



ECOSALMÓN

Sistema productivo sustentable para el cultivo de salmones en la región de los Lagos

Oswaldo Cox



Fotografía 1: Yadran

ECOSALMÓN

Sistema productivo sustentable para el cultivo de salmones en la región de los Lagos.

Autor: Osvaldo Cox Tagle

Memoria preliminar presentada a la Facultad de Diseño de la Universidad del Desarrollo para optar al Título Profesional de Diseñador

Profesor(es) Guía: Sra. Denisse Lizama / Sr. Ian Tidy

Santiago De Chile, Diciembre 2020

ÍNDICE

Temático

1	Introducción.....	11
2	El salmón “la proteína del futuro”	12
	2.1 Consumo del salmón.....	15
	2.2 Factor de conversión de alimentos FCR.....	16
	2.3 Porción comestible.....	17
	2.4 Uso de suelo.....	18
	2.5 huella de carbono.....	19
	2.6 Consumo de agua.....	20
3	Antecedentes generales:.....	21
	3.1 Acuicultura.....	22
	3.2 Aumento de la población mundial.....	23
	3.3 Uso de suelo acuícola.....	24
	3.4 Principales productores de salmón.....	25
	3.5 Salmonicultura chilena.....	26
	3.6 Contradicciones de la industria.....	36
4	Antecedentes específicos.....	40
	4.1 Proceso productivo del salmón.....	41
	4.2 Etapa de engorda.....	45
	4.2.1 Funcionamiento.....	46
	4.2.2 Condiciones marítimas.....	51
	4.2.3 Condiciones sanitarias.....	56
	4.2.4 Medidas sanitarias.....	72
	4.2.5 Ley de manejo de residuos.....	75
	4.2.6 Principales productores.....	76
5	Formulación del proyecto.....	78
	5.1 Problemática.....	79
	5.2 Caso.....	80
	5.2.1 Análisis de contexto.....	81
	5.3 Objetivo general.....	85
	5.4 Objetivos específicos.....	86
	5.5 Definición de usuarios.....	87
	5.5.1 Primer usuario.....	88
	5.5.2 Segundo usuario.....	92

6_ Estado del arte.....	103	10_ Propuesta Formal.....	134
7_ Desarrollo de proyecto.....	105	10.1 Macro escala.....	135
7.1 Pontón alimentador habitable	106	10.2 Pontón alimentador.....	138
7.2 Energía eólica.....	108	10.3 Plataforma de alqueros.....	144
7.3 Cultivo de pelillo.....	109	10.4 Imágenes de proyecto.....	149
7.3 Estructura geodésica.....	113	11_ Validaciones.....	153
7.3 Diseño naval.....	115	11.1 Entrevistas.....	155
8_ Referentes.....	117	12_ Conclusiones.....	156
8.1 Directos.....	118	13_ Bibliografía.....	158
8.2 Indirectos.....	122	14_ Anexos.....	166
9_ Propuesta conceptual.....	123		
9.1 Nuevo ordenamiento sistemático.....	124		
9.2 Decisiones proyectuales.....	127		
9.3 Funcionamiento general.....	128		
9.4 Funcionamiento pontón alimentador.....	132		
9.5 Funcionamiento plataforma alquera.....	133		

ÍNDICE

Ilustraciones

Ilustraciones:

Figura 1: Propiedades nutritivas del Salmón

Figura 2: Consumo de proteínas a nivel mundial

Figura 3: factor de conversión de alimentos.

Figura 4: Índice de porcentaje comestible por proteína

Figura 5: Cantidad de mt² necesarios para producir cada proteína.

Figura 6: Cantidad de mt² necesarios para producir cada proteína.

Figura 7: Cantidad de CO₂ emitido por especie.

Figura 8: Uso de agua dulce por especie.

Figura 9: Crecimiento de la industria acuícola.

Figura 10: Crecimiento de la industria acuícola.

Figura 11: Crecimiento de la industria acuícola.

Figura 12: Población mundial proyectada hasta el 2100.

Figura 14: Uso de suelo productivo.

Figura 15: Cosecha de salmones por región en el 2018.

Figura 16: Crecimiento de la industria salmonera en Chile.

Figura 17: Áreas de manero sanitario región de los Lagos.

Figura 18: Áreas de manejo sanitario región de Aysén.

Figura 19: Áreas de manejo sanitario región de Magallanes.

Figura 20: Mapa de Concesiones región de los Lagos.

Figura 21: Mapa de Concesiones región de Aysén.

Figura 22: Concesiones región de Magallanes.

Figura 23: Proceso productivo del salmón.

Figura 24: Dimensión y cuantificación de la unidad productiva.

Figura 25: Mapa de velocidades de corrientes región de los Lagos.

Figura 26: unidad productiva tipo

Figura 27: Cantidad de escape de salmones por región.

Figura 28: Índices de mortalidades por causas infecciosas.

Figura 29: Índices de mortalidades por causas infecciosas.

Figura 30: Porcentajes y tipología de antibióticos utilizados.

Figura 31: Cantidad de antibióticos utilizados en Chile.

Figura 32: Índices de mortalidades del salmón del atlántico.

Figura 33: Composición de pellet etapa de engorda.

Figura 34: Perdida de alimentación.

Figura 35: Tabla de porcentajes en pellets para alimento de engorda.

Figura 36: Cantidad de heces excretadas.

Figura 37: Mapa de profundidades región de los Lagos.

Figura 38: Mapa de profundidades región de los Lagos.

Figura 39: Mapa de posicionamiento de caletas pesqueras región de los Lagos.

Figura 40: Radios de 5km desde caleta artesanal semi-consolidada región de los Lagos.

Figura 41: Proceso de captación de desechos orgánicos sólidos

Figura 42: Tabla de tipología y cantidad de pescadores artesanales

Figura 43: Cultivo de pelillo por siembra

Figura 44: Cultivo de pelillo por siembra

Figura 45: Costo de pelillo suspendido

Figura 46: Funcionamiento de los cultivos en suspensión vertical.

Figura 47: Funcionamiento de los cultivos en suspensión horizontal.

Figura 48: Distribución en planta de un pontón tipo.

Figura 49: Distribución espacial de un pontón tipo.

Figura 50: Diferencia de escalas y vientos en los aerogeneradores

Figura 51: Sistema de cultivo suspendido vertical.

Figura 52: Entendimiento de la construcción de una esfera geodésica.

Figura 53: Entendimiento de la construcción de una esfera geodésica.

Figura 54: Propiedades de la construcción naval en aluminio.

Figura 55: Lógica constructiva del casco de las embarcaciones navales.

RESUMEN

El salmón es una proteína de excelencia en términos nutricionales y de eficiencia productiva, esto se puede ver reflejado con el crecimiento exponencial que ha tenido la industria en los últimos 30 años, posicionando a Chile como el segundo productor mundial de salmónes después de Noruega. Esto por un lado genera un aporte para las comunidades de la zona sur en términos monetarios, pero a nivel ecológico ha generado una gran controversia debido a los constantes incidentes que involucran a la salmonicultura como el principal causante de estos. Actualmente las medidas de control existentes no son suficientes para controlar y disminuir estos sucesos. Por lo tanto, surge la pregunta ¿Será posible generar una nueva manera de cultivar salmónes para aminorar el impacto en el ecosistema y generar una mejor aceptación social? Para esto es necesario entender el proceso productivo de esta industria y las principales fallencias que repercuten en el ecosistema, para luego investigar sobre las medidas que podrían implementarse y proponer una nueva manera de cultivar estos ejemplares de una manera más sustentable.

Palabras clave: **Salmón, futuro, productivo, vínculo, comunidad**

Una de las principales características propias de Chile es la extensa costa que baña su territorio, de aproximadamente 6.400 km de longitud (Gobierno de Chile, s.f.). Esta particularidad permite diversas actividades económicas asociadas a recursos provenientes del océano, ya sea por medio de la pesca artesanal, la pesca industrial o la acuicultura, lo que posiciona a nuestro país como un importante generador y exportador de productos marinos. Dentro de esta categorización es fundamental destacar al salmón, ya que, a nivel nacional es el segundo producto de mayor exportación después del cobre, y mundialmente, nuestro país es superado en la comercialización de este producto solamente por Noruega.

La producción y venta de salmón genera una gran cantidad de empleos que aportan económicamente, ya sea a la población de las regiones de la zona sur, en las cuales se concentra esta actividad, como también al país completo.

Junto a lo anterior, es importante destacar que el salmón es una excelente proteína para el consumo, ya que tiene altas propiedades nutritivas que aportan a una dieta saludable y balanceada. Además de esto, su producción es eficiente, rápida y con bajos niveles de contaminación siempre y cuando las condiciones marítimas sean las apropiadas.

A pesar de las propiedades y beneficios que aporta el salmón tanto a nivel alimenticio como económico, si se reflexiona sobre su producción, existen oportunidades importantes específicamente en la etapa de engorda. Esto se debe a que, en los fiordos oceánicos de la zona sur donde se encuentran las concesiones de cultivos, han sucedido diferentes desastres sanitarios a lo largo de los años, ya sea por escape de ejemplares o por muertes masivas de fauna local generadas por la gran cantidad de desechos orgánicos que son excretados al ecosistema, los cuales agotan el oxígeno y traen consecuencias para la biodiversidad marina. Esto afecta directamente a las comunidades locales, las cuales han expresado su molestia a través de protestas, con el fin de generar un cambio drástico en la producción de estos ejemplares. Las leyes asociadas a la salmonicultura son similares a las que utilizan otros países productores de salmón, pero la diferencia es que en los fiordos de la zona sur de Chile, las condiciones marítimas son adversas, lo que dificulta el aseguramiento de las condiciones sanitarias. La industria se encuentra en una etapa crucial, ya que se está tramitando una nueva ley que obligará a las salmoneras a hacerse cargo de sus desechos para generar un cambio en la manera de cultivar salmónes.

¿Será posible generar una nueva manera de cultivar salmónes para aminorar el impacto en el ecosistema y generar una aceptación social por parte de las comunidades locales?

El Salmón del atlántico o *Salmo Salar*, es una de las especies más comercializadas y conocidas a nivel mundial dentro de la familia de los salmónidos (Aqua Chile, s.f.). Estos peces de tonos plateados y con puntos negros generalmente al ser cosechados logran pesar 5 kilogramos, tras haber sido criados en agua dulce y haberse desarrollado en agua salada por aproximadamente un ciclo promedio de 3 años a temperaturas idóneas de entre 6 a 16°C, para un crecimiento óptimo. Este proceso de producción trata de asimilar el proceso natural del salmón silvestre, el cual nace y se cría en aguas dulces hasta alcanzar la madurez suficiente para migrar al océano y luego vuelven a su hábitat inicial para la reproducción generando un ciclo. La carne de estos ejemplares tiene una coloración muy propia y característica por sus matices anaranjados y rosados, además de una versatilidad que permite generar todo tipo de cortes (Mowi, 2020).



Fotografía 2: SINC

El salmón es muy beneficioso para la salud del consumidor, ya que tiene un alto contenido de proteínas y Omega 3, lo que ayuda al organismo para disminuir los niveles de colesterol evitando problemas cardiovasculares.

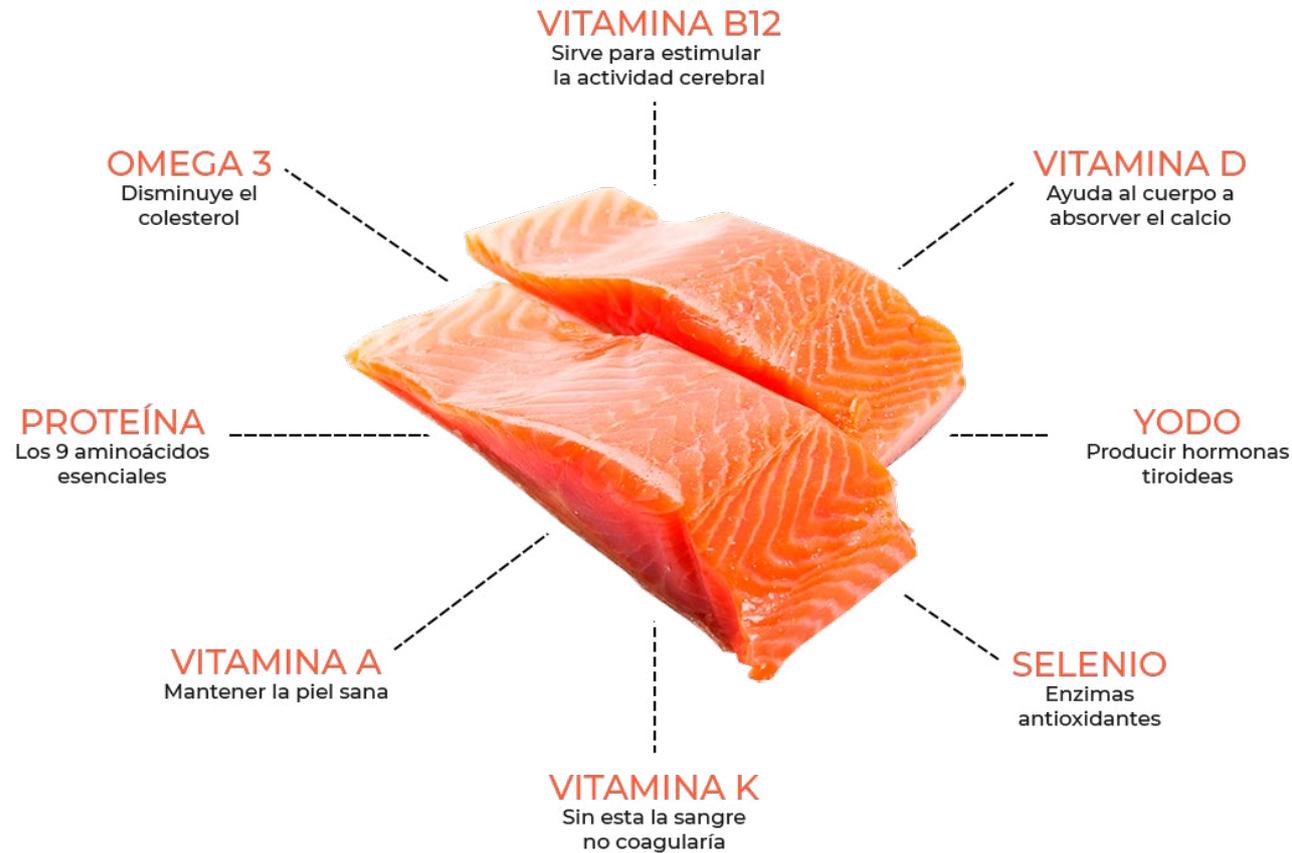


Figura 1: Elaboración propia / Propiedades nutritivas del Salmón
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

La FAO (2004) destaca que: “El pescado es un alimento de excelente valor nutricional, proporcionando proteínas de alta calidad y una amplia variedad de vitaminas y minerales, incluidas las vitaminas A y D, fósforo, magnesio, selenio y yodo en peces marinos”

2.1

Consumo de salmón:

El salmón actualmente se posiciona por debajo al compararlo con otras especies productivas del consumo mundial de proteínas como la industria avícola, la industria bovina y la industria porcina.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2004) estima el consumo de 125 millones de toneladas de proteínas producidas por la industria avícola, 118 millones de toneladas de proteína generadas por la industria porcina y 70 millones de toneladas de proteínas por la industria de bovina. En relación con las especies de salmónidos, tanto de cultivo como silvestres, se estima que se consumen 3.4 millones de toneladas, de las cuales 1.6 millones de toneladas corresponden a la industria acuícola el salmón del atlántico.

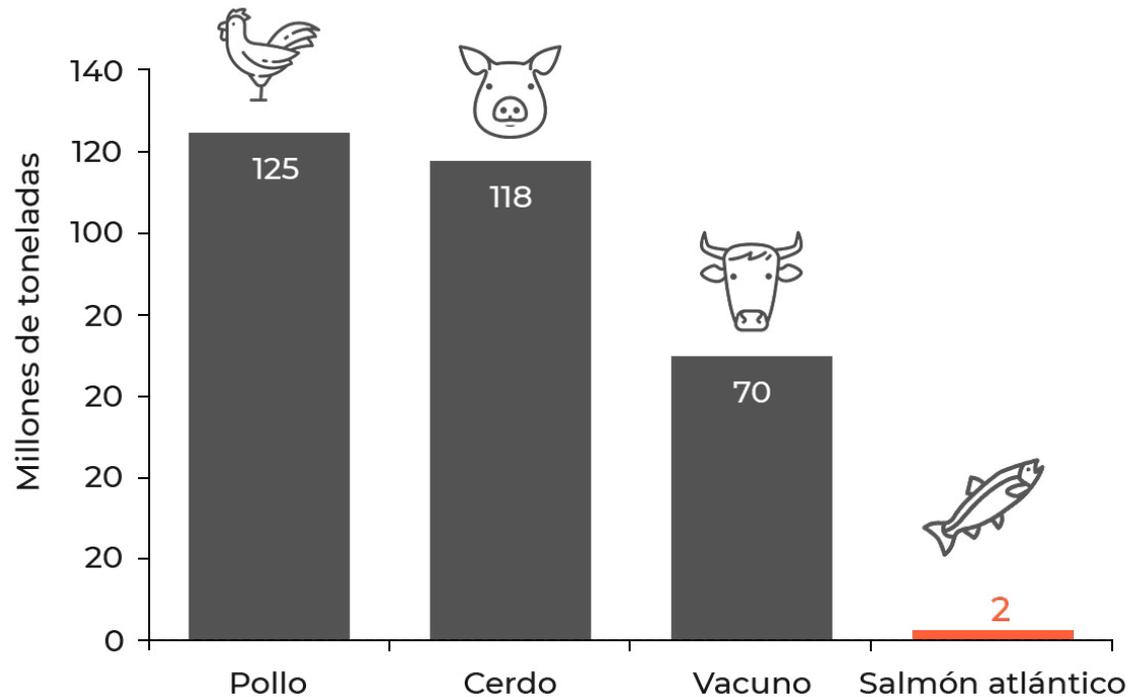


Figura 2: Elaboración propia / Consumo de proteínas a nivel mundial
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

2.2

Factor de conversión de alimentos FCR:

El factor de conversión de alimentos es un dato necesario para saber la cantidad de kilogramos de alimento que se necesita para producir 1 kilogramo de proteína animal.

El salmón tiene un FCR de 1,2 esto quiere decir que, para producir 1 kilogramo de salmón, este necesita 1,2 kilogramos de alimento. Por lo tanto, el salmón se posiciona entre las especies con un FCR más eficientes (Balin, 2018).

En otras industrias productoras de proteínas se puede observar que los índices de conversión son más altos que en la industria salmonera. Dentro de las tres industrias de mayor consumo se encuentra la producción de pollos que tiene un FCR de 1.9, luego se posiciona la producción de carne de cerdo que tiene un FCR de 3.9 y por último la producción del vacuno que tiene el FCR más alto que corresponde a 8.0 (Mowi, 2020).

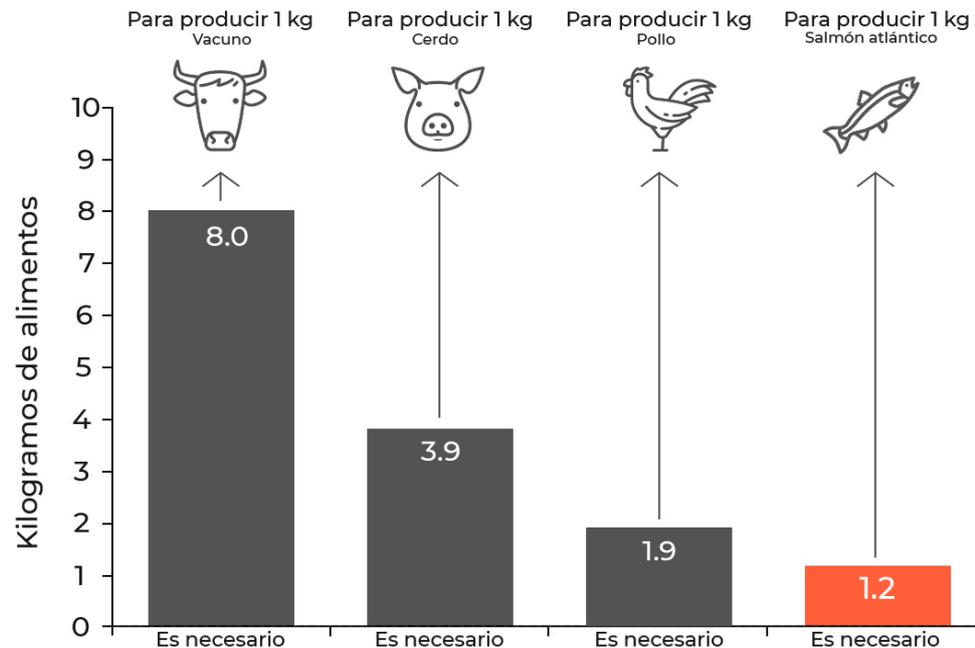


Figura 3: Elaboración propia / factor de conversión de alimentos.
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

2.3

Porción comestible:

La porción comestible corresponde a la cantidad de proteína que se puede consumir de un ejemplar de producción, esto quiere decir, que porcentaje del animal sirve como alimento para la el consumo humano.

El salmón tiene un 68% de porción comestible, esto lo hace un alimento muy eficiente si lo comparamos con las otras especies productivas, como por ejemplo contrastándolo con el pollo 46%, cerdo 52% y vacuno 38% (Global Salmon Initiative, s. f.).

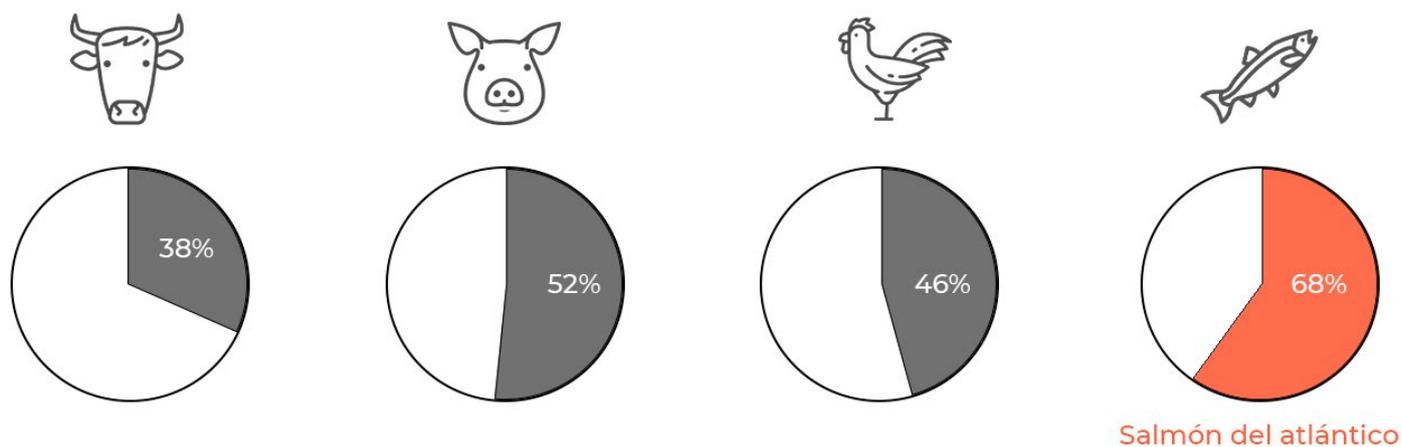


Figura 4: Elaboración propia / Índice de porcentaje comestible por proteína
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

2.4

Uso de suelo:

Respecto del uso de suelo, de acuerdo a la Global Salmon Initiative (s.f.), Este refiere a la cantidad de superficie en m² que son necesarios para producir 100g de proteína para el consumo humano, cifra a la que además se le deben añadir los m² necesarios para generar el alimento.

El salmón necesita 3.7 m² para producir 100 gramos de proteína comestible, una cifra eficiente en términos de uso de suelo. Esta producción se genera mayoritariamente en zonas costeras oceánicas y lagos que cubren el 70% del planeta. En el caso de la proteína de vacuno, es necesario una superficie terrestre de 102 m² para producir 100 gramos de proteína comestible. A modo comparativo se pueden cultivar 214 toneladas por hectárea de salmón mientras que solo se puede cultivar 1 tonelada por hectárea de vacuno. En el caso de las otras especies comparativas, para la producción de aves de corral es necesaria una superficie de 7.1 m² para generar 100 gramos de proteína, y en el caso de la industria porcina es necesaria una superficie de 11 m² para producir 100 gramos de proteína.

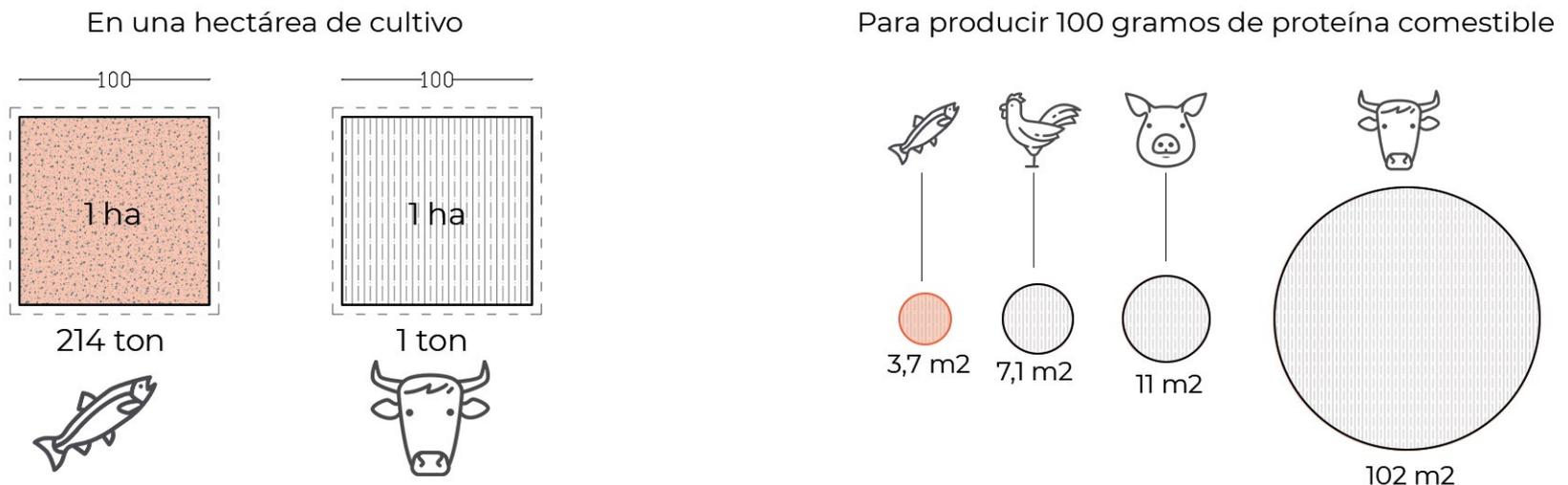


Figura 5 y 6: Elaboración propia / Cantidad de metros cuadrados necesarios para producir cada proteína
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

2.5

Huella de carbono:

El salmón genera impactos en el ecosistema por emisiones de CO₂, pero al comparar las emisiones generadas por el salmón con las otras especies productoras de proteínas, se puede concluir que esta proteína genera 0.60kg (CO₂e) por porción normal de 40 gramos de proteína comestible.

Mientras que, por otro lado, la producción del vacuno tiene una huella de carbono mucho más alta, ya que genera 5.92kg (CO₂e) por porción normal de 40 gramos de proteína comestible. La producción de pollo tiene una huella de carbono de 0.88kg (CO₂e) por porción normal de 40 gramos de proteína comestible y la producción de cerdo genera 1.30kg (CO₂e) por porción normal de 40 gramos de proteína comestible (Global Salmon Initiative, s. f.).

Porción normal de 40 gramos de proteína comestible.

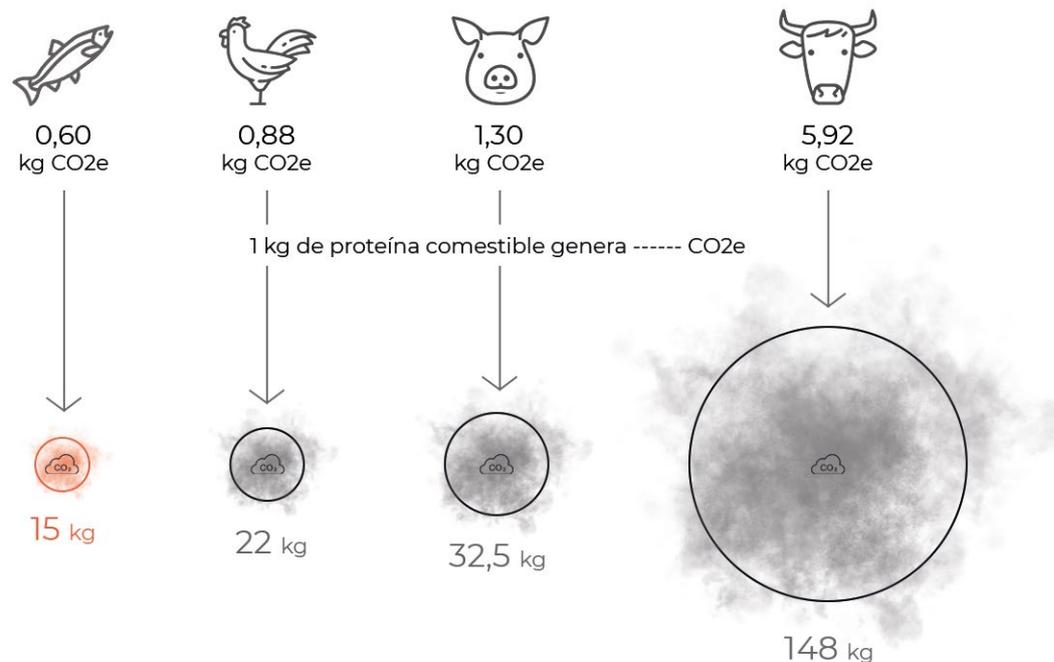


Figura 7: Elaboración propia / Cantidad de CO₂ emitido por especie.
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

2.6

Consumo de agua:

El agua dulce es un recurso natural que, si bien es renovable, al mismo tiempo es limitado. Las actividades humanas están agotando este recurso y si no es controlado podría agotarse antes de lo esperado. Un claro ejemplo de esto es la gran cantidad de agua dulce que es utilizada para la producción de proteínas para el consumo.

Dentro de las 3 proteínas de mayor consumo, la industria bovina es la que lidera en cuanto a la utilización de agua dulce ya que se necesitan 15.400 litros para producir 1 kilogramo de proteína comestible. La industria porcina ocupa el segundo lugar ya que utiliza 6000 litros de agua dulce para producir 1 kilogramo de proteína comestible. La industria del pollo se posiciona como la de menor consumo entre estas tres, pero aun así utilizan 4300 litros de agua dulce para producir 1 kilogramo de proteína comestible. La industria del salmón utiliza entre 1400 y 2000 litros de agua dulce para producir 1 kilogramo de salmón comestible, por lo tanto, es la que menos agua dulce necesita (Mowi, 2020).

Para producir 1 kg de proteína es necesario:

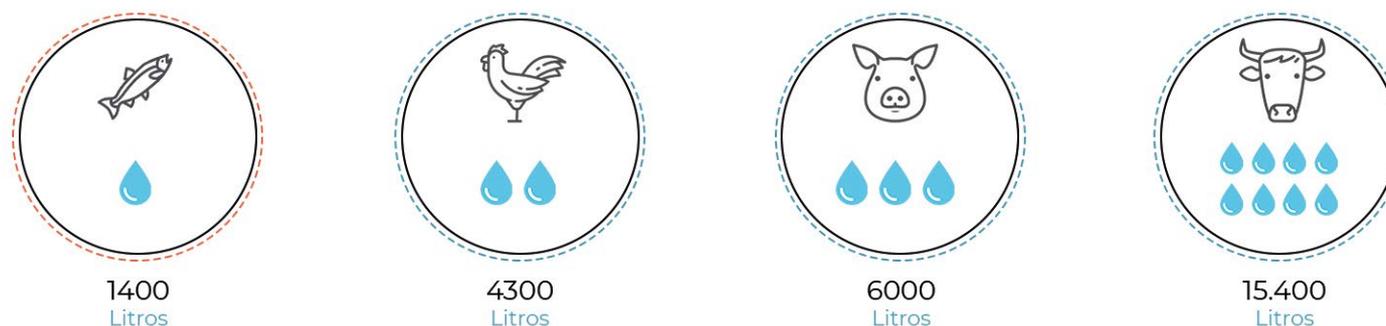


Figura 8: Elaboración propia / Uso de agua dulce por especie.
Fuente: En base a información de Salmon Farming Industry Handbook 2020

3

Antecedentes generales

3.1

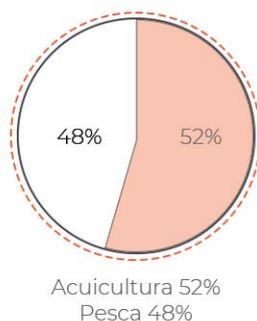
Acuicultura:

La acuicultura consiste en la cría de organismos acuáticos, ya sean peces, crustáceos, moluscos o plantas, que por medio de la intervención humana incrementan su producción. Esto se logra gracias a la concentración de ejemplares en un lugar definido para alimentarlos y protegerlos de depredadores (FAO, s. f.).

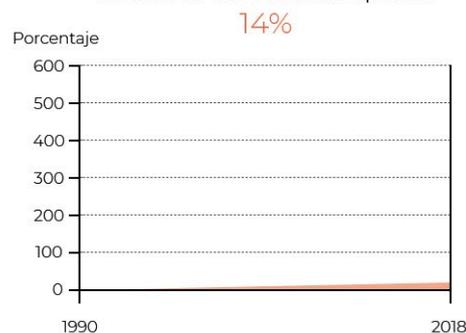
La acuicultura y la pesca artesanal son fundamentales para el aumento creciente de alimentación de la población actual, sin embargo, la acuicultura ya se ha expandido significativamente en las últimas décadas, alcanzando un récord histórico con 114,5 millones de toneladas cosechadas de peso vivo el año 2018.

Desde el 2016 la acuicultura es la principal fuente de producción de peces para el consumo humano con un 52% del total de extracción, superando a la pesca. Se estima que este método de cultivo va a seguir aumentando con los años debido a que la tasa del consumo total de pescado tiene un crecimiento anual de 3.1%, superando a el crecimiento anual de la población mundial que es de 1.7%. El aumento de la producción mundial de pesca desde 1990 a el 2018 es de 14%, mientras que el aumento de la producción acuícola mundial desde 1990 hasta el 2018 es de 527% (FAO, 2020).

Total de extracción de peces



Índice de crecimiento pesca



Índice de crecimiento acuicultura

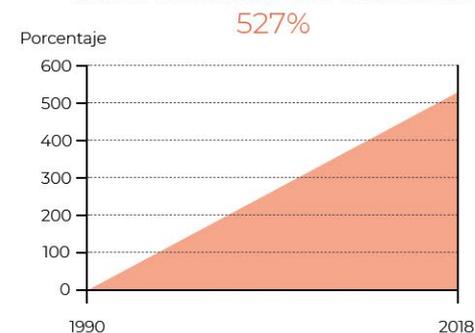
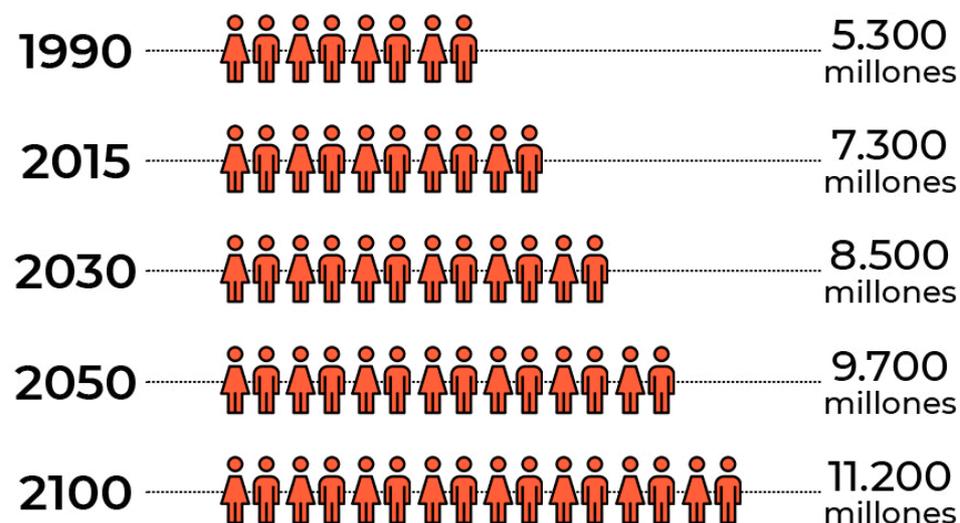


Figura 9, 10 y 11: Elaboración propia / Crecimiento de la industria acuicola
Fuente: En base a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

3.2

Aumento de la población mundial:

El aumento de la población mundial es un factor natural que se debe tener en cuenta a la hora de hablar sobre los recursos naturales, ya que con un aumento anual de 1,7% de la población, para el año 2050 se estima que serán más de 9 billones de personas. Esta tasa de crecimiento se relaciona directamente con el consumo de alimentos ya que, si aumenta la población, también el consumo. En relación con las proteínas se estima que la demanda de estas aumentará un 40% para el 2050 (Salmon Academy, s. f.).



Elaboración propia / Población mundial proyectada hasta el 2100

Figura 12: Elaboración propia / Población mundial proyectada hasta el 2100
Fuente: en base a publicación world population projects, división de población del departamento de asuntos económicos y sociales de las naciones unidas.

3.3

Uso de suelo acuícola:

La superficie del planeta está compuesta por un 70% de agua y un 30% de tierra firme, pero aun así el 98% del total de la producción total de alimentos que se consumen provienen de continentes, y sólo el 2% restante proviene de los océanos, lagos y ríos.

De las proteínas totales que se consumen, solo el 17% proviene de la pesca artesanal y de la acuicultura. Se menciona anteriormente en la investigación que la demanda de proteínas aumentara en un 40% para el 2050, lo que podría traer consecuencias irremediables para los ecosistemas que se encuentran en tierra ya que el 83% de las proteínas se producen en zonas continentales, y si no se genera un cambio esto podría provocar una sobreexplotación de los recursos naturales y aumentar los índices de contaminación ambiental en un futuro no tan lejano. Es por eso que para la acuicultura, el aumentar su porcentaje de implementación, se presenta como una oportunidad para conseguir proteínas para el consumo humano de una manera más sustentable y así no agotar todos los recursos terrestres (Norwegian Seafood Academy, s. f.).

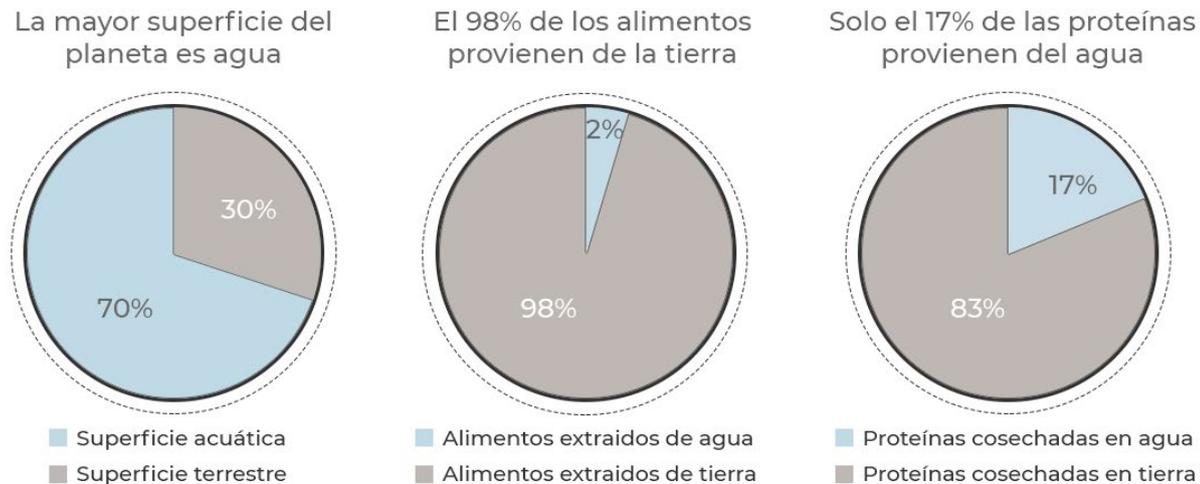


Figura 14: Elaboración propia / Uso de suelo productivo
Fuente: En base a información de Norwegian Seafood Academy

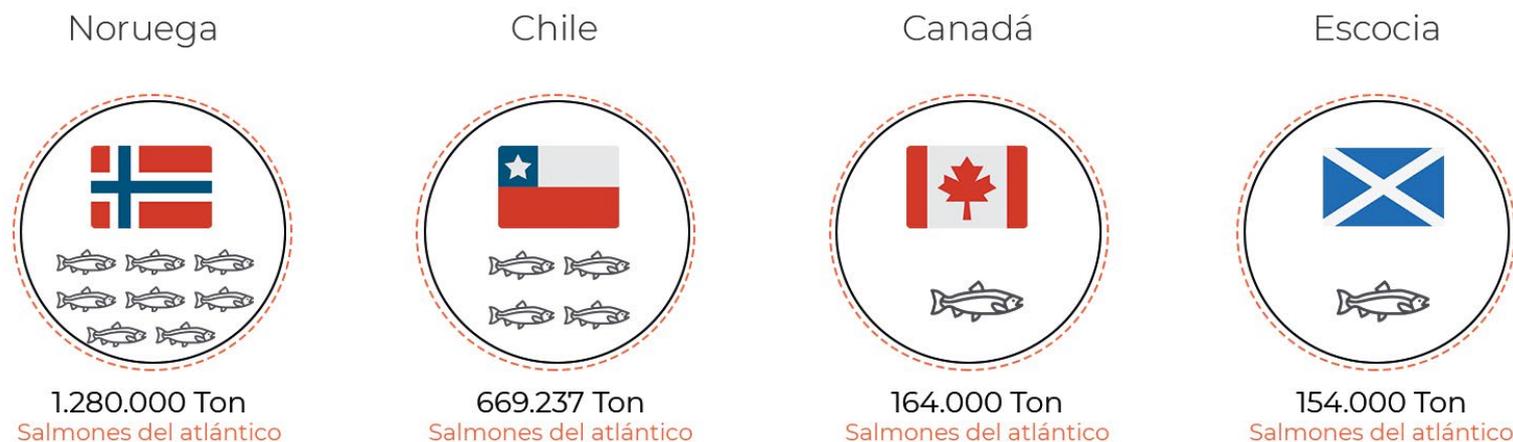
3.4

Principales productores de salmón:

El salmón se posiciona como la novena especie de mayor productividad acuícola en el año 2018 (FAO, 2018), lo que sin duda tiene una importancia económica y social muy importante para los países productores.

Noruega y Chile son sin duda los mayores productores y exportadores de salmón a nivel mundial, y su principal especie de cultivo es el salmón del atlántico (Salmon Expert, 2019).

Noruega ocupa el primer puesto ya que el 2018 generó 1.280.000 toneladas totales de salmónes del atlántico, mientras que Chile se sitúa como el segundo productor mundial con 669.237 toneladas totales de salmónes del atlántico producidas en el mismo año. Canadá y Escocia ocupan el tercer y cuarto puesto en la producción de salmónes del atlántico con 164.000 y 154.000 toneladas (Aqua, 2019).

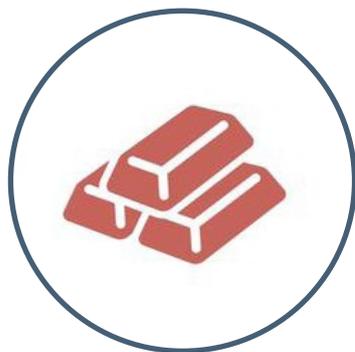


3.5

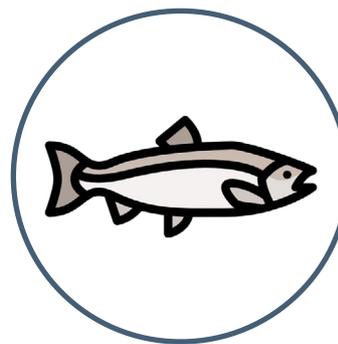
Salmonicultura chilena:

De acuerdo a la Fundación Terram (2018a), los salmones producidos en Chile son especies exóticas que fueron introducidas por primera vez a el país en el año 1905, pero fue en la década de los 70 cuando las empresas comenzaron a incursionar en la acuicultura. En el año 1974 comenzaron los primeros ensayos de cultivo intensivo que fueron realizados con truchas de arcoíris en el sector del Arrayán en las cercanías de Santiago, y luego en el año 1979 la empresa japonesa Nichiro Chile y la empresa Chilena Mares Australes introdujeron la producción del salmón coho a la Región de los Lagos. Por último, en el año 1987 comienza la producción del salmón del atlántico en la zona sur del país, que con el tiempo se convierte en el principal salmónido de cultivo del país y perdura hasta hoy.

La producción y exportación del salmón es un factor económico y social importante en Chile, ya que se posiciona como el segundo producto de mayor exportación después de la industria del cobre, pero a la vez es muy polémico debido a su huella de impacto que provoca en el lugar de producción (Fundación Terram, 2018b).



1° Cobre



2° Salmón

3.5

Tipo de especies:

Salmonicultura Chilena

En Chile son 3 las principales especies de salmón que son cultivadas y que lo convierten en un potencial país de la salmonicultura, esto se ve reflejado en sus cifras ya que el 2018 se producen 840.000 toneladas de salmónes totales. Respecto a cifras de exportación, Salmon Expert (2018) revela la siguiente información:

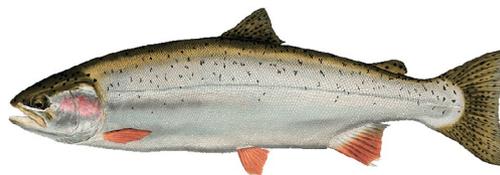
Trucha de arcoíris:

Esta especie corresponde al 8,7% del total de los peces de exportación. Inicia su ciclo de vida en agua dulce y posteriormente es trasladada a aguas saladas para su etapa de engorda que dura entre 10 a 12 meses, llegando a pesar entre 2,5 a 3 kilos en su etapa de cosecha. Se exportaron 80.069 toneladas totales en el año 2018.



Salmón coho o plateado:

Esta especie corresponde al 16,3% del total de los peces de exportación. Inicia su ciclo de vida en agua dulce y posteriormente es trasladada a aguas saladas para su etapa de engorda que dura entre 10 a 12 meses, llegando a pesar entre 2,5 a 3 kilos en su etapa de cosecha. 174.594 toneladas totales fueron exportadas en el año 2018.



Salmón del atlántico:

Esta especie corresponde al 75% del total de los peces de exportación. Inicia su ciclo de vida en agua dulce y posteriormente es trasladada a aguas saladas para su etapa de engorda que dura entre 15 a 20 meses, llegando a pesar entre 4,5 a 5 kilos en su etapa de cosecha. En el año 2018 fueron exportadas 669.237 toneladas totales.



3.5

Cosecha en centros de cultivo año 2018

Salmonicultura Chilena

Especie y región

	Región de la Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes	TOTAL
Salmón del Atlántico	177 Ton	34 Ton	254.617 Ton	339.239 Ton	75.170 Ton	669.237 Ton
Salmón Coho o Plateado	319 Ton	16 Ton	145.982 Ton	28.277 Ton	- -	174.594 Ton
Trucha de Arcoíris	54 Ton	2.240 Ton	57.441 Ton	12.532 Ton	7.581 Ton	80.069 Ton
TOTAL	550 Ton	2.290 Ton	458.040 Ton	380.048 Ton	82.751 Ton	923.900 Ton

Figura 15: Elaboración propia / Cosecha de salmones por región en el 2018
Fuente: En base a información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

3.5

Crecimiento:

Salmonicultura Chilena

La industria salmonera ha tenido un crecimiento exponencial desde el año 1990 hasta hoy en día de aproximadamente 3000%, ya que en los 28 años que lleva operando esta industria se ha sostenido con una tasa de crecimiento promedio de un 102% anualmente. Si bien esto ha generado beneficios económicos y de empleabilidad tanto para el país como para las personas que trabajan regiones en las cuales se ubican estas concesiones, también existe un rechazo social a nivel nacional y comunal que está relacionada a la problemática ambiental que genera esta industria en el lugar (Fundación Terram, 2018a).

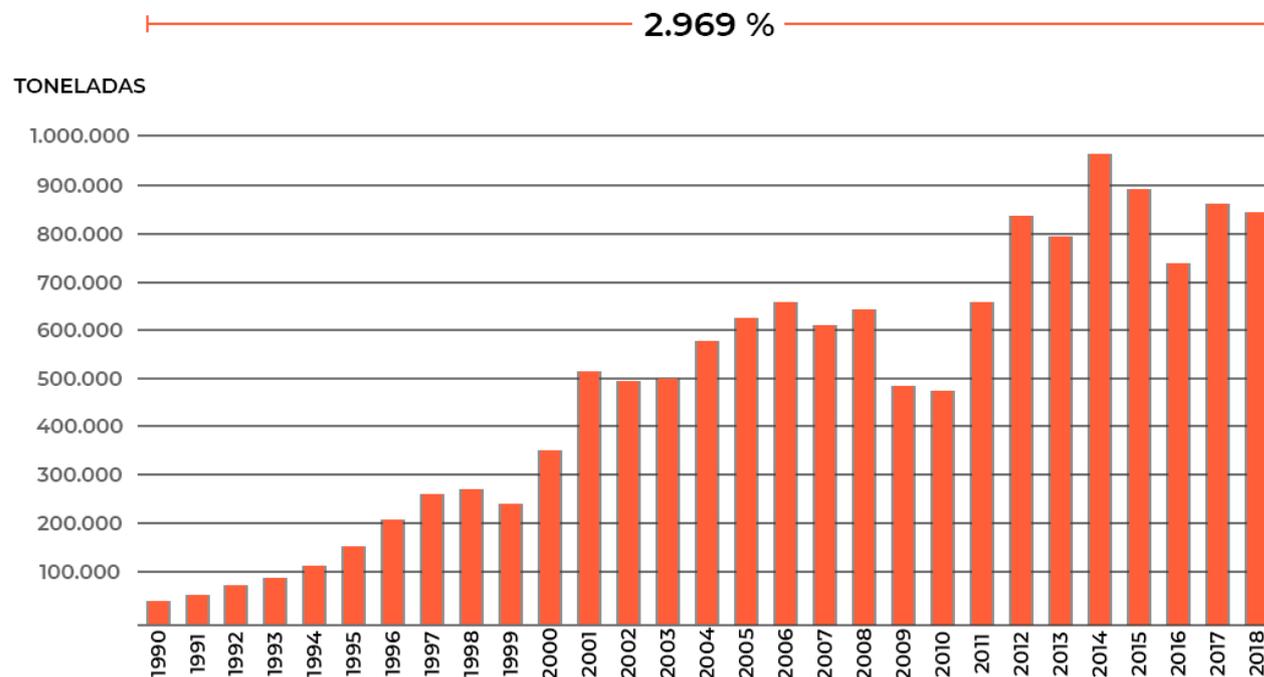
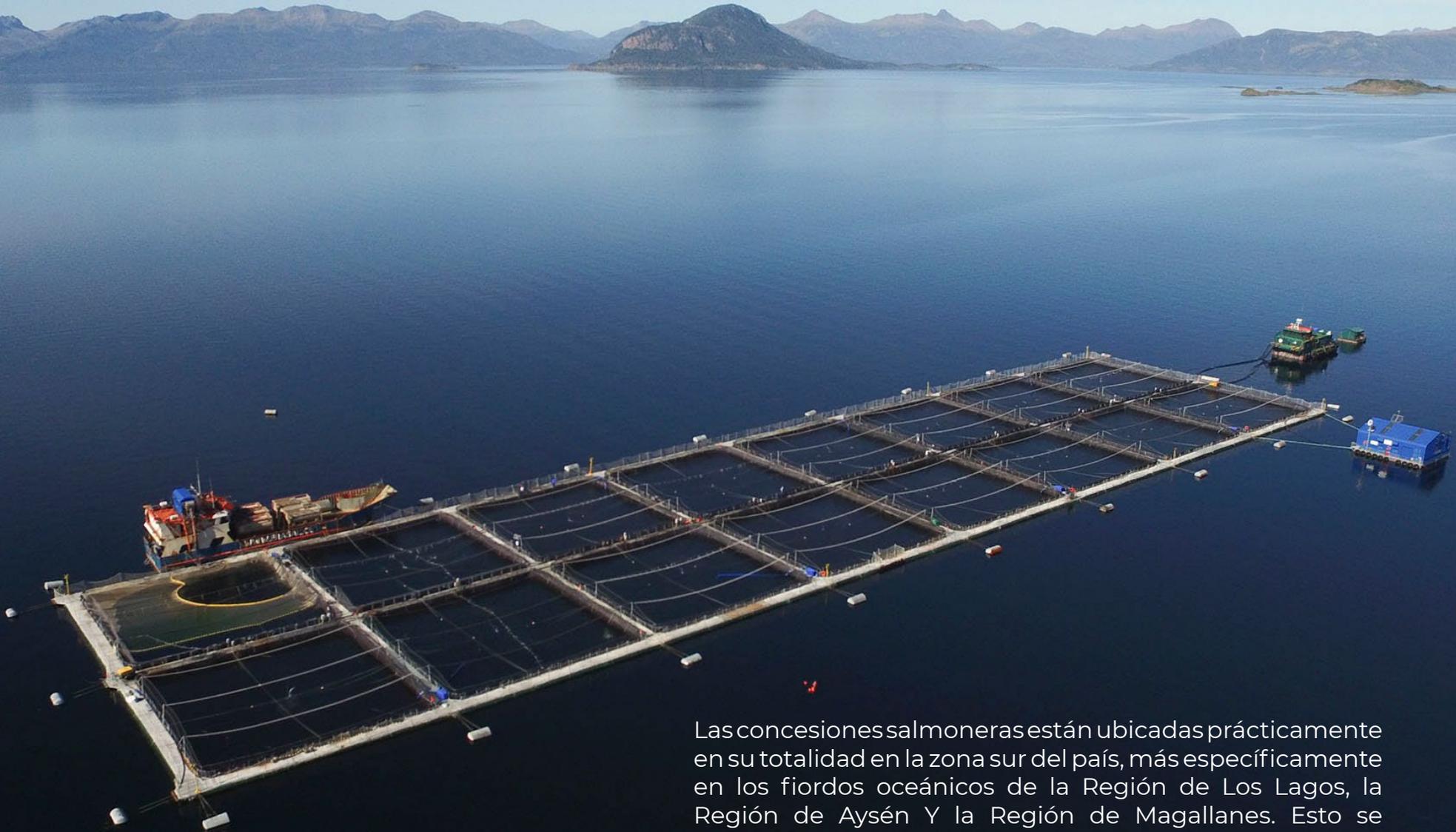


Figura 16: Elaboración propia / Crecimiento de la industria salmonera en Chile
Fuente: En base a información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

3.5

Salmonicultura Chilena

Contexto general:



Las concesiones salmoneras están ubicadas prácticamente en su totalidad en la zona sur del país, más específicamente en los fiordos oceánicos de la Región de Los Lagos, la Región de Aysén Y la Región de Magallanes. Esto se debe a que las condiciones climáticas y marítimas que se encuentran en esta zona son beneficiosas para el cultivo de estas especies.

3.5 Áreas de manejo sanitario:

Salmonicultura Chilena

Existen 62 áreas de manejo sanitario existentes, las cuales se introdujeron al RESA (Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas) en el año 2008 luego de una crisis sanitaria provocada por el virus ISA. Estas áreas están compuestas por un conjunto de concesiones acuícolas existentes en una misma AAA (Áreas Apropriadas para el ejercicio de la Acuicultura) ubicada en un sector que presenta determinadas características propias y fueron declaradas como tal por resolución de la Subpesca (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, s.f.). Las áreas de manejo sanitario sirven como medida preventiva para la propagación de enfermedades y para realizar informes ambientales que evidencien el estado sanitario con el fin de poder monitorear los impactos generados por las diferentes concesiones (Fundación Terram, 2018b).

Áreas de manejo Región de Los Lagos

Zonas con riesgo bajo de algas nocivas y eutrofización
9A / 9B / 9C / 10A / 10B

Zonas con riesgo moderado de algas nocivas y eutrofización
1 / 2 / 3A / 3B / 13 / 14 / 15 / 16

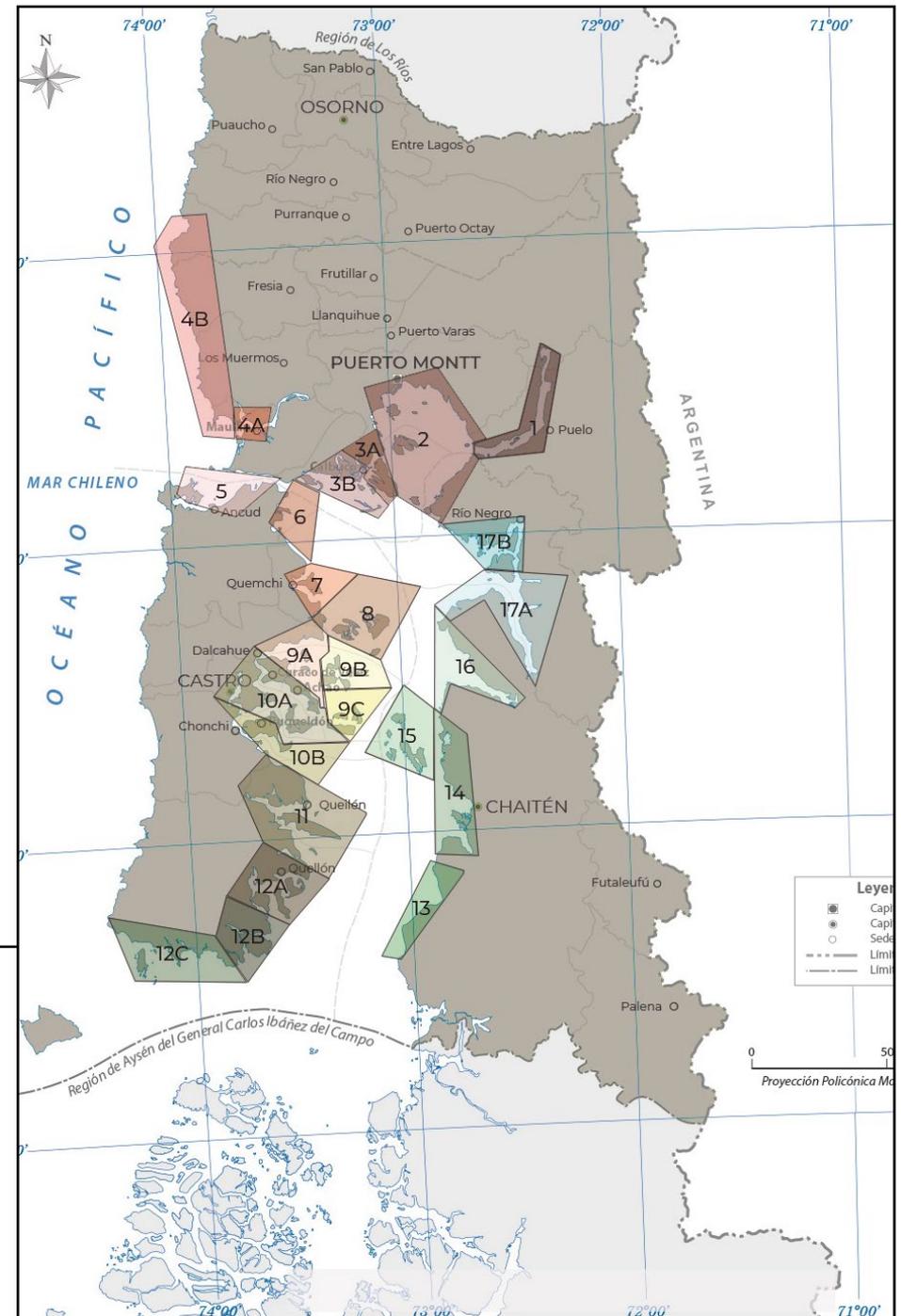


Figura 17: Elaboración propia / Áreas de manejo sanitario región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas INTESAL

Áreas de manejo Región de Aysén

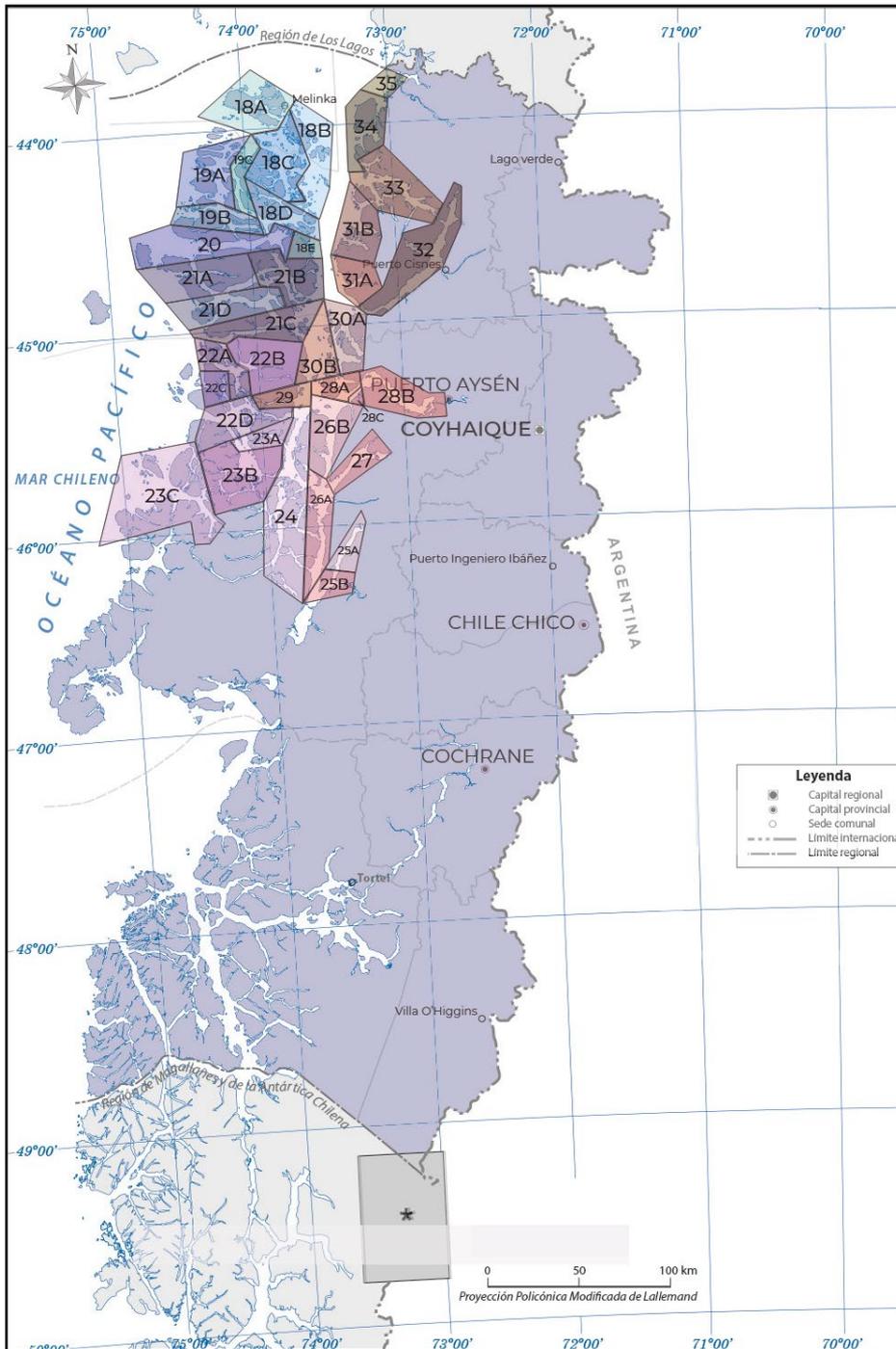


Figura 18: Elaboración propia / Áreas de manejo sanitario región de Aysén
Fuente: En base a información mapas INTESAL

Áreas de manejo Región de Magallanes

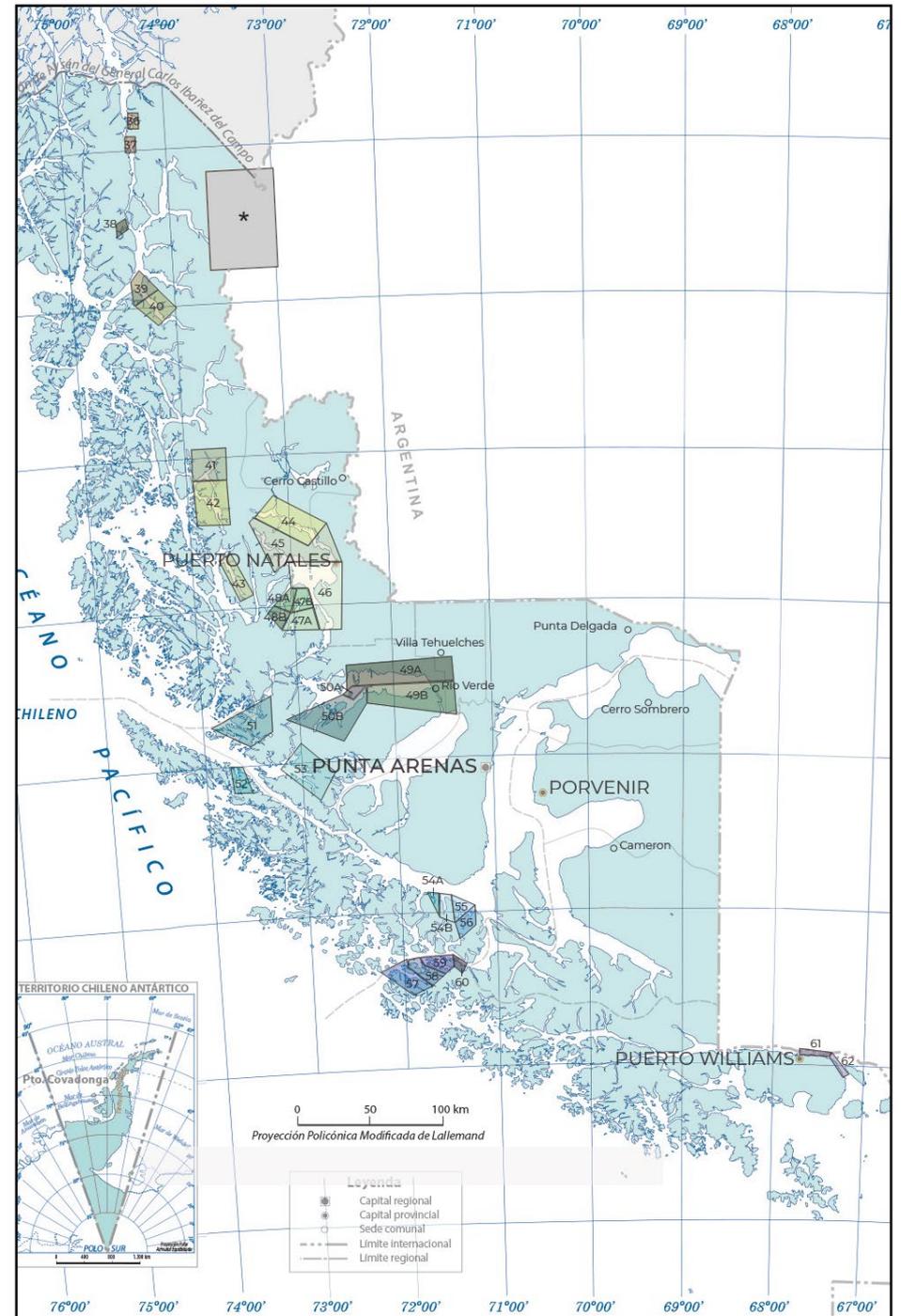


Figura 19: Elaboración propia / Áreas de manejo sanitario región de Magallanes
Fuente: En base a información mapas INTESAL

3.5 Concesiones salmoneras

Salmonicultura Chilena

- De acuerdo a la Fundación Terram, al año 2018 (2018b), dentro de las áreas de manejo se encuentran 1392 concesiones salmoneras, las cuales son otorgadas por el Ministerio de Defensa Nacional para operar dentro del perímetro de las AAA. Estas concesiones tienen una duración de 25 años, con posibilidad de renovación si en menos de la mitad de los informes ambientales entregados tienen resultados positivos. Aproximadamente entre el 25 y 30% de las concesiones operan simultáneamente en un año por lo tanto aproximadamente son 410 las unidades productivas flotantes que operan en las 3 regiones de la zona sur a la vez.

- Concesiones mas cercanas a la costa
- Concesiones cercanía media a la costa
- Concesiones mas lejanas a la costa

Región de los Lagos:
- 540 concesiones en total

- 51 se encuentran en trámite para su aprobación.

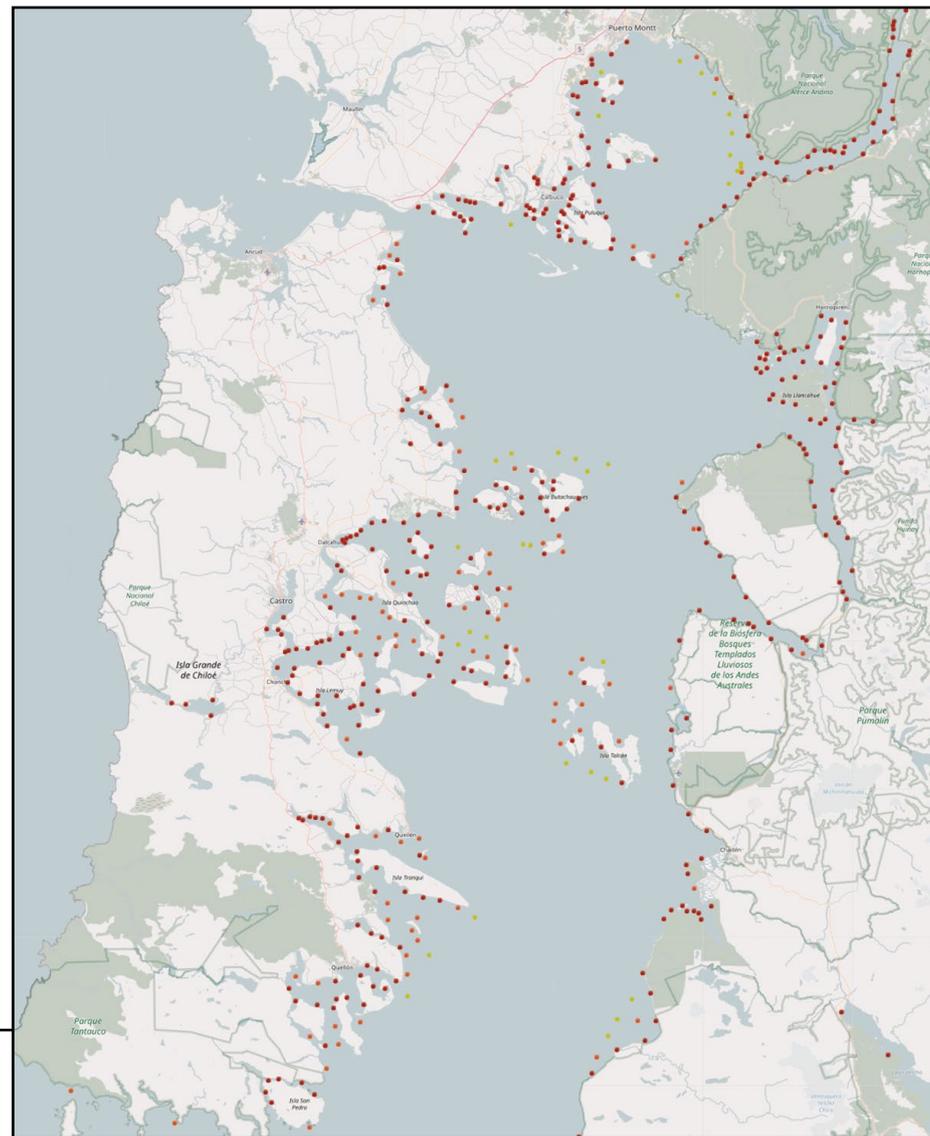


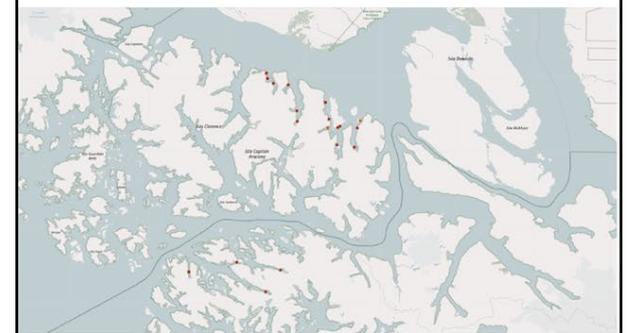
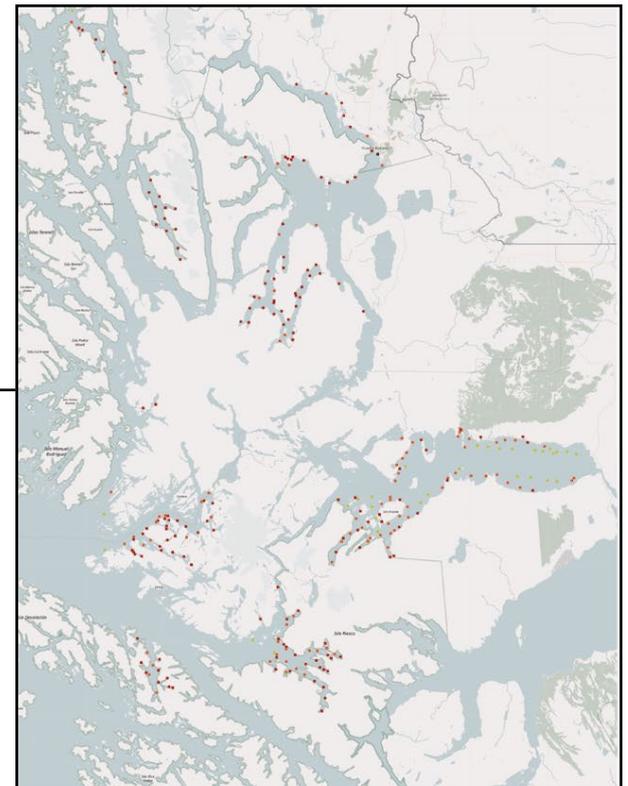
Figura 20: Elaboración propia / Mapa de Concesiones región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas INTESAL.



Región de Aysén
 - 724 concesiones en total
 - 96 se encuentran en trámite para su aprobación.

Región de Magallanes
 - 128 concesiones en total.
 - 428 se encuentran en trámite para su aprobación.

- Concesiones mas cercanas a la costa
- Concesiones cercanía media a la costa
- Concesiones mas lejanas a la costa



F21: Elaboración propia / Mapa de Concesiones región de Aysén
 Fuente: En base a información mapas INTESAL

f22: Elaboración propia / Concesiones región de Magallanes
 Fuente: En base a información mapas INTESAL

3.5

Empleabilidad:

Salmonicultura Chilena

El Instituto Nacional de Estadísticas (citado en Salmón Chile, 2017) señala que las 3 regiones del país donde se desarrolla la salmonicultura son las que tienen una menor tasa de desempleo a nivel nacional, con un 2,7% versus el 6,7% promedio a nivel nacional.

Esto se debe a que la industria salmonera genera más de 61.000 empleos asociados, de los cuales 21.000 corresponden a empleos directos a la empresa (en fábricas, cadenas de montaje, empleados de oficina, etc). 41.000 empleos indirectos son generados, que corresponden a actividades como servicios de transporte hacia la empresa, tiendas, restaurantes, proveedores, etc.



41.000

Empleos indirectos



21.000

Empleos directos



Fotografía 4: Mundo acuícola

3.6

Contradicciones de la industria

Existe una escasa fiscalización

Expansión de la industria a lugares más prístinos y no se hacen cargo de los problemas de raíz, solo los evitan y escapan

Molestia de los habitantes de la zona

Molestia de los pescadores por mortandad masiva

Molestia de los ecologistas por pérdida de fauna local

Resistencia social

Esto sucede en su mayor grado por la conflictiva etapa de engorda



Fotografía 5: Andrés Pérez

3.6

Disgusto de las comunidades locales



Fotografías 6: Tomate rojo / 7: 24horas / 8: SoyChillán

3.6

Lo que se esconde bajo las balsas



Fotografías 9 / 10 / 11 / 12: Greenpeace



**SALVEMOS LOS MARES
DEL FIN DEL MUNDO**

GREENPEACE
www.greenpeace.cl

4.1

Proceso productivo:

La industria salmonera requiere de una producción sistemática y eficiente para maximizar su producción que consta de diferentes etapas de crecimiento.

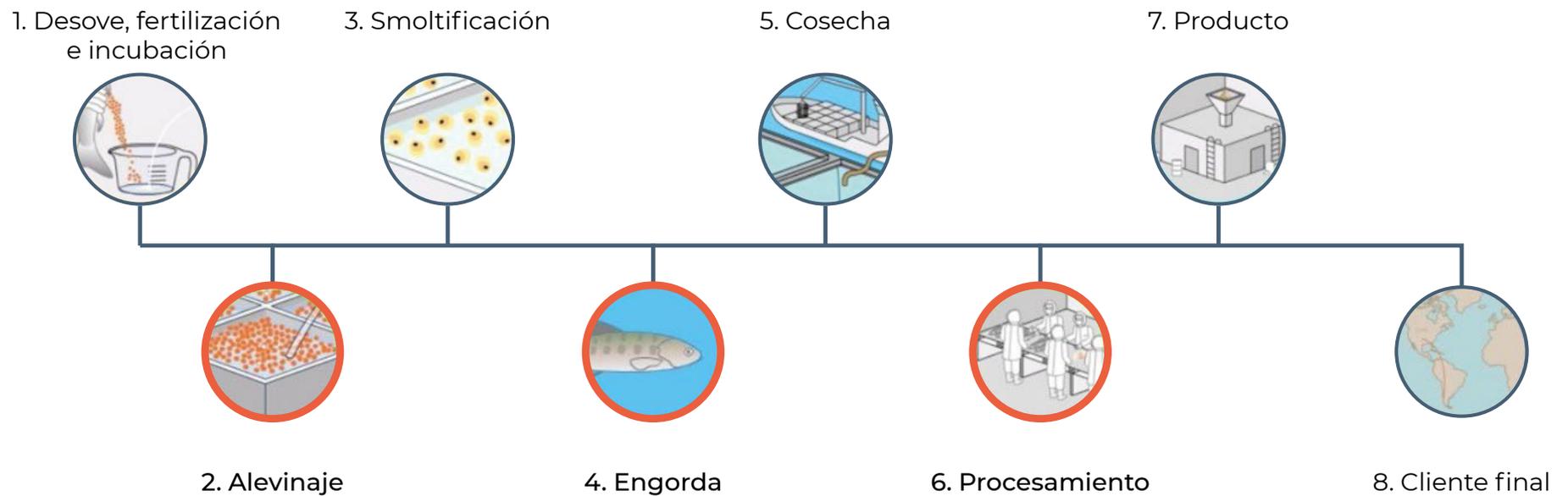


Figura 23: Elaboración propia / Proceso productivo del salmón
Fuente: En base a información de australisseafoods

4.1 Etapa en agua dulce:

Proceso productivo

Este proceso tiene una duración total de aproximadamente 10 meses y se realiza en estanques de piscicultura de agua dulce en tierra, ya que se requiere una manipulación más exacta y meticulosa realizada por mano de obra capacitada. En primer lugar, se deben extraer las ovas de las hembras y la esperma de los machos (época de otoño) para realizar una fertilización artificial. Estas son incubadas en depósitos controlados de agua dulce donde se desarrollan a 12°C en agua oxigenadas y claras hasta la eclosión. Luego de 4 semanas las ovas alcanzan la resistencia necesaria para ser transportadas y redistribuidas hasta lograr salir de sus huevos generando la eclosión. Posteriormente deben estar 4 semanas más absorbiendo los nutrientes de sus huevos hasta que el alevín (Pescado pequeño de corta edad) finamente pueda nadar libremente e iniciar su etapa de alimentación en incubadoras, en bateas o mallas de primera alimentación hasta convertirse en el salmón juvenil. Es en esta etapa cuando crecen más rápidamente, por lo que sus requerimientos nutricionales son más estrictos (proteínas, lípidos y carbohidratos complementados con vitaminas y minerales). Luego viene el proceso llamado esmoltificación, que consisten que los salmones generan un cambio físico que les permite desarrollar la resistencia y el tamaño adecuado para ser transferidos a aguas saladas para realizar su segunda etapa de crecimiento en jaulas flotantes (Australis Seafood, s. f.).



Fotografías 13, 14 y 15: SalmonExpert

4.1 Etapa de engorda:

Proceso productivo

En esta etapa los salmones son llevados al mar por un periodo aproximado de 10 a 20 meses dependiendo de la especie a engordar. Durante este proceso son alimentados en jaulas flotantes hasta que alcancen su talla comercial la cual varía según el tipo de especie de cultivo. Las unidades productivas tienen una densidad de población máxima de 17kg/m³. Esto se regularizó para disminuir riesgos de pérdidas de ejemplares por enfermedades o falta de oxígeno, ya que previo al 2007 algunas unidades de cultivo tenían densidades superaban los 32kg /m³. Los salmones son alimentados dos veces al día, una en la mañana y la otra en la tarde con pellets secos (humedad de 8 a 9%), este proceso se lleva gran parte de los costos por lo que se debe realizar de manera correcta para dosificar gastos (Australis, s.f.).

Es difícil saber el estado de los salmones desde la superficie por lo que se realizan periódicamente muestreos a algunos ejemplares para ser sometidos a pruebas de peso, talla, estado de madurez sexual, parámetros generales, pero también para saber parámetros que influyen directamente sobre los peces como microorganismos (patógenos o no patógenos), macroorganismos (parásitos), salinidad, temperatura, etc. y luego reincorporarlos al mar (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2012).



4.1 Etapa de procesamiento:

Proceso productivo

Luego de la cosecha los salmones son llevados a plantas de procesamiento en industrias salmoneras territoriales. En la planta de proceso primaria se recibe el salmón vivo y por medio de altas tecnologías se realiza la matanza del pez de manera indolora para los ejemplares, luego se transforma en producto de valor agregado según los requerimientos que el cliente necesite para su futura venta (Australis, s.f.). Por lo general el ciclo es el siguiente:

- 1° Matanza
- 2° Mantención en hielo
- 3° Traslado a planta
- 4° Lavado
- 5° Eviscerado y descabezado
- 6° Lavado
- 7° Congelado en placas
- 8° Glaseado
- 9° Empaque
- 10° Mantención en cámaras de frío

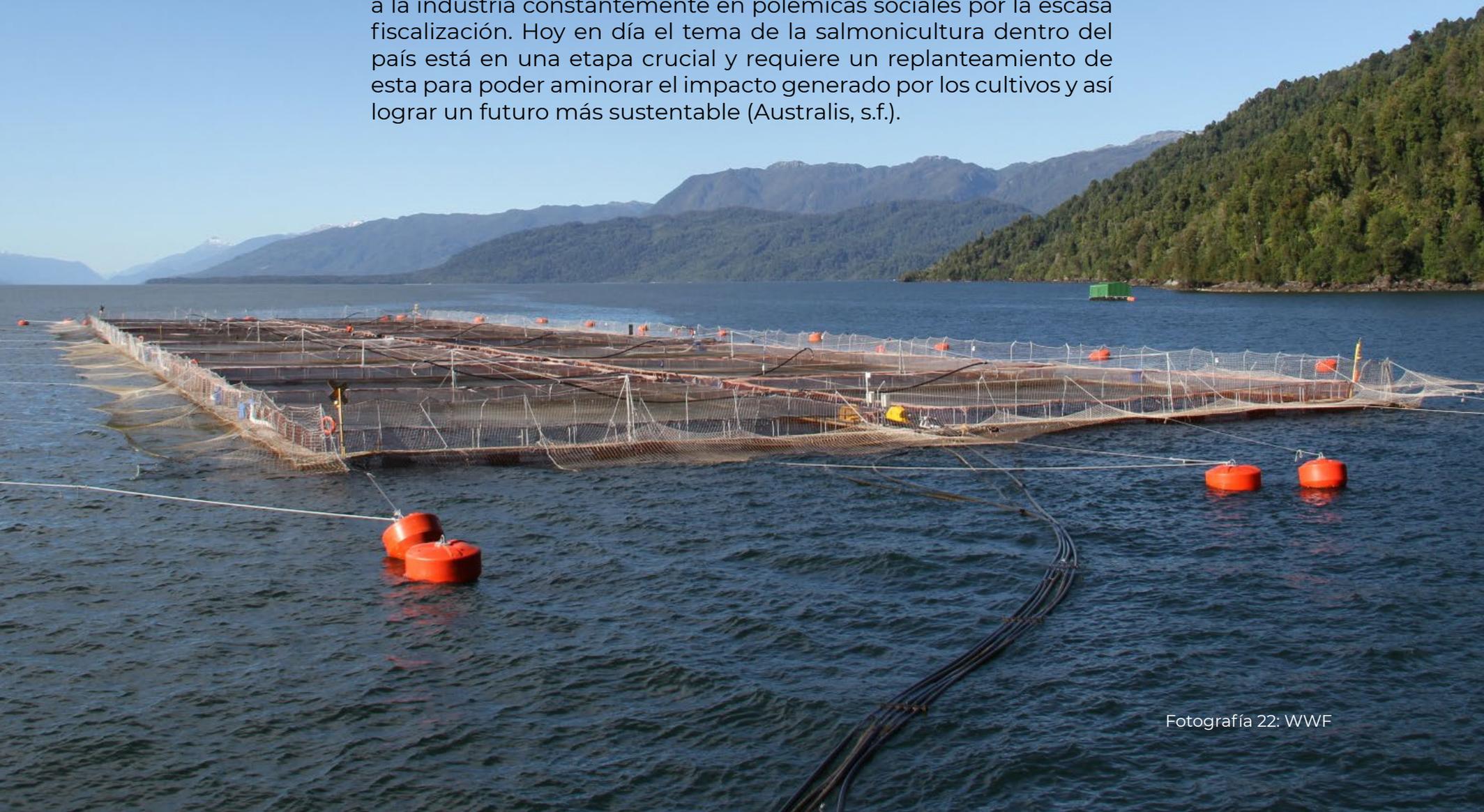


Fotografías: 19: aqua / 20: Agenda acuícola / 21: Mundo acuícola.

4.2

Etapa de engorda

Dentro de todo el proceso productivo del salmón, la etapa de engorda es la que tiene un mayor rechazo social debido a su impacto directo en el ecosistema marino de los fiordos oceánicos de la zona sur del país. En la historia de la salmonicultura chilena han ocurrido diversos desastres medioambientales que han puesto a la industria constantemente en polémicas sociales por la escasa fiscalización. Hoy en día el tema de la salmonicultura dentro del país está en una etapa crucial y requiere un replanteamiento de esta para poder aminorar el impacto generado por los cultivos y así lograr un futuro más sustentable (Australis, s.f.).



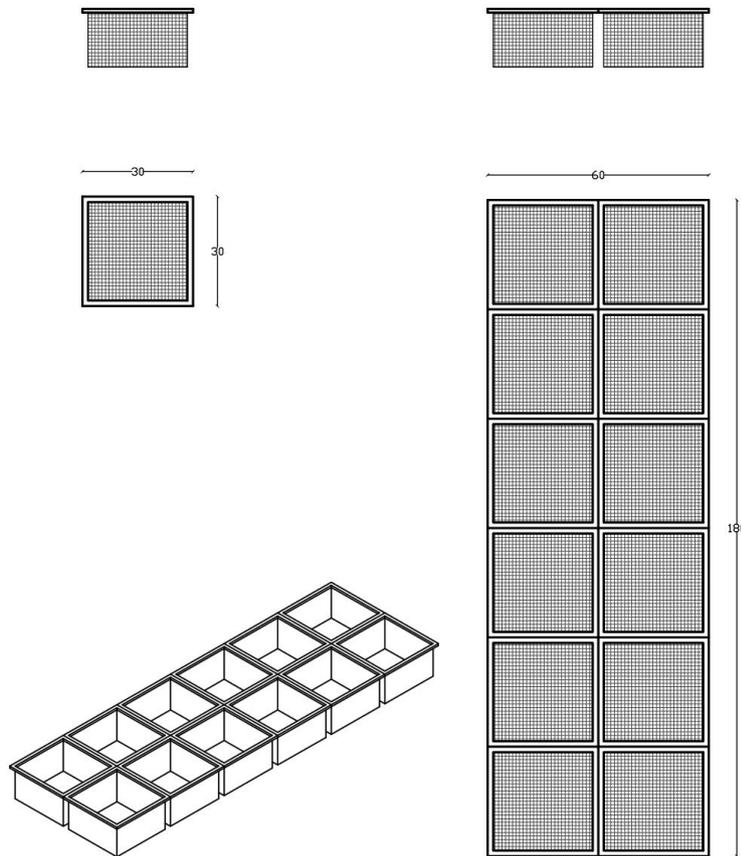
4.2.1

Funcionamiento

Unidad productiva:

Las unidades productivas tienen medidas estandarizadas con un máximo de capacidad según especie cultivada para tener una producción más segura y eficiente (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2012)

DIMENSIONES DE UNA UNIDAD PROMEDIO



10 A 12 UNIDADES DE 30X30X15
Cada salmón se cosecha con un peso aproximado de
5,2 kg

Ley permite un máximo de 17kg / m³ de salmón



40.500
Salmones por unidad
(máximo permitido 45.882)

Si son 12 unidades se cultivan 810.000 salmónes
por centro de cultivo
(máximo permitido 1.000.000)

Figura 24: Elaboración propia / dimensión y cuantificación de la unidad productiva
Fuente: En base a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

4.2.1

Inserción de la especie:

Funcionamiento

El transporte de los smolt (Salmones juveniles) a los centros de cultivos de engorda se divide en dos etapas:

La primera consiste en el transporte terrestre desde la faena de la piscicultura de agua dulce hasta los puertos de embarcaciones, para lo que se utilizan camiones especialmente equipados con sistemas de inyección de oxígeno, sistemas de control de temperatura y salinidad. Los camiones tienen entre 3 a 9 estanques de fibra de vidrio con capacidad de 3m³ en cada uno.

La segunda etapa consiste en el traslado marítimo desde el puerto de descarga hacia los centros de cultivos. Para realizar el intercambio se utilizan barcazas tradicionales equipadas con estanques de plástico o fibra de vidrio para recibir a los smolts, este proceso de intercambio se debe realizar rápidamente para que no sea dañino para la salud del pez. Por último, cuando la barcaza llega a su destino, los salmones deben ser descargados rápidamente, verificando también la calidad del agua, su oxigenación y el estado de las redes que conforman la jaula (Astudillo, 2018).

Dos etapas:

1°

Transporte terrestre

Puerto de descarga

2°

Traslado marítimo



Transporte terrestre



Traspaso de transporte



Transporte Marino

Fotografías: F23 a F26 Salmonchile / F27 anchaca / f28 acuabench

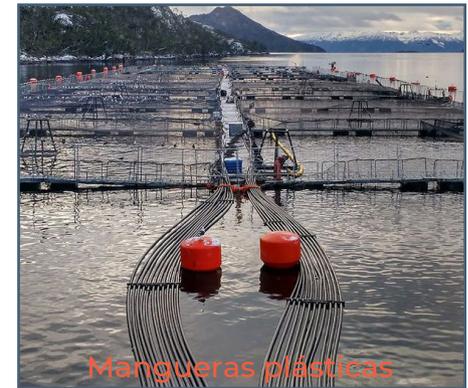
4.2.1

Proceso de alimentación:

Funcionamiento

En la etapa de engorda de mar, se deben tener en cuenta diversos factores que afectan a la alimentación en las distintas épocas del año y según la región en la que se está ubicado por el tipo de clima y de corrientes. Es por eso que se utilizan métodos de sistemas de alimentación centralizados que permiten un control estricto para evitar el desperdicio de alimentos al ecosistema y así aminorar el impacto ambiental y económico (Aqua, 2016).

Los sistemas centralizados constan de varios silos de gran capacidad ubicados en el pontón, el cual consiste en un “Artefacto naval que se sitúa en el mar y que actúa como un sistema que almacena y entrega alimento para la engorda de peces, funcionando las 24 horas del día, durante los siete días de la semana. Además, permite que trabajadores puedan trabajar en turnos, contando con excelentes condiciones para vivir.” (Camanchaca, s.f.). Este mecanismo se encarga de repartir el alimento desde el silo principal a cada unidad productiva mediante mangueras plásticas que pueden llegar a tener distancias de hasta 600 metros de largo. El número de silos varía dependiendo del tamaño de la concesión, pero estos se acoplan a un mecanismo de válvulas llamado “revolver” que está programado para distribuir los alimentos a cada jaula. Para la expulsión de los pellets se utilizan sopladores neumáticos Root de gran desplazamiento y baja presión, que por medio de dispersores giratorios se encargan de suministrar el alimento a los salmones. Todo esto funciona con programaciones previas de softwares especializados (Proessel, 2006; Mundo Acuícola, 2019)



4.2.1

Proceso de cosecha:

Funcionamiento

Cuando los salmones alcanzan la talla comercial esperada en los rangos de tiempos comunes, comienza la etapa de cosecha con el levantamiento de las redes para ir disminuyendo el espacio de libertad de los peces hasta que los salmones comienzan a salir a la superficie. Luego son succionados por mangueras plásticas de grandes dimensiones que al estar conectada a una bomba permite el traslado de los ejemplares hacia la barcaza de apoyo ubicada junto a la jaula, en la cual se van depositando para su posterior traslado a las fábricas de procesamiento (Abud, Bofill y Stefani, 2009).

1°

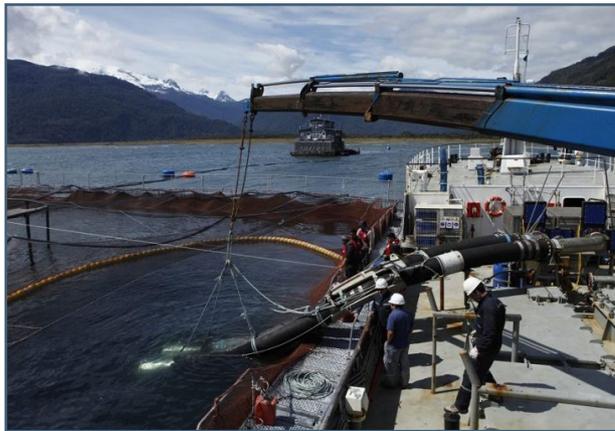
Levantamiento de las redes



Disminuir el espacio de libertad

2°

Succión de ejemplares



Son trasladados a una barcaza de apoyo

3°

Traslado



Son llevados a fábricas de procesamiento

Fotografías: F35 javyard / F36 Aqua chile / F37 Salmonexpert

4.2.1

Impacto visual

Funcionamiento

En la mayor parte de las unidades de cultivo que podemos encontrar en la zona sur del país se genera un impacto visual que las personas de las comunidades locales y los turistas pueden notar a simple vista desde las costas. Esto se debe principalmente a que los centros de cultivo están cercanos al continente, donde las aguas son más calmas y de menor profundidad.

Problemática asociada

IMPACTO VISUAL

4.2.2

Condiciones marítimas:

El sur de Chile es característico por su clima frío y lluvioso ya que caen alrededor de 3000mm al año y muchas veces estas están relacionadas a tormentas que pueden traer consecuencias para la industria salmonera. Esta se emplaza en los fiordos de la zona sur ya que las corrientes marinas son menores que en los océanos continentales, pero aun así muchas sufren grandes daños al presentarse una tormenta.

Las olas son lo primero que se debe considerar a la hora de generar algo que va a estar inmerso en el mar. Pueden variar en cuanto a su volumen dependiendo de la zona y el viento, el cual es el principal factor que incide en las formaciones de estos fenómenos y que se debe tener en cuenta. Este fenómeno afecta en diversos aspectos a la industria salmonera, ya que además de causar daños estructurales en los sistemas de cultivos, también por el constante movimiento de las aguas les puede generar un trauma osmótico. Las corrientes son generadas principalmente por dos variables mareas y vientos, estas generan cargas sobre las jaulas de salmones y afectan negativamente en la en la alimentación de los cultivos, ya que generan perdidas por desplazamiento. Una buena corriente marina puede cumplir un rol fundamental en cuanto a la renovación del oxígeno ya que generan un intercambio de las aguas y también ayuda a quitar los desechos que se producen en los cultivos (Urrutia, 2016).

Intensidad de corrientes

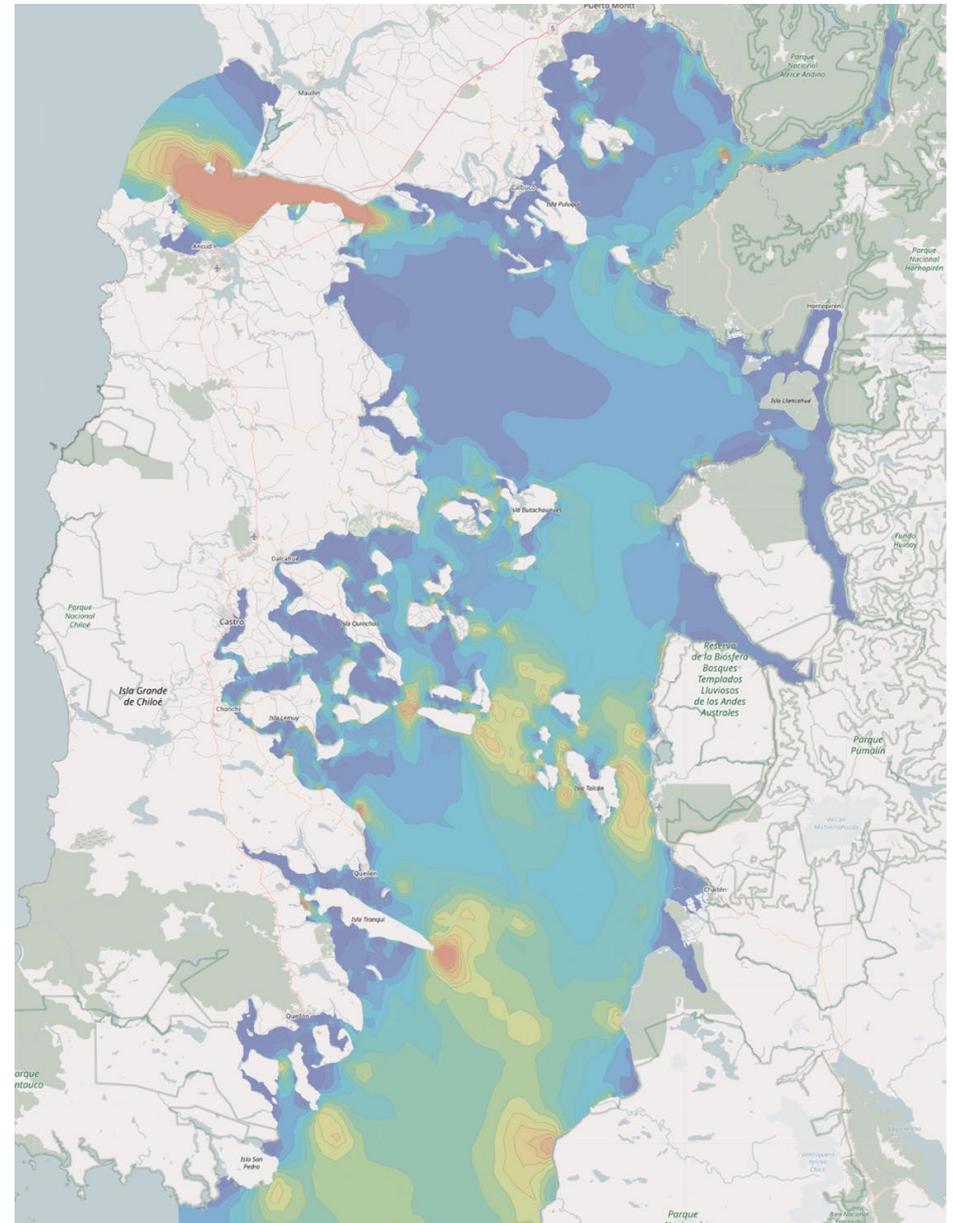


Figura 25: Elaboración propia / Mapa de velocidades de corrientes región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas chonos del instituto de fomento pesquero

4.2.2

Estructura de la jaula tipo

Condiciones marítimas

Las unidades productivas están emplazadas en los fiordos de la zona sur del país con el fin de tener no tener pérdidas provocadas por las condiciones climáticas del lugar ya sea por ráfagas de vientos, corrientes marinas o lluvias torrenciales. Pero aun así se produce el colapso de algunas jaulas salmoneras al estar inmersas ante condiciones climáticas extremas generando el escape de estos.

Es por eso que se debe re-diseñar una unidad mas resistente que resista la condiciones del lugar y aproveche estas problemáticas como oportunidad por ejemplo utilizar energía Eólica.

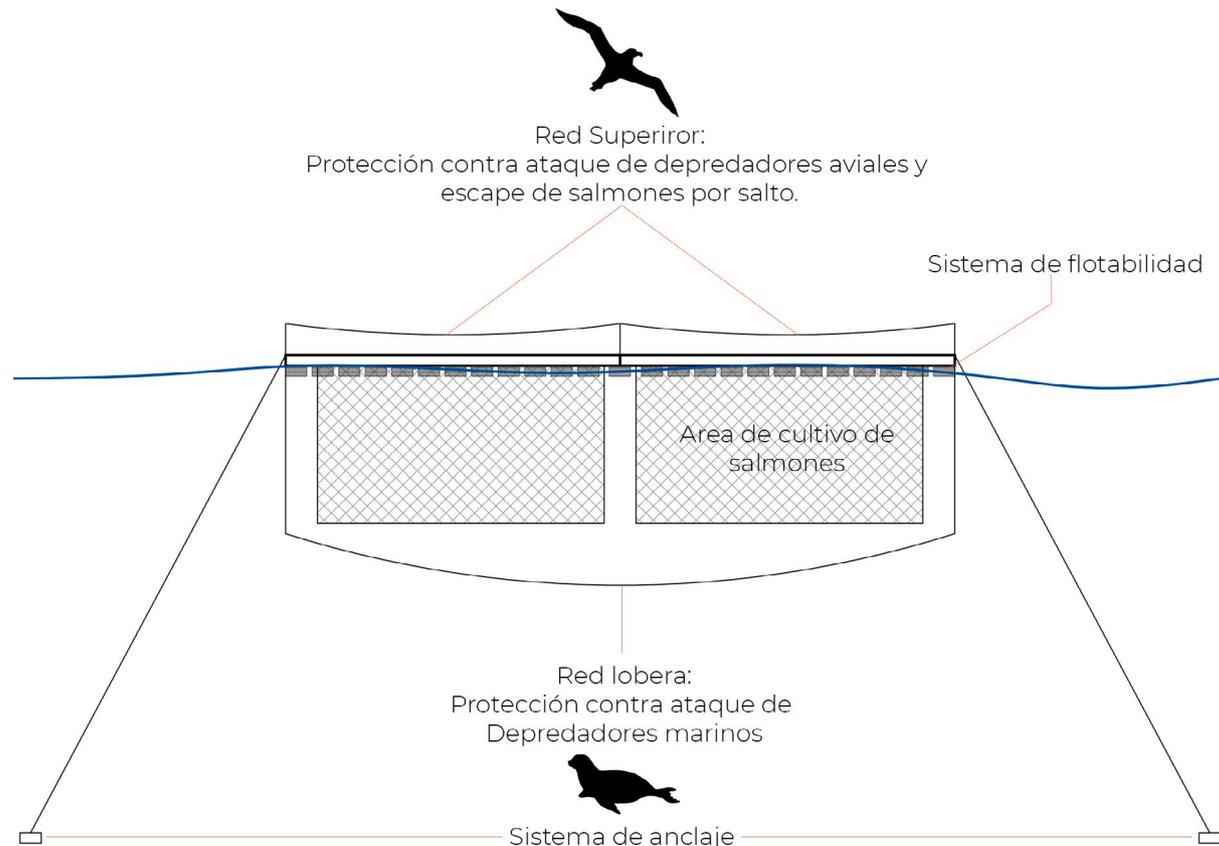


Figura 26: Elaboración propia / Elementos de una unidad productiva tipo
Fuente: En base a información Salmonexpert.

4.2.2

Escape de ejemplares:

Condiciones marítimas

De acuerdo a lo expuesto por el Dr. Fernando Mardones (2018), el escape de ejemplares salmónidos de los centros de cultivo es un problema recurrente en la industria ya que existen constantemente noticias que informan la presencia de estos temas. Esto ocurre por fenómenos climáticos propios de la zona sur que pueden alterar las mareas, las corrientes y el oleaje. Si la concesión está ubicada en zonas más expuestas o más cercanas a la zona austral, existe un mayor riesgo de fallas en las unidades productivas ya que las condiciones climáticas y marítimas se vuelven más impredecibles. Otro fenómeno que afecta a el escape de ejemplares son los ataques de lobos marinos y otros tipos de depredadores, esto se debe a que existe una alta concentración de salmones en un mismo lugar, por lo tanto se presenta como una carnada fácil de conseguir, es por eso que muchas veces las especies depredadoras tratan de romper las mallas para conseguir su presa.

El esparcimiento de los salmones en las aguas de la zona sur del país aún no tiene consecuencias medibles y cuantificables en términos de pérdidas de la biodiversidad endémica, pero si se sabe que por ser una especie carnívora que está acostumbrada a recibir diariamente altas cantidades de alimentos durante cortos periodos, al quedar a la deriva en el océano los obliga a conseguir y depredar proteínas que se encuentren en el lugar lo que afecta directamente a las especies nativas del ecosistema ya que son depredadas por estos. Otra problemática asociada al escape de salmones es que existen pescadores artesanales que capturan y venden estos ejemplares a menor precio, pero esto puede traer consecuencias para la salud de los consumidores ya que, al no haber terminado el proceso completo de crecimiento aún se pueden encontrar restos de antibióticos, lo que puede afectar sobre todo a las embarazadas y los niños.



Figura 27: Fuente: fundación terram / Elaboración propia / cantidad de escape de salmones por región

4.2.2

Condiciones marítimas

Escape de ejemplares:

Noticia de ultimo minuto

En julio del
2020

Ocurrió uno de los peores desastres de la industria ya que se hundió una concesión completa de cultivo de salmones en la zona del seno de Reloncaví por las duras condiciones climáticas que se encontraban en la región de los lagos.

1 millón

De salmones vivos
quedaron libres en el
ecosistema

Consecuencias legislativas y
a la biodiversidad

Existen metodos de pagos
a los pescadores que logren
capturar ejemplares



Fotografía 39: BioBio Chile



Fotografía 40: Terra Chile

4.2.2

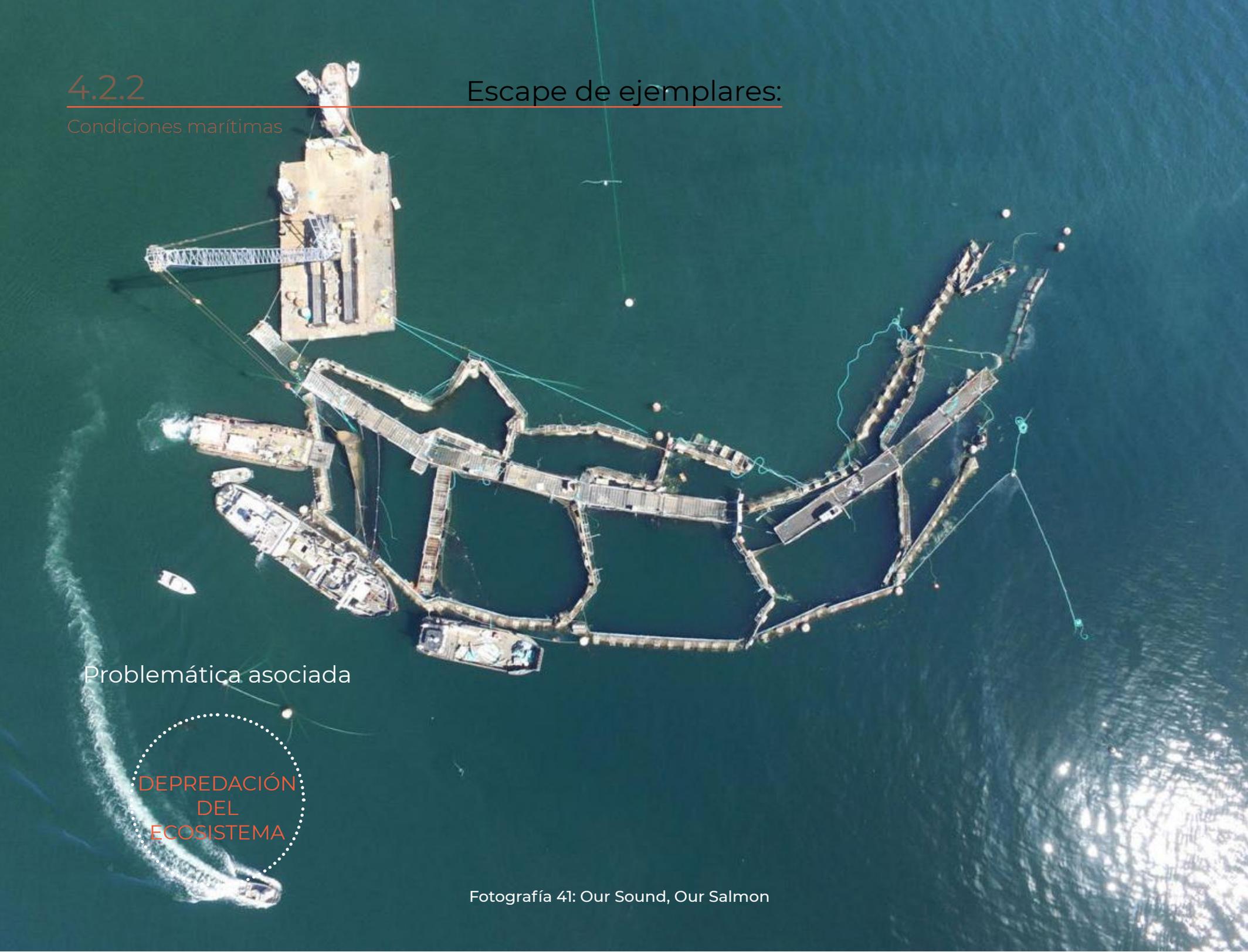
Condiciones marítimas

Escape de ejemplares:

Problemática asociada

DEPREDACIÓN
DEL
ECOSISTEMA

Fotografía 41: Our Sound, Our Salmon



4.2.3

Condiciones sanitarias:

Las según Liesbeth van der Meer directora de Oceana, las condiciones sanitarias son el principal problema al que se ve enfrentada esta industria actualmente, ya que hay una escasez de regulaciones en estos temas ecológicos. Los problemas sanitarios que provocan los centros de cultivo afectan al ecosistema marino, a las comunidades locales y a la misma producción, ya que los índices de calidad del agua traen consecuencias para los ejemplares cultivados. Las empresas salmoneras, como aún no se ven obligadas a realizar soluciones, están buscando una expansión de las concesiones hacia las zonas australes más prístinas del planeta.

Problemáticas asociadas



4.2.3

Uso de antibióticos:

Condiciones sanitarias

El uso de antibióticos siempre ha estado presente en la industria del salmón ya que es una especie exótica que tuvo que adaptarse a las condiciones marítimas de nuestro país. En el año 2007 se pone en evidencia la fragilidad del sistema ya que aparece un brote de virus llamado ISA (Anemia infecciosa del salmón) que afecta drásticamente a las especies de salmones, lo que generó drásticas consecuencias para la empresa en términos sanitarios, medioambientales y laborales. Esto ocurrió ya que la enfermedad tuvo una propagación muy rápida debido a la cercanía entre los centros de cultivo, las altas densidades (32 kg/m³) y la poca regulación de la industria en temas ambientales, por lo tanto, se tuvo que detener la producción ocasionando más de 20.000 despidos y millonarias pérdidas económicas para las empresas. Luego de este incidente se tomaron medidas de **densidades máximas de 17kg/m³ y barrios sanitarios** para poder evitar este tipo de propagaciones masivas de enfermedades (Senado de Chile, 2019).

Con la recuperación de las industrias los índices de uso de antibióticos para combatir otro tipo de enfermedades, aumentó drásticamente generando una preocupación por biólogos y científicos expertos en el tema ya que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), “de no tomarse medidas inmediatas, los decesos producidos por resistencia a los antibióticos serán la primera causa de muerte para el año 2050”.

En el año 2014 se llega a niveles históricos de uso de antibióticos, es por eso que la fundación OCEANA solicitó por transparencia al Serna-pesca, información acerca de la cantidad de antibióticos utilizados en cada industria salmonera en Chile, Pero el 71% de estas ósea 50 de las 60 empresas se negaron revelar esta información.

En el año 2018 luego de 4 años de esta petición, la corte suprema obliga a las industrias salmoneras a revelar esta información a través de un **informe mensual** con el propósito de que estos índices vayan disminuyendo con el tiempo.

Junto con este método de informes se implementó una **ley que prohíbe el uso preventivo de antibióticos para los salmones sanos**, esto quiere decir que solo se pueden utilizar una vez que se presenta la enfermedad, pero no existe una ley que restrinja la cantidad de antibióticos. El 2017 previo a la promulgación de esta ley, se realizó un estudio que informa que una tonelada de salmón consume 497,1 gramos de antibióticos, mientras que en Noruega que es la competencia directa por la misma tonelada se consume solo 0,4 gramos, por lo tanto, la industria chilena utiliza aproximadamente 1.400 veces más gramos de antibióticos por tonelada de salmón (El Mostrador, 2019).

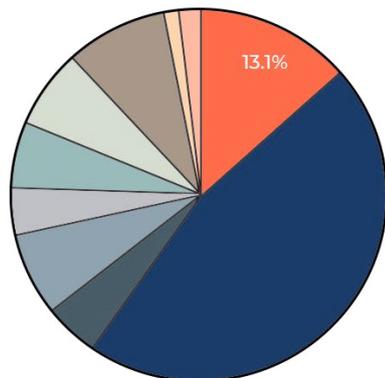
4.2.3

Condiciones sanitarias

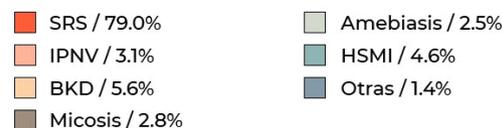
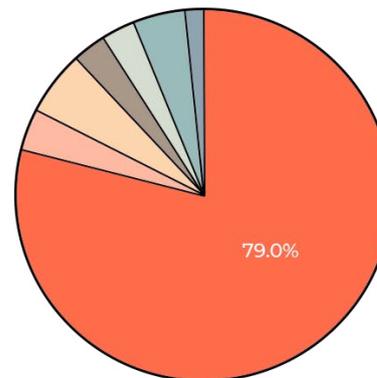
Uso de antibióticos:

La **mortalidad** de salmones del atlántico por **problemas infecciosos** representa el **13,1%** del total de causas. Dentro de las infecciones el Piscirickettsiosis o síndrome rickettsial del salmón (**SRS**) es la principal causa de mortalidades de peces ya dentro de las enfermedades infecciosas ocupa desde un 30 a un 90% de la totalidad de las muertes y a medida que aparecen más brotes, mayor es la pérdida económica. En los países del hemisferio norte como Noruega y Canadá, los porcentajes de pérdida de salmones producto de esta enfermedad son de 0,4 a 18%, significativamente menores ya que en esos países la calidad del agua es superior y existen más avances científicos para combatir las enfermedades infecciosas y generalmente se suministran por vacunas previamente a la etapa de engorda (Senapesca, 2016).

Indices de mortalidades
Salmón del atlántico



Indices de mortalidades
Causas infecciosas



Figuras 28 y 29: Elaboración propia / índices de mortalidades por causas infecciosas
Fuente: En base a información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura 2016 (sernapesca)

4.2.3

Uso de antibióticos:

Condiciones sanitarias

En relación al SRS de acuerdo al comité consultivo del Programa para la Gestión Sanitaria en la Acuicultura (2018), la mortalidad ocurre entre el día 9 y 29 de la infección para controlar esto se aplican vacunas en la etapa de smolt previa a la etapa de engorda, para prevenir mortalidades las cuales tienen una durabilidad de 10 a 12 meses, es por eso que deben utilizar antimicrobianos si hay un brote infeccioso principalmente Florfenicol y Oxitetraciclina, pero los peces cada vez son más resistentes a estos.

Hay diferentes factores que influyen en que la propagación sea más rápida tales como:

-**Temperatura del agua:** A mayor temperatura se acelera la enfermedad

-**Tiempo en el agua:** Puede durar largos periodos en agua de mar y es rápidamente inactivada en agua dulce.

-**Aparición de infección de centros vecinos infectados:** La distancia entre los centros de cultivos es parte de la razón por la cual el SRS sigue plagando la industria en Chile. La distancia debe ser de 7.5 y 10 km de distancia entre las jaulas de cultivos.

-**Densidad de los cultivos:** A mayor densidad, mayor la mortalidad

-**Enfermedades contaminantes y nutrición:** La contaminación infecciosa por el piojo de mar incrementa significativamente la mortalidad de peces infectados por SRS.

Tipos de antibióticos utilizados por la industria

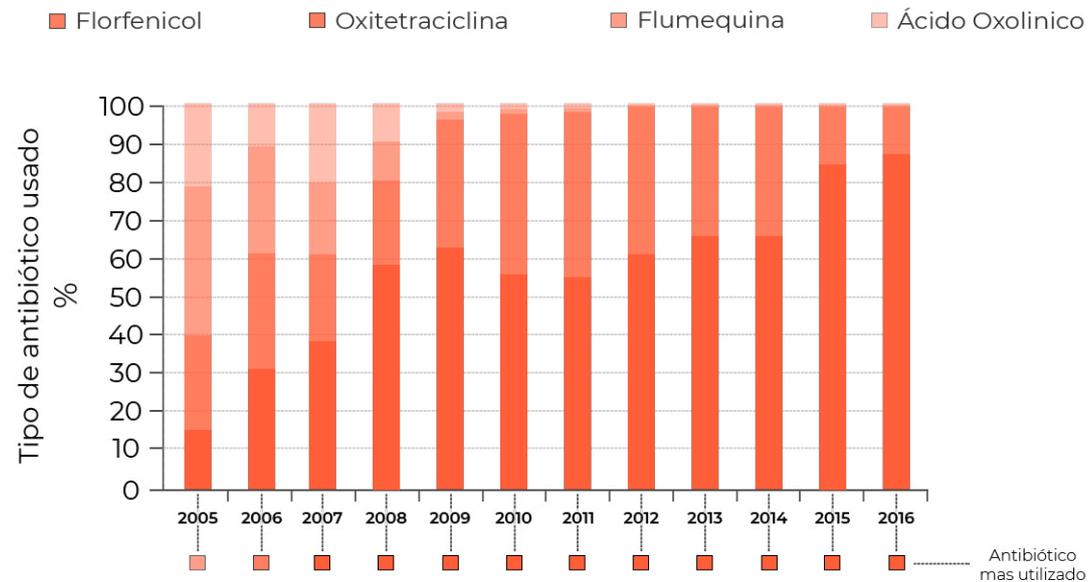


Figura 30: Elaboración propia / Porcentajes y tipología de antibióticos utilizados por la industria
Fuente: Centro de investigación OCEANA

4.2.3

Condiciones sanitarias

Uso de antibióticos:

A pesar de la gran cantidad de antibióticos que se utilizan en las concesiones salmoneras, la cuota que consume el salmón está pensada para que sea asimilada y eliminada por el organismo antes de que sea cosechado y consumido por la persona.

Actualmente los índices de antibióticos utilizados en la industria han disminuido en un 16% según el último informe del 2019 realizado por Salmon Expert (2019) y además en los últimos 5 años se ha disminuido un 45% del total de antibióticos utilizados. Esto es gracias a la mejora de la estrategia de la detección temprana de las enfermedades y el mejor uso de vacunas y dietas funcionales. Actualmente se está desarrollando un plan por SalmonExpert para reducir el uso de antibióticos a un 50% para el año 2025.

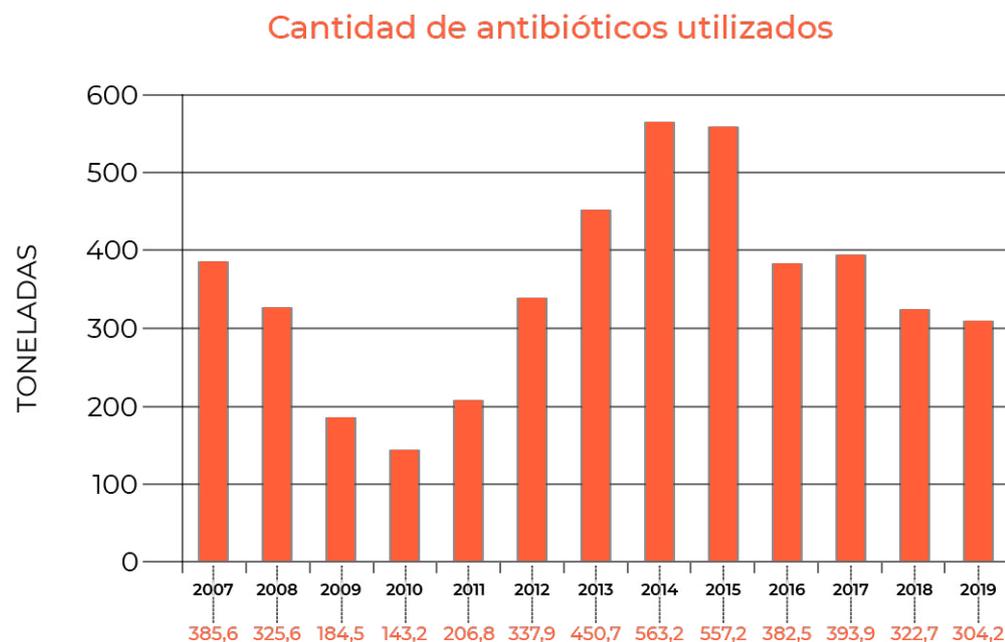


Figura 31: Elaboración propia / Cantidad de antibióticos utilizados en Chile
Fuente: En base a información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura / Salmonexpert

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos inorgánicos:

Los desechos inorgánicos en la industria salmonera tienen grandes volúmenes y muchos de estos no son retirados del lugar luego de cumplir su vida útil, los cuales se pueden ver en playas cercanas a concesiones, ya que las mareas los arrastran hacia el continente. También existen buzos locales que han descubierto residuos inorgánicos como cables, cuerdas y fundaciones en los fondos marinos (Laboratorio para el Análisis de la Biosfera, 2017). Dentro de los desechos más comunes se encuentran:

1°

Boyas plásticas
colores

2°

Boyas de plumavit
recubiertas de plástico

3°

Cuerdas

4°

Mallas

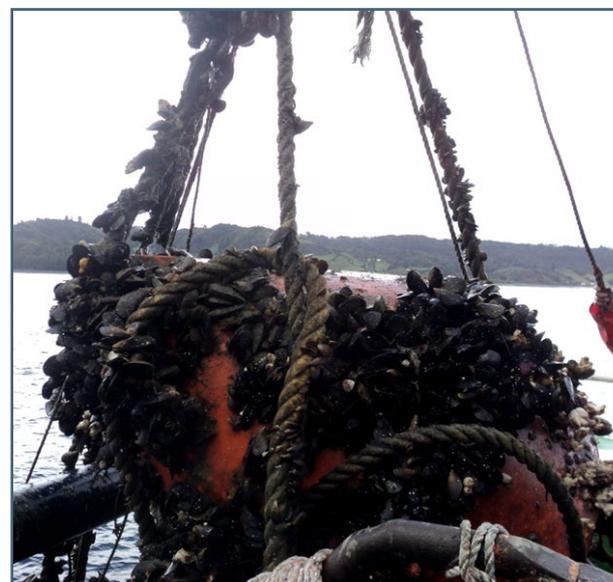
Problemática asociada

BASURA

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos inorgánicos:



Fotografías 43 a 48: terram

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos Orgánicos:

Este tipo de desechos corresponde a el exceso de **alimentación** que se pierde en el ambiente ya que no es captada por los salmones y también en un mayor porcentaje a las **heces excretadas** por estos ejemplares que quedan en suspensión o decantan hacia el fondo marino al igual que el exceso de alimentos. Este tipo de impacto es sin duda uno de los mas importantes de la industria por el aumento de nutrientes orgánicos que se generan en el ambiente y sobre todo en el fondo marino (Findlay; Kutti; Aranda; Hargrave, citado en Quiñones et al., 2019). La disminución del oxígeno disuelto en la columna de agua es la consecuencia más recurrente que afecta los fiordos impactados por los centros de cultivos de la zona sur y se le llama **eutrofización**.

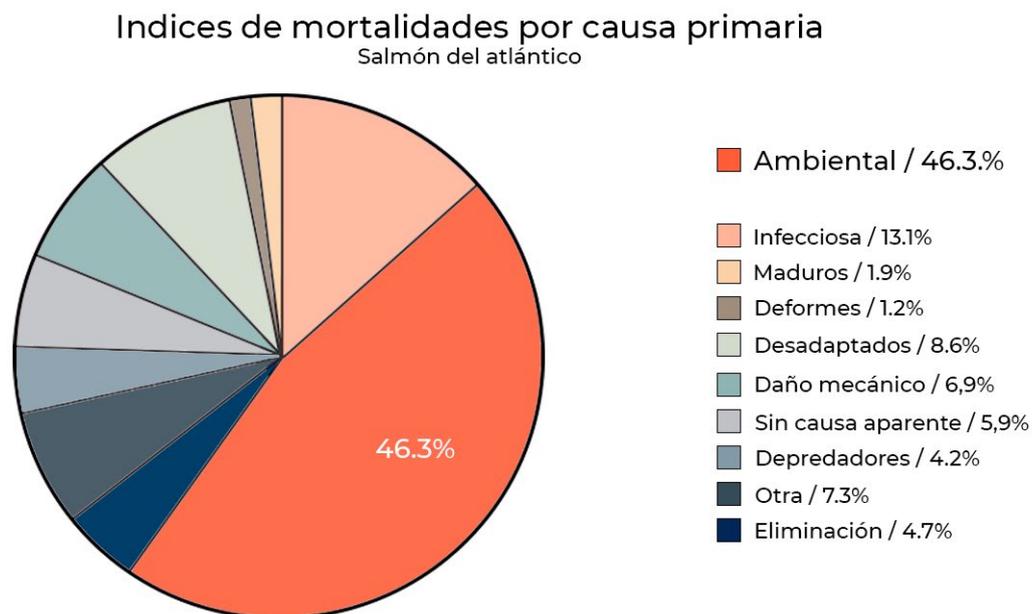


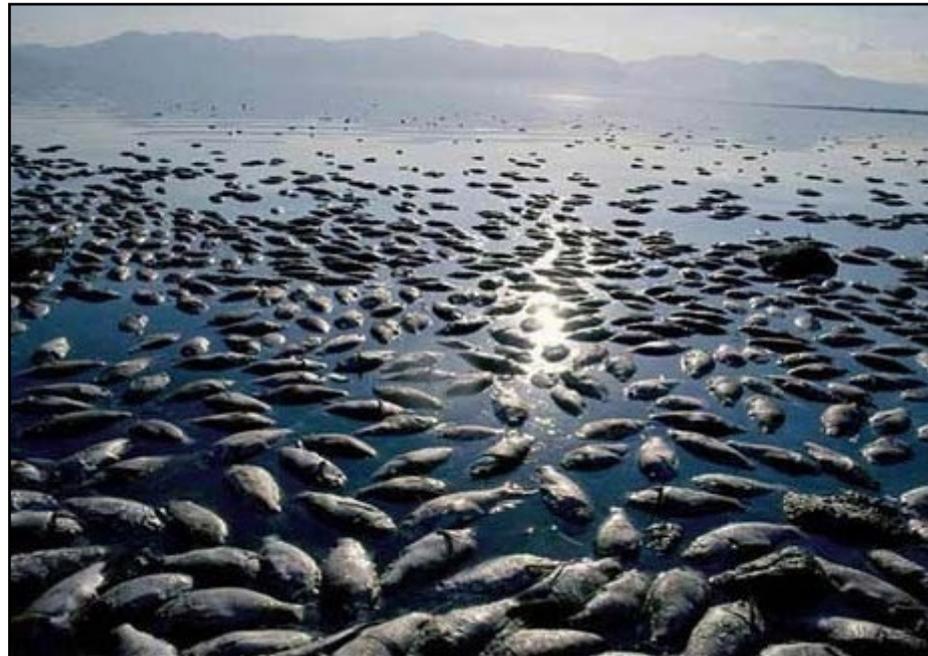
Figura 32: Elaboración propia / Índices de mortalidades del salmón del atlántico
Fuente: En base a información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura 2016 (sernapesca)

4.2.3

Desechos Orgánicos:

Condiciones sanitarias

La **eutrofización** es un fenómeno que se produce por una alta concentración de nutrientes orgánicos producidos por un monocultivo de salmones (sobrealimentación y heces excretadas) los que generan un leve aumento de la temperatura, provocando una descomposición de la materia orgánica y el crecimiento desmedido de microalgas. Esto provoca que el agua se enturbie y los rayos solares no puedan penetrar en el agua, lo que trae por consecuencia causa la muerte de las microalgas que agotan todo el oxígeno provocando la muerte de otras especies nativas y de los mismos salmones (Quiñones et al., 2019).



“La eutrofización de canales y fiordos patagónicos debido al cultivo de salmón en Chile ha sido reconocida como un riesgo ambiental para la producción de salmón” (Quiñones et al., 2019).

4.2.3

Desechos Orgánicos:

Condiciones sanitarias

La alimentación de los salmones se lleva aproximadamente el **50% del costo total** de producción, es por eso que la industria tiene sistemas mecanizados para garantizar el menor porcentaje de pérdida y así aminorar gastos extras y además generar un menor impacto en el ecosistema. En los comienzos de la industria salmonera se generaban pérdidas por sobrealimentación de un 20% en la etapa de engorda, actualmente este número disminuye considerablemente a un **3% de pérdidas**, esto quiere decir que los ejemplares consumen el 97% del alimento que se les suministra (Comisión Regional del Medio Ambiente, 2010).

Los salmones son alimentados durante todo su proceso productivo por pellets, estos tienen los mismos compuestos nutricionales, pero varían en su porcentaje y tamaño dependiendo de la etapa productiva que se está alimentando (Reid et al., 2009).



Fotografías 54 y 55: Salmonexpert

Alimentación

En la etapa de engorda por lo general se les suministra alimentos dos veces al día (mañana y tarde) o también hay concesiones que utilizan una alimentación a partir de micro raciones, esto quiere decir que se les suministra constantemente alimento, pero en pequeñas porciones para evitar pérdidas (Aqua, 2017). En esta etapa productiva se busca un rápido crecimiento por lo tanto su alimento se compone de la siguiente manera:

Componentes nutricionales	Cantidad aprox %
Proteína (mínimo)	39
Grasa (mínimo)	33
Carbohidratos (máximo)	10
Fibra (máximo)	1.5
Fósforo (Aproximado)	1.2
Minerales (máximo)	6.8
Humedad (máximo)	8.5
TOTAL	100

Figura 33: Elaboración propia / Composición de pellet etapa de engorda.
Fuente: Centro de Investigación Ambiental y de Algas Moleculares,
Universidad de NuevaBrunswick, St John, NB, Canadá

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos Orgánicos:

Alimentación

Estos porcentajes que componen los pellets son los que hacen más eficiente el FCR (Factor de Conversión de Alimentos) en el salmón que se produce en Chile, ya que corresponde a 1.2, esto quiere decir que se necesitan 1.2 kilogramos de alimento para producir 1 kilogramo de salmón. Al realizar un ejercicio de cuantificación para determinar la cantidad de kilogramos que son sedimentados en el fondo marino si tenemos 1 tonelada de cultivo de salmones cosechados con un FCR de 1.2; se estima que el 3% de la pérdida de alimentos correspondería a 36 kilogramos (Mundo Acuícola, 2020).

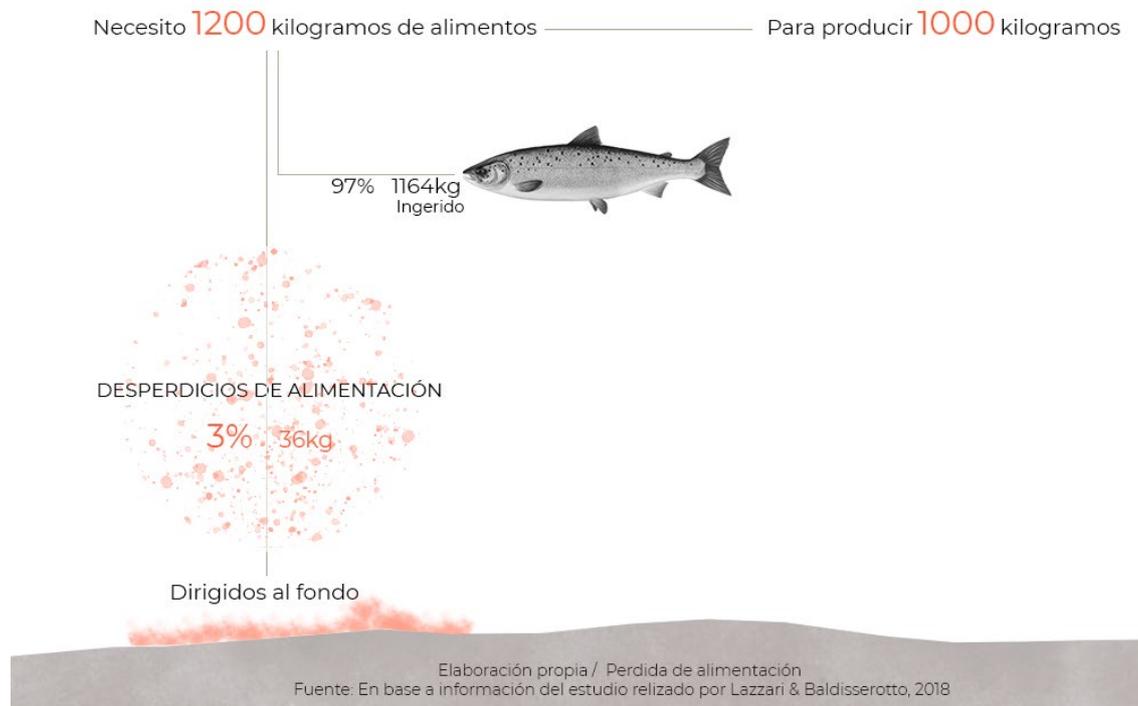


Figura 34: Elaboración propia / Perdida de alimentación
Fuente: En base a información del estudio realizado por Lazzari & Baldisserotto, 2018

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos Orgánicos:

Excreción de heces

Los salmones luego de consumir el 97% del total de alimentos que se les suministra, tienen una tasa de digestibilidad del total de los componentes alimenticios de un 85% aproximadamente, por lo tanto, el 15% restante es excretado por las heces las cuales tienen altas cantidades de nitrógeno y de fósforo en su composición, estos nutrientes excretados pueden ser sedimentados en el fondo si las dimensiones de las partículas son de mayor tamaño o se pueden disuolver con la columna de agua en el caso de que las partículas sean pequeñas.

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos Orgánicos:

Excreción de heces

El **nitrógeno** y el **fósforo** son nutrientes naturales presentes en los sistemas acuáticos que ayudan al crecimiento de algas y plantas, sin embargo, el exceso de estos nutrientes en el agua genera un rápido y excesivo crecimiento algar denominado florecimiento de microalgas desmedidas. Esto provoca un deterioro en la calidad de agua ya que reduce el oxígeno afectando directamente a las especies nativas del lugar (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social, 2017).

De los nutrientes contenidos en el alimento ingerido por los salmones, de acuerdo a Buschmann (2008), del 100% del fósforo que contenido, el 23% es absorbido por el salmón mientras que el 77% restante es excretado, y de este porcentaje que queda en el ecosistema, el 65% sedimenta en el fondo marino mientras que el 12% restante es disuelto en la columna de agua. Del 100% del nitrógeno que contiene el alimento, un 25% es asimilado por los ejemplares mientras que el 75% restante es excretado, por lo tanto, de la cantidad excretada hay un 15% que sedimenta en el fondo y el 60% restante se disuelve en la columna de agua.

4.2.3

Desechos Orgánicos:

Condiciones sanitarias

Excreción de heces

Estimación de la composición alimenticia y fecal típica del
Salmón del atlántico adulto.

Componentes nutricionales	Composición aprox %	Digestibilidad %	Cantidad digerida %	Cantidad de heces %
Proteína (mínimo)	39	90	35.1	3.9
Grasa (mínimo)	33	95	35.4	1.7
Carbohidratos (máximo)	10	60	6.0	4.0
Fibra (máximo)	1.5	10	0,15	1.4
Fósforo (Aproximado)	1.2	50	0,6	0,6
Minerales (máximo)	6.8	50	3.4	3.4
Humedad (máximo)	8.5			
TOTAL	100			15

Figura 35: Elaboración propia / tabla de porcentajes en pellets de alimento para salmones
Fuente: Centro de Investigación Ambiental y de Algas Moleculares,
Universidad de NuevaBrunswick, St John, NB, Canadá

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos Orgánicos:

Excreción de heces

Para cuantificar la dimensión de las heces excretadas en el entorno marino, de los 1200 kilogramos ingresados al ambiente para alimentar a una producción de 1000 kilogramos, hay que restarle el 3% de la pérdida por alimentos no consumidos, por lo tanto, se hace ingesta de 1164 kilogramos de alimento (36 kg de alimento no consumido). El 15% de los alimentos ingeridos por los salmones, son excretados, lo que quiere decir que se vierten en el ambiente marino 174.6 kg por cada tonelada de salmón cosechada. Finalmente, por cada tonelada de salmón producida se emiten al medio aproximadamente 8 kg de fósforo, 45 kg de nitrógeno (Reid et al., 2009), esto quiere decir que del fosforo 6.8 kg son sedimentados en el fondo y 1.3kg son disueltos en la columna de agua y en el caso del nitrógeno 9 kg son sedimentados en el fondo y 36kg son disueltos en la columna de agua (Lazzari & Baldisserotto, 2018).

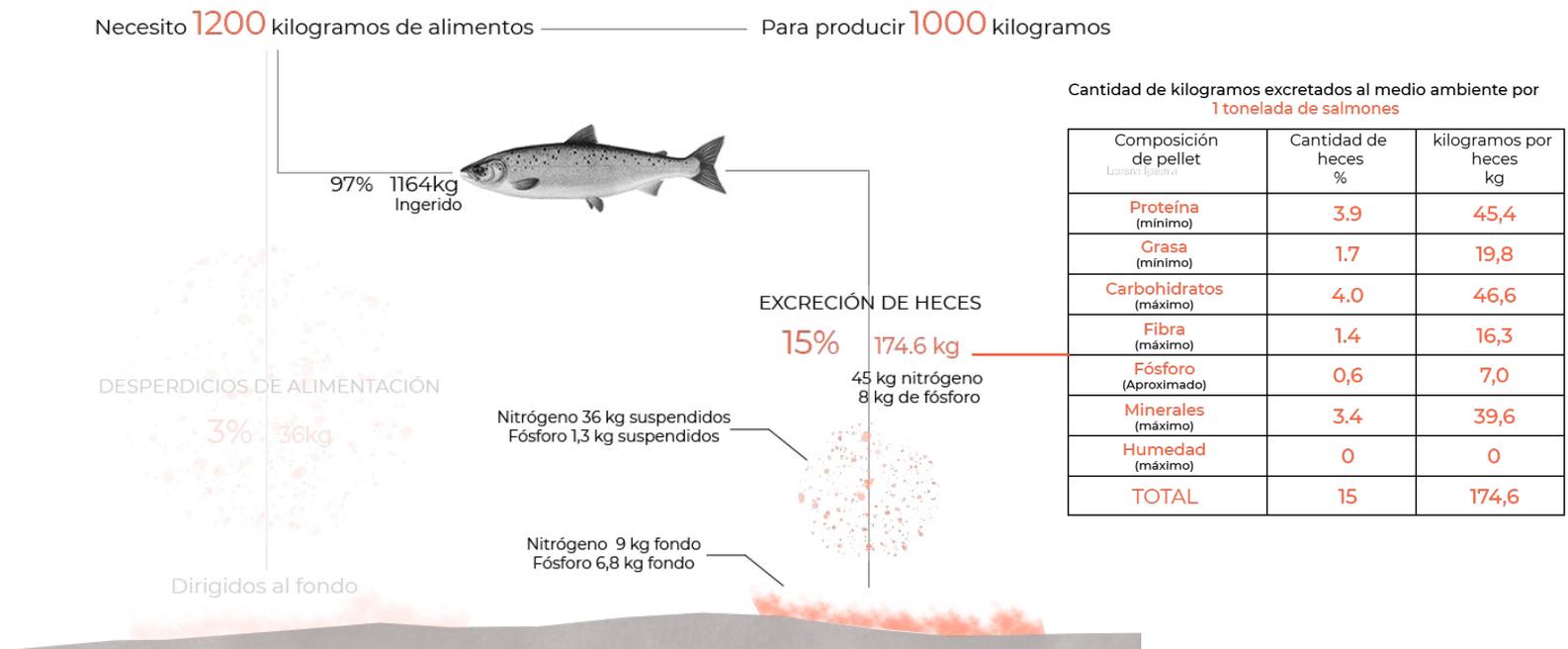


Figura 36: Elaboración propia / heces excretadas.

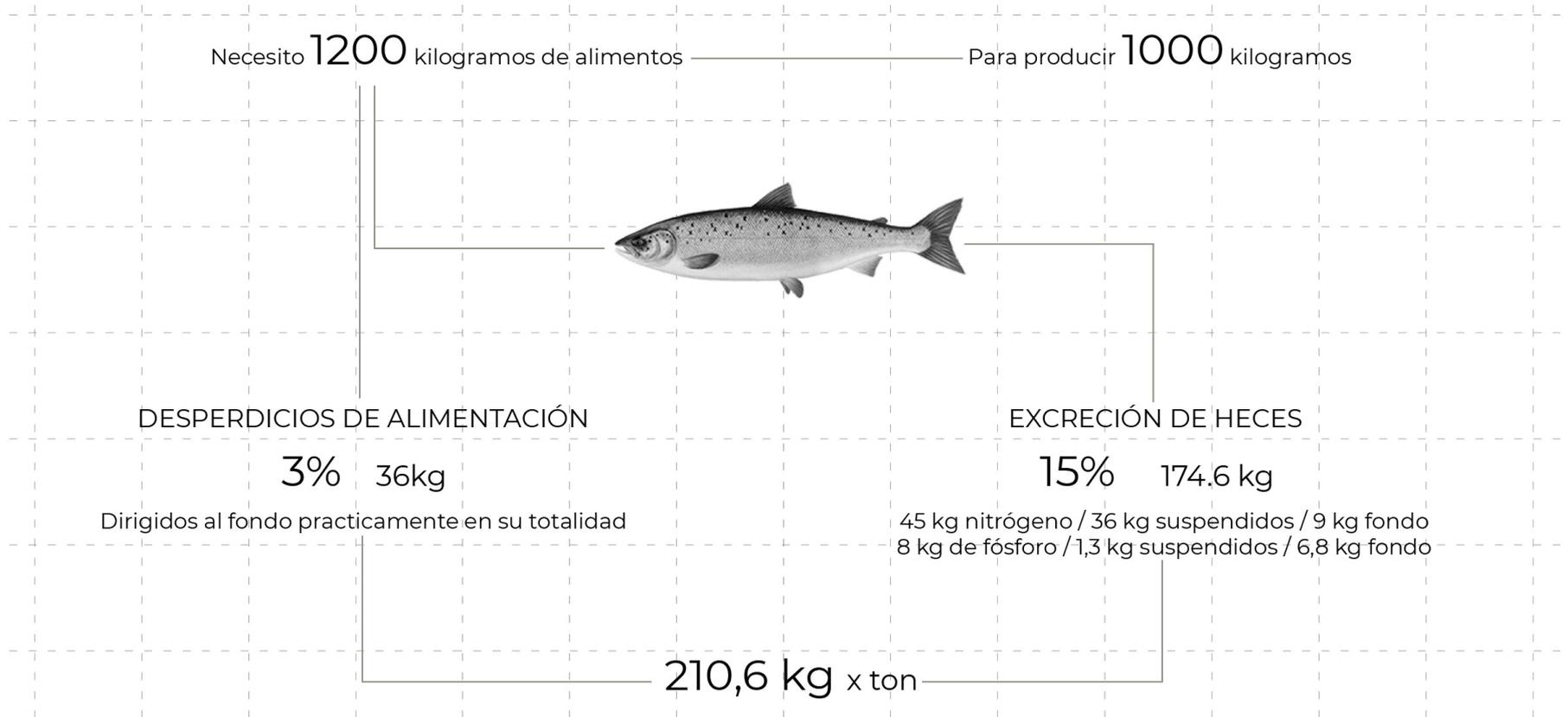
Fuente: En base a información del estudio realizado por Lazzari & Baldisserotto, 2018

4.2.3

Condiciones sanitarias

Desechos Orgánicos:

Carga contaminante total



4.2.4

Medidas sanitarias:

Luego de entender la dimensión del problema sanitario generado en los ecosistemas, es necesario conocer lo que actualmente se le exige a la industria por parte del reglamento ambiental para la acuicultura.

Lo primero que se les exige es generar “**Descansos sanitarios**”, los cuales son obligatorios luego de haberse cumplido un ciclo productivo de dos años aproximadamente en las concesiones salmoneras. Este proceso genera una pausa de entre 2 a 3 meses en el cual se debe realizar una sanitización de las redes y de la concesión en general. Luego de este periodo se puede volver a incorporar nuevas especies siempre y cuando las condiciones aeróbicas sean positivas.

El segundo proceso que se debe realizar es un **informe de muestreo** que se basa en la aerobia o anaerobia de los fondos marinos (DS 320/2002, Reglamento Ambiental para la Acuicultura), y que deben indicar que cumplen con la “norma de emisión” Res. Exe. N° 3612 de la Subsecretaría de Pesca, que define un estándar para ciertos indicadores (Oxígeno disuelto, Materia orgánica total, PH, Redox, Registro visual) y en el caso que no se cumpla con los estándares adecuados, se define un descaso de aproximadamente 8 meses o más hasta que se realice un nuevo monitoreo que indique que ya cumple con el estándar para volver a producir (Ley 18.892, 2019).

Estas regulaciones no son suficientes para detener el gran problema sanitario que se vive en los fiordos marinos de la zona sur, ya que existe una gran cantidad de concesiones aprobadas por 25 años, por lo tanto si una se encuentra en descanso, la producción se puede realizar en otra que tenga mejores condiciones de calidad debido a que por lo general las empresas salmoneras tienen muchas concesiones. Otra problemática es la regulación de los informes sanitarios, ya que cada empresa que tenga una concesión, debe entregar mensualmente estos informes a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, pero se han dado a conocer casos de alteración de resultados e informes. Esto se pudo ver el 2019, cuando se descubrió y se dio a conocer lo que hizo la empresa Nova Austral, la cual adulteró los informes ambientales que se deben entregar mensualmente para poder seguir operando de manera ilegal (López, 2019).

4.2.5

Ley de manejo de residuos:

Como se menciona anteriormente, la regulación que se implementa actualmente no logra resolver el grave problema que conlleva el vertimiento de los desechos orgánicos generados por el monocultivo de salmones en la etapa de engorda al ecosistema ya que el país no tiene las mismas condiciones de recambio de aguas como la gran parte de los otros países salmoneros.

Es por eso que el 28 de Agosto 2018 el diputado Gabriel Ascencio presenta un **proyecto de ley que impone a las industrias salmoneras a hacerse cargo de la contaminación que producen sus concesiones en el fondo marino** para disminuir el impacto ambiental (Fundación Terram, 2018c). La propuesta fue aprobada con unanimidad por la sala de la cámara de diputados, la cual plantea un proyecto que modifica la Ley 18.892 (2019) General de Pesca y Acuicultura, con el fin de exigir la remoción de los sedimentos a los titulares de las concesiones de acuicultura para cultivo de especies exóticas. Este proyecto plantea lo siguiente:

- **En cuanto a los desechos inorgánicos** (mallas, boyas, etc.), todo aquel titular de una concesión de acuicultura, debe adoptar las medidas para lograr que el fondo marino de su concesión quede libre de este tipo de desechos en el plazo que fije el reglamento, transportándolos a lugares de acopio autorizados para evitar las sanciones por incumplimiento.

- **En cuanto al tema de los desechos orgánicos** (alimento y heces), se deben tomar medidas para remediar, remover o evitar los desechos orgánicos del fondo marino, además se obliga a la concesión a presentar ante el Sernapesca un plan de acción de recuperación para el fondo marino.

-En el caso de transgredir la conducta, las sanciones serán la suspensión de operaciones por dos años contados desde la fecha del incumplimiento.

- En el caso de una segunda vez se permitirá el cierre de la concesión de manera permanente.

4.2.5

Ley de manejo de residuos:

Ley de manejo de residuos

De acuerdo a lo expuesto en el informe de la Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses (2019), Personas involucradas en el tema plantearon:



Arturo Clement:

El presidente de salmón Chile está de acuerdo con que las empresas salmoneras deben retirar los residuos inorgánicos (bollas, cuerdas, etc), pero cree que remover los lodos orgánicos ya acumulados bajo las jaulas flotantes no es la solución.



Profesor Alejandro Buschmann:

El Biólogo de la Universidad de los Lagos concluye en su aporte entregado a la discusión, que se deberían buscar alternativas de regeneración del fondo marino, ya sea por medio de nuevas tecnologías o la incorporación de especies multitróficas como algas y mejillones.



Esteban Ramírez:

El gerente general, del Instituto Tecnológico del Salmón, (INTESAL) en relación a los residuos inorgánicos (basura), están de acuerdo y apoyan a SalmónChile, con el respaldo Técnico de INTESAL, de que deben ser retirados, y que deben hacer más estricta la obligación legal y aplicar a todo tipo de cultivos.

En relación a los residuos orgánicos (Heces y Alimentos), están conteste en que el monitoreo, rotación, descansos y detención de operaciones, tal cual se hace en Chile, es el medio internacionalmente validado para mitigar este impacto. Sin perjuicio que es un modelo mejorable.

4.2.5

Ley de manejo de residuos:

Ley de manejo de residuos

La Comisión de Pesca de la Cámara incorporo a expertos para hablar y discutir sobre el tema de la remoción de sedimentos del fondo marino y estos opinaron lo siguiente:

-Esta estrategia puede agravar el problema más que solucionarlo.

-Puede generar dispersión de materia orgánica sedimentada en el proceso y considerando la falta de corrientes, las partículas re-suspendidas podrían durar semanas o meses en el entorno generando un impacto en la vida marítima de especies que habitan el fondo marino, además puede generar condiciones para la floración de otras microalgas (Eutrofización).

-Tiene una compleja logística en cuanto a la manipulación y el destino final de los desechos.

-Mientras no se evalúen los impactos ambientales que se podrían generar es mejor mantener medidas vigentes, pero más estrictas.

-Científicos recomiendan el descanso ambiental y la remediación del fondo marino como una potencial solución ambiental.

La propuesta planteada por esta nueva ley no ha considerado ciertos aspectos en relación a la remoción del fondo marino:

- No se hace cargo de la disposición final de los sedimentos ni tampoco del traslado de estos hacia los supuestos vertederos o destinos finales.

- No han investigado ni desarrollado sobre tecnologías existentes para estos temas de remoción por lo tanto no se sabe la factibilidad ni el resultado. De hecho, no se encontraron antecedentes bibliográficos de sistemas implementados en otras industrias internacionales.

- No se saben los efectos sanitarios que podrían generar las partículas suspendidas en el ecosistema, este fenómeno podría afectar a centros de cultivos cercanos y a la biodiversidad endémica del lugar.

- Actualmente no existe tecnología que haga viable el sistema de remoción.

- Altos costos que conllevaría esta intervención.

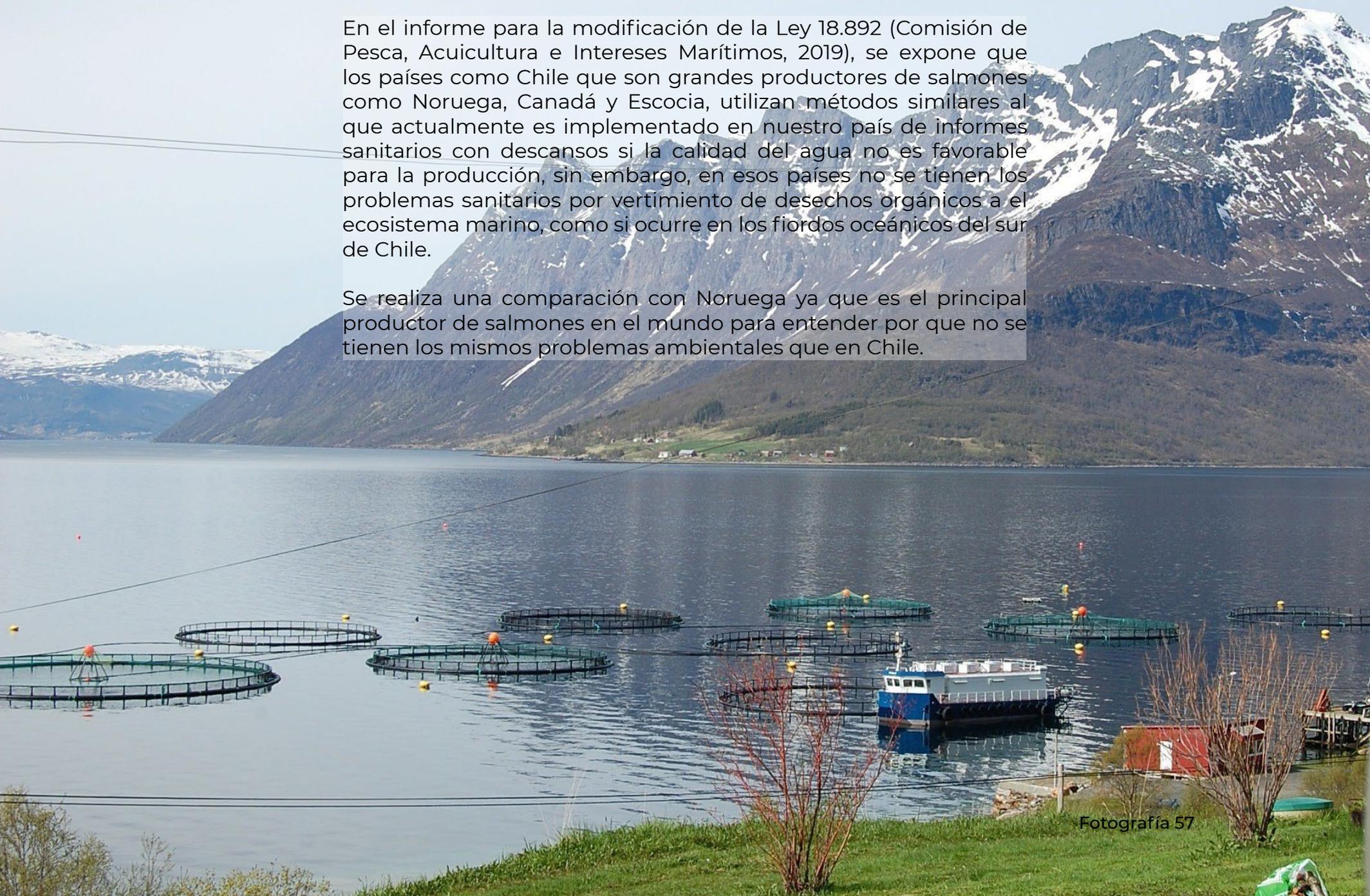
Esta ley todavía está en trámites ya que tiene incertidumbre en algunos temas, pero es cosa de tiempo para que se haga factible es por eso que la industria tiene que empezar a buscar soluciones que les permitan cultivar esta "super proteína" pero de manera sustentable y con visión de futuro para la industria acuícola (Fish Information and Services, 2019)

4.2.6

Comparación con principales productores:

En el informe para la modificación de la Ley 18.892 (Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos, 2019), se expone que los países como Chile que son grandes productores de salmones como Noruega, Canadá y Escocia, utilizan métodos similares al que actualmente es implementado en nuestro país de informes sanitarios con descansos si la calidad del agua no es favorable para la producción, sin embargo, en esos países no se tienen los problemas sanitarios por vertimiento de desechos orgánicos a el ecosistema marino, como si ocurre en los fiordos oceánicos del sur de Chile.

Se realiza una comparación con Noruega ya que es el principal productor de salmones en el mundo para entender por que no se tienen los mismos problemas ambientales que en Chile.



Fotografía 57

4.2.6

Salmonicultura Noruega:

Comparación con principales productores

El 2005 en Noruega se implementa un sistema para evitar el daño ambiental denominado MOM (Modeling-Ongrowing fishMonitoring-Monitoring). Para evaluar el impacto ambiental, el monitoreo de impacto y estándares de calidad. Se introducen dos términos:

- 1) **el grado de explotación:** Cuanto y con qué frecuencia se está utilizando el sitio.
- 2) **el nivel de monitoreo:** Cantidad de veces que se monitorea dependiendo del grado de impacto.

Estas implementaciones tuvieron como resultado que entre el 2012 y el 2016 el 90% de las concesiones salmonera tiene una calificación buena o muy buena en términos de calidad del agua, por lo tanto, para este país el tema de los desechos no es de mayor relevancia. Existen otras problemáticas mas importantes para este país tales como:

- 1) Propagación de enfermedades afectan a los centros y a las especies endémicas
- 2) Escapes de salmónes ya que afectan a la fauna local.
- 3) Cáligus o piojo de mar es la más importante afecta a la salud del salmón y genera grandes mortalidades tanto para peces silvestres como de granja.

Otras características que favorecen a este país y que hacen la diferencia con Chile es que Noruega tiene una muy buena calidad del agua esto se debe a la profundidad de sus costas que permiten una óptima circulación de las corrientes que realizan un correcto favorable intercambio de nutrientes y desechos.

A pesar de los beneficios que el salmón nos proporciona, aun no se ha generado una unidad productiva que se haga cargo de los desechos generados por los salmones de manera pasiva y que contribuya tanto al entorno como al medio ambiente.

Nuevo sistema de cultivo salmonero responsable en concesiones cercanas a las caletas pesqueras de la zona sur.

5.2.2

Caso

Análisis de contexto

Superposición de variables

Mapa de profundidades región de los Lagos



Figura 37: Elaboración propia / Mapa de profundidades región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas chonos del instituto de fomento pesquero

Mapa de intensidad de corrientes región de los Lagos

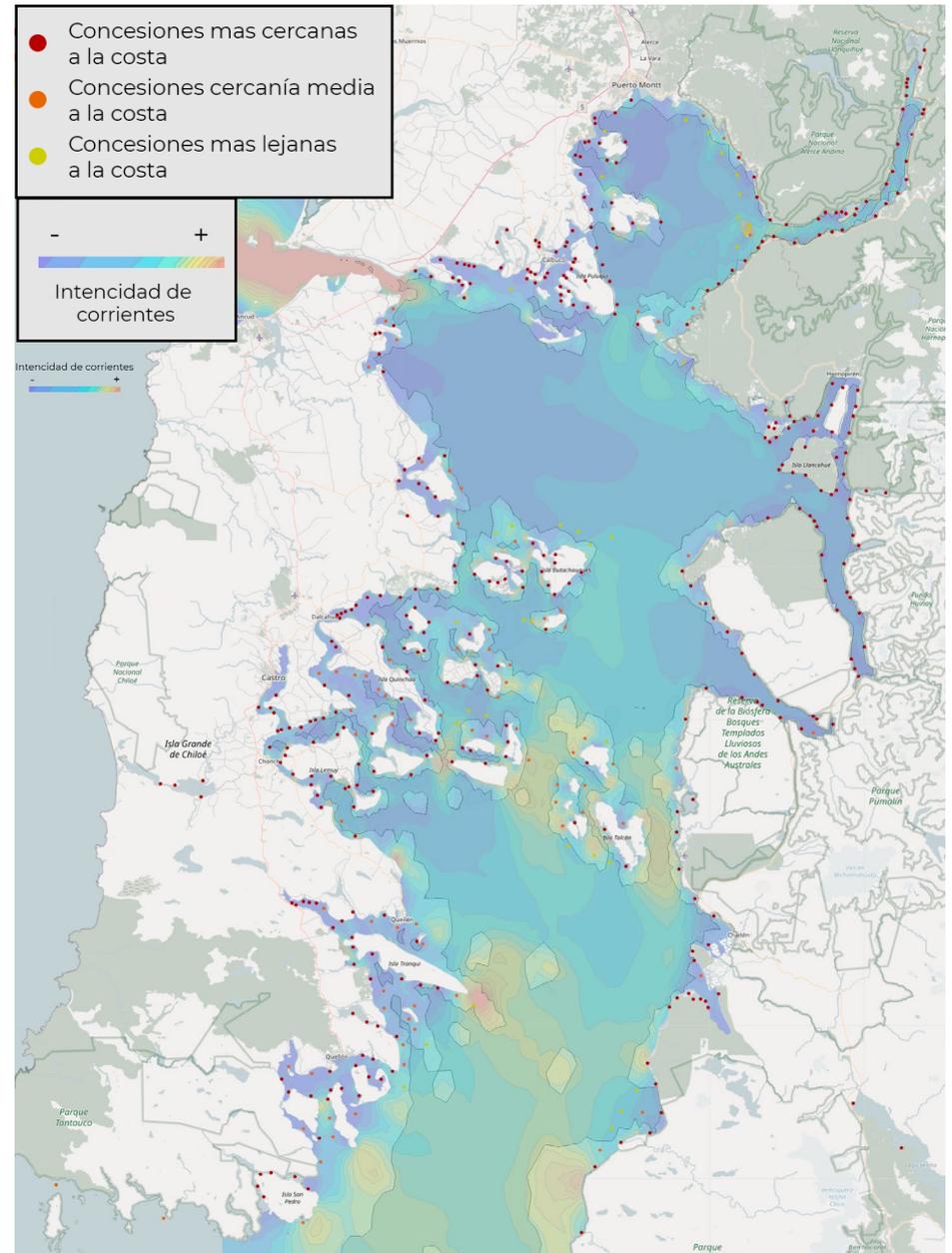


Figura 38: Elaboración propia / Mapa de velocidades de corrientes región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas chonos del instituto de fomento pesquero

5.2.2

Análisis de contexto

Superposición de variables

Caso

Mapa de caletas pesqueras región de los Lagos



Mapa de radios de 5km desde caletas región de los Lagos

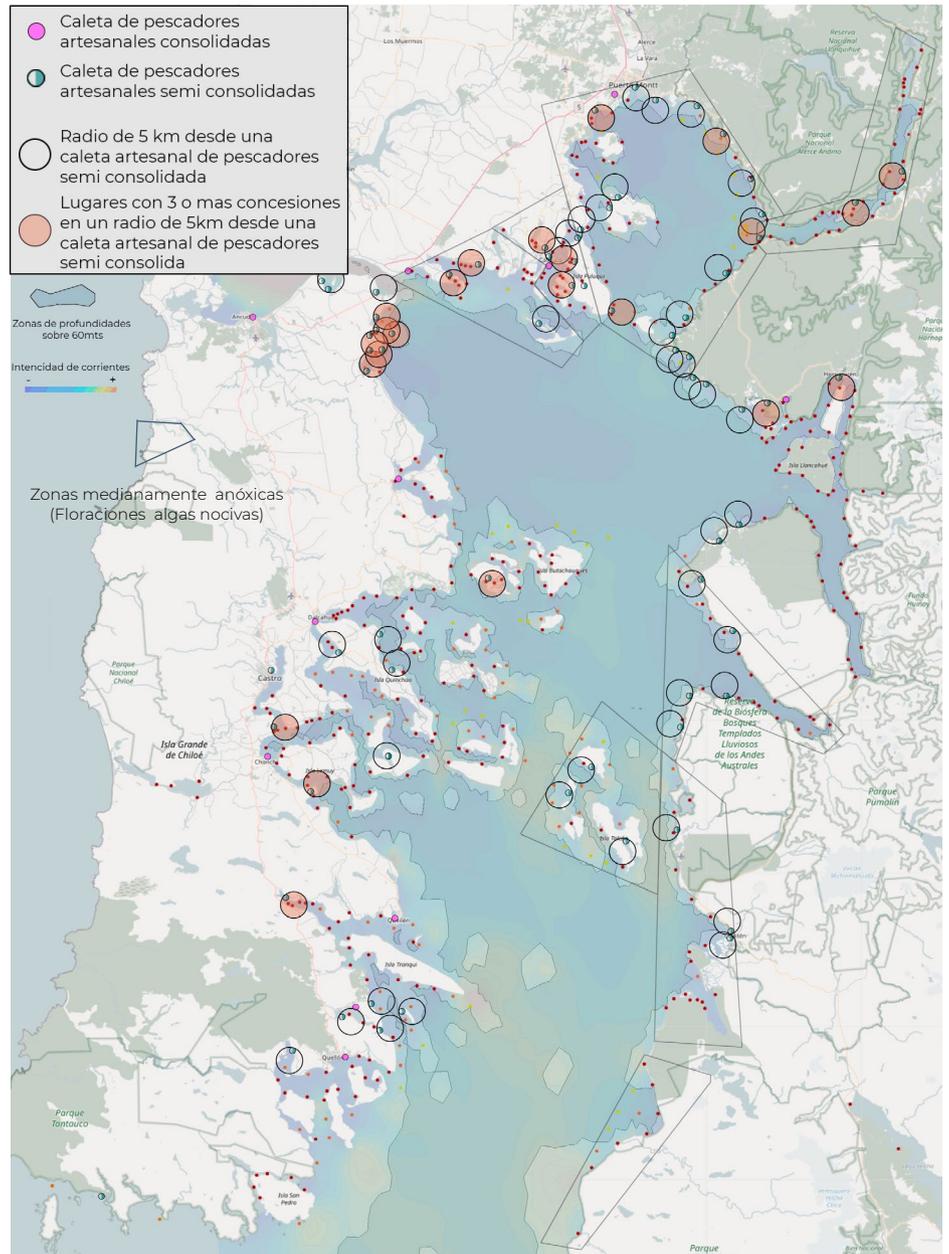


Figura 39: Elaboración propia / Mapa de posicionamiento de caletas pesqueras región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas subpesca.cl

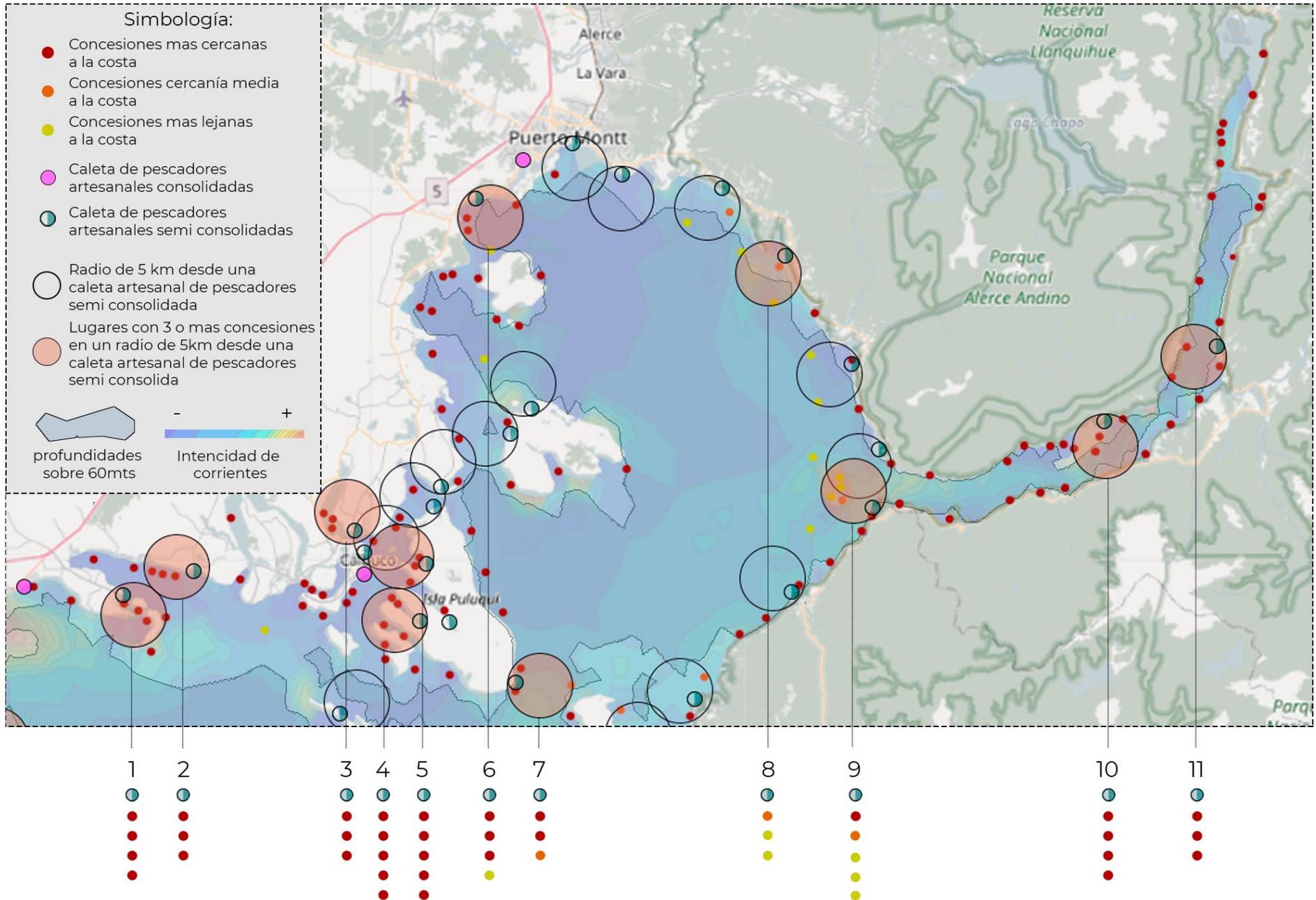
Figura 40: Elaboración propia / Radios de 5km desde caleta artesanal semi-consolidada región de los Lagos
Fuente: En base a información mapas chonos del instituto de fomento pesquero

5.2.2

Análisis de contexto

Zonas de intervención

Caso



5.2.2

Caso

Análisis de contexto

Seno de Reloncavi

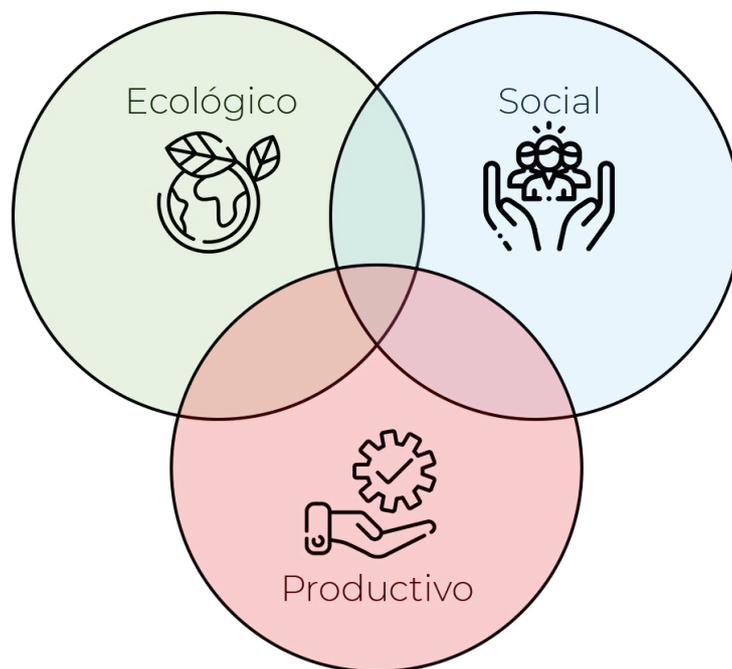
Las zonas sanitarias 1, 2, 3A y 3B que corresponden a las concesiones salmoneras del Seno de Reloncavi, son las más afectadas por la industria. De hecho, se encuentran tan afectadas negativamente que en ocasiones no se pueden producir salmones debido a la falta de oxígeno que generan las fecas y desechos de los salmones en el lugar. Junto con esto, las especies endémicas del lugar han desaparecido incluso hasta un 90% según expertos. Es por esto que las nuevas unidades productivas serán en las concesiones cercanas a caletas pesqueras semi consolidadas del sector de Reloncavi (CHV, 2019).

Emplazamiento en zonas anaranjadas del seno de Reloncavi ya que en estas áreas hay un alta concentración de concesiones salmoneras, por lo tanto se genera un foco de contaminación puntual en un el radio de los 5 km desde las caletas pesqueras semi consolidadas.



Fotografía 58: Incar

Generar una unidad productiva sustentable de salmón que se haga cargo sus desechos de manera pasiva, incorporando a las comunidades algeras en este proceso para generar un ciclo de funcionamiento entre el beneficio ecológico, social y económico.



Incorporar en el proceso a las comunidades locales alguas.

Incorporar las macroalgas como biorremediador natural.

Manejar los desechos generados por la industria.

Incorporación de energía renovable (Eólica).

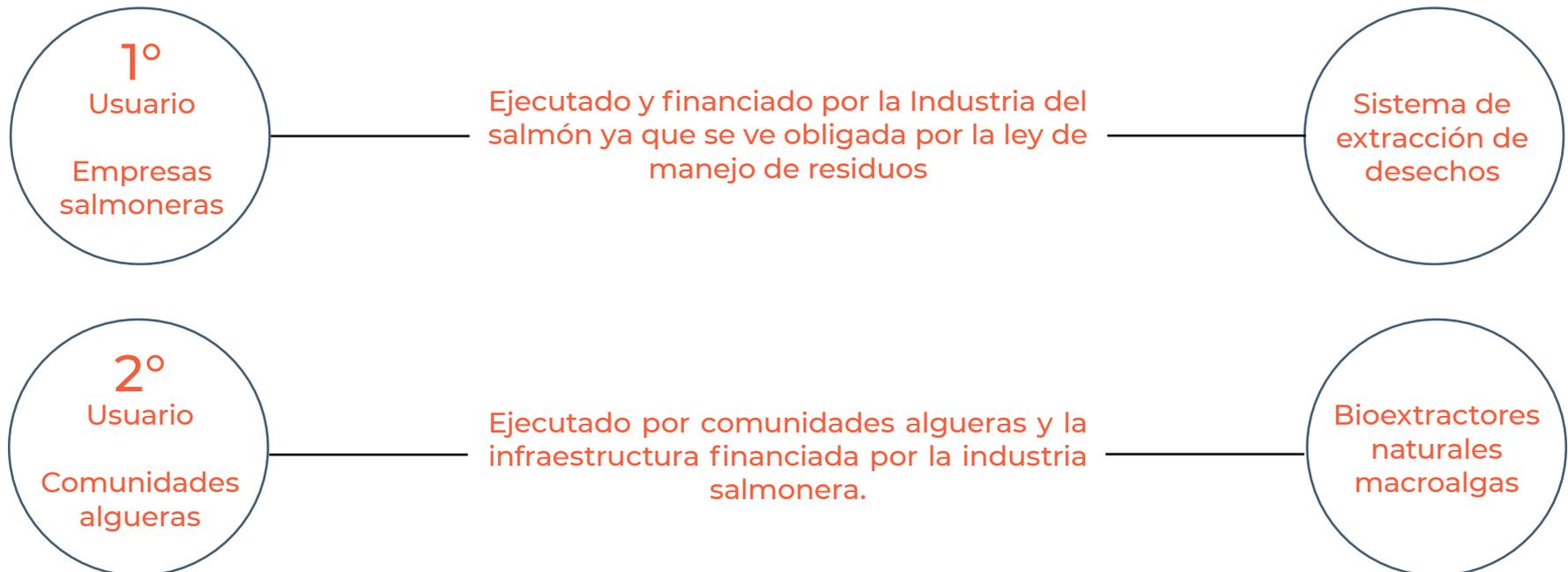
Modularidad y sistematización del proceso.

5.5

Definición de usuarios

Caso

Para generar una nueva unidad sustentable de producción es necesario incorporar nuevos sistemas a este proceso para que se hagan cargo de eliminar los desechos orgánicos de manera simultánea a la etapa productiva. En la investigación se descubren dos posibles maneras referenciales de extracción de desechos de manera pasiva para no generar daños en el ecosistema y con el fin de aprovechar los desechos generados por las unidades productivas como una oportunidad para reinventar la industria.



5.5.1

Primer usuario

Empresa salmonera

Las concesiones salmoneras productoras son el principal usuario que tiene este proyecto, ya que son los responsables del problema medioambiental y deberán hacerse cargo de este para cumplir con la nueva ley de desechos. Este proyecto está pensado para ser financiado por la industria para hacerse cargo aproximadamente del 80% de sus desechos por medio de una extracción activa (Método Tasmania) de los sedimentos sólidos que quedan en el fondo de estas nuevas unidades productivas.



Fotografía 59: Inmunes Chile

5.5.1

Sistema de extracción empleado

Caso

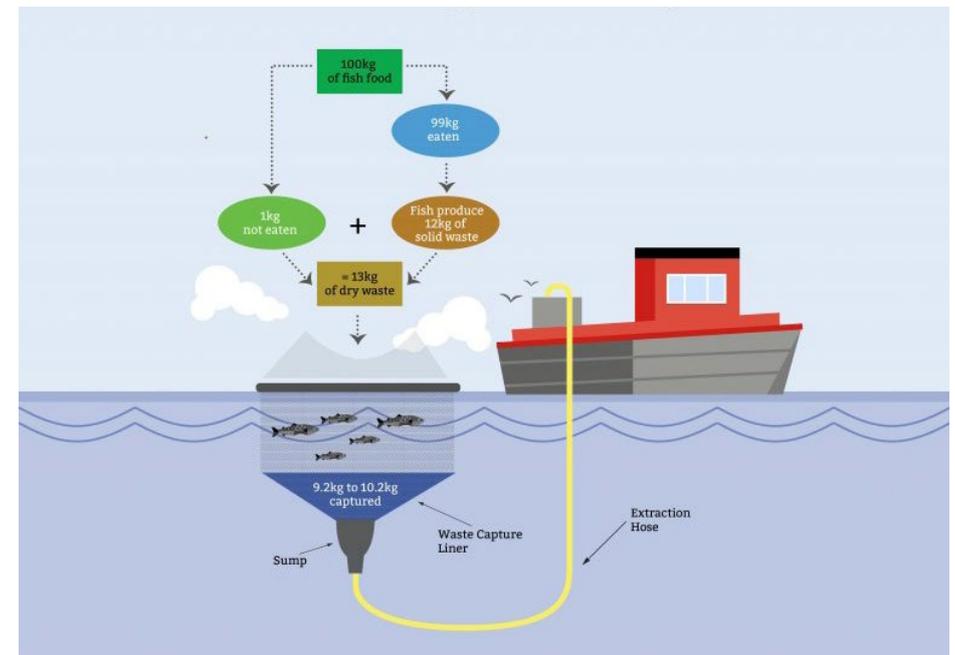
Sistema de captura de desechos orgánicos

El primer sistema referencial que se incorpora en la propuesta de diseño es el **sistema de captura de desechos orgánicos** implementado por la empresa australiana Tassal (s.f.) con centro de operaciones en la bahía Macquaire de Tasmania el 2017. Este proyecto consiste en incorporar un fondo cónico capaz de acumular los desechos orgánicos que anteriormente eran sedimentados directamente en el fondo marino. La bahía Macquaire se caracteriza por ser cerrada, de poca circulación de agua, bajos índices de oxígeno y con una baja profundidad de 15mts en promedio.

Por lo tanto, sus características negativas los obligan a implementar un nuevo método para poder producir de manera sostenible, llegando a tener resultado positivo. Según el último informe realizado el 2018, se señala que el sistema es capaz de capturar entre el 65% y el 87 % de los residuos sólidos, los cuales son bombeados por una manguera de extracción y depositados en una planta de tratamiento de aguas.

El sistema de captura se instala en la parte inferior de la jaula y está compuesto por un revestimiento cónico (PVC 900 g/m²) que está diseñado para contener y acumular los desechos de dos semanas generados por los salmones. En su parte inferior tiene un sumidero (polietileno solido de alta densidad). Esta sólida pieza permite incorporar un peso de 150Kg para mantener el revestimiento y la manguera de succión firmes a un punto fijo.

Cada unidad tiene su propio sistema de extracción cónica en la parte inferior que mediante una manguera acoplada al sumidero son retirados a la superficie hacia el buque de servicio, este se encarga de extraer los desechos cada dos o tres días, los cuales son depositados en tanques de polietileno de 1000 litros ubicados en su interior para evitar derrames. La manguera de extracción se une al sumidero instalado bajo la jaula con un accesorio camlock de 3 pulgadas. La manguera está atada al revestimiento para evitar torceduras.



5.5.1

Sistema de extracción

Caso

Sistema de captura de desechos orgánicos

Capaz de capturar

80%

De los residuos sólidos

Implementado por la empresa australiana Tassal (s.f.)

Incorporaron de un fondo cónico capaz de acumular los desechos orgánicos que anteriormente eran sedimentados directamente en el fondo marino.

La bahía Macquaire

Cerrada

Poca circulación de agua

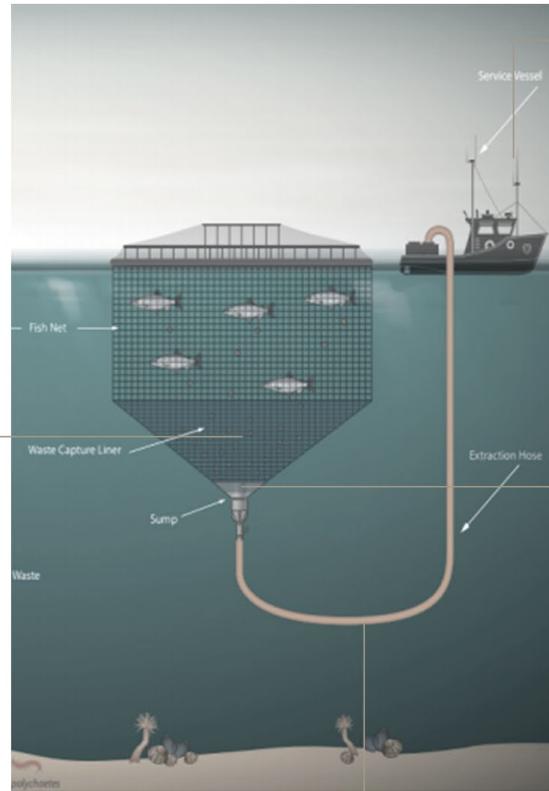
Bajos índices de oxígeno

Baja profundidad (15m aprox)

Revestimiento cónico (PVC 900 g/m2)



diseñado para contener y acumular los desechos de dos semanas generados por los salmones.



Buque de servicio

Es el encargado de extraer los desechos cada dos o tres días los cuales son depositados en tanques de polietileno de 1000 litros ubicados en su interior para evitar derrames.

Sumidero (polietileno sólido de alta densidad)



Manguera de extracción

La manguera de extracción se une al sumidero instalado bajo la jaula con un accesorio camlock de 3 pulgadas. La manguera está atada a el revestimiento para evitar torceduras.

Figura 41: Elaboración propia / Proceso de captación de desechos orgánicos sólidos Fuente: En base a información de Tassal (s.f.)

5.5.1

Posible subproducto

Subproducto a partir de las heces

La industria salmonera. Esta tendrá que contratar o asignar a una persona o empresa que se haga cargo de recolectar los desechos que se eliminan de la unidad productiva (heces y alimentos) para llevarlos a un destino final en plantas de procesamiento o proponer un innovador subproducto a partir de esta materia orgánica, con posibles resultados hacia el tema de los fertilizantes u otro uso ya que tienen altas concentraciones de nitrógeno y fósforo.

Recolectar los desechos que se eliminan

Plantas de procesamiento

Proponer un innovador subproducto a partir de esta materia orgánica (fertilizantes)



Fotografía 60: Iagua



Fotografía 61: Naturaleza

5.5.2

Segundo usuario

Comunidades algueras de la región de los lagos

Los usuarios secundarios son los pescadores artesanales de la zona sur, ya que el primer usuario que son las empresas salmoneras incorporan en su nueva estructura flotante un sistema perimetral dedicado exclusivamente para que los algueros puedan cultivar algas marinas, y así esta especie **bioextractiva** se hará cargo de asimilar aproximadamente el 20% de la materia orgánica suspendida en el agua que es generada por los salmones.

Esto genera un vínculo entre la industria salmonera y las comunidades locales ya que la industria les proporciona un espacio en su concesión para poder producir algas. Por lo tanto, hay una mejor aceptación social, un bien productivo y un beneficio medioambiental para la biodiversidad marina.



5.5.2

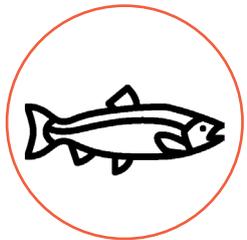
Sistema de extracción empleado

Caso

Algas como especies bioextractivas

- El segundo proceso extractivo incorporado a la propuesta de diseño es la **producción de macroalgas** en cercanías a la unidad productiva, ya que las algas son **especies bioextractivas** capaces de asimilar los altos índices de nutrientes disueltos en la columna de agua que son generados por el monocultivo salmones, por lo tanto, se convertiría en un sistema multitrófico. La acuicultura multitrófica integrada (IMTA) funciona cuando los subproductos (desechos) de algunas especies son reutilizados como insumos (fertilizantes, alimentos) para otros seres vivos (Reid et al., 2007).

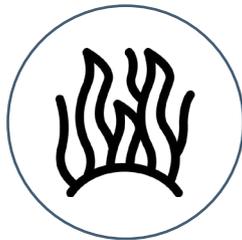
- El profesor Alejandro Buschmann (2008), Biólogo de la Universidad de los Lagos realizó un estudio en el cual señala que **180 Hectáreas de pelillo pueden remover el 80% del nitrógeno excretado por 1000 toneladas de salmones cosechados**. Por lo tanto, si se incorporan las macroalgas a la producción de salmones, estas podrían asimilar el porcentaje de desecho orgánico que no se logra captar por medio de la extracción mecanizada, lo que traería muchos beneficios en términos ecológicos, sociales y productivos.



Salmón

exceso de alimentos y heces

amonio (nitrógeno) fosfato (ortofosfato)



Algas

extractores inorgánicos

solubles en el agua (nutrientes inorgánicos)



Mejillón

extractores orgánicos

desechos solidos (nutrientes orgánicos)

Balanceada sustentabilidad ambiental

180 Hectáreas de Pelillo



..... Pueden remover

80% Del nitrógeno Excretado



..... Por un centro de

1000 Toneladas de Salmones producidos



5.5.2

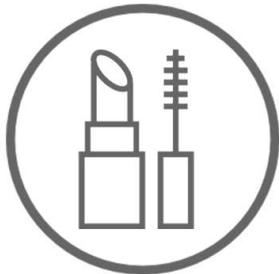
Sistema de extracción empleado

Algas como especies bioextractivas

Las algas son especies marinas que tienen un aporte medioambiental muy grande para el planeta, ya que, al igual que los árboles y la flora terrestre, estas son capaces de absorber el dióxido de carbono y producir oxígeno. El nitrógeno y el fósforo son uno de los nutrientes que utilizan las algas para poder crecer. Estos son parte de los desechos orgánicos que se presentan como una problemática para la industria salmonera, ya que son generados en grandes cantidades provocando una eutrofización en la columna de agua.

De acuerdo a la investigación del Instituto de Fomento Pesquero (Saavedra et al., 2019), la acuicultura de macroalgas está aumentando su importancia a nivel mundial ya que es muy utilizada por las industrias cosméticas, farmacéuticas y alimenticias, además se están empezando a producir biocombustibles a partir de estas. Chile es el principal exportador de macroalgas de occidente, pero su extracción proviene principalmente de las praderas naturales y solo un bajo porcentaje es por medio de la acuicultura. El pelillo es la especie que mayormente se genera por la acuicultura, el 2018 se cosecharon alrededor de 21.785 toneladas de pelillo principalmente producidos en la región de los lagos.

COSMÉTICA



FARMACÉUTICA



ALIMENTICIA



BIOCOMBUSTIBLE



5.5.2

Sistema de extracción empleado

Algas como especies bioextractivas

El cultivo de macroalgas se presenta como una nueva alternativa de desarrollo ya que podría ayudar a diversificar el sector costero pesquero artesanal, mejorar la economía costera y disminuir la sobreexplotación de las praderas naturales. A pesar de que el gobierno desde hace 15 años ha impulsado promover el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala (APE), para generar nuevos proyectos aún no se han propuesto grandes proyectos acuícolas, más bien las iniciativas son desarrolladas por institutos de investigación y por universidades (de escala experimental o proyectos de investigación).

La Normativa actual plantea dos instrumentos para regular y promover el desarrollo (Saavedra et al., 2019):

1) El D.S. N° 96 que establece el Reglamento de Acuicultura en Áreas de Manejo (2015).

2) La Ley 20.925 que crea la Bonificación para la repoblación y cultivo de algas (2016). Esta bonificación presta un subsidio a los que quieran implementar proyectos de cultivos de Macroalgas. También se han creado líneas de financiamiento complementario como lo hace el programa "Cultiva tu mar" Que es financiado por el fondo de fomento de la pesca artesanal, para ayudar a expandirla producción de cultivos de algas, con el fin de no agotar las praderas naturales y generar un desarrollo económico para los pescadores artesanales.



Diversificación del sector costero artesanal



Mejora de la economía costera



Disminución de la sobreexplotación de las praderas naturales

Si se implementa el sistema de captación de desechos marinos mencionado anteriormente a la unidad productiva, este podría extraer alrededor del 80% de los desechos sólidos orgánicos, por lo tanto, el 20% restante podría ser asimilado por algas marinas ya que estas son especies bioextractivas capaces de asimilar los nutrientes de la columna de agua aprovechando la problemática de la industria como una oportunidad para crecer con mayor rapidez, ya que estos desechos tienen altos porcentajes de nitrógeno y fósforo.

5.5.2

Usuario específico

Pescadores artesanales dedicados a el cultivo de algas de la fundación CHINQUIHUE.



MISIÓN:

“Fundación Chiquihue es un ente preponderante en el apoyo a la Estrategia de Desarrollo del Sector Pesquero Artesanal, contribuyendo a transformar este sector en una actividad sostenible.”

Organización privada sin fines de lucro

- Destinada al fomento y desarrollo del subsector pesquero artesanal y del sector acuícola de pequeña escala.
- Busca mejorar la situación socioeconómica de los pescadores artesanales de la Región de Los Lagos.
- Por medio de actividades de comercialización, investigación científica y tecnológica, recuperación de recursos bentónicos, educación, capacitación y la promoción de acciones que protegen y cuidan el medio ambiente.



Fotografía 63: Subpesca

5.5.2

Tipo de pescadores artesanales

Las organizaciones de pescadores realizan actividades en las denominadas Áreas de Manejo, las cuales además pueden incursionar en actividades de acuicultura de pequeña escala.

El requisito habilitante para ejercer estas actividades es la inscripción en el **Registro Pesquero Artesanal**.

Las categorías de pescadores, según lo establecido por la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponden a: “Pescador artesanal propiamente tal”, “Buzo”, “Recolector de orilla, alguero o buzo apnea” y “Armador artesanal”.

Número de pescadores inscritos por categorías y región / 2017

Región	Alguero		Armador		Buzo		Pescador		Total		Total General
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	
XV	32	334	7	186	0	77	41	1 048	66	1 198	1 264
I	184	861	15	293	0	231	67	796	232	1 390	1 622
II	234	1 734	18	460	1	466	54	1 091	261	2 346	2 607
III	493	2 045	20	432	4	391	125	1 637	586	3 027	3 613
IV	371	2 818	21	1 081	3	941	128	2 940	447	4 352	4 799
V	239	2 373	28	805	3	282	119	3 765	317	4 528	4 845
VI	201	556	2	54	0	39	15	254	210	650	860
VII	261	1 026	13	376	1	118	187	1 847	358	2 119	2 477
VIII	4 229	8 271	181	2 467	1	1 512	2 263	11 940	5 303	14 548	19 851
IX	260	777	6	148	1	25	73	542	285	878	1 163
XIV	869	1 932	29	498	4	529	133	1 875	925	2 713	3 638
X	10 446	19 803	82	2 793	26	4 598	911	8 615	10 506	20 807	31 313
XI	522	2 384	31	441	8	461	333	1 665	557	2 514	3 071
XII	302	4 621	57	648	1	870	170	3 405	368	5 334	5 702
Total	18 643	49 535	510	10 682	53	10 540	4 619	41 420	20 421	66 404	86 825

Nota: Los valores sumados de las categorías, no necesariamente concuerdan con el total de pescadores, debido a que un pescador puede tener una o más de ellas.

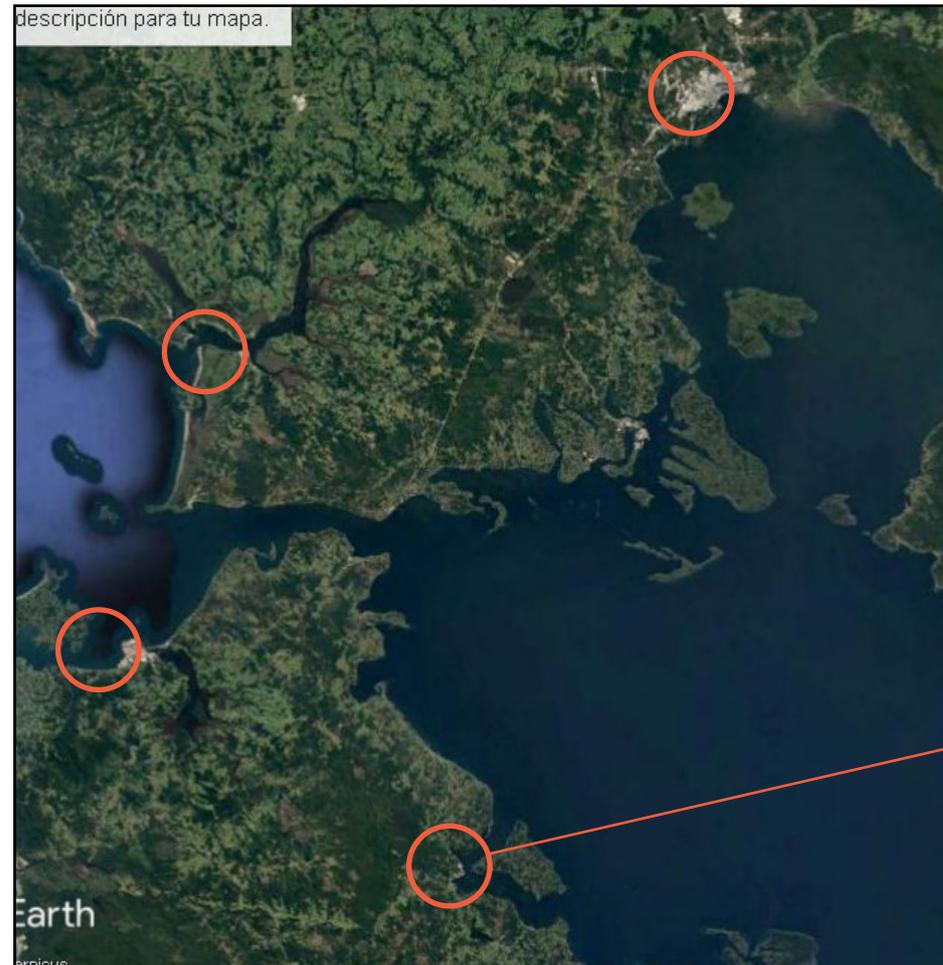
Figura 42: Elaboración propia / Tabla de tipología y cantidad de pescadores artesanales
Fuente: En base a información de Sernapesca

5.5.2

Algueros fundación Chiquihue



Verónica Villegas, funcionaria de la fundación Chiquihue afirma que en temas de cultivos de alga está principalmente enfocada en el cultivo de pelillo que se realiza en las comunas de **Maullín, Ancud y Puerto Montt**, realizado por personas de las comunidades y organizaciones de pescadores artesanales.



Soledad Font:

Es una acuicultora del sector de Quemchi que esta dedicada a la producción del pelillo.

Fotografía 67: Google earth

Fotografías 64, 65 y 66: Fundación Chiquihue

5.5.2

Acuicultura de Pelillo

PELILLO:

El pelillo es una especie de las macroalgas comerciales del país, se puede encontrar desde la región de Atacama hasta la región de los lagos. Es extraída de la zona intermareal y submareal por medio de la extracción de praderas naturales y la acuicultura, siendo uno de los principales ingresos para las comunidades costeras. Su valor comercial es de \$50 el kilo húmedo y siembra puede encontrarse a profundidades máximas de 25mts. Las técnicas probadas para obtener biomasa cosechable en el mar son:



Fotografía 68: Universidad san Sebastián



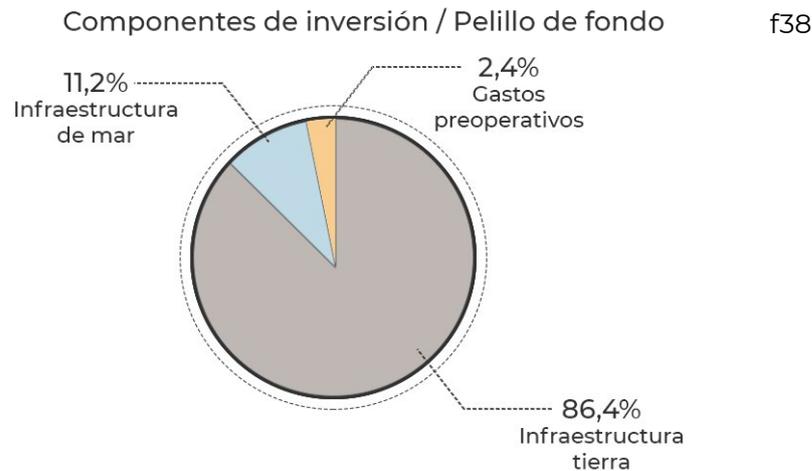
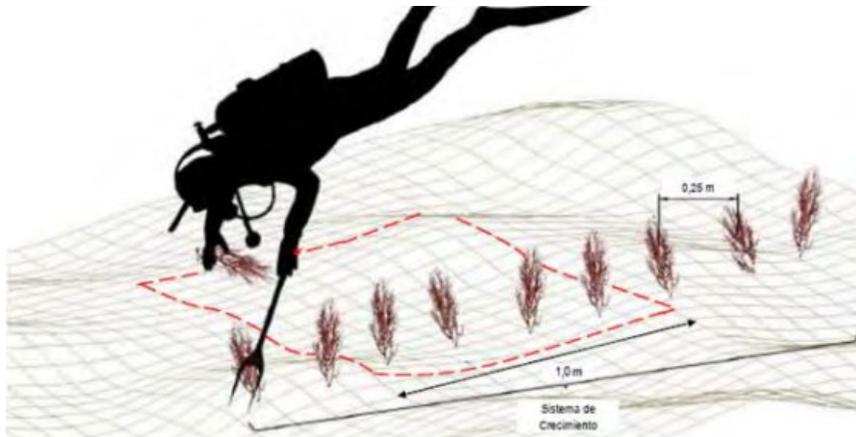
Fotografía 69: Fondo fomento pesca

5.5.2

Tipo de cultivo de pelillo

Cultivo de pelillo por siembra

- Siembra **directa**: plantar talos individuales de pelillo en el fondo, mediante horquetas o herramientas que permitan hacer surcos sobre sustratos blandos.
- Siembra **indirecta**: dependen de alguna estructura de soporte que los fija al fondo como mangas de polietileno, piedras estacas donde se disponen los talos de pelillo.



Fotografía 70: José Miguel Cárdenas



Fotografía 71: Fundación Chinquihue

Figuras 43, 44: Elaboración propia / Cultivo de pelillo por siembra

Fuente: En base a la Acuasesorías. (2017). Diseño y Valoración de Modelos de Cultivo para la Acuicultura de Pequeña Escala.

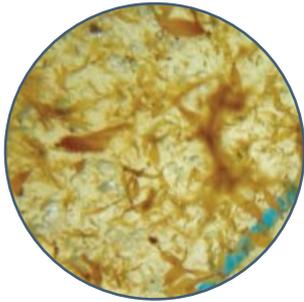
5.5.2

Tipo de cultivo de pelillo

Cultivo de pelillo suspendido

Este tipo de cultivo se puede realizar de manera vertical o horizontal, pero su proceso es el mismo en términos de previos y de extracción del alga.

Para cultivar estas algas marinas en cultivos suspendidos se requiere un proceso de 3 etapas para realizar una correcta ejecución.



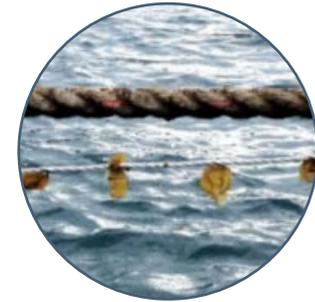
Etapa Laboratorio:

Esta etapa comprende la esporulación, la germinación de las esporas y la formación de esporofitos juveniles en laboratorio o hatchery.



Etapa Hatchery:

Comprende el crecimiento de los esporofitos en condiciones controladas hasta que alcanzan un tamaño de 8cm para ser trasladadas al mar.

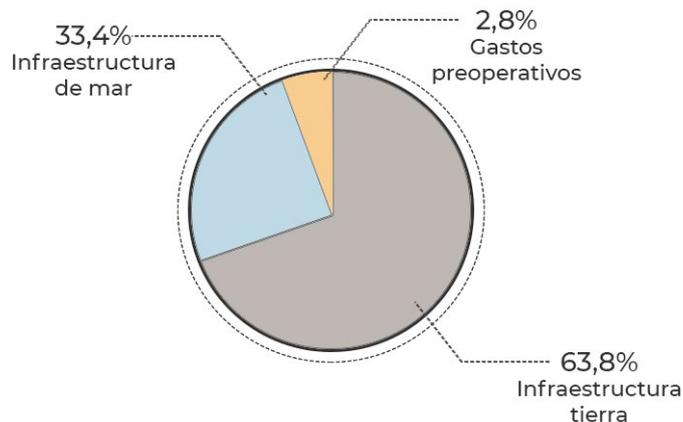


Etapa Mar:

Esta etapa se realiza por cultivo suspendido, al cual se le instalan de los cabos con plántulas en las cuerdas verticales con el huiro adherido sobre la línea madre del long line (100mts) y son fijadas mediante amarres hasta la etapa de cosecha.

Componentes de inversión / Pelillo suspendido

f39



- Crecimiento: 3 a 5 meses / 2 cosechas anuales
- Profundidad de operación promedio: hasta 10 m
- Sistema de crecimiento: Cuelgas de crecimiento long line.
- Características básicas del long line: 110 mts c/u
 - Distancia entre long line: 10 mts
 - Separación entre cuelgas: 25 cm

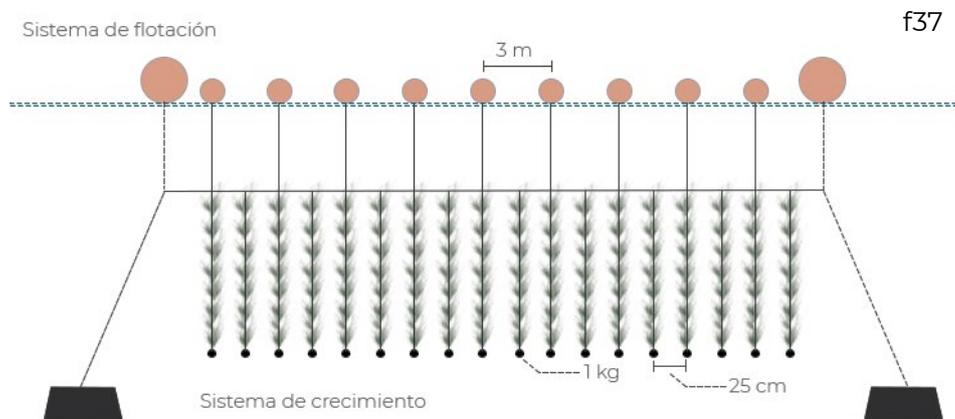
Figura 45 : Elaboración propia / Costo de pelillo suspendido.

Fuente: En base a la Acuasesorías. (2017). Diseño y Valoración de Modelos de Cultivo para la Acuicultura de Pequeña Escala.

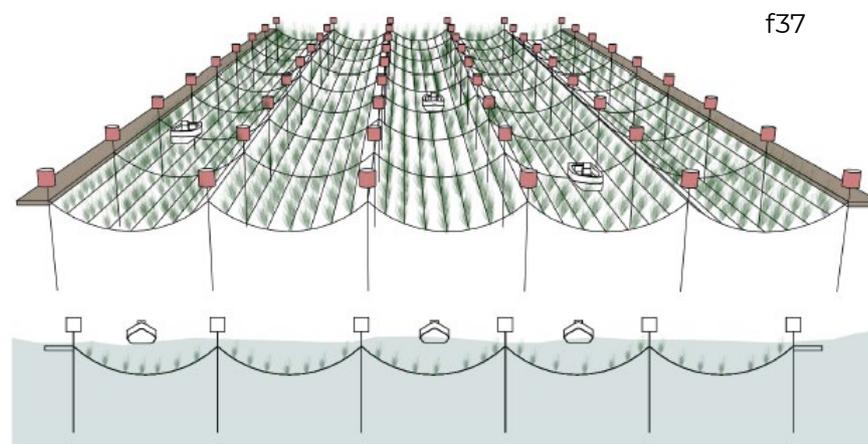
5.5.2

Tipo de cultivo de pelillo

Cultivo de pelillo suspendido vertical



Cultivo de pelillo suspendido horizontal



Fotografía 72: Investigación pesquera



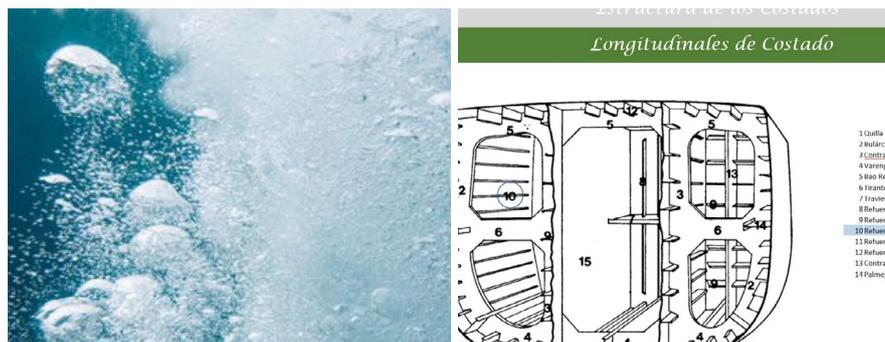
Fotografía 73: Agrotendencia

Figuras 46 y 47: Elaboración propia / Funcionamiento de los cultivos en suspensión vertical y horizontal.
Fuente: En base a la Acuasesorías. (2017). Diseño y Valoración de Modelos de Cultivo para la Acuicultura de Pequeña Escala.

En la investigación se descubren dos posibles maneras de remediar del fondo marino dañado: el primero es a partir de nano burbujas, las cuales aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica, y el segundo método es la incorporación de bacterias a los lodos generados bajo las unidades productivas, ya que son capaces de degradar la materia orgánica sin causarle daños a la vida marina. Es necesario destacar que estos dos casos podrían ser implementados como biorremediadores luego de haberse generado un impacto en el ecosistema, no en el proceso productivo de engorda.

Nano burbujas

Partículas de aire muy pequeñas que por medio de la explotación son capaces de filtrar y descomponer las partículas contaminantes.



Bioremediación

En todos los procesos de biorremediación natural los microorganismos ayudan a descomponer la materia que altera el entorno. Es por eso que, si se incorporan microorganismos a un entorno dañado, se puede remediar de manera más rápida.

BIOALTUS
Biotecnología Ambiental

www.bioaltus.cl



7.1

Pontón alimentador habitable

Este artefacto naval funciona como un sistema para almacenar los alimentos que son proporcionados para los peces en su etapa de engorda, por lo tanto esta funcionando las 24 horas del día durante los 7 días de la semana. Para realizar esta labor, existen trabajadores especializados que se dividen por turnos que duran dos semanas, esto quiere decir que el pontón tiene un espacio destinado exclusivamente para brindarles refugio a estas 6 o hasta 20 personas que cohabitan.

El consumo energético que se utiliza en estos artefactos navales es muy alto ya que la mayoría no tiene la posibilidad de conectarse a la red pública, por lo tanto tienen que recurrir a generadores en base a diesel los cuales aproximadamente utilizan entre 10 y 12 litros de petróleo por hora para hacer funcionar un pontón. “Para tener una comparación, el estudio canadiense detalla que se requiere de 28,8 litros de diesel y 36,3 de gasolina para producir una tonelada de peces vivos.”(Aqua, 2014)

La electricidad se necesita para hacer funcionar los equipos que hacen posible esta gestión como:

- El sistema de alimentación
- El sistema de desalinización
- Planta de lodos
- Sistema de datos
- Zonas habitables.



Fotografías 74 y 75 : Arquitectura+acero

Pontón alimentador habitable

Planta demostrativa de control y distribución de alimentos hacia salmoneras

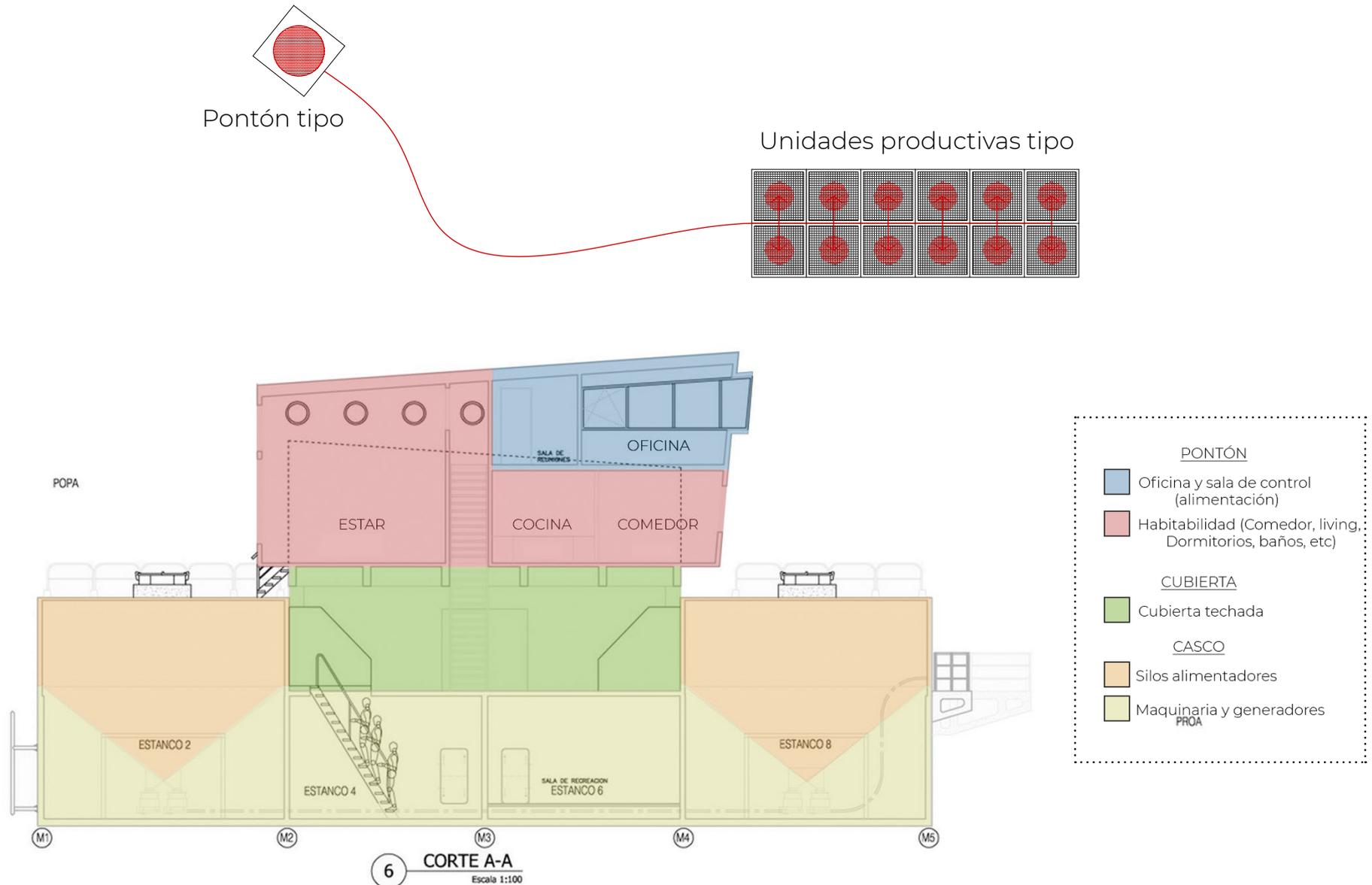


Figura 48 y 49: Elaboración propia / Distribución en planta y espacial de un pontón tipo.
Fuente: En base a información de Plataforma arquitectura

Este tipo de energía se genera gracias a equipos denominados aerogeneradores que comúnmente se pueden ver por sus grandes dimensiones en los parques eólicos. También existen otras posibilidades de aprovechar el viento para generar energía pero en pequeña escala con aerogeneradores de eje vertical más pequeños.

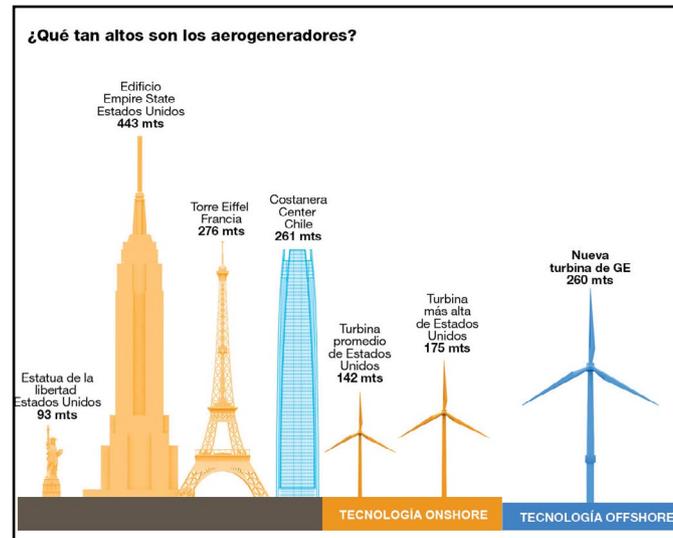
Dos tipologías de aerogeneradores.

Turbinas eólicas de eje horizontal

- Sus palas deben estar posicionadas en dirección del viento para funcionar.
- Son los más comunes ya que logran generar grandes cantidades de energía, por lo tanto, son los más que podemos ver en los grandes parques eólicos.
- Requieren de un mástil alto para captar las corrientes de viento más altas.
- Tienen grandes dimensiones por lo que requieren una estructura sólida para su soporte.
- Generan altas vibraciones y ruidos molestos sobre todo con el sistema de frenado.



Fotografía 76: Acciona-energiaeolica



Fotografía 77: Turbinas_cont



Fotografía 78: Renovablesverdes

Turbinas eólicas de eje vertical (Pequeña escala)

Este tipo de dispositivo transforma la velocidad del viento en energía cinética, la cuales generan el giro gracias a sus palas curvas las que hacen girar un rotor en el generador convirtiéndolo en electricidad.

- Funcionan mejor con velocidades de viento más bajas y están menos sometidas a las tensiones ocasionadas por las turbulencias.
- No son afectadas por los cambios de dirección del viento ni por las turbulencias por lo tanto no se necesita una ubicación específica.
 - Son ideales para colocarlas en los muros o en los tejados.
- Existen muchas referencias de turbinas de eje vertical en las plataformas petrolíferas en el Mar.
- El generador de electricidad puede estar colocado debajo de los rotores, por lo tanto, puede colocarse dentro de la envolvente del edificio.
 - Son silenciosos.

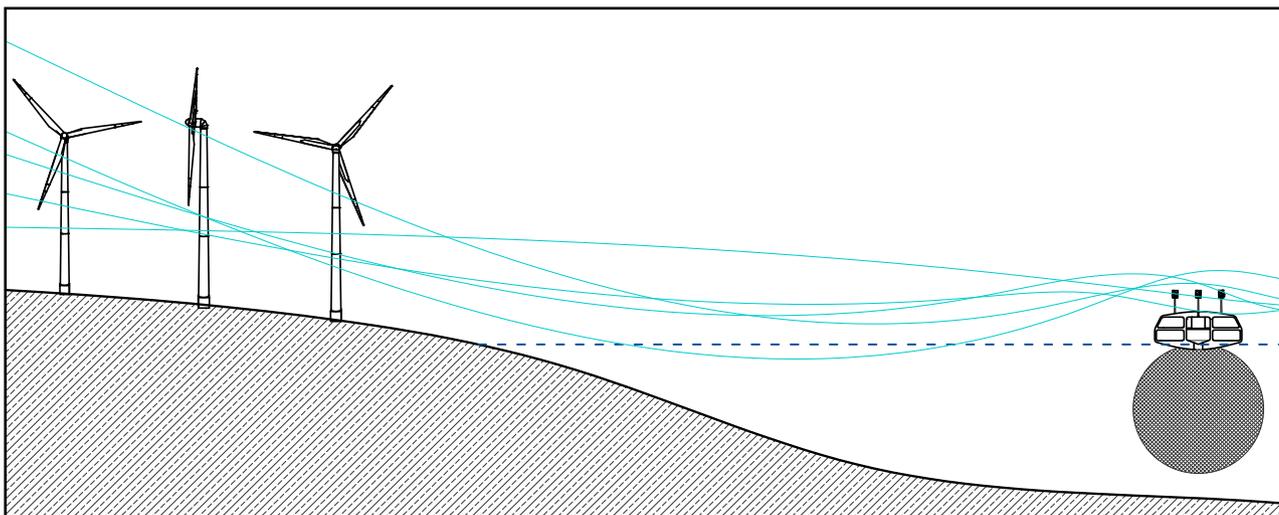
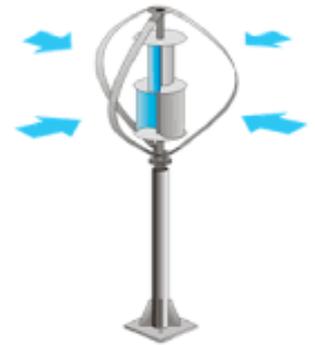


Figura 50: Elaboración propia / Diferencia de escalas y vientos en los aerogeneradores



Fotografía 79: Uge-texas

7.3

Cultivo de pelillo

Sistema de cultivo suspendido vertical

Al cosechar solo se extraen las líneas verticales, el resto del sistema queda igual para volver a generar el ciclo de cultivo.

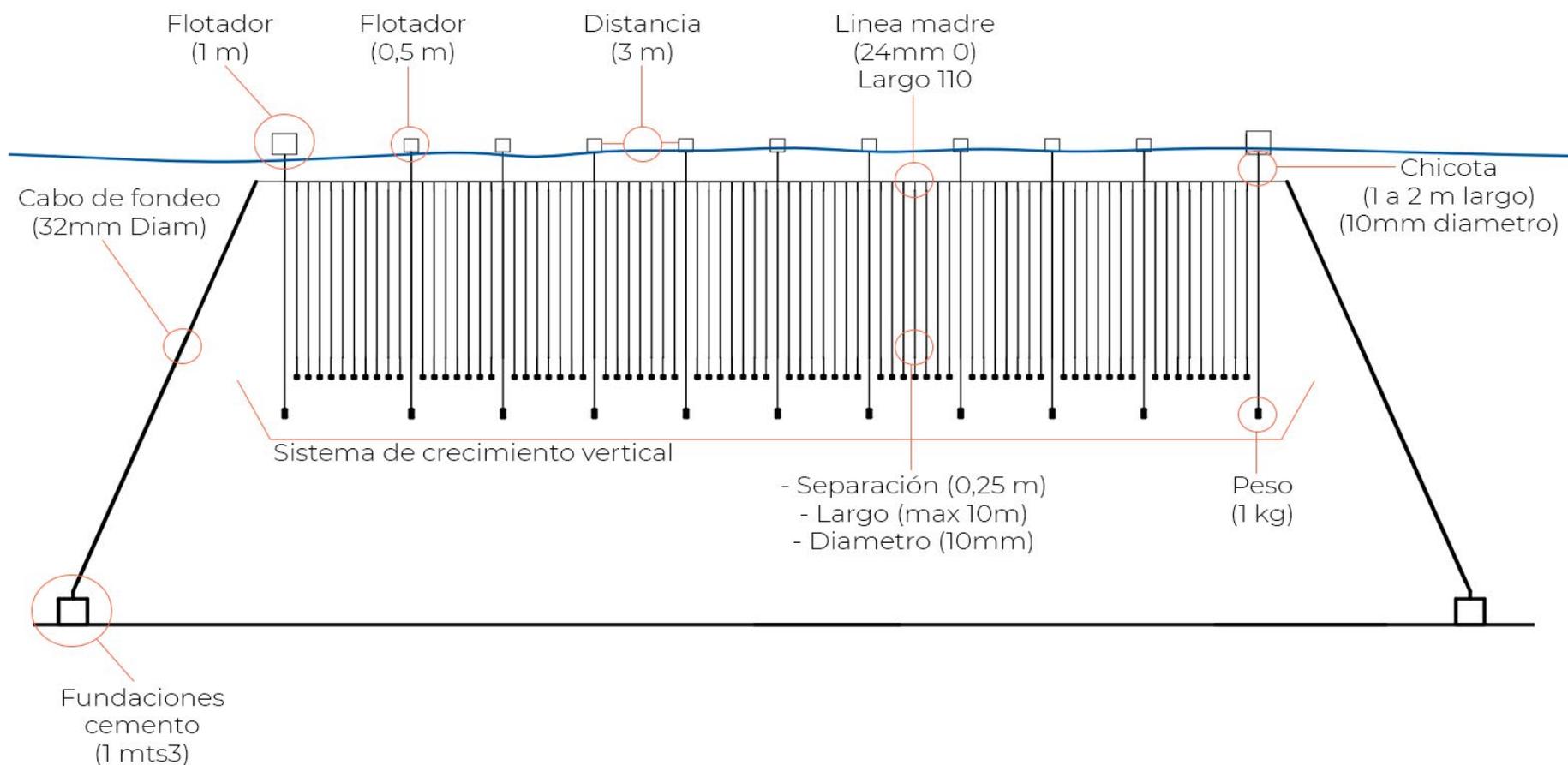


Figura 51: Elaboración propia / Sistema de cultivo suspendido vertical.
Fuente: En base a información por entrevista con Francisco Galleguillos (IFOP)

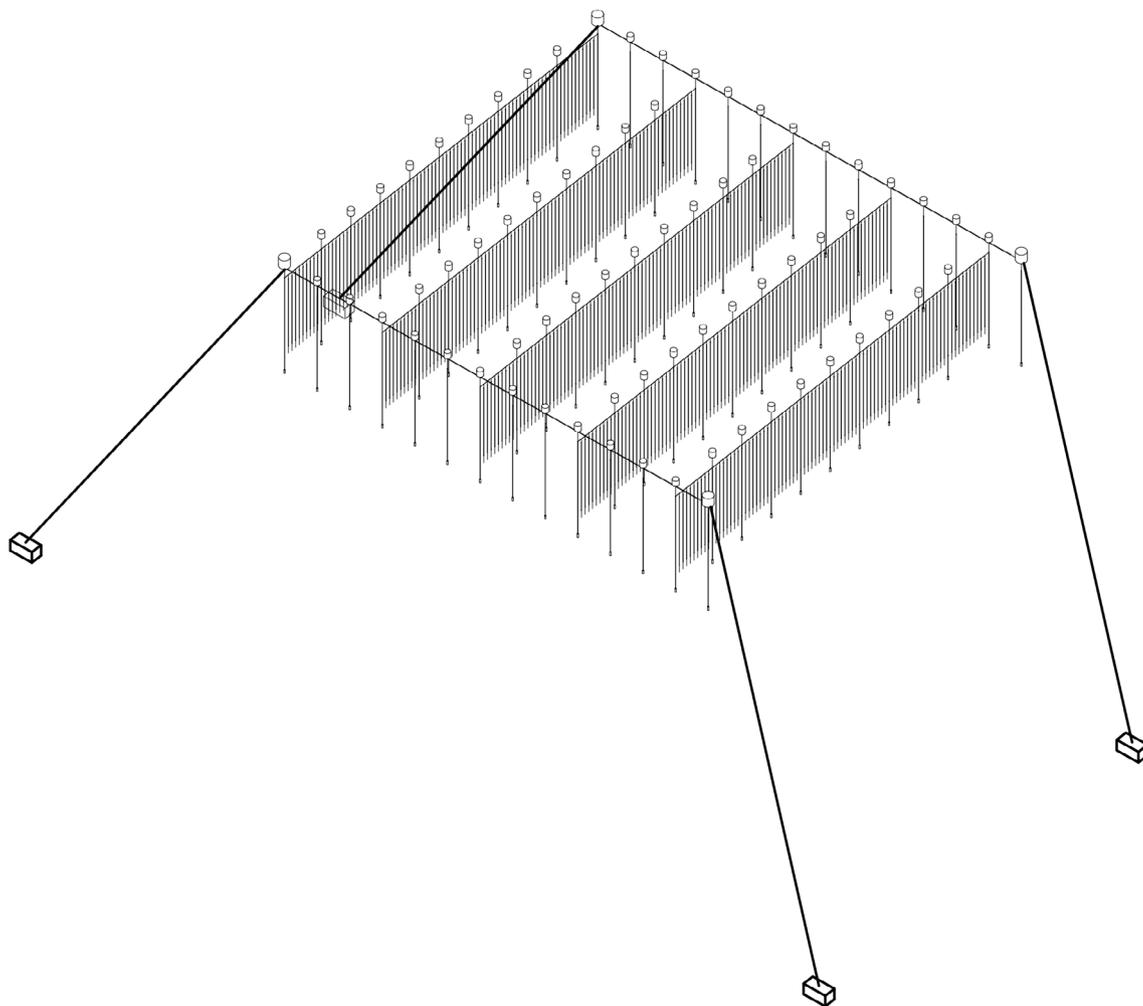


Figura 51: Elaboración propia / Sistema de cultivo suspendido vertical.
Fuente: En base a información por entrevista con Francisco Galleguillos (IFOP)

7.3

Cultivo de pelillo

Pasos para la cosecha de pelillo

1°

Cosecha del alga



Fotografía 80: Instituto de acuicultura

2°

Sacado del alga



Fotografía 81: José Muñoz

3°

Recolección del alga



Fotografía 82: Fundación Chiquihue

4°

Sacudida y limpieza



Fotografía 083: Andrea Cantillanes

5°

Tendido de las algas en superficie



Fotografía 84: Subpesca

6°

Giro de las algas para secado completo



Fotografía 85: Nicolas Hernandez

7°

Pesaje para venta y entrega del alga



Fotografía 86: Subpesca

Fuente: En base a información por entrevista con Soledad Font (Alguera de Quemchi)

7.4

Estructura geodésica

La esfera geodesica fue patentada en 1947 por el arquitecto americano Richard Buckminster Fuller (1895-1983). Su obra más famosa fue la esfera del pabellón USA en la Exposición Universal de Montreal de 1967. Este pabellón esférico futurista de 76 m de diámetro y 41,5 m de altura alcanzó fama mundial.

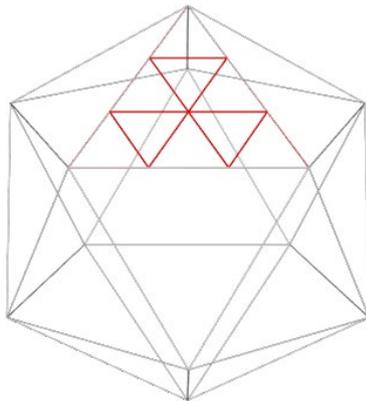
Esta estructura reticulada se genera a partir del icosaedro y puede llegar a salvar grandes luces con muy pocas piezas diferentes.

Fotografía 87: Rodrigo maia



1°

Se toma una de las caras del icosaedro y se subdivide en triangulaciones de igual tamaño, a esto se le llama frecuencia de la cúpula.



2°

Se proyectan en el centro del icosaedro los puntos de esa malla plana triangular sobre la superficie de la esfera que está circunscrita en el icosaedro.

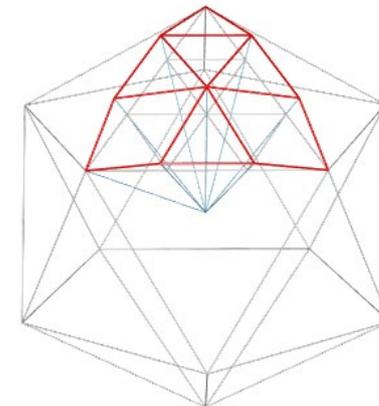
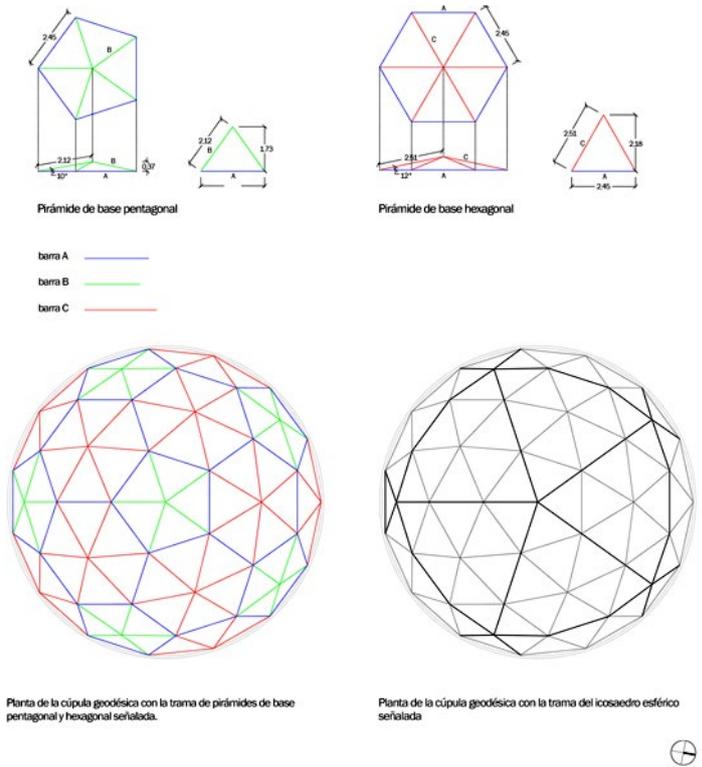
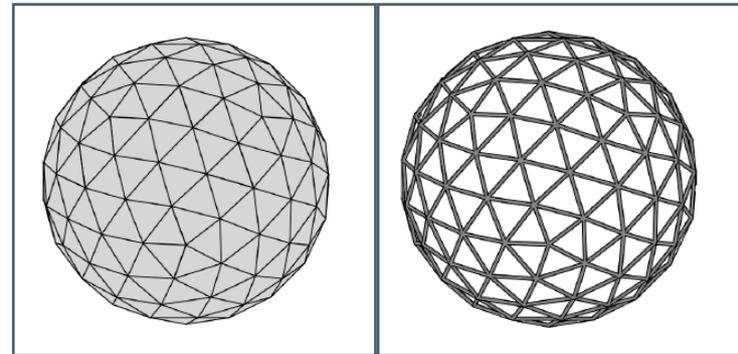
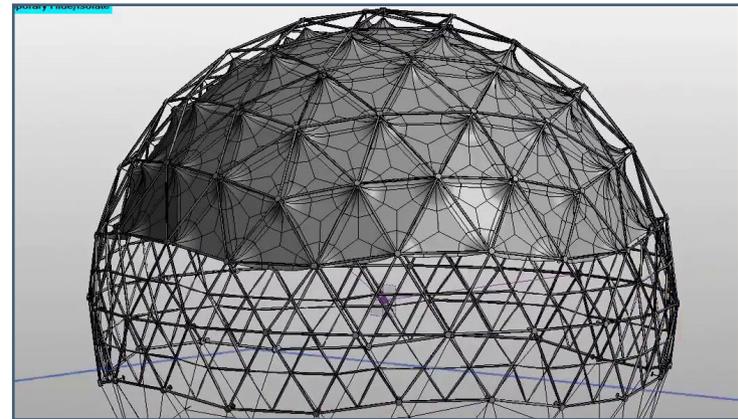


Figura 52 y 53: Entendimiento de la construcción de una esfera geodésica.
Fuente: En base a información de ETSEM

Construcción de esfera geodésica



Posibilidad de incorporar capa interna (Malla)

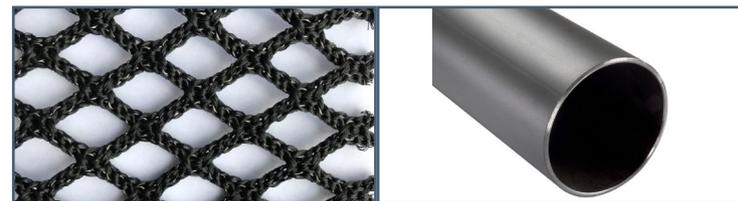


Red para contención Estructura soportante

Perfiles según tipología del material de la geodésica



Una sola pieza Fijados a un mismo punto Fijados a una placa conectora

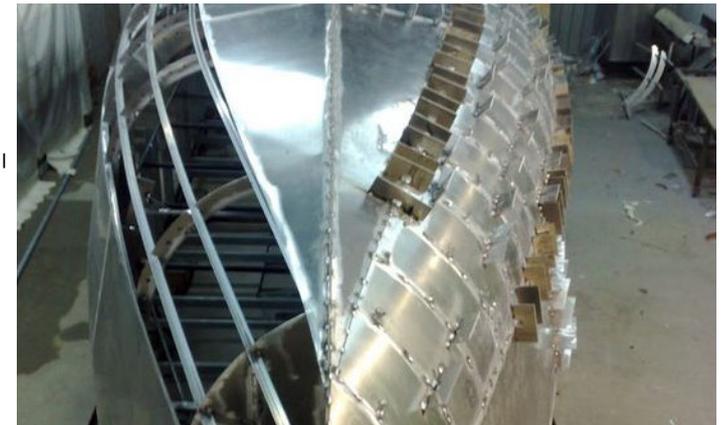
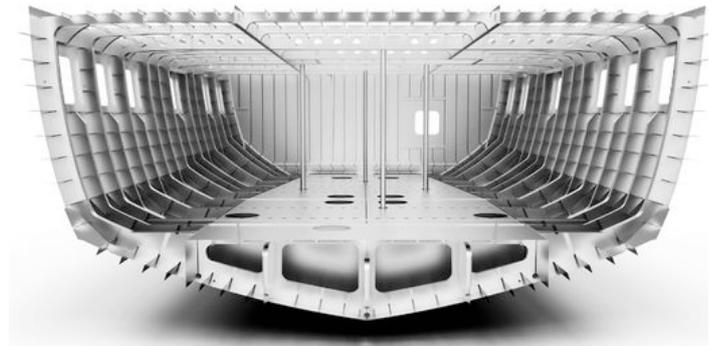
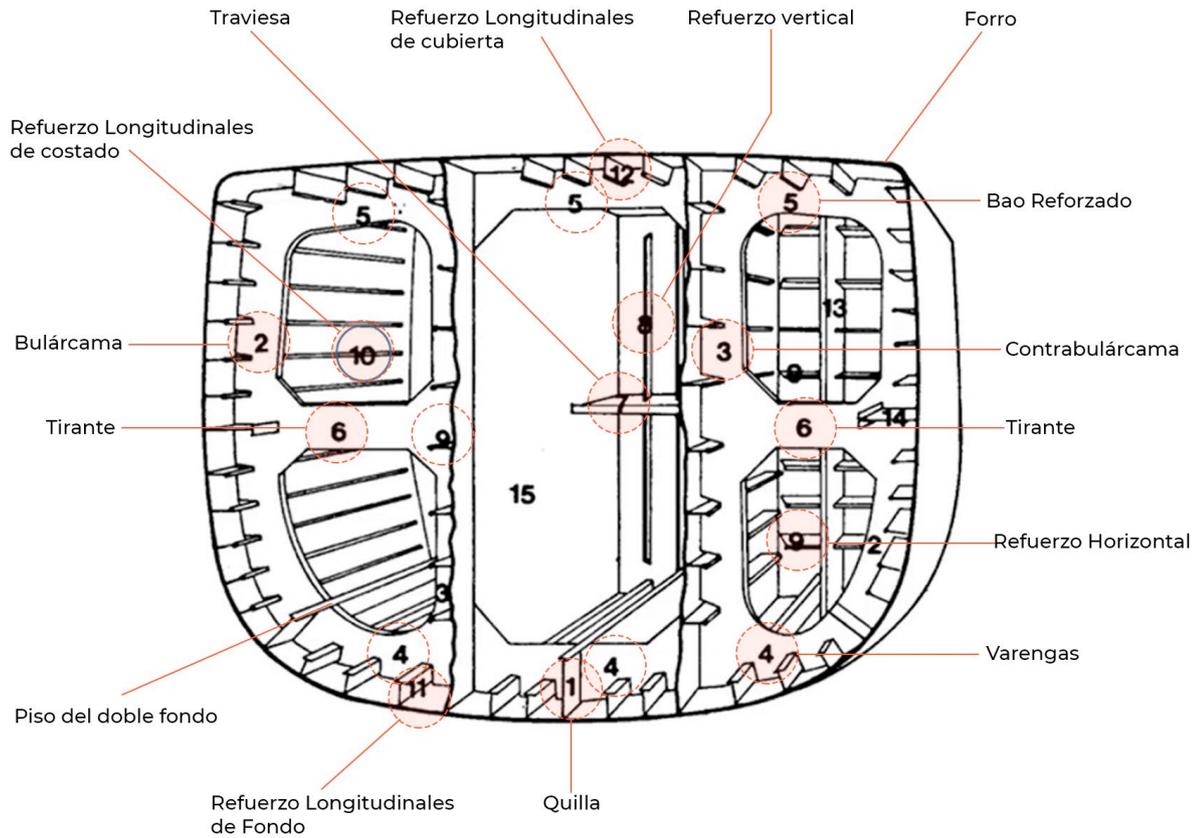


Red Badinotti, muy resistente a cortes. Perfil metalico hueco resistente al agua de mar.



Figura 54: Elaboración propia / Propiedades de la construcción naval en aluminio.
Fuente: En base a información de AISTER sea professionals.

Partes que componen el casco de una embarcación naval en base a piezas metálicas.



Fotografías 88 y 89: superyachttimes

Figura 55: Elaboración propia / Lógica constructiva del casco de las embarcaciones navales.
Fuente: En base a información de forocoche.

8

Referentes

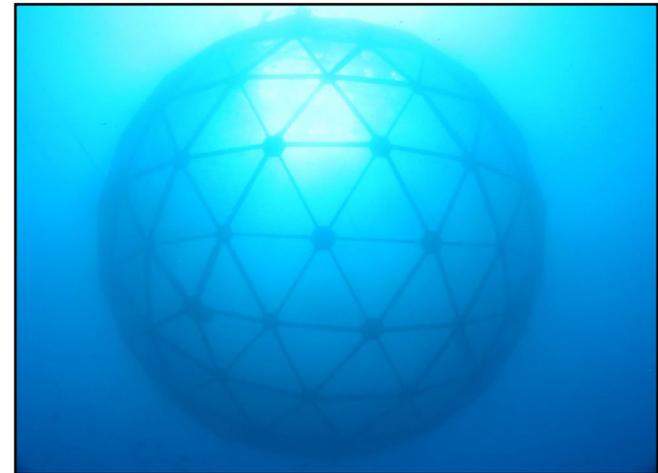
8.1

Referentes directos

Aquapod:

Referente de forma y estructura

Funciona como un sistema de contención seguro para el pez mientras esta sumergido, es una innovación de diseño que permite sistemas de acuicultura sostenibles en alta mar.



8.1

Referentes directos

Agrisea ocean farms:

Referente de funcionamiento y visual

Proyecto de innovación científica para una nueva manera de cultivar arroz en el mar logrando que los cultivos toleren la salinidad del mar y utilicen los nutrientes que se encuentran en este medio para crecer, formando grandes paños verdes



Floating maricultural farm:

Referente temático de conceptualización

Este sistema cumple la función de cultivar peces y otros tipos de fauna marina con el fin de satisfacer las necesidades de alimentación para la población mundial.



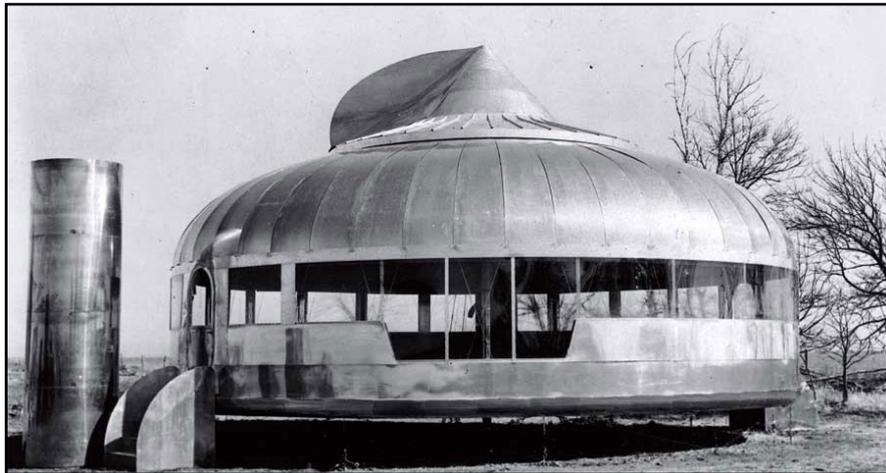
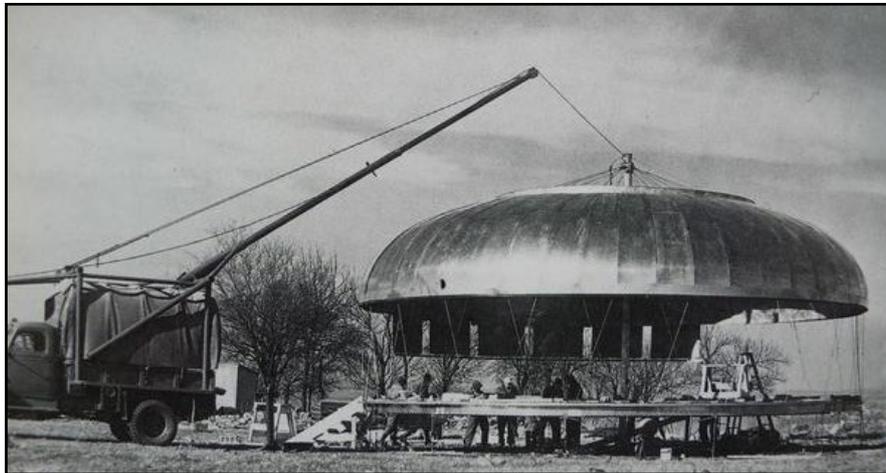
8.1

Referentes directos

Casa Dymaxion

Referente de forma y materialidad
(Pontón)

El 1920 Fuller construye una vivienda autónoma y sostenible que funcionaria como una maquina del futuro, influenciadas en la pre fabricación de piezas y nuevos materiales.



Observatorio flotante:

Referente de forma y materialidad
(Plataforma alguera)

En Holanda se genera este observatorio para poder contemplar el paisaje que les brinda el lugar desde el océano.

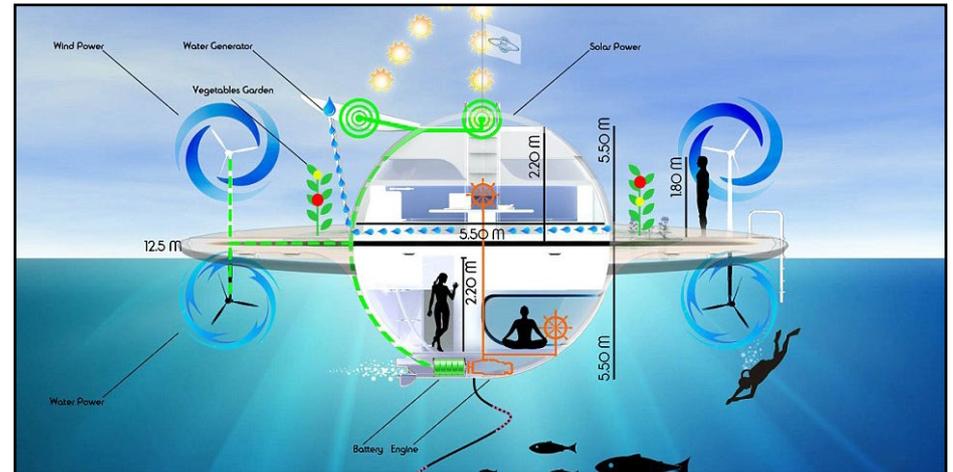


Referente Directo

Jet Capsule UFO:

Referente directo de representación y energético
Equipo italiano crea un nuevo concepto de embarcación
inspirado en un OVNI llamada UFO (Objeto flotante no
identificado).

Los huéspedes pueden relajarse en un salón en el caparazón
de fibra de vidrio superior o dirigirse al caparazón inferior
para ducharse o admirar las criaturas marinas.



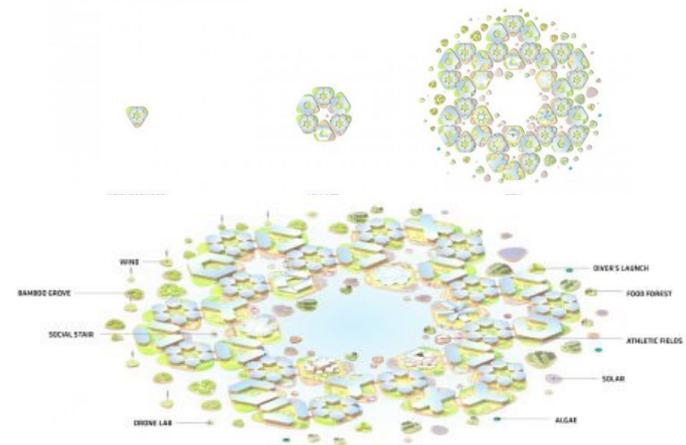
7.2

Referentes indirectos

Oceanix:

Referente indirecto de vínculo entre la comunidad y modularidad.

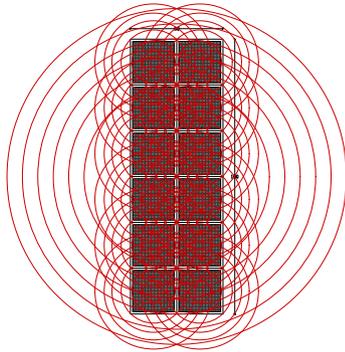
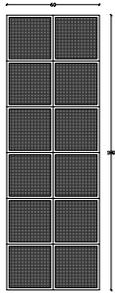
Es un proyecto con visión de futuro que consiste en crear nuevas comunidades de viviendas flotando sobre la superficie marina y que funcione de manera sostenible cultivando y produciendo en el mismo lugar en donde cada apersona cumple su rol.



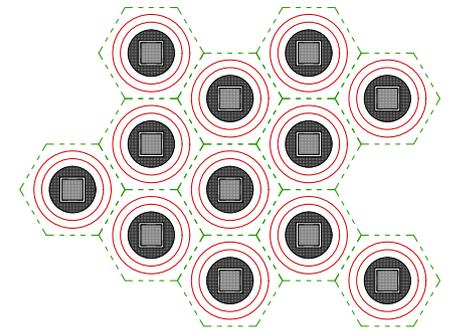
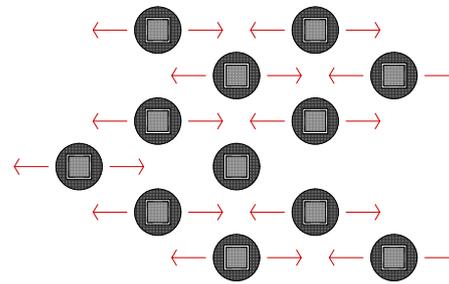
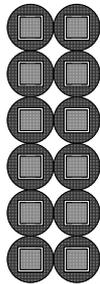
9.1

Nuevo ordenamiento sistemático

Unidad productiva estándar
(Impacta en un solo punto)



La nueva unidad productiva que se propone se expande modularmente en el lugar de manera controlada por dos sistemas de extracción de desechos

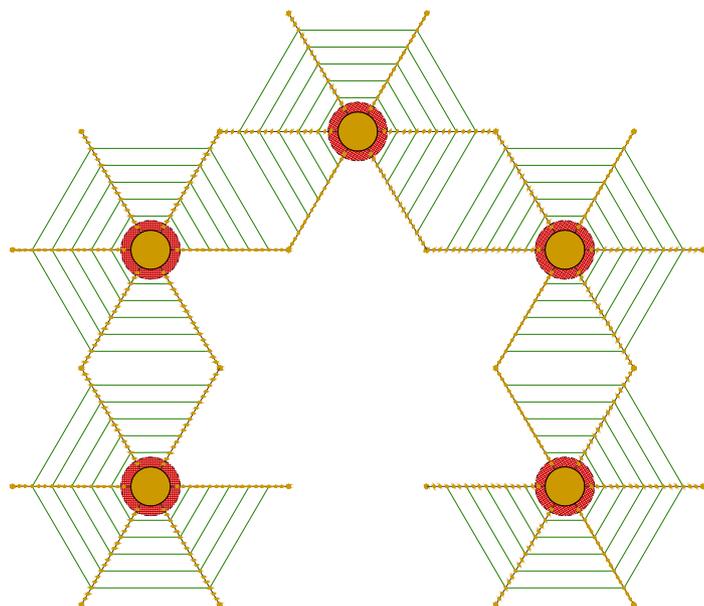


Grilla de ordenamiento modular hexagonal

9.1

Nuevo ordenamiento sistemático

Las nuevas concesiones salmoneras están compuestas por 5 unidades productivas colaborativas



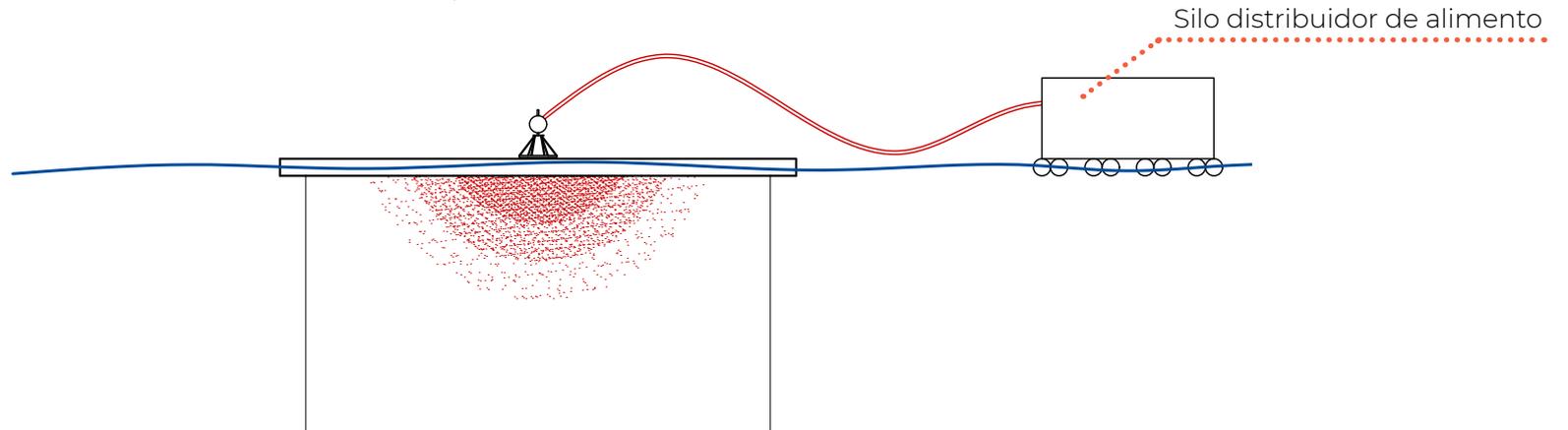
Cada concesión está asociada a un color para reconocer fácilmente y tener un mejor ordenamiento visual



9.2

Decisiones proyectuales

Unidad productiva estándar

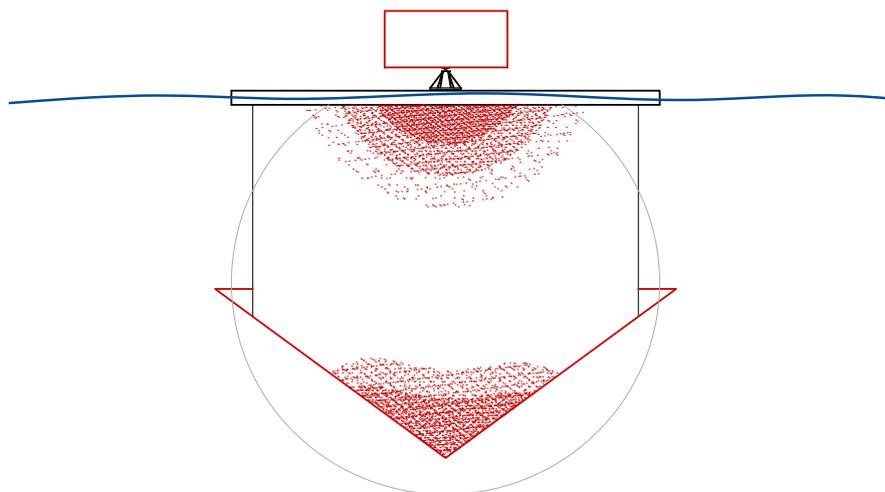


1°
Decisión proyectual

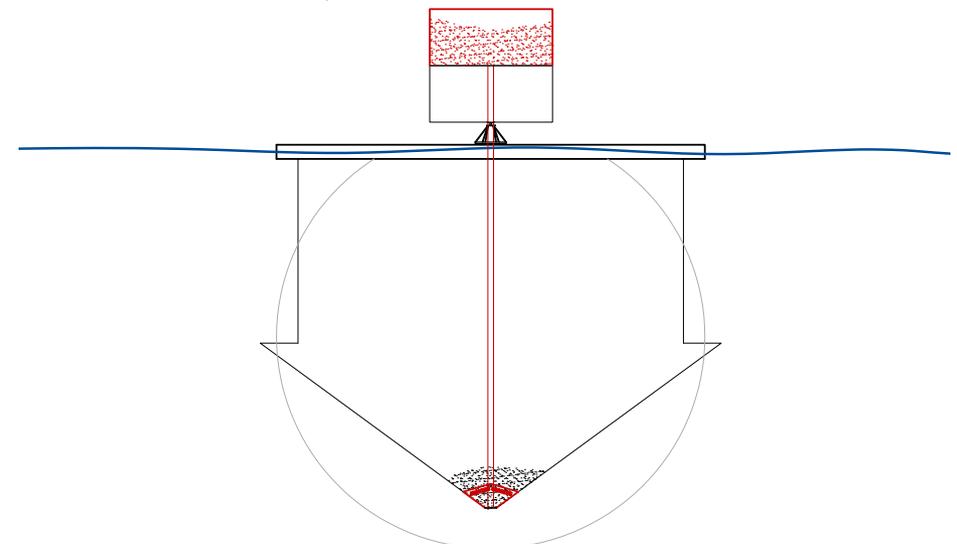
Se incorpora un silo alimentador sobre la unidad

2°
Decisión proyectual

Se incorpora un espacio para el Acopio de succión de heces



Se incorpora un fondo de acopio



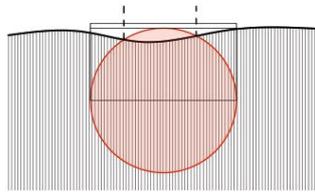
Se incorpora un sistema de succión

3°

Decisión proyectual

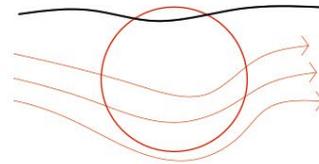
Unidad productiva de forma esférica geodésica

Genera un Menor impacto visual

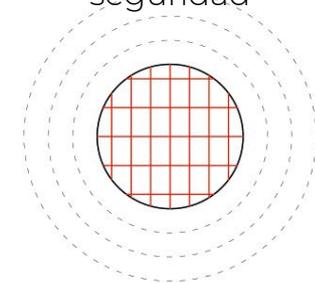


Menos superficie a la vista

Forma aerodinámica

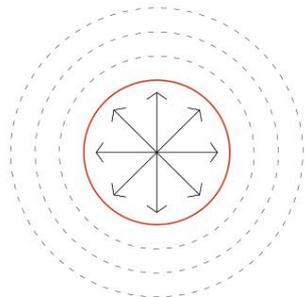


Mayor estructuración y seguridad

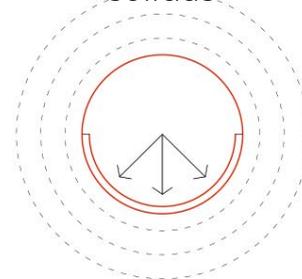


Aumento de la resistencia para evitar fallas

No hay gravedad

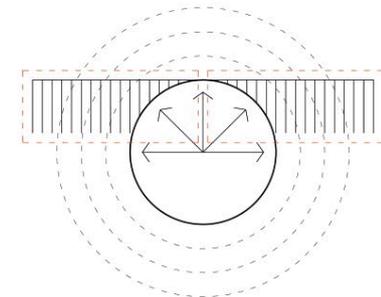


Las partículas grandes y solidas



Sedimentan en el fondo de la unidad

Las partículas pequeñas

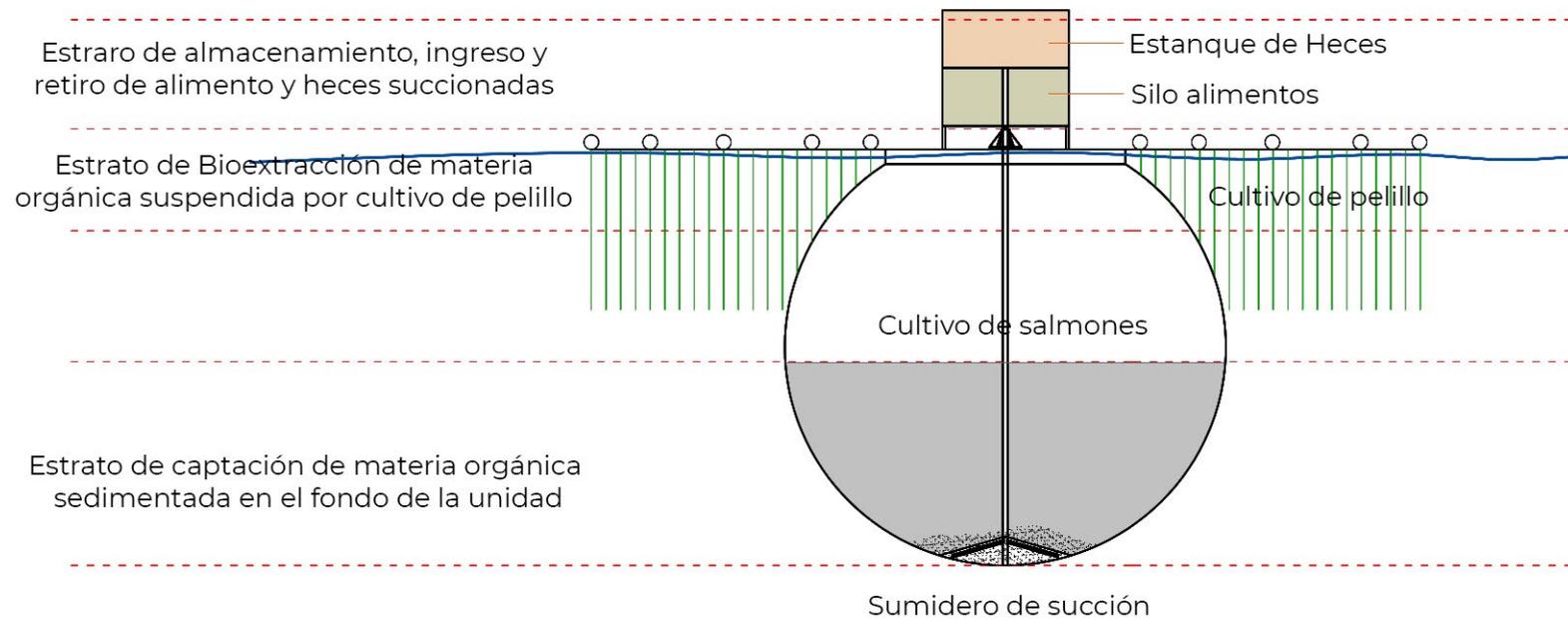


Son asimiladas por el pelillo cultivado en su perímetro

9.3

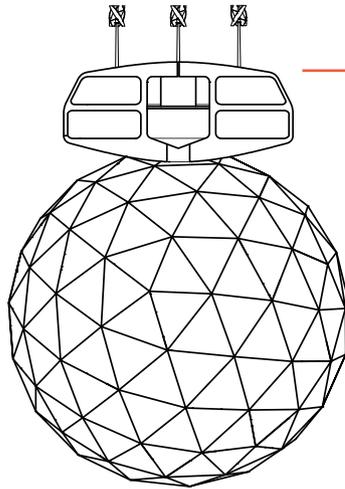
Funcionamiento General

Esquema de funcionamiento general de extracción de desechos

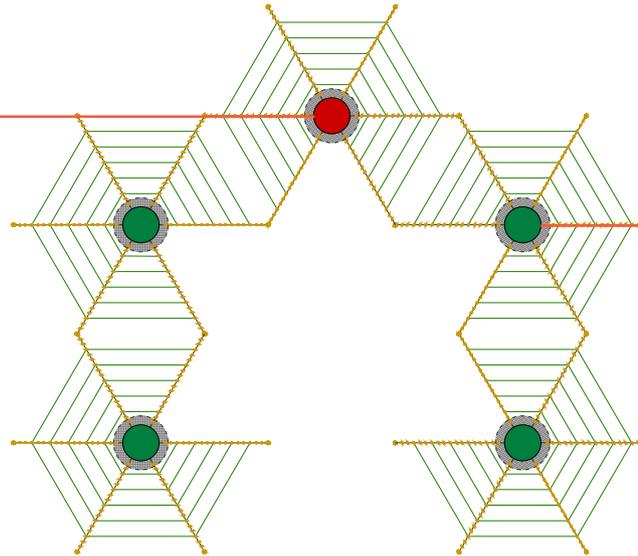
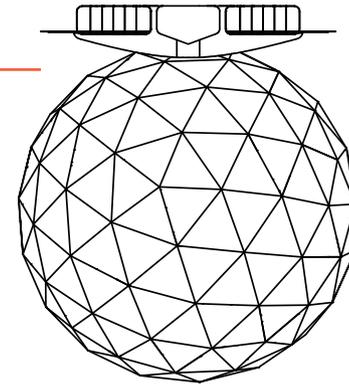


Partes de la nueva concesión

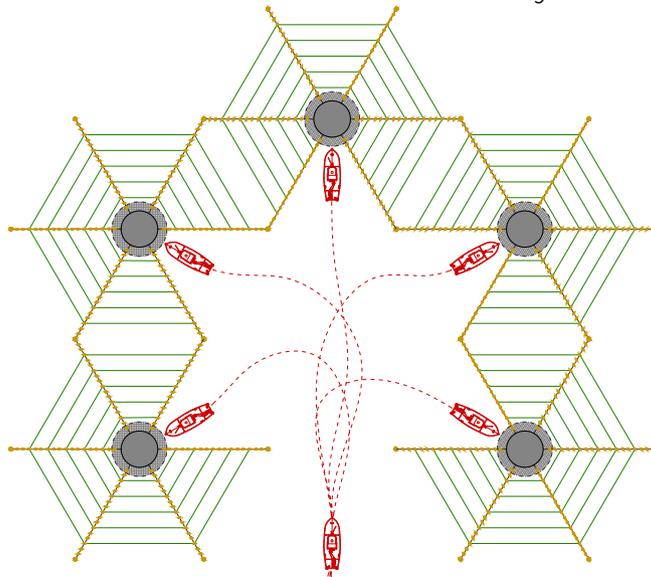
Pontón alimentador



Plataforma para alqueros

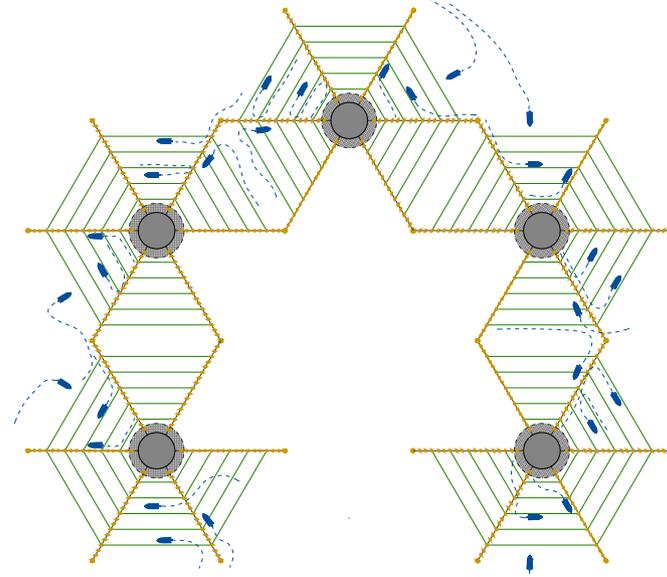


Recorrido de embarcaciones de mayor escala



Ingreso y sacado de salmones, suministro de alimentos, sacar las heces succionadas.

Recorrido de embarcaciones de menor escala



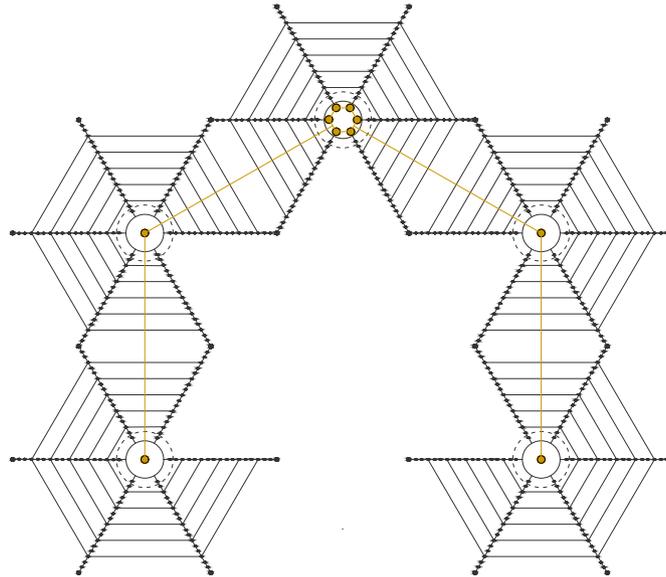
Uso de alqueros para la producción y cosecha de pelillo.

9.3

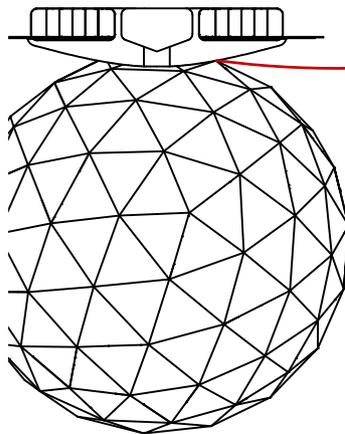
Funcionamiento General

El pontón produce energía eólica y la almacena para luego distribuirla hacia las plataformas algueras.

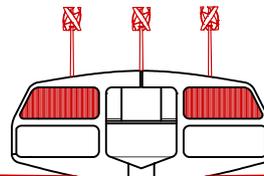
Funcionamiento energético



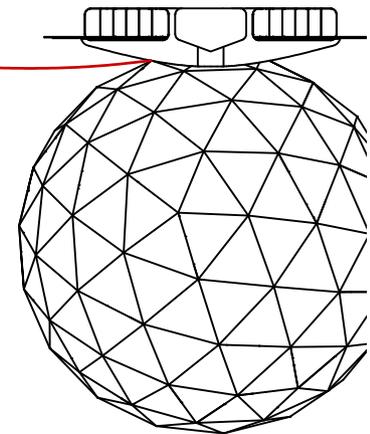
Plataforma alguera



Pontón



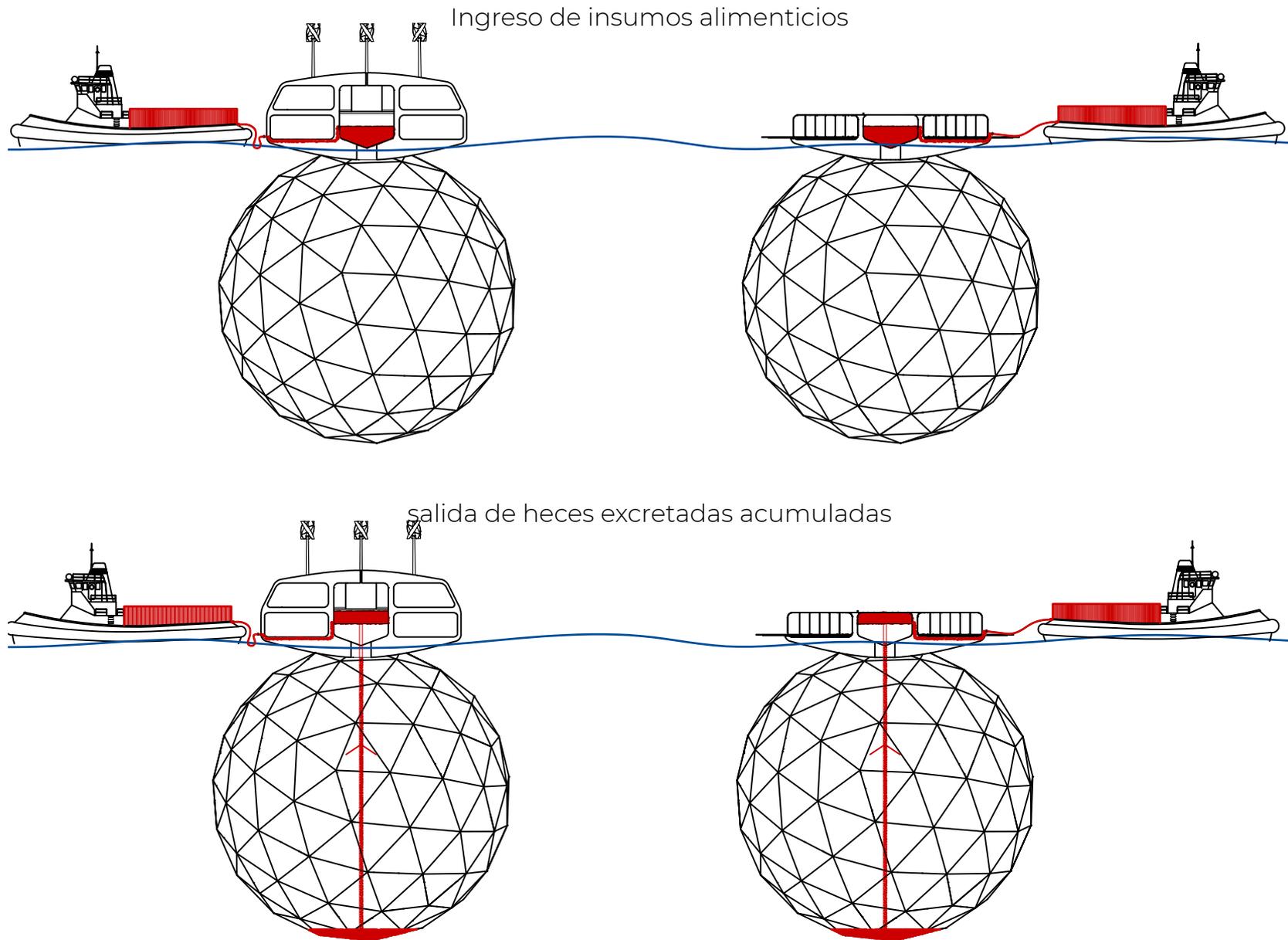
Plataforma alguera



9.3

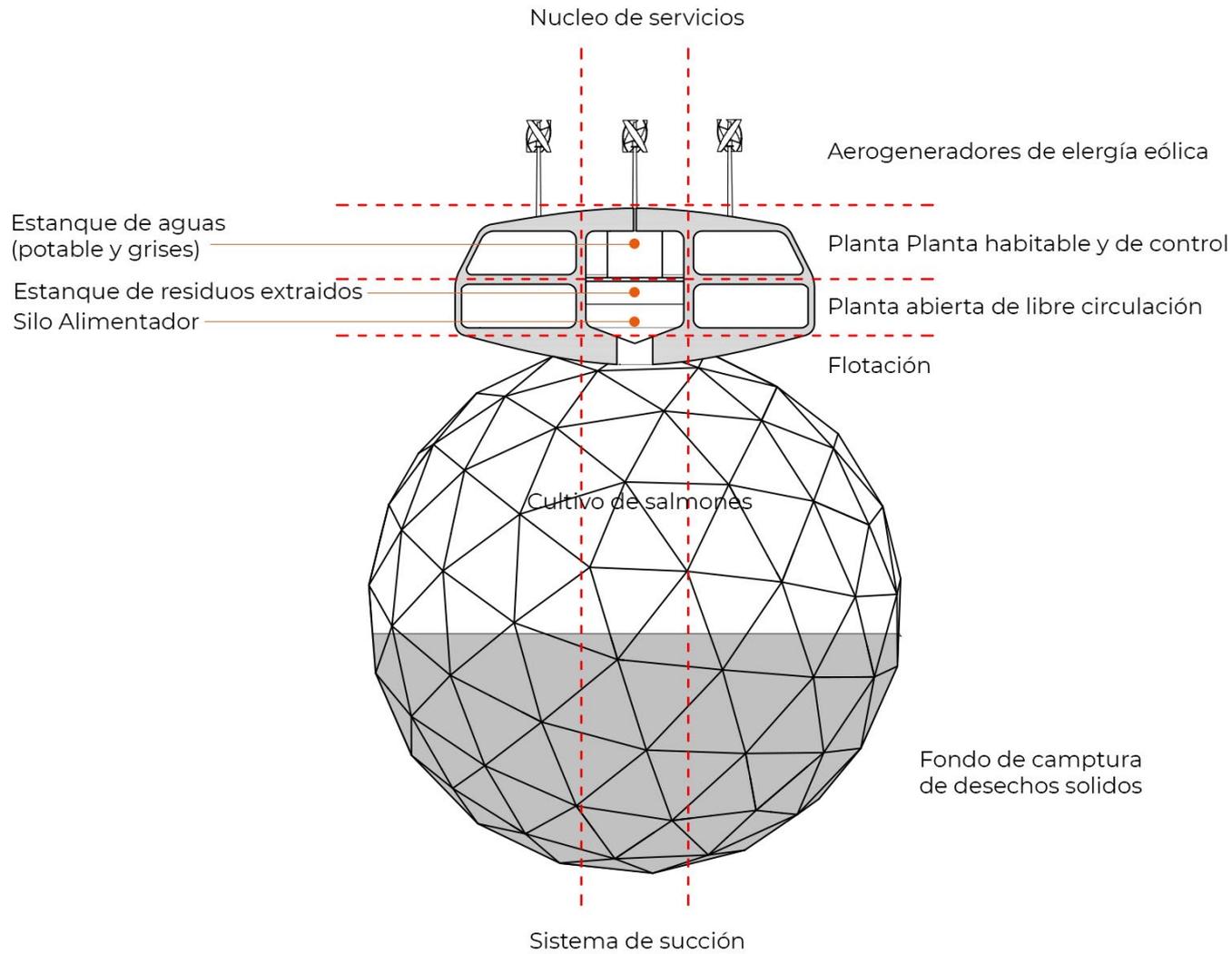
Funcionamiento General

Sistema de ingreso y salida de insumos y desechos

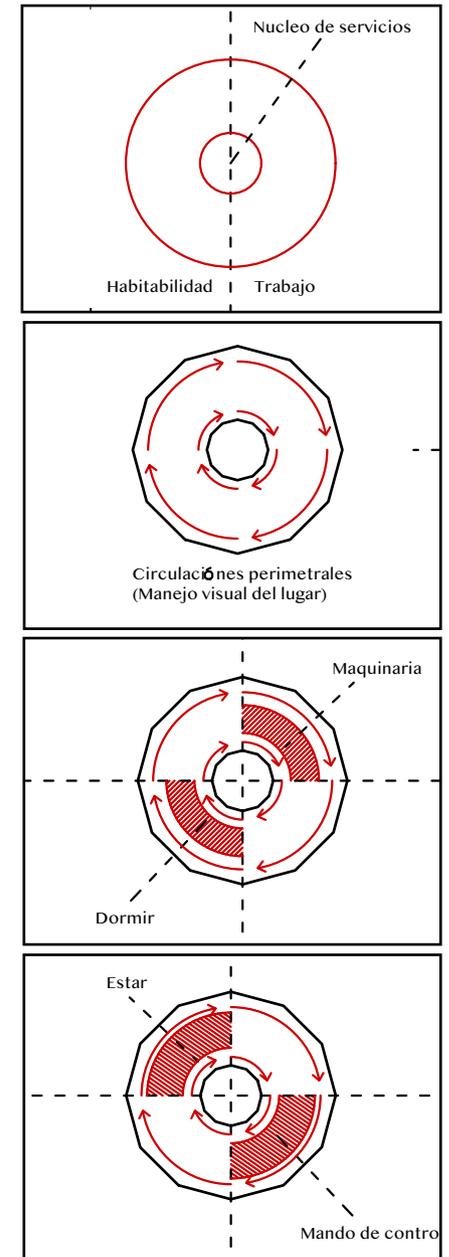


9.4

Funcionamiento pontón alimentador

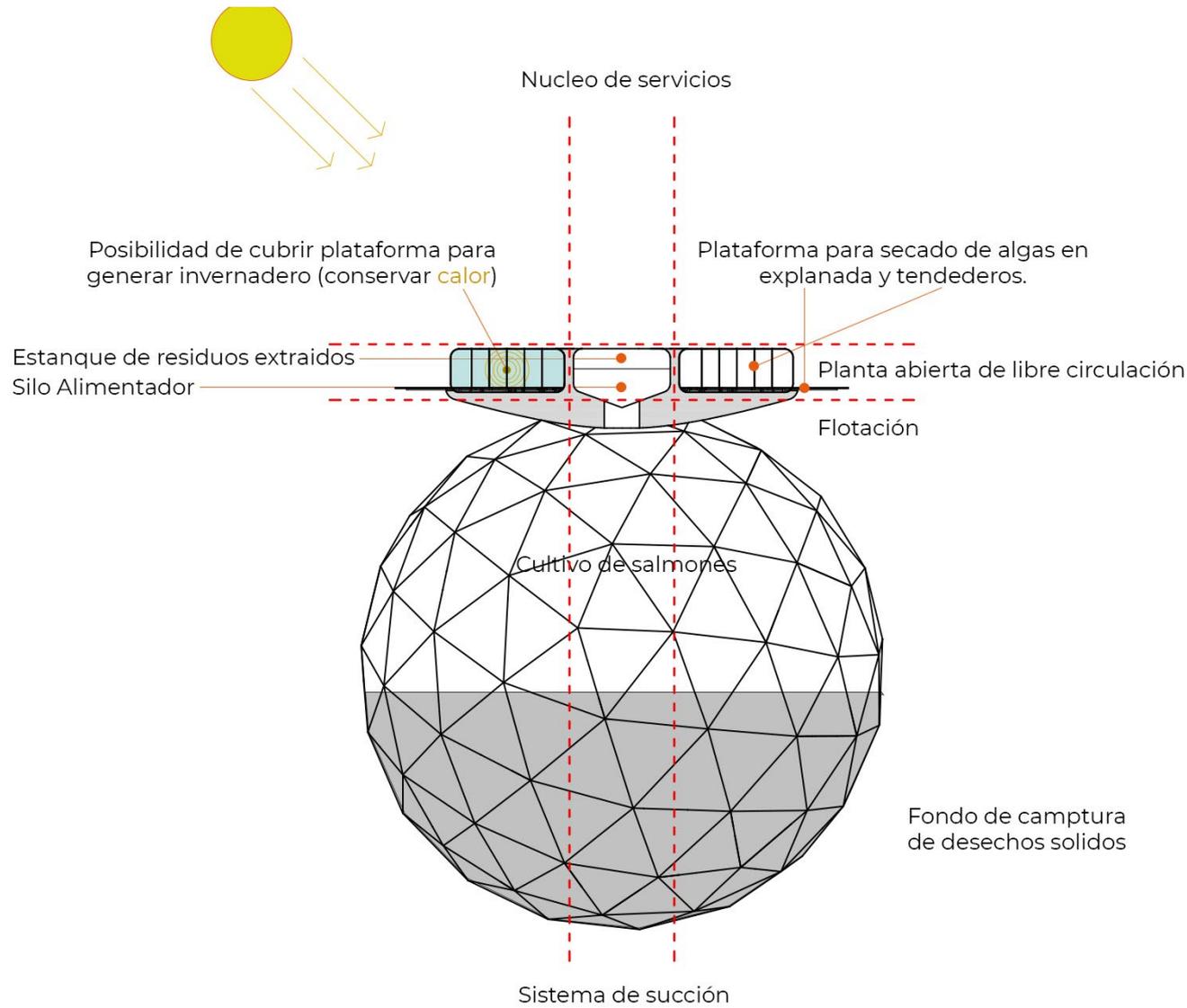


Esquemas de uso de planta

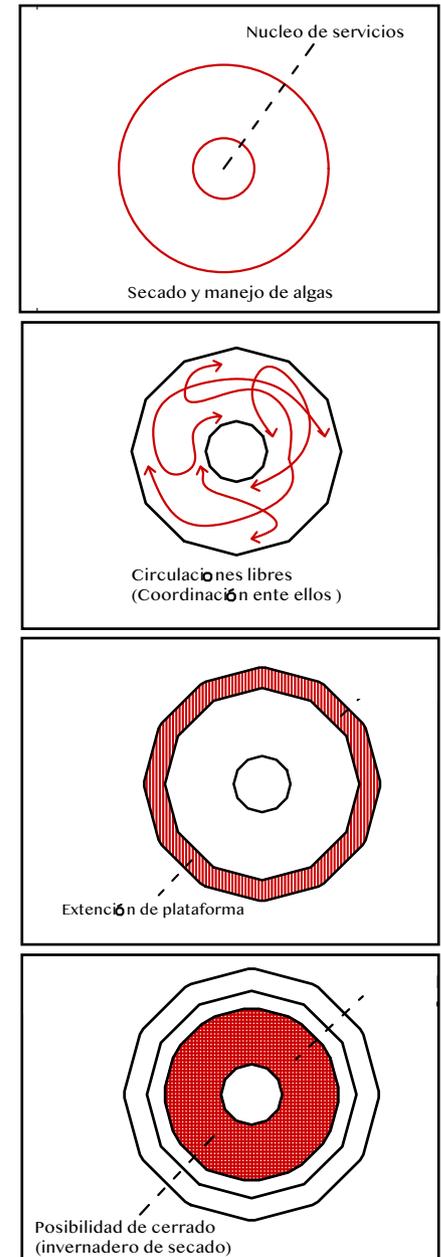


9.5

Funcionamiento plataforma para algueros



Esquemas de uso de planta



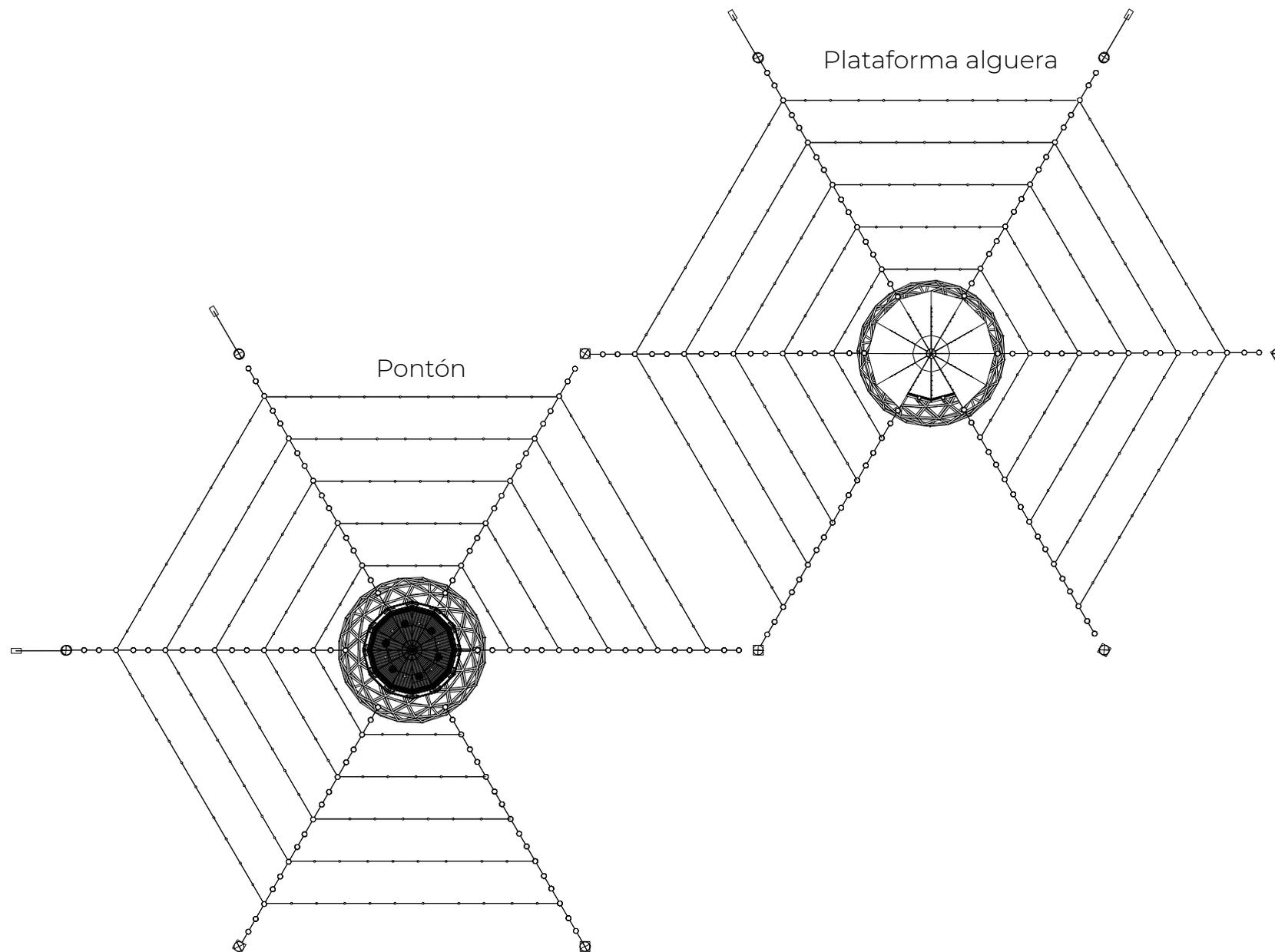
10

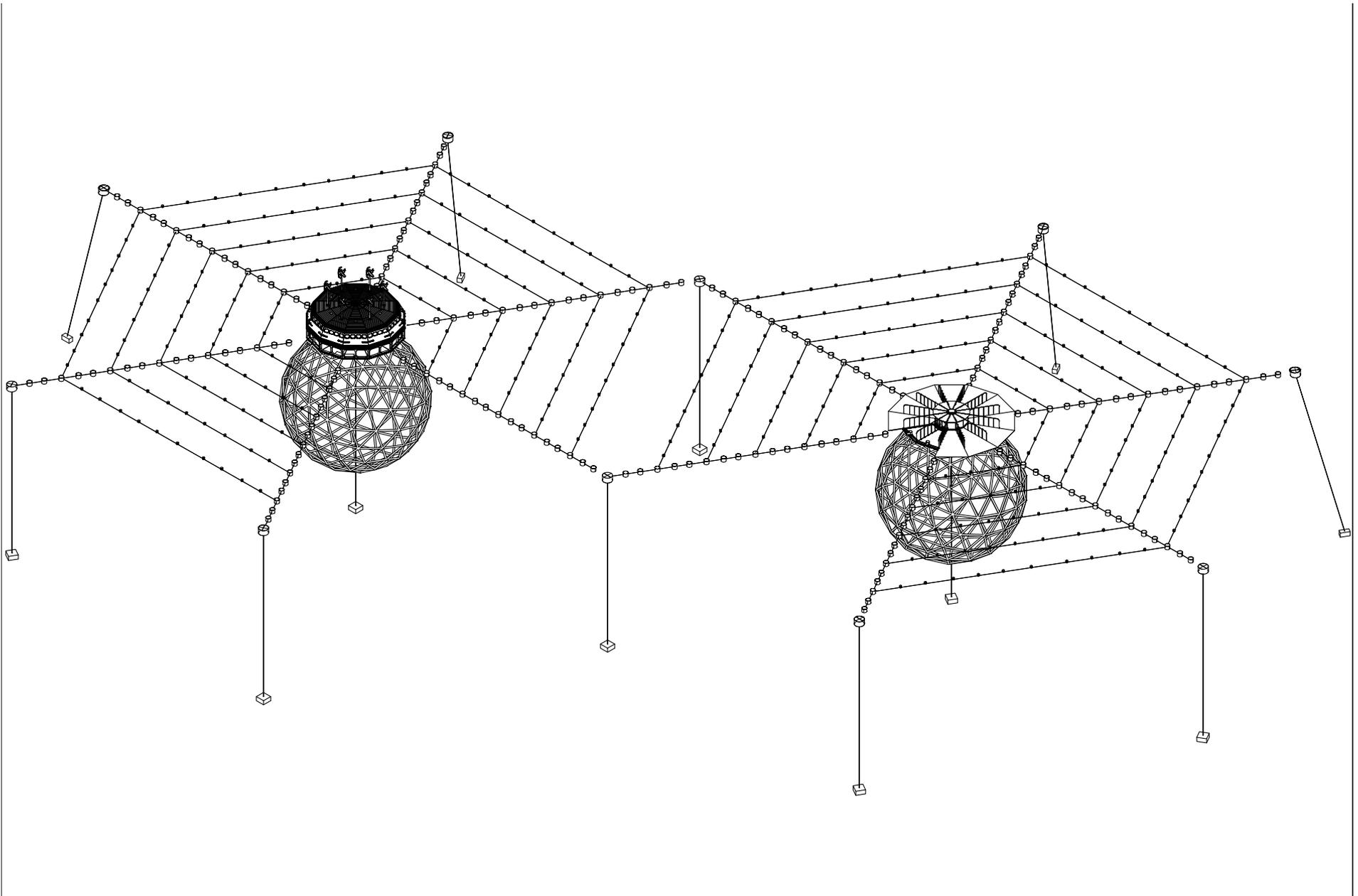
Propuesta formal

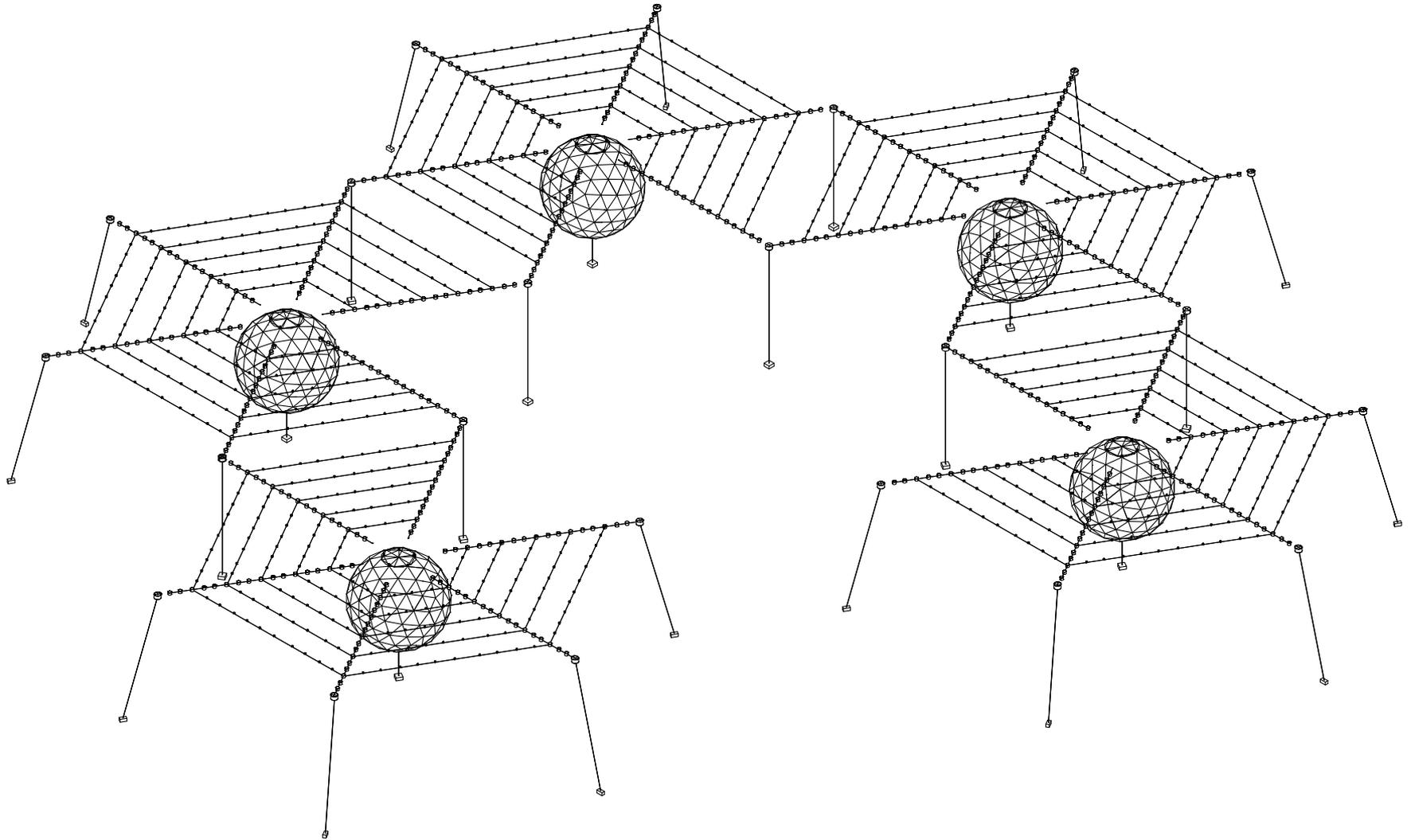
10.1

Macro escala

PLANTA GENERAL DE SISTEMA

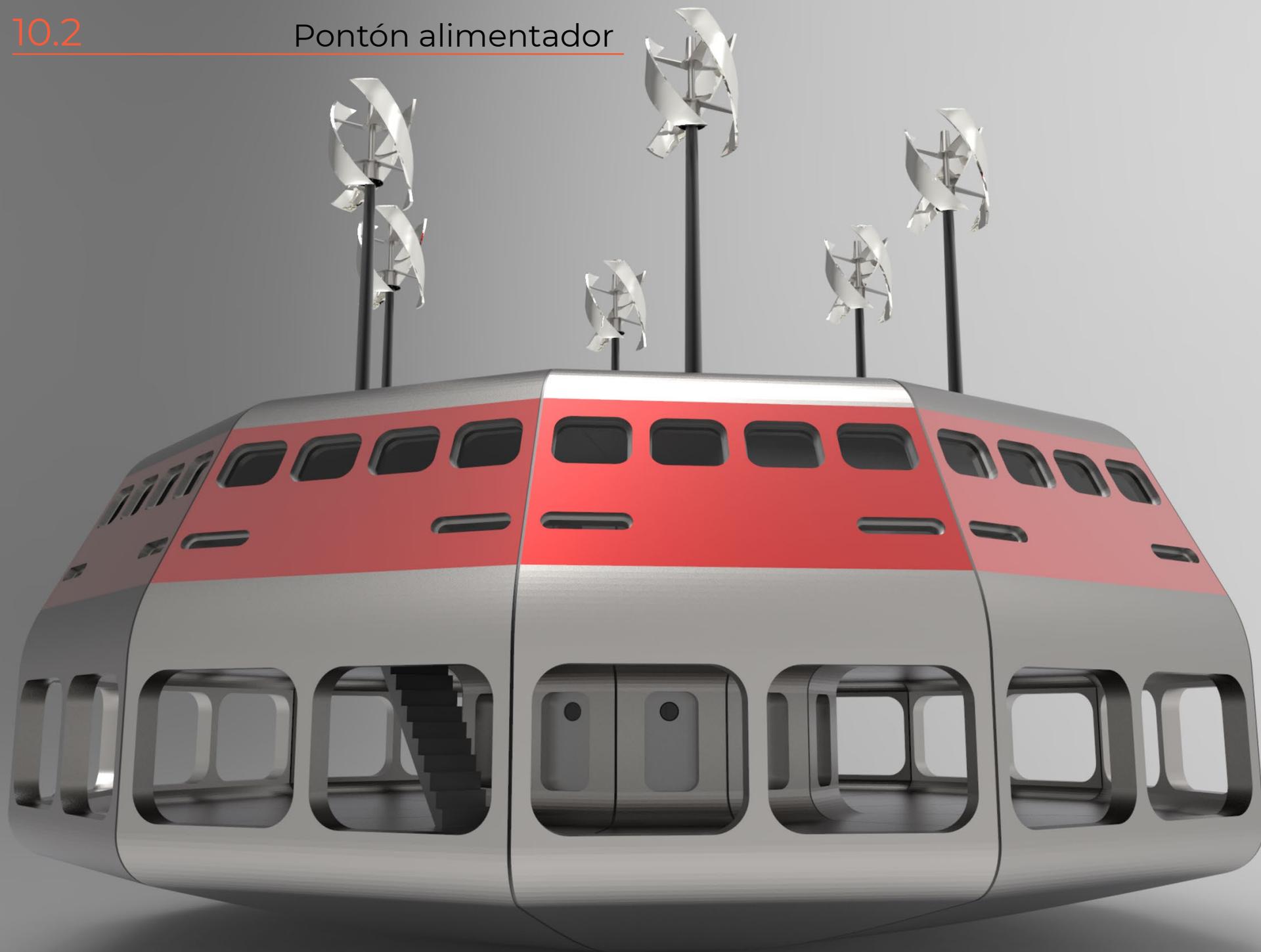


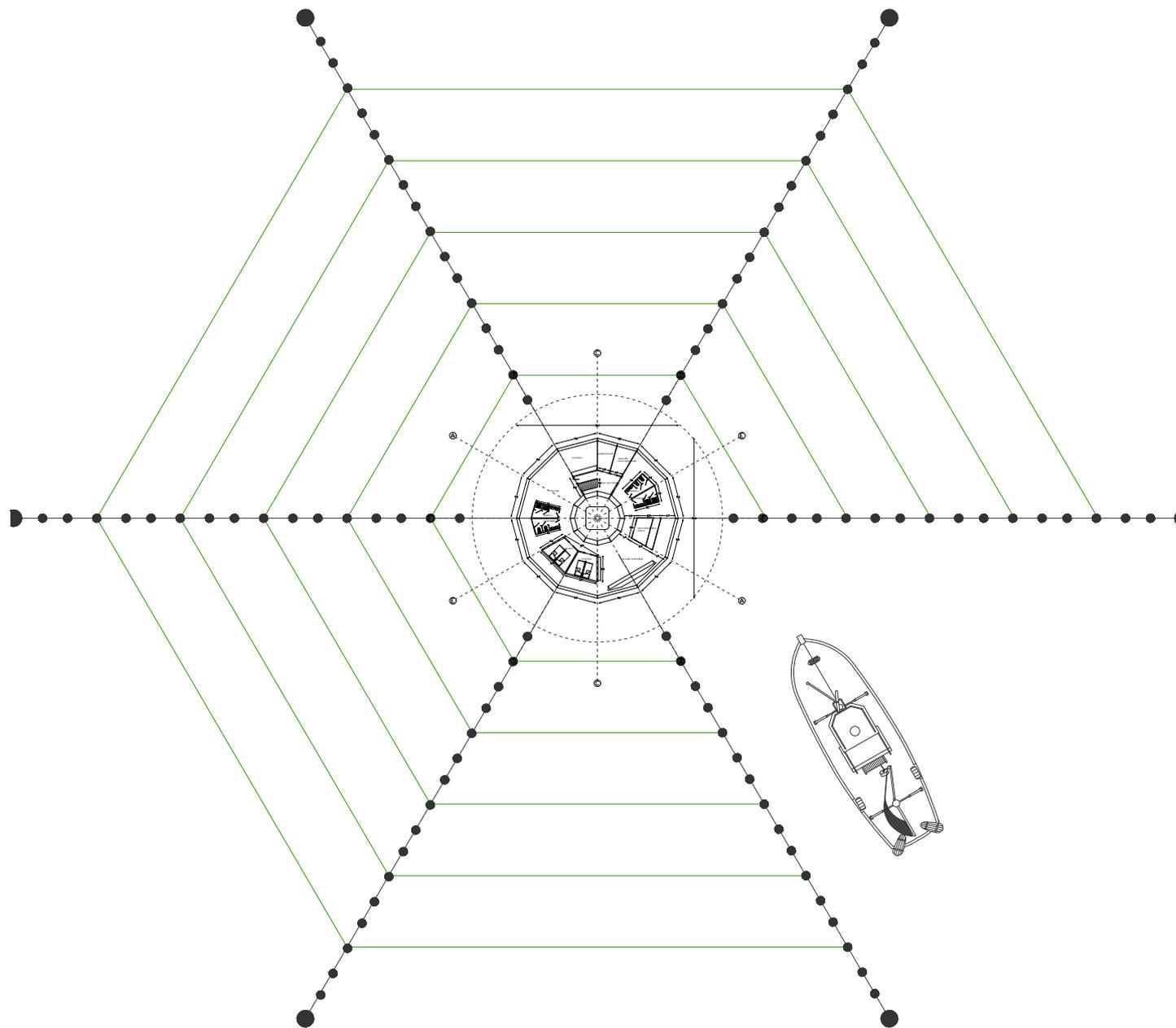




10.2

Pontón alimentador

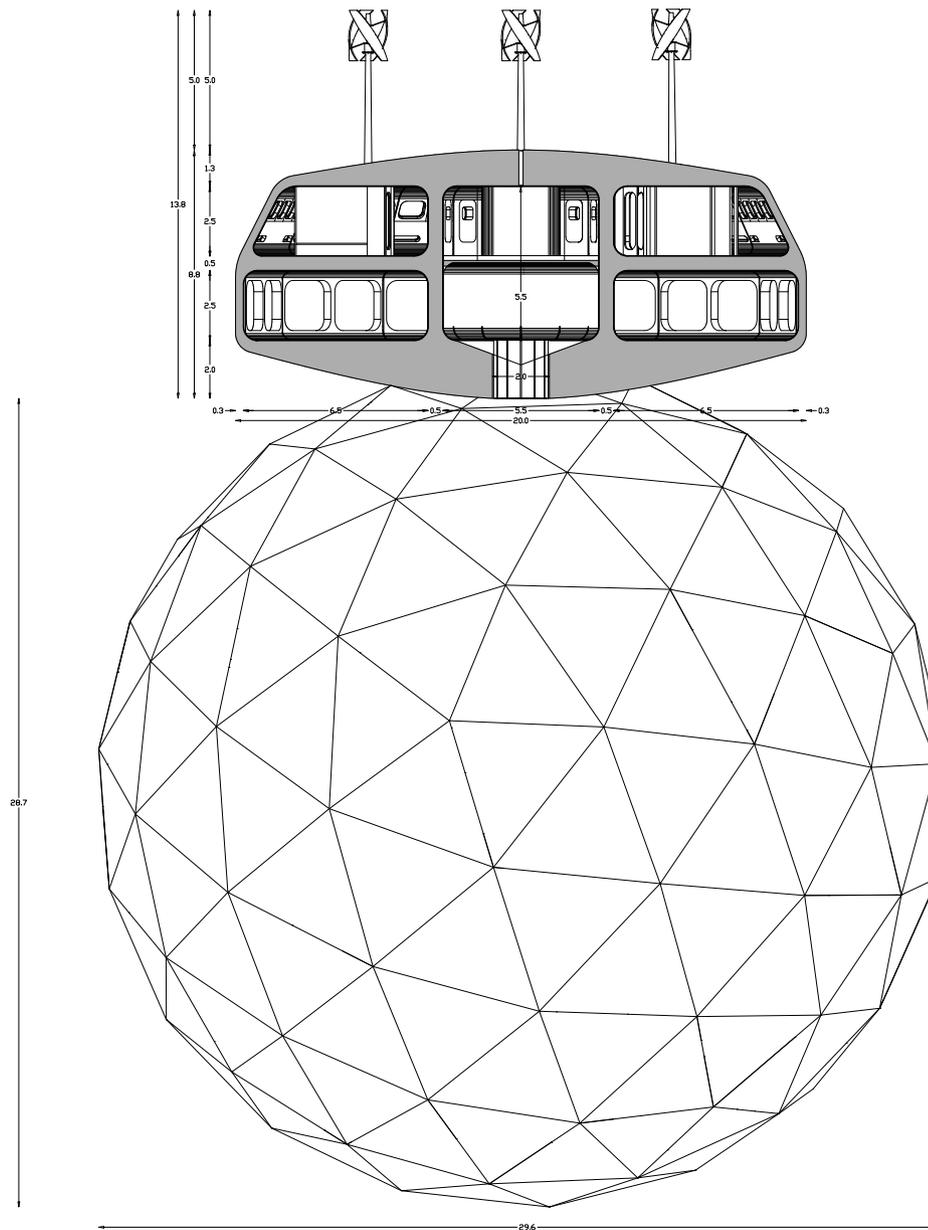




10.2

Pontón alimentador

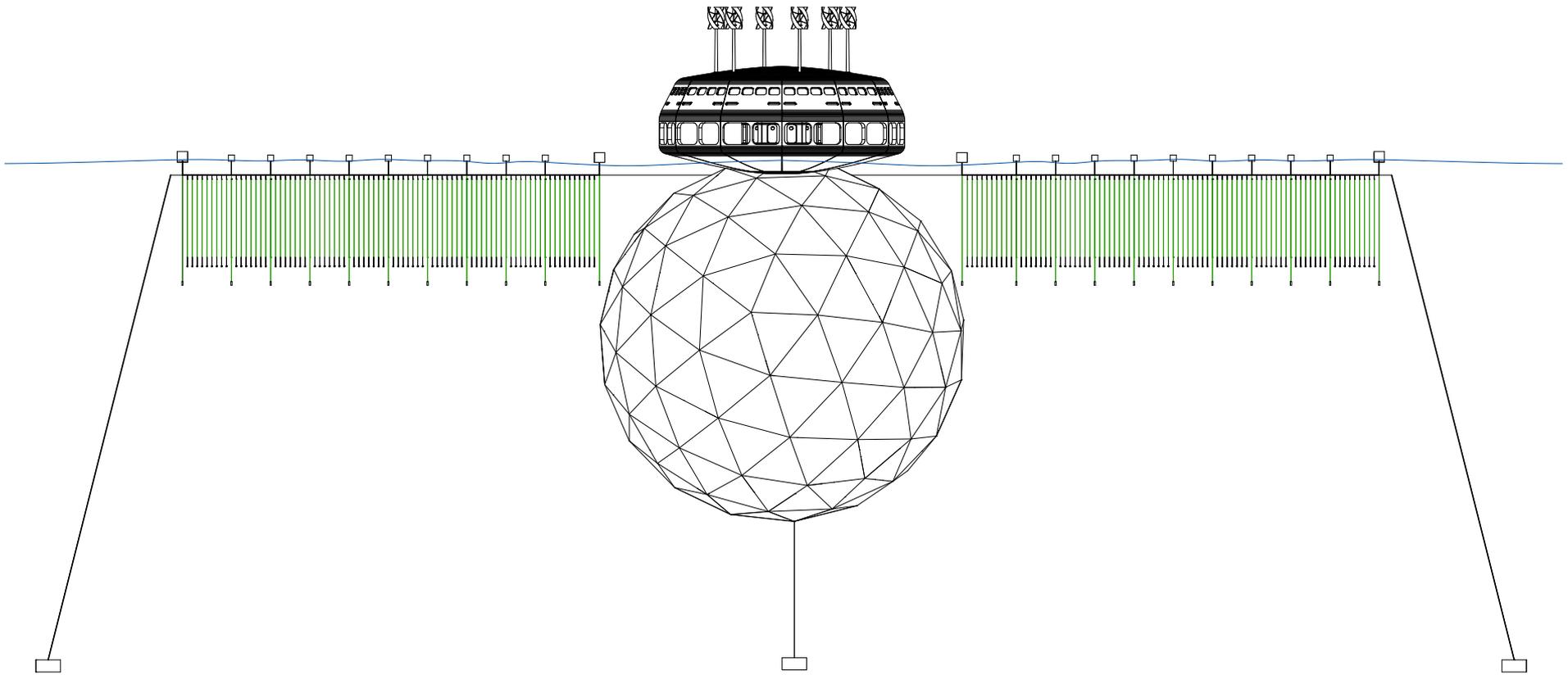
CORTE



10.2

Pontón alimentador

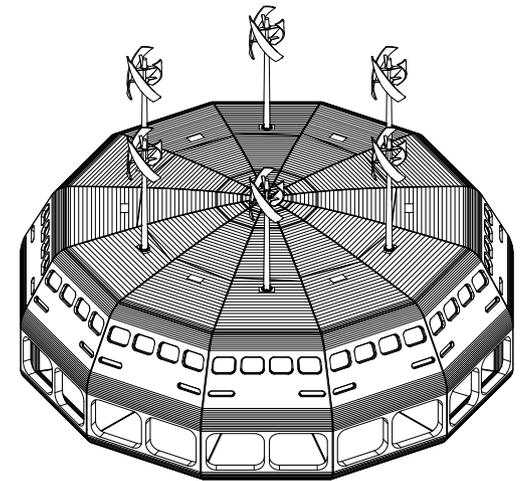
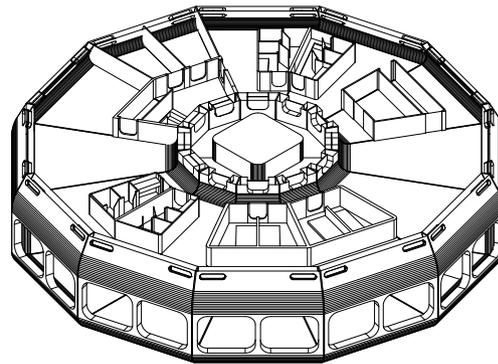
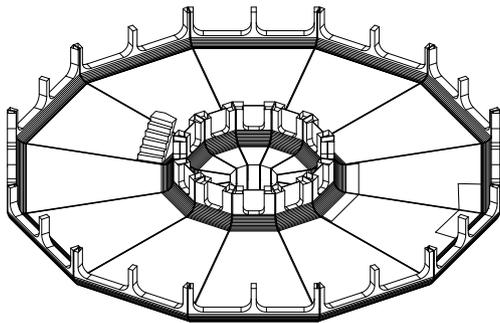
ELEVACIÓN



10.2

Pontón alimentador

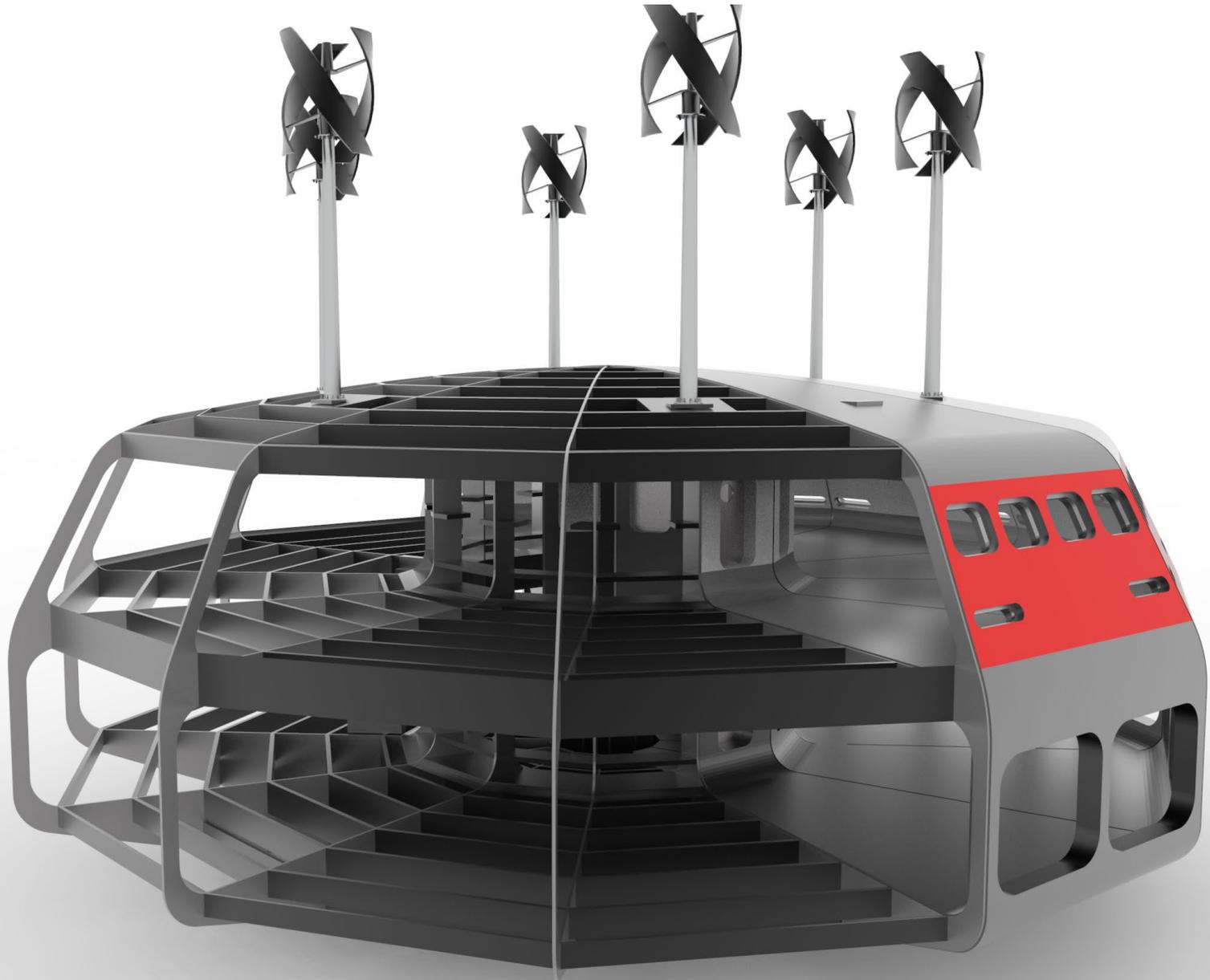
ISOMETRICA CONSTRUCTIVA



10.2

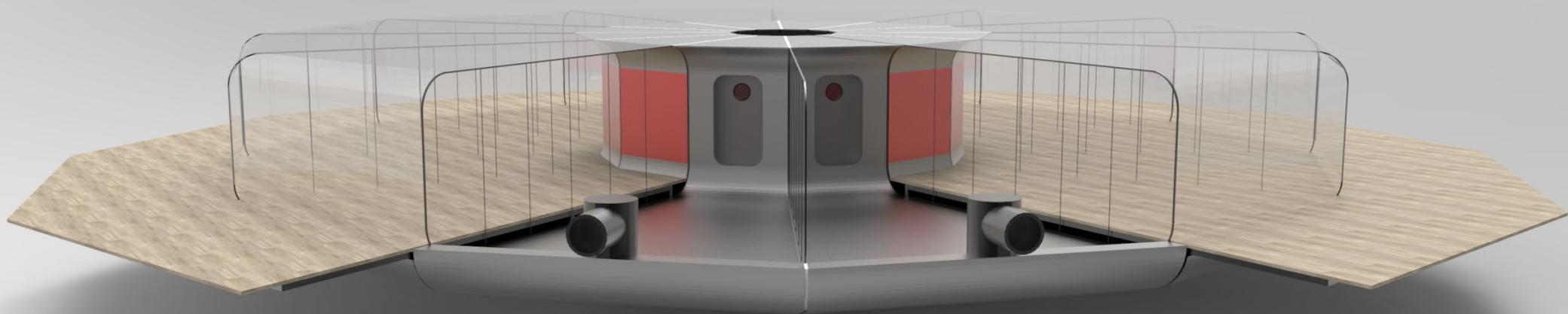
Pontón alimentador

ISOMETRICA CONTRSUCTIVA CON MATERIALIDAD



10.3

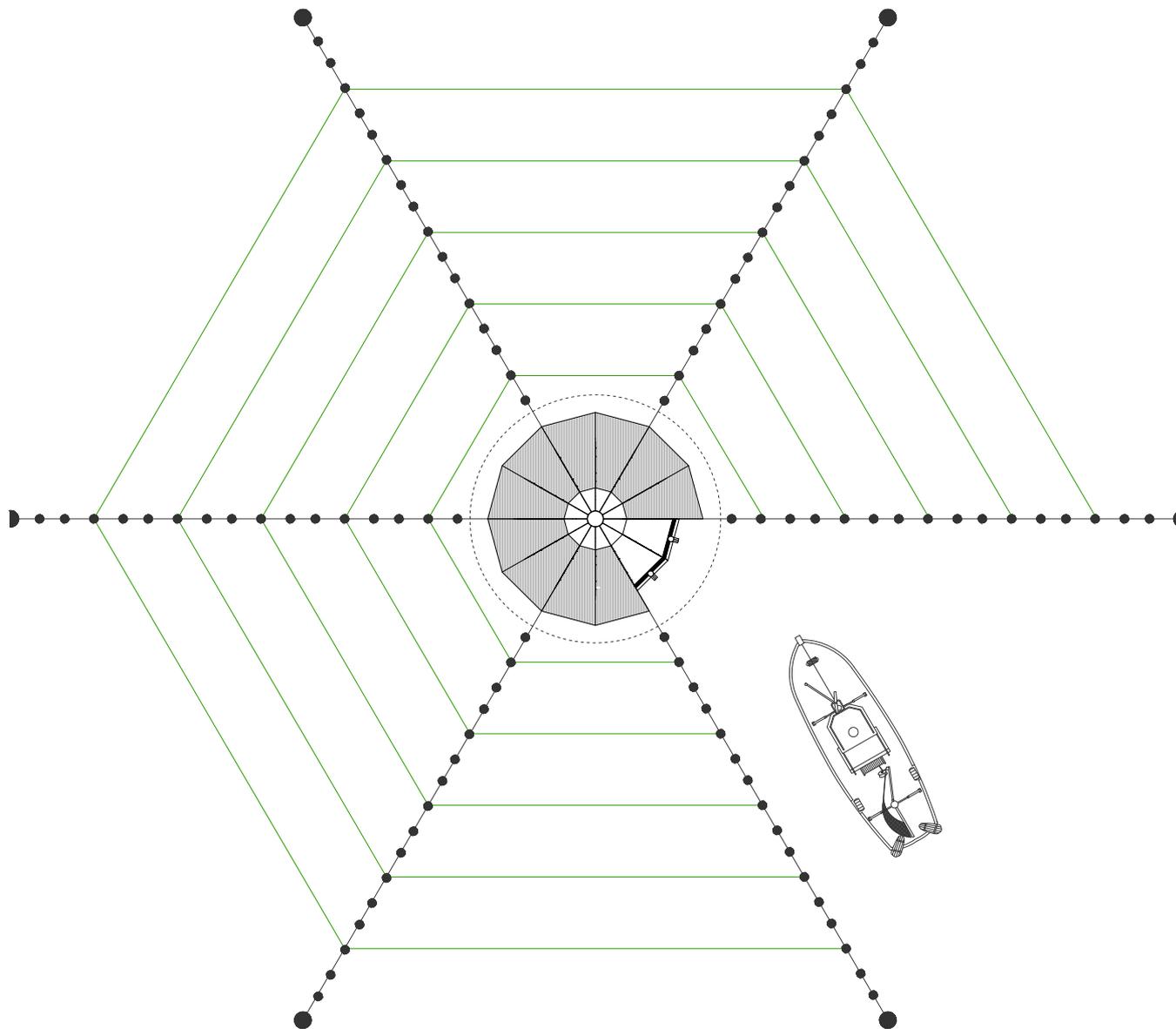
Plataforma de alqueros



10.3

Plataforma de alqueros

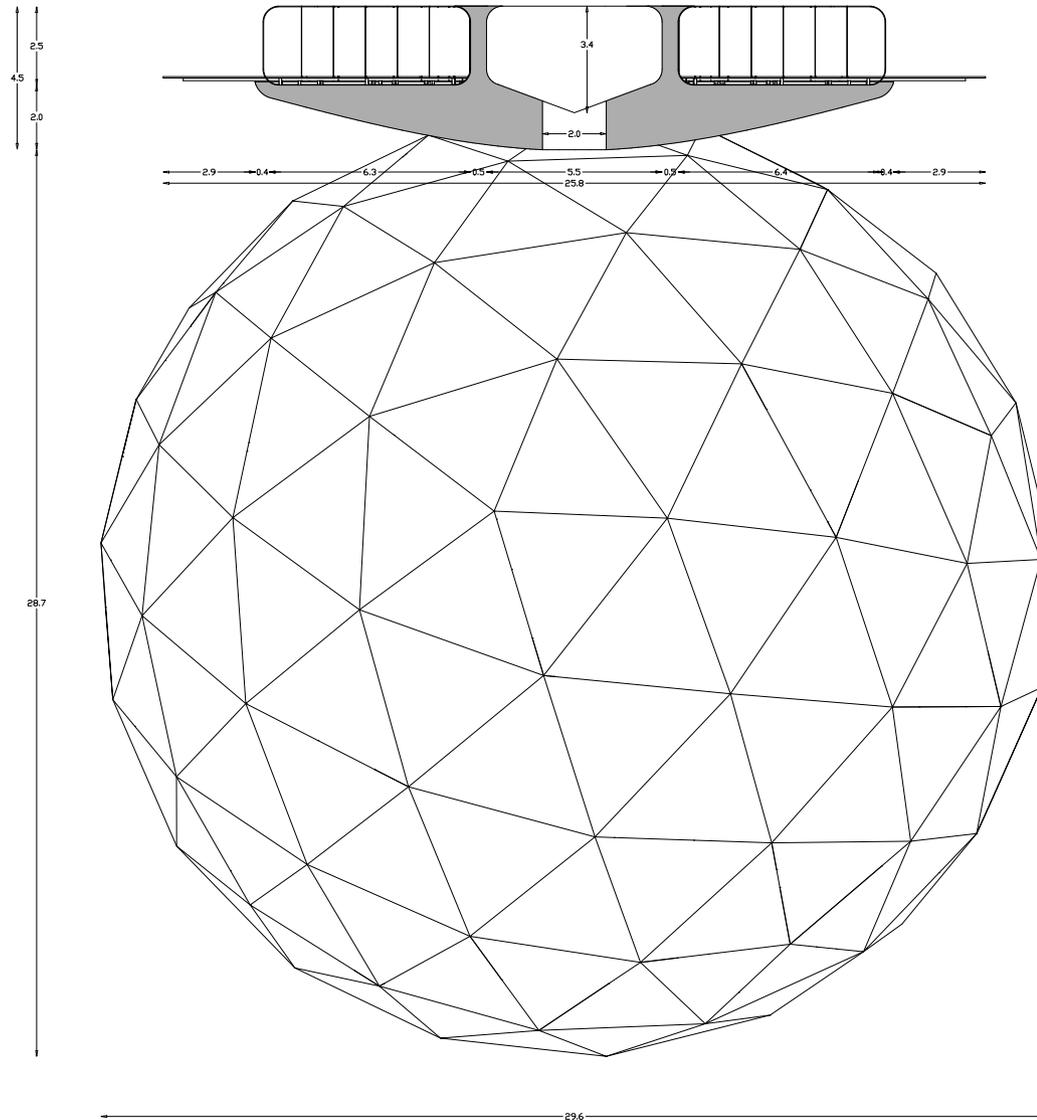
PLANTA



10.3

Plataforma de alqueros

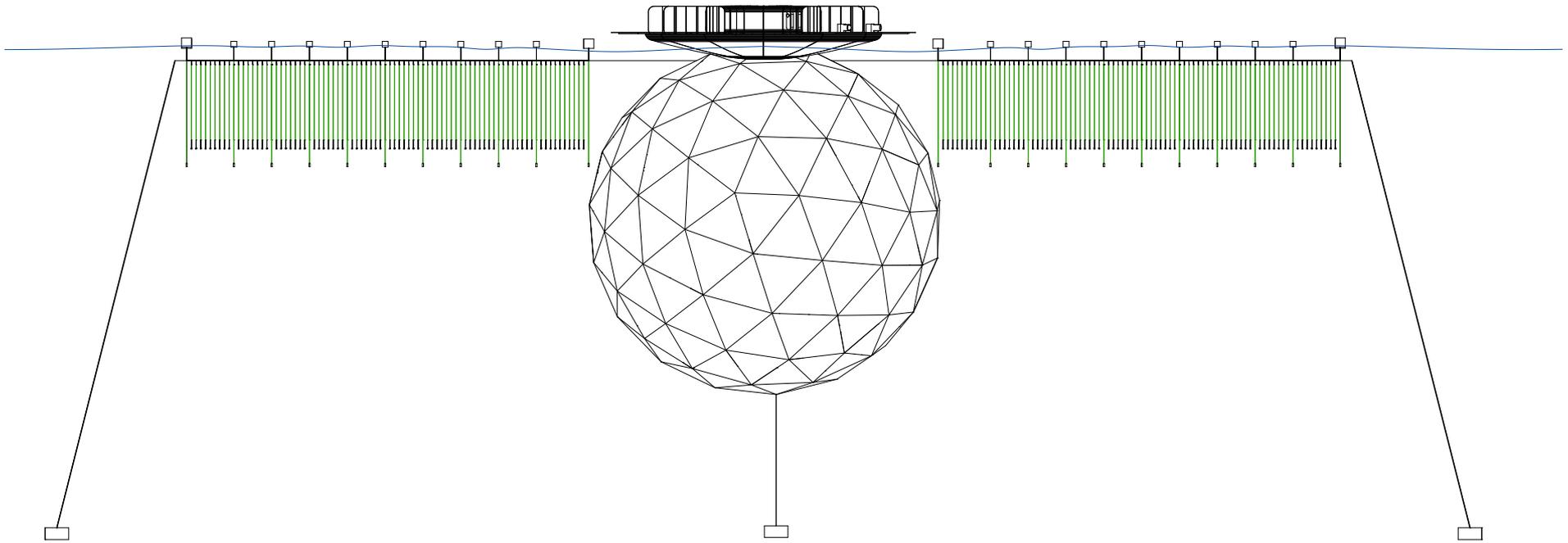
ELEVACIÓN



10.3

Plataforma de alqueros

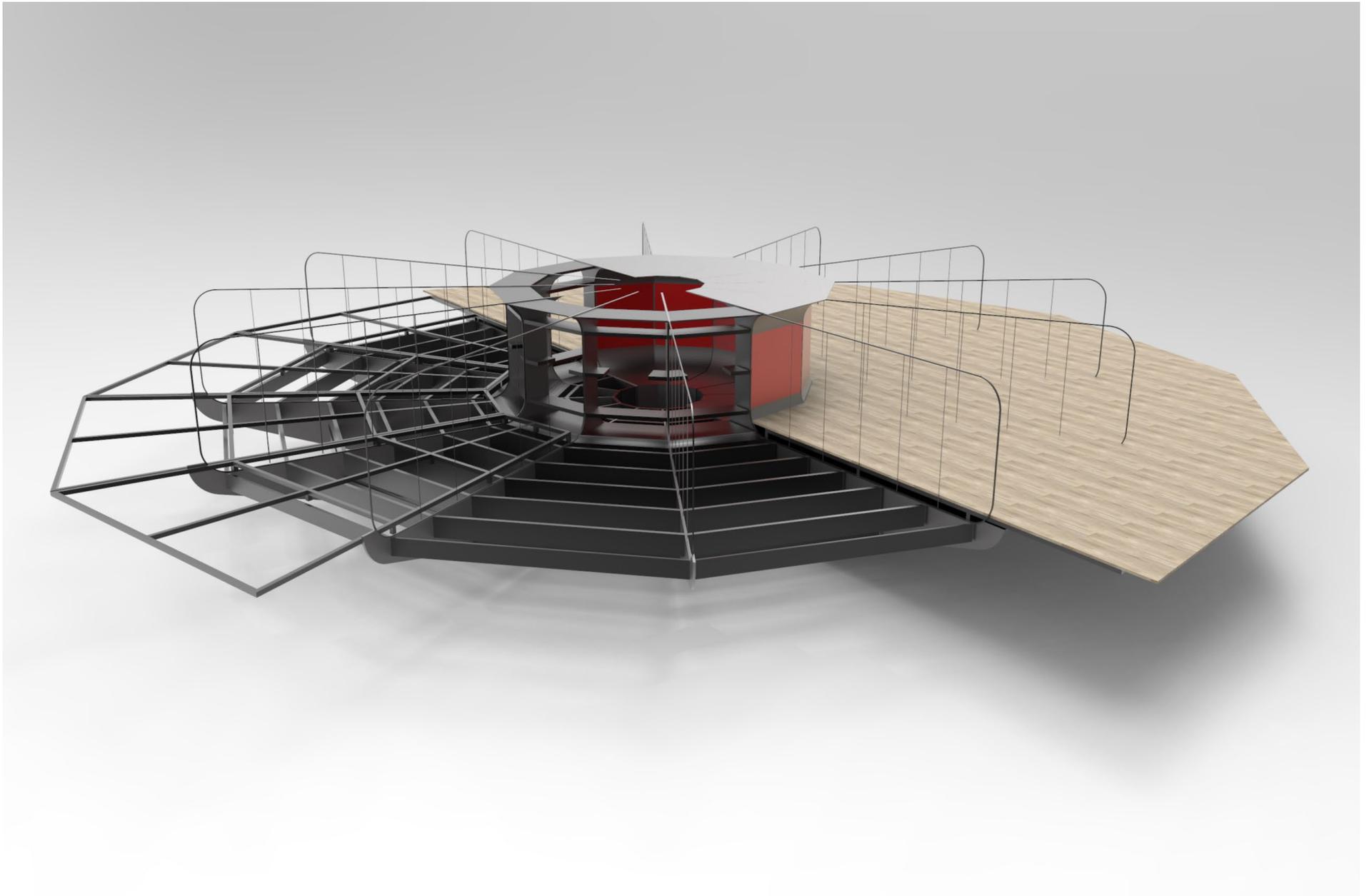
CORTE



10.3

Plataforma de alqueros

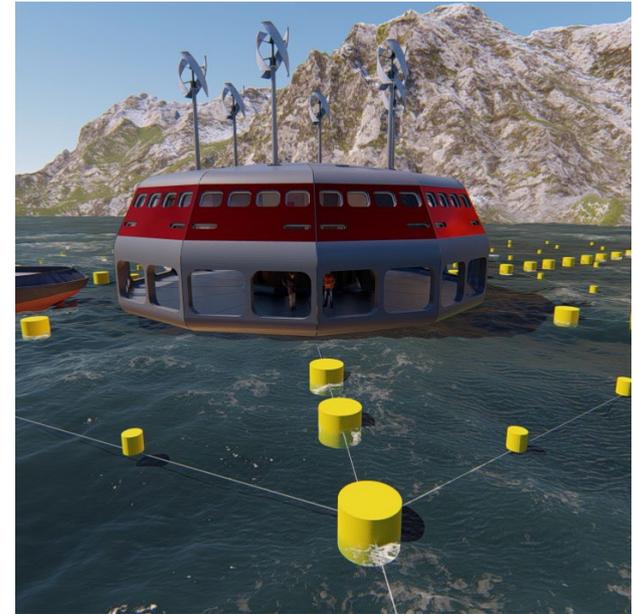
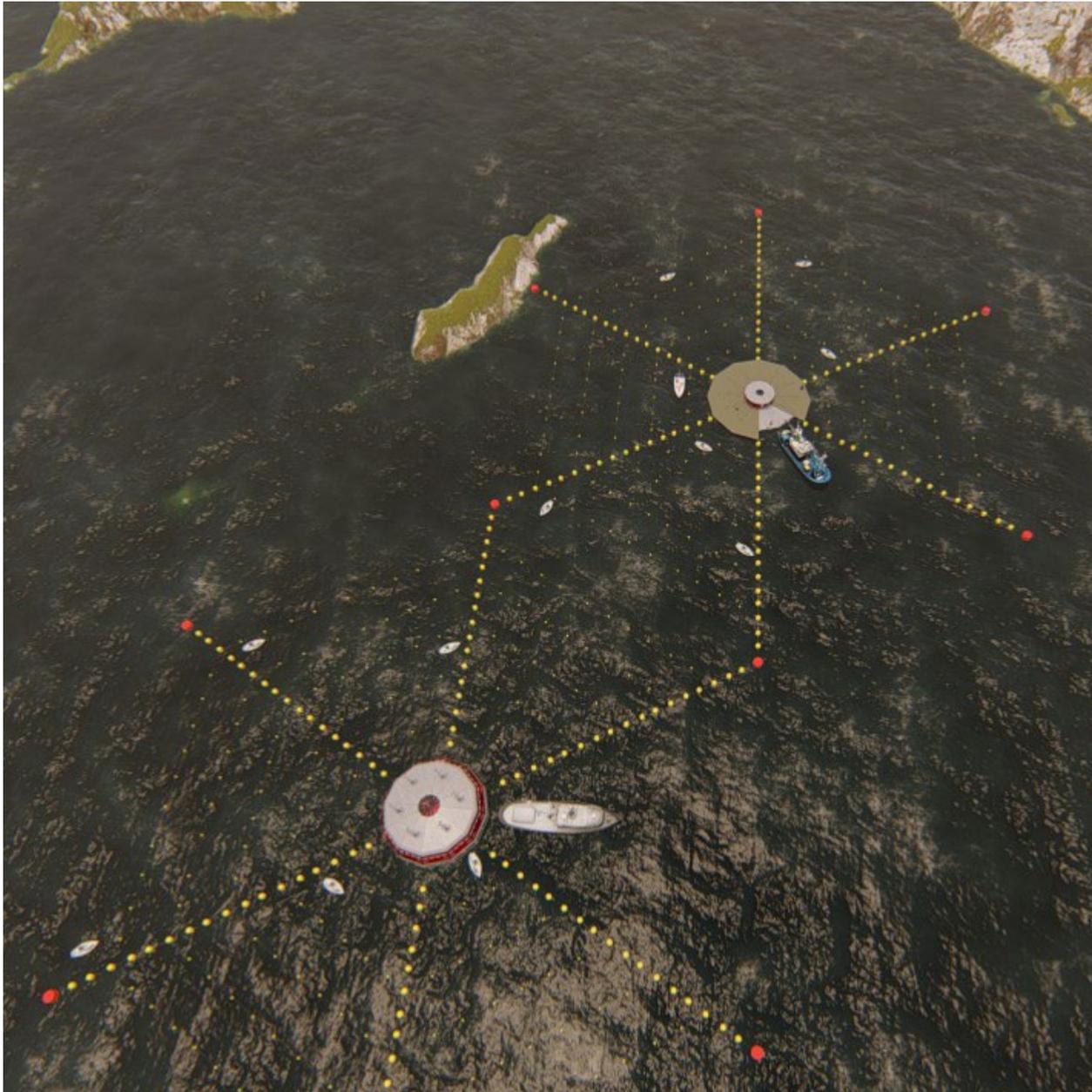
ISOMÉTRICA CONSTRUCTIVA CON MATERIALIDADES



10.4

Imágenes de proyecto

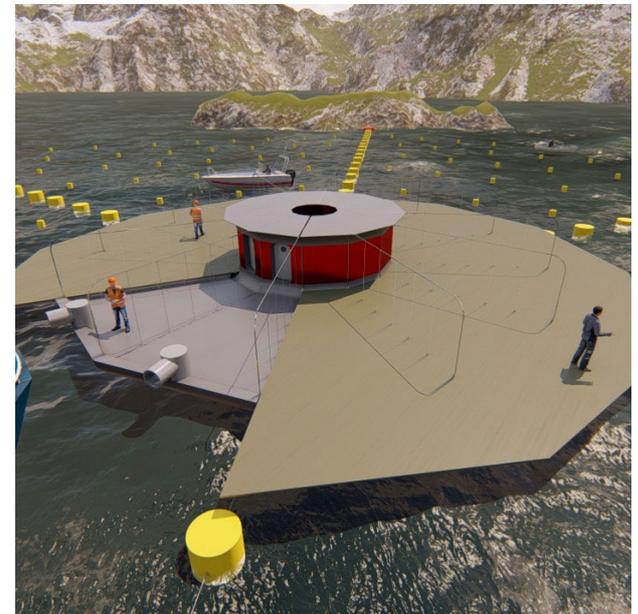
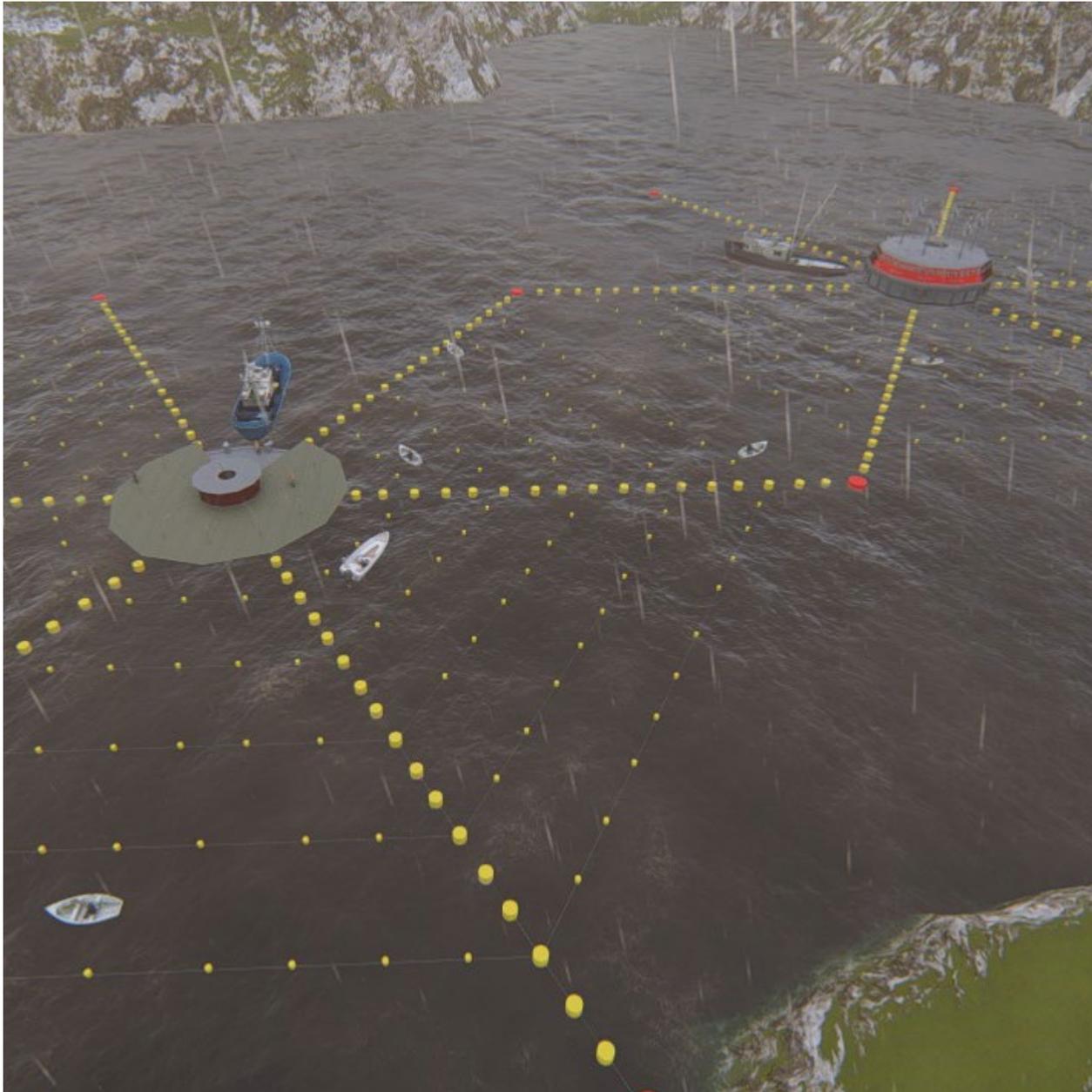
EXTERIOR



10.4

Imágenes de proyecto

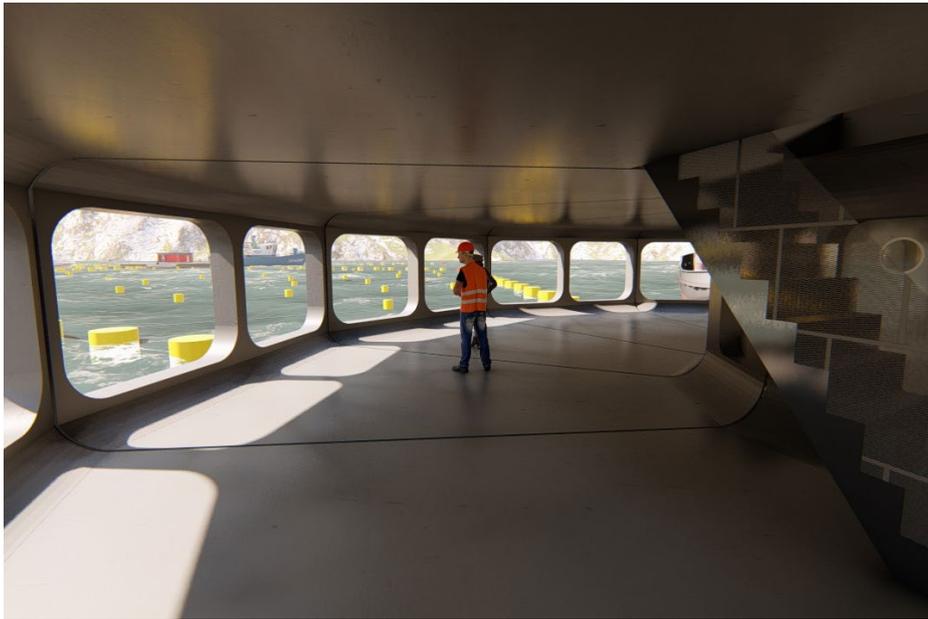
EXTERIOR



10.4

Imágenes de proyecto

INTERIOR

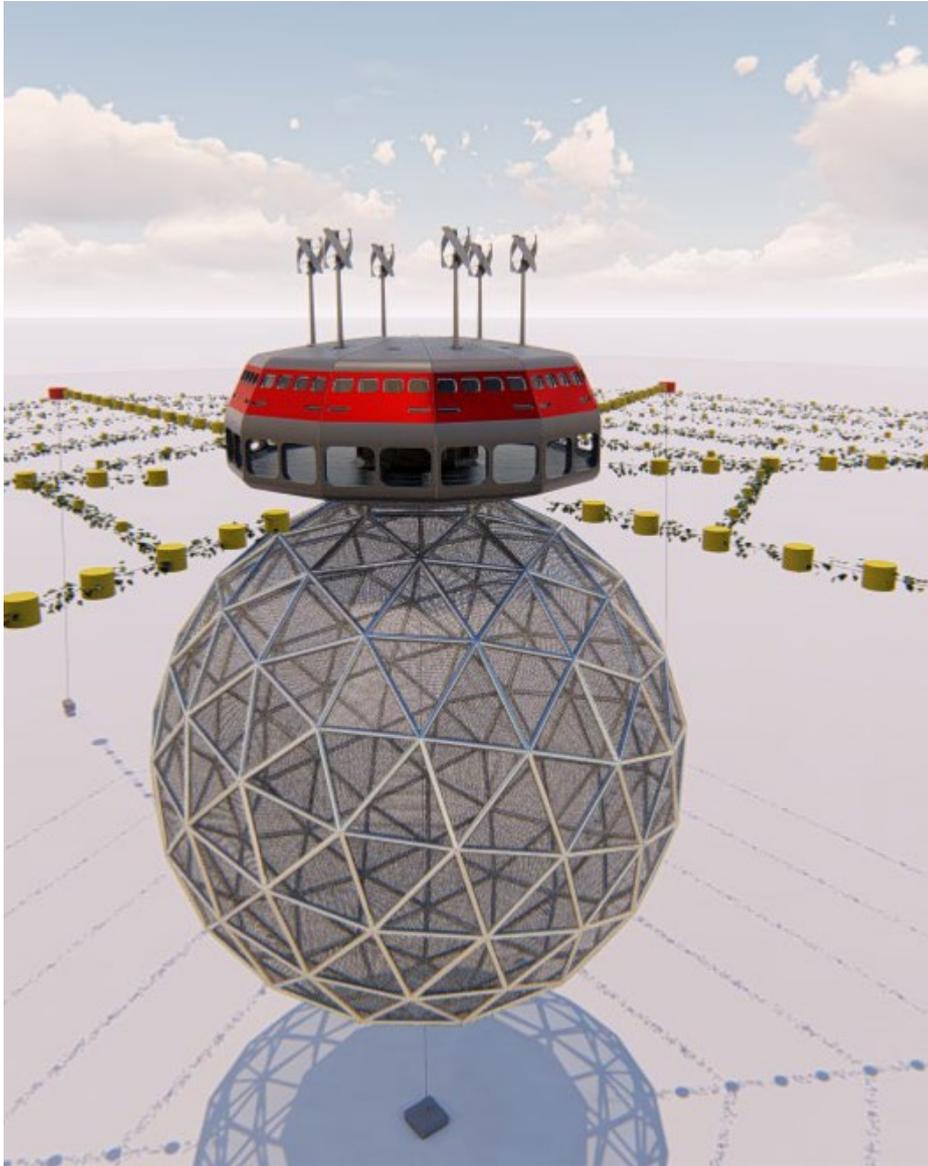


10.4

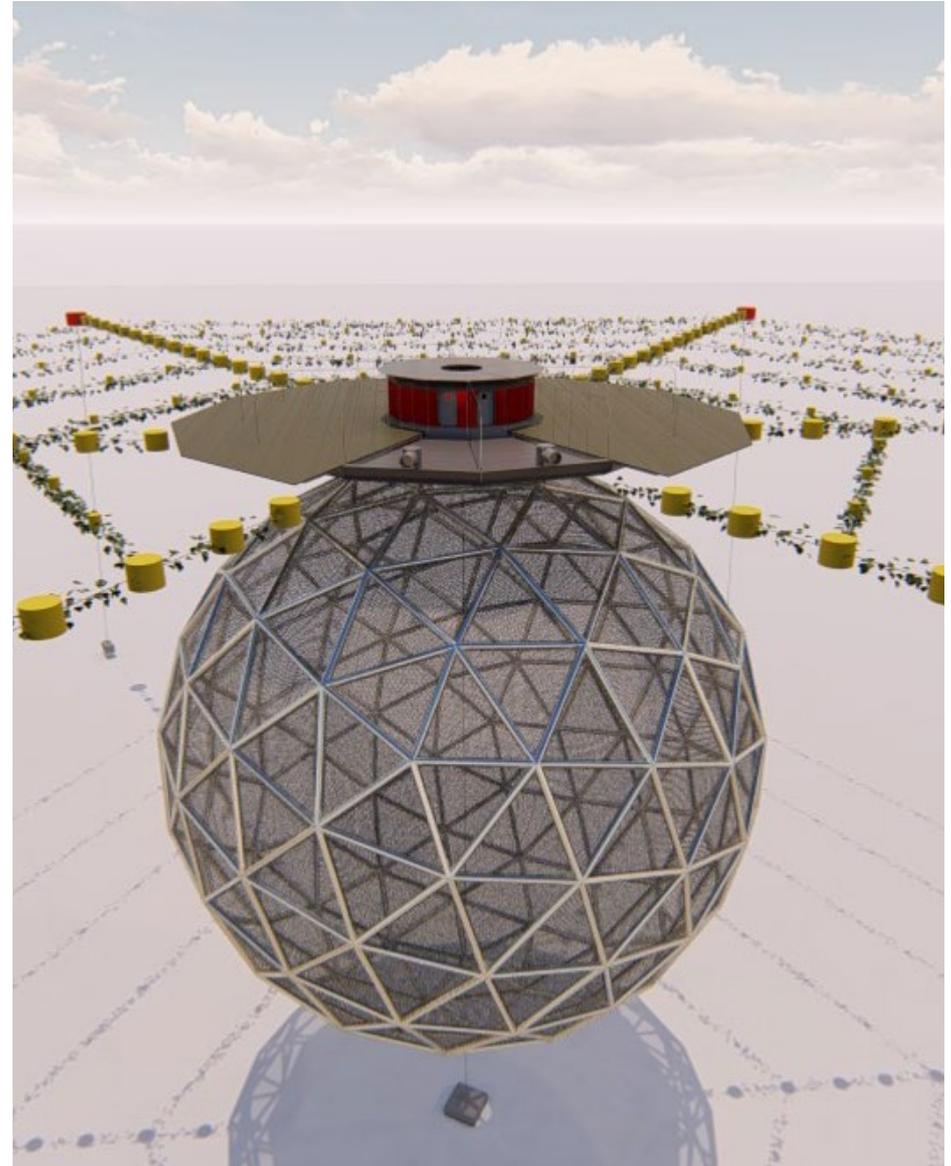
Imágenes de proyecto

MODELOS

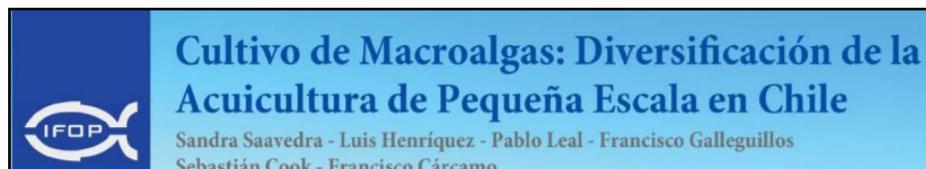
Pontón



Plataforma alguera



Validaciones



Ambos trabajan en el instituto de fomento pesquero (IFOP) y trabajaron en conjunto para este manual sobre el cultivo de macroalgas.



Sebastián Cook:

- Biólogo Marino
- Investigador y buzo comercial.
- Desempeñándose actualmente en evaluación de praderas de algas y comunidades bentónicas, como también apoyo técnico en los proyectos ejecutados por el departamento de repoblación y cultivo.



Francisco Galleguillos:

- Biólogo marino
- Investigador con experiencia en la formulación, conducción y ejecución de proyectos de investigación básica y aplicada en Repoblación, Evaluación de praderas de algas y Acuicultura de Pequeña Escala. Los recursos hidrobiológicos en los cuales se han desarrollado investigaciones con el equipo de trabajo son principalmente recursos algales, tales como pelillo, luga roja, luga negra, luce y cochayuyo, entre otros.

Resumen de entrevista a Sebastián Cook y Francisco Galleguillos:

- El sistema suspendido es el que menos se utiliza porque es más costoso, pero es el más efectivo de todos para el cultivo.
- Esta idea que propones es factible y efectivamente podría ser una solución ya que se les va a aplicar a las salmoneras esta ley que los obligará a hacerse cargo de sus residuos en el ecosistema.
- Hay concesiones que están sin usarse por un determinado tiempo ya que no cumplen con los términos adecuados de anoxia del fondo marino, por lo tanto este sistema que propones se podría implementar para recuperar y “sanar” el lugar ya que las algas son especies bioextractivas.
- Este sistema se podría implementar para el cultivo de prácticamente todos los tipos de macroalgas.
- El pelillo y el luce son grandes bioextractores naturales y hay imágenes satelitales que lo demuestran.
- El pelillo y el huero son las especies que más se cultivan hoy en día por lo tanto son las más factibles de incorporar a tu nuevo sistema ya que hay semillas para hacerlo.
- Se podrían cultivar choritos y otro tipo de seres vivos acuáticos para generar un sistema multitrófico de cultivos.
- La relación entre la superficie de cultivo de salmones y la superficie de macroalgas que se necesitan para aminorar el impacto sería aproximadamente 1 a 10, por lo tanto el sistema de cultivo suspendido vertical es más factible para tu propuesta ya que se tiene un mayor volumen de macroalgas bio extractivas.
- En profundidades bajo los 15 mts es muy difícil que el pelillo pueda crecer.
- El proceso de la instalación y cosecha de cultivo de pelillo es manual y artesanal.
- El diseño que propones es muy bueno porque al ser radial servirá para poder testear e investigar sobre cómo se comporta el pelillo en un cultivo suspendido vertical. Según la cercanía a la unidad productiva se podría saber cuánto crece, también se podría saber cuánto crece a diferentes profundidades, también su capacidad de oxigenar y filtrar las heces excretadas por los salmones y su crecimiento según el intercambio de corrientes, etc. Justo estamos buscando como hacer este tipo de pruebas ya que no se sabe con tanta certeza sobre estos temas.
- No es que en verdad esta “Re buena la idea para experimentar”, podría ser muy implementada e incluso se podrían incorporar otras especies.
- Un longline con las cuerdas verticales cuesta aproximadamente \$400.000 mil pesos.
- El concepto es viable y se ha implementado, solo que a una pequeña escala, no tan grande como tu lo propones pero se podría hacer.

Para concluir, es fundamental volver a recalcar que el salmón es una excelente proteína que beneficia de forma importante a la salud de las personas. Sin embargo, la forma en la que es cultivado es altamente controversial, sobre todo en su etapa de engorda, ya que está en contacto directo con la biodiversidad marina, y al ser un monocultivo, sus desechos metabólicos, que son en su mayoría nitrógeno fósforo en grandes cantidades, son una gran amenaza para la flora y la fauna que los rodean. Teniendo en cuenta lo anterior, este proyecto se enfoca en generar un nuevo diseño de las unidades productivas que lograría evitar el impacto que genera esta industria en el ecosistema. El primer método sería la incorporación de un sistema de succión en cada unidad productiva para eliminar los desechos sólidos, que sería ejecutado por la misma empresa salmonera. Por otro lado, el segundo método implementado sería la incorporación de un sistema de cultivo de macroalgas que ayudaría no sólo en términos ecológicos a disminuir las partículas suspendidas en el agua ya que es una especie bio extractiva, sino que además este sistema será ejecutado por las comunidades algueras de la zona, lo que generaría un beneficio económico para los algueros. A través de esto, se generaría un vínculo entre las comunidades locales y las empresas salmoneras, armando un ciclo que brindaría un beneficio ecológico, social y económico. Estos 3 puntos que toca el proyecto podrían cambiar la realidad que se vive hoy en día en la zona sur del país y podría reemplazar la forma tradicional que se cultiva el salmón por esta nueva propuesta de ecosalmon.

Abud, M.J., Bofill, M.J., y Stefani, F. (2009). La Industria del Salmón y el Recurso Natural Agua (Seminario de Título). Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado el 3 de agosto de 2020 desde <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1007/Leonardo%20Andr%C3%A9s%20Urrutia%20Constanzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Acuasesorías. (2017). Diseño y Valoración de Modelos de Cultivo para la Acuicultura de Pequeña Escala. Recuperado el 6 de agosto de 2020 de http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-92059_informe_final.pdf.

Aister. (2008). Barcos de aluminio profesionales: 8 razones por las que construir con este material. Recuperado el 13 de Diciembre desde <https://aister.com/es/blog/barcos-de-aluminio-profesionales-ventajas/>

Aqua. (2016). Estrategias de alimentación: La importancia del control y una buena gestión. Recuperado el 28 de Julio de 2020 desde <https://www.aqua.cl/reportajes/estrategias-de-alimentacion-la-importancia-del-control-y-una-buena-gestion/>

Aqua. (2017). Sistemas de alimentación: Movidos por las microrraciones y control a distancia. Recuperado el 28 de Julio de 2020 desde <https://www.aqua.cl/informes-tecnicos/sistemas-alimentacion-movidos-las-microrraciones-control-distancia/#>

Aqua. (2019). 2018: Un buen año para la salmonicultura global. Recuperado el 28 de Julio de 2020 desde <https://www.aqua.cl/reportajes/2018-un-buen-ano-para-la-salmonicultura-global/>

Aqua Chile. (s.f.). Salmón Atlántico. Recuperado el 28 de Julio desde de https://www.aquachile.com/sites/default/files/Ficha%20Salmon%20Español_0.pdf

Aqua. (2014). Eficiencia energética en salmonicultura. Recuperado el 13 de Diciembre de 2020 desde <https://www.aqua.cl/reportajes/eficiencia-energetica-en-salmonicultura/>.

Astudillo M., C. (2018, 24 febrero). Transporte de smolt. Salmon Expert. Recuperado el 30 de Julio desde <https://www.salmonexpert.cl/article/transporte-de-smolt/>

Australis Seafood. (s. f.-a). Procesamiento y Comercialización. Australis. Recuperado 1 de agosto de 2020, desde <http://www.australis-seafoods.com/nuestros-productos/proceso-productivo/procesamiento-y-comercializacion/>

Australis Seafood. (s. f.-b). Proceso de Engorda. Australis. Recuperado el 1 de agosto de 2020, de <http://www.australis-seafoods.com/nuestros-productos/proceso-productivo/engorda/>

Australis Seafood. (s. f.-c). Proceso Productivo en Agua Dulce. Australis. Recuperado el 1 de agosto de 2020, de <http://www.australis-seafoods.com/nuestros-productos/proceso-productivo/agua-dulce/>

Autor desconocido. [Cosas Interesantes]. 22 de marzo de 2019. Estructura de los costados. Recuperado el 10 de Diciembre de 2020 desde <https://www.youtube.com/watch?v=ikix1BxQw2I>

Balin, D. (2018, 23 febrero). La producción de salmón tiene uno de los FCR más bajos de todas especies. Salmon Expert. Recuperado el 29 de julio de 2020 desde <https://www.salmonexpert.cl/article/la-produccion-de-salmon-tiene-uno-de-los-fcr-mas-bajos-de-todas-especies/>

Buschmann, A. H. (2008). Las Algas Marinas como Elemento Basal de estudios Ecológicos, Productivos y de Biorremediación Ambiental. En Anales de la Academia Chilena de Ciencias (1.a ed., Vol. 9, pp. 63-68). Academia Chilena de Ciencias.

Camanchaca. (s. f.). Salmones Camanchaca inaugura moderno Pontón. Recuperado el 1 de agosto de 2020, desde <http://www.camanchaca.cl/comunidad-archivo/salmones-camanchaca-inaugura-moderno-ponton/>

Casiopea (s.f.). Richard Buckminster Fuller: Estructura, Tensegridad y Cúpula Geodésica. Recuperado el 11 de Diciembre de 2020 desde https://wiki.ead.pucv.cl/RICHARD_BUCKMINSTER_FULLER:_ESTRUCTURA_TENSEGRIDAD_Y_C%C3%9APULA_GEODESICA_/ER#CUPULA_GEODESICA.

Comisión Regional del Medio Ambiente de la X Región de los Lagos. (2010). Ampliación Centro de Cultivo de Salmones Sector Sureste de Punta Polocohue, Isla Meulín. Recuperado el 30 de Julio de 2020, desde <https://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=57/99/00d8d9d7cb91aec87a57cf6ee0504cc1917b>.

Comisión de Pesca, Acuicultura e Intereses Marítimos. (2019). Informe Reaído en el Proyecto que modifica la Ley N°18.892, General de Pesca y Acuicultura, con el objeto de exigir la remoción de sedimentos a los titulares de concesiones de acuicultura para cultivo de especies exóticas. Recuperado el 3 de agosto de 2020 desde <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTipo=SIAL&prmID=45429&formato=pdf>

El Mostrador. (2019). Uso de antibióticos en salmones desata nueva pelea en tribunales. El Mostrador. Recuperado el 31 de julio desde <https://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2019/01/10/uso-de-antibioticos-en-salmones-desata-nueva-pelea-en-tribunales/>

Escuela Técnica Superior de Edificación. Universidad Politécnica de Madrid (s.f.). Construcción de una cúpula geodésica. Recuperado el 13 de diciembre de 2020 desde <http://www.edificacion.upm.es/geometria/JPA/Cupula%20geodesica%2001.html>.

FAO. (s. f.). Acuicultura: principales conceptos y definiciones. Recuperado el 28 de julio desde <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/aquaculture-defs.htm>

FAO. (s.f.). Pesca Salmon Salar. Recuperado el 28 de julio desde http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Salmo_salar/es

FAO. (2018). Top 10 species groups in global aquaculture. Recuperado el 28 de julio de 2020 desde <http://www.fao.org/3/ca9383en/ca9383en.pdf>

FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Recuperado el 29 de julio de 2020 desde <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>

Fish Information and Services. (2019). Diputados aprueban en general proyecto que exige a las salmoneras retirar sus sedimentos. FIS. Recuperado el 29 de julio de 2020 desde <https://www.fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?l=s&id=103522&ndb=1>

Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social. (2017). La Contaminación por Nutrientes: Nitrógeno y Fósforo. Recuperado el 1 de Agosto desde <http://fusades.org/lo-ultimo/blog/la-contaminaci%C3%B3n-por-nutrientes-nitrogeno-y-fosforo#:~:text=El%20Nitr%C3%B3geno%20es%20el%20elemento,peces%2C%20moluscos%20y%20otros%20organismos.>

Fundación Terram. (2018a). Antecedentes Económicos de la Industria Salmonera en Chile. Recuperado del 30 de julio de 2020 desde https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/cartilla/Antecedentes-economicos-de-la-industria-salmonera-en-Chile.pdf

Fundación Terram. (2018b). El Régimen Jurídico-Ambiental de la Salmonicultura en Chile. Recuperado del 30 de julio de 2020 desde https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/cartilla/El-regimen-juridico-ambiental-de-la-salmonicultura-en-Chile.pdf

Fundación Terram (2018c). Ley de Pesca: estudian posibilidad de remover sedimentos en concesiones acuícolas. Recuperado el 3 de agosto de 2020 desde <https://www.terram.cl/2018/11/ley-de-pesca-estudian-posibilidad-de-remover-sedimentos-en-concesiones-acuicolas/>

Global Salmon Initiative. (s. f.). Hechos Sobre la Producción de Proteínas. Recuperado el 1 de agosto de 2020 desde <https://globalsalmoninitiative.org/es/reporte-de-sustentabilidad/hechos-sobre-la-produccion-de-proteinas/#porcion-comestible>

Gobierno de Chile. (s.f.). Nuestro país. Recuperado el 9 de agosto de 2020 desde <https://www.gob.cl/nuestro-pais/>.

Laboratorio para el Análisis de la Biosfera. (2017). Informe Final Proyecto: Estudio para la generación de un modelo predictivo de residuos en 3 playas de Chiloé, mediante Teledetección Cuantitativa. Recuperado el 2 de agosto de 2020 <https://docplayer.es/82927794-Informe-final-proyecto-estudio-para-la-generacion-de-un-modelo-predictivo-de-residuos-en-3-playas-de-chiloe-mediante-teledeteccion-cuantitativa.html>.

Lazzari, R., & Baldisserotto, B. (2018). Excreção de nitrogênio e fósforo em pisciculturas. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(4), 591-600.

Ley 18.892, *Diario Oficial de Chile*, Santiago, Chile, 22 de Noviembre de 1989.

López, H. C. (2019). Salmon Leaks: las adulteraciones de salmonera noruega Nova Austral en las prístinas aguas de la Patagonia chilena. *El Mostrador*. Recuperado el 2 de agosto de 2020 desde <https://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2019/06/27/salmon-leaks-las-adulteraciones-de-salmonera-noruega-nova-austral-en-las-pristinas-aguas-de-la-patagonia-chilena/>

Mardones, F. (2018). Entrevista por Carla Zunino. 24 Horas [Transmisión Televisiva]. Santiago: Televisión Nacional de Chile.

Mowi. (2020). Salmon Farming Industry Handbook. Recuperado el 27 de Julio de 2020 desde <https://corpsite.azureedge.net/corpsite/wp-content/uploads/2020/06/Mowi-Salmon-Farming-Industry-Handbook-2020.pdf>

Mundo Acuícola. (2019). Aplicando I+D en los Centros de Cultivo. *Mundo Acuícola*. Recuperado el 1 de agosto de 2020 desde <https://www.mundoacuicola.cl/new/wp-content/uploads/2019/06/EDICION-122>

Mundo Acuícola. (2020). Skretting destaca resultados de temporada 2019 de salmón del Atlántico. *Mundo Acuícola*. Recuperado el 1 de agosto de 2020 desde <https://www.mundoacuicola.cl/new/noticias/salmonicultura/skretting-destaca-resultados-de-temporada-2019-de-salmon-del-atlantico/>

Norwegian Seafood Academy. (s. f.). A Sustainable Solution for Feeding the World. Recuperado 1 de agosto de 2020 desde <https://seafoodfromnorway.us/origin/Norway-the-worlds-leader-in-aquaculture/a-sustainable-solution-for-feeding-the-world/>

Phillips, P. y Santa María, D. (2008). Pontón Habitable. *Plataforma Arquitectura*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2020 desde <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/750123/ponton-habitable-astillero-sitecna-y-camanchaca-sa>

Proessel, O. (2006). Anteproyecto de Embarcación Multipropósito para la Industria Salmonera. (Tesis doctoral). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Programa para la Gestión Sanitaria en la Acuicultura. (2018). *Contexto SRS*. Recuperado el 1 de Agosto de 2020 desde <https://comitepgsa.cl/es/contexto-srs/>

Quiñones, R. A., Fuentes, M., Montes, R. M., Soto, D., & León-Muñoz, J. (2019). Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Reviews in Aquaculture*, 11(2), 375-402.

Reid G., T. Chopin, S. Robinson, A. Neori, A. Buschmann, M. Shpigel, A. Rodger and J. Bolton. (2007). Acuicultura Multitrófica Integrada. Aquahoy. Recuperado el 30 de julio de 2020 desde <https://www.aquahoy.com/informe/1675-acuicultura-multi-trofica-integrada>

Reid, G., Liutkus, M., Robinson, S., Chopin, T., Blair, T., Lander, T., Mullen, J., Page, F., & Moccia, R. (2009). A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Research*. 40(3). pp.257-273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02065.x>

Renovables Verdes. (s.f.). Aerogenerador vertical y de eje horizontal, ¿Cómo funcionan?. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020 desde <https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>.

Saavedra, S., Henríquez, L., Leal, P., Galleguillos, F., Cook, S., y Cárcamo, F. (2019) - Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Instituto de Fomento Pesquero. Recuperado el 1 de agosto de 2020 desde https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/biblioteca/libros_digitales/cultivo_de_macroalgas.pdf

Salmon Expert (2019). Subpesca: Cosecha de salmones crece 6,5% en 2018. Salmon Expert. Recuperado el 28 de Julio de 2020 desde <https://www.salmonexpert.cl/article/subpesca-cosecha-de-salmones-crece-65-en-2018/>

Salmon Academy. (s. f.). Perspectivas de futuro. Recuperado el 29 de julio de 2020 desde <https://salmon.fromnorway.com/es/sustainable-aquaculture/future-prospects/>

Salmon Chile. (2017). Cifras de Empleo. Recuperado el 28 de julio de 2020 desde <https://www.salmonchile.cl/salmon-de-chile/cifras-de-empleo-salmonchile/>

Senado de Chile. (2019). Antibióticos y salmones: advierten su excesivo uso y escasa regulación. Recuperado el 30 de julio de 2020 desde <https://www.senado.cl/antibioticos-y-salmones-advierten-su-excesivo-uso-y-escasa-regulacion/senado/2019-06-14/123852.html>

Senado de Chile. (2019b). Captura de salmones escapados: Comisión de Pesca respalda la idea de legislar. Recuperado el 30 de julio de 2020 desde <https://www.senado.cl/captura-de-salmones-escapados-comision-de-pesca-respalda-la-idea-de/senado/2019-06-25/082647.html>

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (2016). Informe Sanitario de Salmonicultura en Centros Marino 1º Primer Semestre 2016. Recuperado el 2 de agosto de 2020 desde http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/informe_sanitario_1_ semestre_2016.pdf

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (s. f.). Programa Sanitario Específico de Vigilancia y Control Anemia Infecciosa del Salmón. Recuperado el 1 de agosto de 2020, desde <http://www.sernapesca.cl/programas/programa-sanitario-especifico-de-vigilancia-y-control-anemia-infecciosa-del-salmon>

Sonapesca. (2015). Gremiosy Epresas. Recuperado el 2 de Agosto de 2020 desde <https://www.sonapesca.cl/empresas-y-gremios/>.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. (2012). Propuesta Reglamento Densidades. Score de Riesgo y Plan de Manejo. Recuperado el 28 de julio de 2002 desde http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-5121_documento.pdf

TECPA. (2018). Turbinas eólicas pequeñas. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020 desde <https://www.tecpa.es/turbinas-eolicas-pequenas/>.

Urrutia, L. (2016). Determinación de la Rentabilidad de un Cultivo Offshore de Salmones de XIII Región (Informe de Proyecto de Título). Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

14
Anexos

Entrevista a Felipe Almendras / director de green volution



- Ley no permite aspirar el fondo, entonces no saben como va a ser, ni tampoco permite remover fondos marinos.
 - Podríamos Aspirar el fondo y lo deajo en vertedero autorizado de residuos peligrosos. Como se hace en la piscicultura.
 - La Lechería ocupa como abono sus desechos. Es piscicultura queda como desecho peligroso.
 - FCR de 1.2 es bueno v/s otras proteínas.
 - Si se aprueba hay que hacer un reglamento (sigue en pausa) Choca con otros reglamentos. A todos les preocupa, pero no han podido hacerlo porque no hay aprobación.
 - El dice que efectivamente los choritos necesitan esta materia orgánica que generan los salmones para comer.
- En los 90 bajo las jaulas existían unos conos que retenían lodos pero al sacarlos se esparcían
- Profundidad del suelo marino poco profunda 10 a 20 mts y si son mas profundas mas se limpia.
 - Un amigo trabaja con una nueva tecnología de micro-burbujas como biorremediación del fondo marino ya que acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica.