **Educación Sobre las FAN:** Promover la educación pública sobre las FAN y sus riesgos, por ejemplo, a través de sitios web que centralicen información relacionada con las FAN.
- **Coordinación Interinstitucional y Planes de Respuesta:** Fomentar la colaboración entre instituciones relacionadas con las FAN para respuestas más efectivas, incluyendo la cooperación internacional.
- **Regulación y Control de Nutrientes:** Supervisar el cumplimiento de las normas regulatorias y controlar la eutrofización, lo que incluye regular la liberación de nutrientes en las industrias.
- **Diversificación Económica:** Explorar la diversificación de actividades económicas en las comunidades afectadas por las FAN, como el turismo o la agricultura, para reducir la dependencia de la pesca.
- **Fomentar la Resiliencia Comunitaria:** Trabajar junto a las comunidades afectadas por FAN para desarrollar estrategias de adaptación, ofreciendo apoyo psicológico y social, y promoviendo su resiliencia cultural.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, C. M., & Larkin, S. L. (2013). Economics of harmful algal blooms: literature review. *Food and Resource Economics Department Project Report. University of Florida*.
- Adams, C. M., Larkin, S. L., Hoagland, P., & Sancewich, B. (2018). Assessing the Economic Consequences of Harmful Algal Blooms. *Harmful Algal Blooms*, 337–354. <https://doi.org/10.1002/9781118994672.CH8>
- Bakar, A. A., Osman, M. M., Bachok, S., Ibrahim, M., & Mohamed, M. Z. (2015). Modelling Economic Wellbeing and Social Wellbeing for Sustainability: A Theoretical Concept. *Procedia Environmental Sciences*, 28, 286–296. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2015.07.037>
- Battis-Schinker, E., Al-Alawi, S., Knippschild, R., Gmur, K., Książek, S., Kukuła, M., & Belof, M. (2021). Towards quality of life indicators for historic urban landscapes – Insight into a German-Polish research project. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10, 100094. <https://doi.org/10.1016/J.INDIC.2020.100094>
- Bell, S., & Morse, S. (2010). Breaking through the Glass Ceiling: Who really cares about sustainability indicators? *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/13549830120073284*, 6(3), 291–309. <https://doi.org/10.1080/13549830120073284>
- Berdalet, E., Fleming, L. E., Gowen, R., Davidson, K., Hess, P., Backer, L. C., Moore, S. K., Hoagland, P., & Enevoldsen, H. (2015). Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2015(1), 61–91. <https://doi.org/10.1017/S0025315415001733>
- Bilan, Y., Mishchuk, H., Samoliuk, N., & Yurchyk, H. (2020). Impact of Income Distribution on Social and Economic Well-Being of the State. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 429*, 12(1), 429. <https://doi.org/10.3390/SU12010429>
- Bobadilla, M., Carbajal, M. E., & ... F. L. V.-P. y. (2013). Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental. *Scielo.Org.Mx*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-77422013000200006&script=sci_arttext
- Bottero, M., & Ferretti, V. (2010). Integrating the analytic network process (ANP) and the driving force-pressure-state-impact- responses (DPSIR) model for the sustainability assessment of territorial transformations. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 21(5), 618–644. <https://doi.org/10.1108/14777831011067926/FULL/HTML>
- Bowland, B. J., & Beghin, J. C. (2001). Robust estimates of value of a statistical life for developing economies. *Journal of Policy Modeling*, 23(4), 385–396. [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(01\)00072-2](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(01)00072-2)
- Boyd, H., & Charles, A. (2006). Creating community-based indicators to monitor sustainability of local fisheries. *Ocean & Coastal Management*, 49(5–6), 237–258. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2006.03.006>

- Bryld, B. (1996). CSD working list of indicators of sustainable development. *SCOPE-SCIENTIFIC COMMITTEE ON PROBLEMS OF THE ENVIRONMENT INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS*, 58, 142–148.
- Burkholder, J. M. (2002). *Harmful Algal Blooms and Eutrophication Nutrient Sources, Composition, and Consequences* (Vol. 25, Issue 4b).
- Cabello, J. M., Navarro, E., Prieto, F., Rodríguez, B., & Ruiz, F. (2014). Multicriteria development of synthetic indicators of the environmental profile of the Spanish regions. *Ecological Indicators*, 39, 10–23. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2013.11.013>
- Cáceres, M., Muñoz, P., Palma, S., & Córdova, J. (1999). *Plan nacional sobre floraciones de algas nocivas en Chile*. http://www.cona.cl/cona_new/publicaciones/descargas/planfan.pdf
- Caffey, R. H., Kazmierczak Jr., R. F., & Avault, J. W. (2000). Developing Consensus Indicators of Sustainability for Southeastern United States Aquaculture. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.242312>
- CEPAL. (2017). *CEPAL Review / Economic Commission for Latin America and the Caribbean*. <https://www.cepal.org/en/publications/type/cepal-review/121>
- Clement, A., Lincoqueo, L., Saldivia, M., Brito, C., & Muñoz, F. (2016). *Exceptional summer conditions and HABs of Pseudochattonella in southern Chile create record impacts on salmon farms*. Harmful Algae News. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84983566853&origin=inward&txGid=c13b3aa515ce04e85cfff0435bd77868>
- Colburn, L. L., & Jepson, M. (2012). Social indicators of gentrification pressure in fishing communities: A context for social impact assessment. *Coastal Management*, 40(3), 289–300. <https://doi.org/10.1080/08920753.2012.677635>
- Cox, Jennifer, Rosenzweig, C., Solecki, W., Goldberg, R., & Kinney, P. (2006). *Social vulnerability to climate change: A neighborhood analysis of the Northeast U.S. megaregion*. <https://doi.org/10.7282/T38P5XQZ>
- Cutter, S. L., Burton, C. G., & Emrich, C. (2010). Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions Social Sensing and Big Data Computing for Disaster Management View project Exploring twitter reaction to hurricane Matthew: uncovering temporal and spatial response. View project. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*. <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1732>
- Darwin, C., Yudilevich, D., & Castro, E. (1996). Darwin en Chile (1832-1835). Viaje de un naturalista alrededor del mundo, de Charles Darwin. *Revistaestudiosarabes.Uchile.Cl*. <https://revistaestudiosarabes.uchile.cl/index.php/ANUC/article/download/2025/1876>
- Davidson, K., Jardine, S. L., Martino, S., Myre, G. B., Peck, L. E., Raymond, R. N., & West, J. J. (2020). 6 The Economic Impacts of Harmful Algal Blooms on Salmon Cage Aquaculture. *PICES Scientific Report*, 59, 84–94.

- Del, J., Morstadt, C., & Bello Velez, M. (2018). Indicadores de impacto social para evaluación de proyectos de vinculación con la colectividad. *ECONÓMICAS CUC*, 39(1), 105–116. <https://doi.org/10.17981/ECONCUC.39.1.2018.07>
- Demetrio, W. G., Alonso, O., Ortega, C., Nava Bernal, G., & Sánchez Vera, E. (2009). Identificación de indicadores de impacto en un programa de gobierno y modos de vida rurales Correo electrónico: wgd83@hotmail.com ** CICA-UAEM. Correo electrónico: oaco@uaemex.mx *** CICA-UAEM Correo electrónico: gnb@uaemex.mx **** CICA-UAEM Correo electrónico: esv@uaemex.mx. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 17(34), 7–36. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Diener, E. D. (1995). A value based index for measuring national quality of life. *Social Indicators Research*, 36(2), 107–127. <https://doi.org/10.1007/BF01079721/METRICS>
- Eckford-Soper, L., & Daugbjerg, N. (2016). The ichthyotoxic genus *Pseudochattonella* (Dictyochophyceae): Distribution, toxicity, enumeration, ecological impact, succession and life history – A review. *Harmful Algae*, 58, 51–58. <https://doi.org/10.1016/J.HAL.2016.08.002>
- EEA. (2014). *Digest of EEA indicators 2014 — European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/publications/digest-of-eea-indicators-2014>
- España, M. (2001). *Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional y para Iberoamérica*. https://scholar.google.cl/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Espa%C3%B1a%2C+M.+D.+%282001%29.+Secretaria+de+Estado+para+la+Cooperaci%C3%B3n+Internacional+y+para+Iberoam%C3%A9rica.&btnG=
- Española, R., & Madrid, E. (2001). *Diccionario de la lengua española*. https://www.academia.edu/download/36422894/Diccionario_de_la_Lengua_Espanola.pdf
- Estes, R. J. (1997). Social development trends in Europe, 1970-1994: Development prospects for the new Europe. *Social Indicators Research*, 42(1), 1–19. <https://doi.org/10.1023/A:1006839921618/METRICS>
- Fernández-Sánchez, G., & Rodríguez-López, F. (2010). A methodology to identify sustainability indicators in construction project management—Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, 10(6), 1193–1201. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2010.04.009>
- González, I. (2010). *Indicadores del sector público:...* - Google Académico. (n.d.). Retrieved December 20, 2021, from https://scholar.google.cl/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Gonz%C3%A1lez%2C+I.+%282010%29.+Indicadores+del+sector+p%C3%BAblico%3A+Gasto+p%C3%BAblico+en+Am%C3%A9rica+Latina.+Santiago+de+Chile%3A+CEPAL.&btnG=
- Gregory, A. J., Atkins, J. P., Burdon, D., & Elliott, M. (2013). A problem structuring method for ecosystem-based management: The DPSIR modelling process. *European Journal of Operational Research*, 227(3), 558–569. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2012.11.020>

- Guzmán, L., Espinoza-González, O., Pinilla, E., & Martinez, R. (2016). *The Alexandrium catenella and PSP outbreak in the Chilean coast, the first in the open coast of the South East Pacific Ocean*. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85048733668&origin=inward&txGid=bf5dffeeab785dfab558c5680c802b4b>
- Guzmán M., L., Campodónico G., I., & Antunovic, M. (1975). Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. IV. Distribución y niveles de toxicidad del Veneno Paralítico de los Mariscos (noviembre de 1972 - noviembre de 1973). *Anales Del Instituto de La Patagonia*. <http://bibliotecadigital.umag.cl/handle/20.500.11893/573>
- Hallegraeff, G. M. (2021). *Global Harmful Algal Bloom: status report 2021 : A Scientific Summary for Policy Makers*. <https://aquadocs.org/handle/1834/42355>
- Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*, 23(2–3), 159–175. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2003.08.002>
- Henry, D. F. (1774). *An Historical Account of All the Voyages Round the World: Performed by English Navigators; Including Those Lately Undertaken by Order of His Present Majesty. The Whole Faithfully Extracted from the Journals of the Voyagers. Drake, Undertaken in 1577-80; Cavendish. 1, 1768–1771*.
- Hernández, C., Díaz, P., Molinet, C., & Seguel, M. (2016). *Exceptional climate anomalies and northwards expansion of paralytic shellfish poisoning outbreaks in southern Chile*. *Harmful Algae News*. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85019758645&origin=inward&txGid=da0c9afbe41bf3d196309d8d678b4c2e>
- Hoagland, P., Anderson, D. M., Kaoru, Y., & White, A. W. (2002). The economic effects of harmful algal blooms in the United States: Estimates, assessment issues, and information needs. *Estuaries* 2002 25:4, 25(4), 819–837. <https://doi.org/10.1007/BF02804908>
- Jacob, S., Weeks, P., Blount, B. G., & Jepson, M. (2010). Exploring fishing dependence in gulf coast communities. *Marine Policy*, 34(6), 1307–1314. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2010.06.003>
- Jacob, S., Weeks, P., Blount, B., & Jepson, M. (2013). Development and evaluation of social indicators of vulnerability and resiliency for fishing communities in the Gulf of Mexico. *Marine Policy*, 37(1), 86–95. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2012.04.014>
- Jepson, M. (2007). Social Indicators and Measurements of Vulnerability for Gulf Coast Fishing Communities. *NAPA Bulletin*, 28(1), 57–68. <https://doi.org/10.1525/NAPA.2007.28.1.57>
- Jepson, M., & Colburn, L. L. (Lisa L. (2013). *Development of social indicators of fishing community vulnerability and resilience in the U.S. Southeast and Northeast regions*. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/4438>
- Jin, D., Moore, S., Holland, D., Anderson, L., Lim, W.-A., Kim, D., Jardine, S., Martino, S., Gianella, F., & Davidson, K. (2020). 2 Evaluating the Economic Impacts of Harmful Algal Blooms: Issues, Methods, and Examples. *PICES Scientific Report*, 59, 5–41.

- Karlson, B., Andersen, P., Arneborg, L., Cembella, A., Eikrem, W., John, U., West, J. J., Klemm, K., Kobos, J., Lehtinen, S., Lundholm, N., Mazur-Marzec, H., Naustvoll, L., Poelman, M., Provoost, P., De Rijcke, M., & Suikkanen, S. (2021). Harmful algal blooms and their effects in coastal seas of Northern Europe. *Harmful Algae*, 102, 101989. <https://doi.org/10.1016/J.HAL.2021.101989>
- Kerr, R. (1824). *A general history and collection of voyages and travels, arranged in systematic order: forming a complete history of the origin and progress of navigation, discovery, and commerce, by sea and land, from the earliest ages to the present time* (Vol. 14). W. Blackwood.
- Kniesner, T. J., Viscusi, W. K., Woock, C., & Ziliak, J. P. (2012). The Value of a Statistical Life: Evidence from Panel Data. *The Review of Economics and Statistics*, 94(1), 74–87. https://doi.org/10.1162/REST_A_00229
- León-Muñoz, J., Urbina, M. A., Garreaud, R., & Iriarte, J. L. (2018). Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia (summer 2016). *Scientific Reports* 2018 8:1, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19461-4>
- Leontief, W. W. (1951). *The Structure of the US Economy*, 2nd. Oxford University Press, New York. https://scholar.google.cl/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&as_ylo=1940&as_yhi=1960&q=Leontief+1951+The+structure+of+the+U.S.+economy.&btnG=
- Lim, W.-A., Kim, D.-H., & Wakita, K. (2020). 3 Economic Impacts and Management of *Cochlodinium* in Korea. *PICES Scientific Report*, 59, 42–54.
- Liu, L., & Wu, J. (2021). Ecosystem services-human wellbeing relationships vary with spatial scales and indicators: The case of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 172, 105662. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.105662>
- López, M., de, N. G.-I. E. N. de la R., & 2008, undefined. (2008). Sistema de indicadores económicos y sociales: la importancia del análisis integrado. *Nulan.Mdp.Edu.Ar*. <http://nulan.mdp.edu.ar/1037/1/00408.pdf>
- Malekmohammadi, B., & Jahanishakib, F. (2017). Vulnerability assessment of wetland landscape ecosystem services using driver-pressure-state-impact-response (DPSIR) model. *Ecological Indicators*, 82, 293–303. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2017.06.060>
- Mangi, S. C., Roberts, C. M., & Rodwell, L. D. (2007). Reef fisheries management in Kenya: Preliminary approach using the driver–pressure–state–impacts–response (DPSIR) scheme of indicators. *Ocean & Coastal Management*, 50(5–6), 463–480. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2006.10.003>
- Mardones J., C. A. , R. X. , A. C. (2010). *Alexandrium catenella* during 2009 in Chilean waters, and recent expansion to coastal ocean. Harmful Algae News. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-81455140169&origin=inward>
- Mardones, J., Clément, A., & Rojas X. (2012). *Monitoring potentially ichthyotoxic phytoflagellates in southern fjords of Chile*. Harmful Algae News. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84969965674&origin=inward>

281993%29.+OECD+core+set+of+indicators+for+environmental+performance+reviews+%28No.+83%29.+Organisation+for+Economic+Co-operation+and+Development.&btnG=

OECD. (1997). *Oslo Manual: Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*.

https://scholar.google.cl/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Statistical+Office+of+the+European+Communities.+%281997%29.+Oslo+Manual%3A+proposed+guidelines+for+collecting+and+interpreting+technological+innovation+data.+Organization+for+Economic&btnG=

OECD, Secretariat, Development., & Staff, D. (OECD). (1998). *Towards sustainable development: environmental indicators*. OCDE.

Olewiler, N. (2006). Environmental sustainability for urban areas: The role of natural capital indicators. *Cities*, 23(3), 184–195. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2006.03.006>

O’Ryan, R., & Pereira, M. (2015). Participatory indicators of sustainability for the salmon industry: The case of Chile. *Marine Policy*, 51, 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.09.010>

Plan, B. (2000). Indicators for sustainable development (ISD). *Indicators Leaflets (h Ttp://Planbleu.Org)*.

Quiroga. (1998). *Indicadores Regionales de Desarrollo CONAMAComisión...* - Google Académico.

https://scholar.google.cl/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Indicadores+Regionales+de+Desarrollo+CONAMAComisi%C3%B3n+Nacional+del+Medio+Ambiente&btnG=

Quiroga Martínez, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. 106. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5570>

Quiroga Martínez, R. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. *CEPAL Serie Manuales*, 61, 7–97. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5502>

Ramos, C., Miranda, J. C., Acum, F., Pasten, R., & Reyes, R. (2021). Red Tide Occurrence and Its Socioeconomic Impacts: Case of the Municipality of Puerto Montt, Chile. *Natural Hazards Review*, 22(1), 04020058. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)nh.1527-6996.0000437](https://doi.org/10.1061/(asce)nh.1527-6996.0000437)

Ritzman, J., Brodbeck, A., Brostrom, S., McGrew, S., Dreyer, S., Klinger, T., & Moore, S. K. (2018). Economic and sociocultural impacts of fisheries closures in two fishing-dependent communities following the massive 2015 U.S. West Coast harmful algal bloom. *Harmful Algae*, 80, 35–45. <https://doi.org/10.1016/J.HAL.2018.09.002>

Rodríguez, L. (1985, March 21). *Revisión del fenómeno de Marea Roja en Chile*.

https://scholar.google.cl/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Rodr%C3%ADguez%2C+L.+%281985%29.+Revisi%C3%B3n+del+Fen%C3%B3meno+de+Marea+Roja+en+Chile.+Rev.+Biol.+Mar.+V alpara%C3%ADso%2C+21%281%29%2C+173+%E2%80%93+197.&btnG=

Sanseverino, I., Conduto, D., Pozzoli, L., Dobricic, S., & Lettieri, T. (2016). Algal bloom and its economic impact. *European Commission, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability*.

- SEA. (2001). *Comisión Técnica Proyecto, S. E. A. (2001). Comisión Técnica. Fase de rendición de cuentas. Versión Preliminar.*
https://scholar.google.cl/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=++Proyecto%2C+S.+E.+A.+%282001%29.+Comisi%C3%B3n+T%C3%A9cnica.+Fase+de+rendici%C3%B3n+de+cuentas.+Versi%C3%B3n+Preliminar.&btnG=
- Sharpe, A. (1999). *A survey of indicators of economic and social well-being.*
- Silvia León, A. (2013). Indicadores de tercera generación para cuantificar la sustentabilidad urbana: ¿Avances o estancamiento? *EURE (Santiago)*, 39(118), 173–198.
<https://doi.org/10.4067/S0250-71612013000300008>
- Soto, D., León-Muñoz, J., Dresdner, J., Luengo, C., Tapia, F. J., & Garreaud, R. (2019). Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture*, 11(2), 354–374.
<https://doi.org/10.1111/raq.12336>
- Soto, D., León-Muñoz, J., Soria-Galvarro, Y., Quiñones, R., & Marin, S. (2020). *Propuesta de evaluación del desempeño ambiental de la salmonicultura Chilena a escala de ecosistemas, Informe científico, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR) y WWF Chile* (Tech. Rep. INCAR-WWF, 2020a).
- Sun, S., Wang, Y., Liu, J., Cai, H., Wu, P., Geng, Q., & Xu, L. (2016). Sustainability assessment of regional water resources under the DPSIR framework. *Journal of Hydrology*, 532, 140–148.
<https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2015.11.028>
- Sunesen, I., Méndez, S. M., Mancera-Pineda, J. E., Dechraoui Bottein, M. Y., & Enevoldsen, H. (2021). The Latin America and Caribbean HAB status report based on OBIS and HAEDAT maps and databases. *Harmful Algae*, 102, 101920. <https://doi.org/10.1016/J.HAL.2020.101920>
- Trainer, V. L. (2020). *GlobalHAB: Evaluating, Reducing and Mitigating the Cost of Harmful Algal Blooms: A Compendium of Case Studies.* www.pices.int
- Trainer, V. L., Moore, S. K., Hallegraeff, G., Kudela, R. M., Clement, A., Mardones, J. I., & Cochlan, W. P. (2020). Pelagic harmful algal blooms and climate change: Lessons from nature's experiments with extremes. *Harmful Algae*, 91, 101591.
<https://doi.org/10.1016/J.HAL.2019.03.009>
- Trick, C., Anderson, L., Beausoleil, D., Berdalet, E., Cochlan, W., Wang, P., & Wells, M. L. (2020). *An economic assessment of ciguatera outbreaks-An island model.*
- Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S., & Paloma, S. G. y. (2012). Does research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy*, 29(1), 102–110.
<https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2011.05.009>
- Ugarte, A., Romero, J., Farías, L., Sapiains, R., Aparicio-Rizzo, P., Ramajo, L., Aguirre, C., Masotti, I., & Jacques, M. (2022). *INFORME A LAS NACIONES “Marea roja” y cambio global: Elementos para la construcción de una gobernanza integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN).*
<https://www.cr2.cl/wp->

content/uploads/2023/01/INFORME_INFORME_MareaRojayCambioGlobal_SegundaEdicion.pdf

- Van Den Bergh, J. C. J. M., Nunes, P. A. L. D., Dotinga, H. M., Kooistra, W. H. C. F., Vrieling, E. G., & Peperzak, L. (2002). Exotic harmful algae in marine ecosystems: an integrated biological–economic–legal analysis of impacts and policies. *Marine Policy*, 26(1), 59–74.
[https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(01\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(01)00032-X)
- Veleva, V., production, M. E.-J. of cleaner, & 2001, undefined. (2001). Indicators of sustainable production: framework and methodology. *Elsevier*, 9, 519–549.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652601000105>
- Villanueva, F., Urrutia, G., Uribe, C., & Seguel, M. (2016). *Harmful Algal Bloom of Pseudochattonella verruculosa (Dictyochophyceae, Florenciellales) associated with salmon farm mortalities in the South of Chile*. Conference Poster. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85048731961&origin=inward&txGid=827ea55e29af7db4a6fd02a36c6619b6>
- Villareal, L. (2004). *Guidelines on the Collection of Demographic and Socio-economic Information ... - Lolita V. Villareal - Google Libros*.
<https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=1DBWkyl9fBMC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Guidelines+on+the+collection+of+demographic+and+socio-economic+information+on+fishing+communities+for+use+in+coastal+and+aquatic+resources+management&ots=OP8p9AHD30&sig=UqTVkf39MhDCLz5Uyi2Wnoi5zMA#v=onepage&q=Guidelines%20on%20the%20collection%20of%20demographic%20and%20socio-economic%20information%20on%20fishing%20communities%20for%20use%20in%20coastal%20and%20aquatic%20resources%20management&f=false>
- Watson, P., Wilson, J., Thilmany, D., & Winter, S. (2007). *Determining Economic Contributions and Impacts: What is the difference and why do we care?*
- Zenetos, Argyro., Streftaris, Nikos., Larsen, L.-Henrik., European Environment Agency., Ethniko Kentro Thalassiōn Ereunōn (Greece), & Norwegian Institute for Water Research (Norway). (2002). *An indicator-based approach to assessing the environmental performance of European marine fisheries and aquaculture : scoping study*. <https://www.vliz.be/nl/instituten-opzoeken?module=ref&refid=33879>