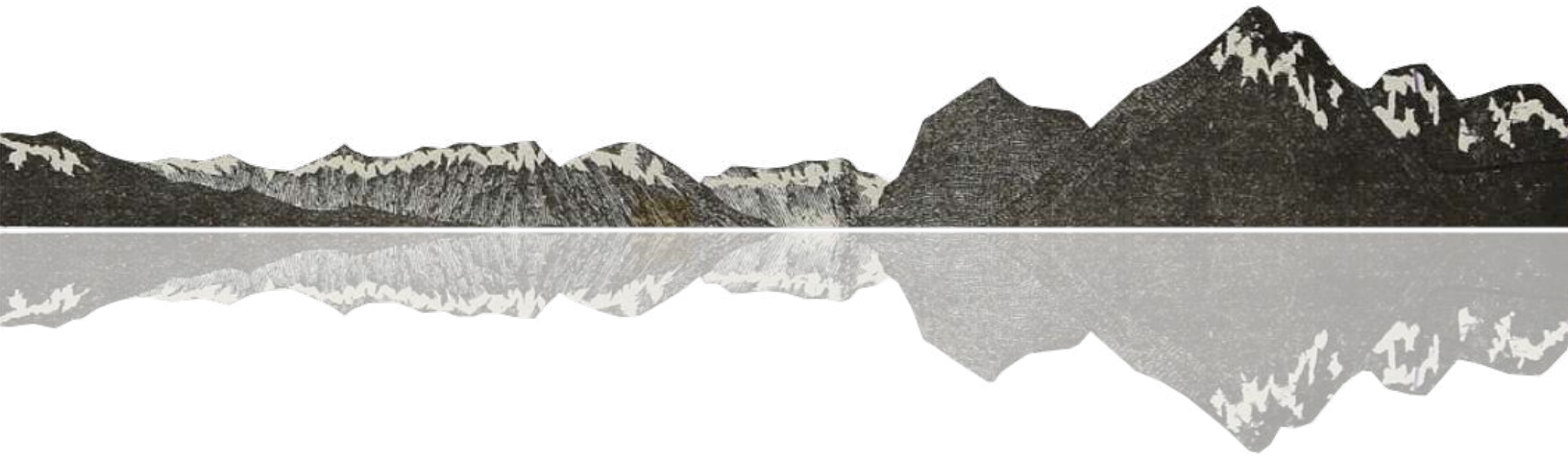
Maritorio Energético

Energía Undimotriz
como Articuladora del Ecosistema y el Patrimonio del Estrecho de Magallanes



Paola Salazar Opazo

Taller de Investigación y Proyecto: Energía y Territorio

Profesores guía: Arturo Scheidegger, Ignacio García Partarrieu y Pilar García

Santiago de Chile, 2021

ESCUELA DE ARQUITECTURA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO
Y ESTUDIOS URBANOS

mapa
MAGÍSTER EN ARQUITECTURA DEL PAISAJE

Paola Salazar Opazo
Taller de Investigación y Proyecto: Energía y Territorio

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

Pontificia Universidad Católica de Chile
Tesis proyectual para optar al título de Arquitecto y Magíster en Arquitectura del Paisaje
Profesores guía: Arturo Scheidegger, Ignacio García Partarrieu y Pilar García

Santiago de Chile, 2021

Maritorio Energético

Energía Undimotriz
como Articuladora del Ecosistema y el Patrimonio del Estrecho de Magallanes

ÍNDICE

0_ RESUMEN

I_ INTRODUCCIÓN
Formulación de la investigación

Introducción
Problemática
Preguntas de investigación
Hipótesis Proyectual
Objetivos y Metodología
Proyecto

II_ SISTEMA OCEÁNICO
Los flujos en la articulación del gran océano

El Grán Océano
Flujos y Corrientes
Los Cetaceos, especies clave para el océano
Geografía Archipelágica
El sonido, lenguaje en común
Macroecosistémas del Estrecho de Magallanes
Energías del Mar
Energía Undimotriz y potencial energético

III_ LA CONSTRUCCIÓN DEL LÍMITE
Apropiación del borde mar y el horizonte

Imaginario del maritorio magallánico
Cultura Archipielágica
Geometrías de borde
Objetos de Borde

IV_ RED SISTÉMICA MARITORIAL
Infraestructura paisajística en el maritorio austral

Sistemas del Estecho de Magallanes
Servicios ecosistémicos e infraestructurales
Ordenamiento Maritorial
Desarrollo laboral y turístico
Desarrollo científico y educacional
Sinergia Tecnológica
Storyboards. Búsqueda de imágenes

V_ CENTRO DE INTERPRETACIÓN DEL PAISAJE MARINO
Estación de recarga eléctrica naviera

Elección de un punto de la red
Preexistencias Cabo San Isidro
Sistemas productivos y ecológicos
Estrategias proyectuales
Activación programática
Puntos semilla

VI_ CONCLUSIONES

VII_ BIBLIOGRAFÍA

0_ RESUMEN

La geografía del archipiélago austral y las fuerzas de sus mareas y oleaje, hacen del Estrecho de Magallanes una de las zonas con mayor potencial mareomotriz/undimotriz del planeta.[1] [2] Esta tesis propone el aprovechamiento de estas fuerzas para la producción de energía renovable en el paisaje marino del Estrecho, planteando puntos de producción undimotriz en un sistema abierto, consciente de la red del maritorio que lo envuelve, procurando así una articulación armónica con el ecosistema y la identidad cultural de sus habitantes.

Esta articulación se basa en las lógicas del paisaje en donde se está inmerso; la geografía de archipiélagos requiere el entendimiento del espesor del límite[3], como borde mar y como horizonte, tejiendo una red de componentes en tierra, mar y cielo. La narrativa del proyecto contempla cómo se ha percibido al Estrecho desde la navegación, estudiando geometrías, objetos, variaciones climatológicas y ecosistemas que han mediado el traspaso tierra-mar.

De manera, que el proyecto busca ser un punto de sinergia tecnológica y de autonomía energética en el ecotono, aportando al ordenamiento del tráfico marítimo desde una perspectiva ecosistémica, siendo las boyas productoras de energía eléctrica, boyas que captan los sonidos de cetáceos y embarcaciones. Esto último, debido a la gran degradación ecosistémica que está ocurriendo en los océanos por el incremento del tráfico y ruido oceánico. Los faros del Estrecho de Magallanes toman gran importancia al ser los elementos ancla del proyecto a tierra, por su valor simbólico y patrimonial. Así, se les da nueva luz a los faros, siendo puntos de infraestructura que interpretan el paisaje marino y que, al mismo tiempo, proveen de energía eléctrica a las embarcaciones de la era postcarbono.

PALABRAS CLAVE

Estrecho de Magallanes

Maritorio

Energía Undimotriz

Autonomía Energética

Ecosistema Marino

Identidad Cultural

Patrimonio

Tráfico Marítimo

[1] Un estudio encargado a Garrad Hassan a través del Banco Interamericano de Desarrollo demostró que Chile tiene un potencial bruto en energía mareomotriz -sólo a través del oleaje- de unos 164 GW, una potencia "única en el mundo". Ponce, P. (2019) Plataforma Urbana.

[2] El texto también aborda las condiciones del canal de Chacao, indicando que "es el segundo sitio con potencial de corrientes de mareas más importante de Chile, después del estrecho de Magallanes, y los proyectos que se realicen en esta área pueden conectarse al Sistema Interconectado Central (SIC)", aunque advierte que se deberá hacer un esfuerzo para diseñar un proyecto que sea aceptable ambiental y socialmente para un área catalogada como sensible. AquaTerra (2017)

[3] "De manera que habitar en la extensión borde-mar implica una domesticación paulatina de los espacios, en este caso del medio acuático que da origen a la habitabilidad, el descubrimiento de un horizonte móvil, que convive con el horizonte de suelo y cielo. Al encontrar sin duda el habitante una nueva proporción de equilibrio entre el agua y la tierra en un estado intermedio entre lo sólido y lo líquido que queda en medio de la levedad territorial desconocida. Las temporalidades existentes en una geografía de bordes insulares corresponden a un ciclo natural de las mareas, que llevan en sí todo el proceso cotidiano de habitar estos bordes, pero sin duda que es un tiempo ajeno al de los valles interiores del territorio." Vasquez, V., Avellana, J. (2007)

I. INTRODUCCIÓN

La crisis energética, la creciente e incesante expansión de la demanda eléctrica y la centralización en las grandes ciudades, son cuestiones que están teniendo un fuerte impacto en los territorios. Importantes zonas de gran riqueza ecosistémica están siendo sacrificadas por infraestructuras energéticas, acentuando las desigualdades territoriales preexistentes entre sociedades urbanas y rurales. Sin embargo, esto puede cambiar de perspectiva en la medida que las infraestructuras se contextualicen desde un comienzo con el entorno en el cual se posan, siendo un proyecto multiescalar que dialoga con la realidad global y nacional al mismo tiempo que con la local, aceptando la tecnologización del territorio como un hecho que ha acompañado desde un comienzo la construcción de nuestros paisajes.[4]

Uno de los principios para producir energía limpia y renovable, a una escala en concordancia con su entorno local, es el conocimiento del potencial intrínseco que tiene cada geografía, siendo la tecnologización de tal paisaje acorde a sus propios ciclos y fenómenos, naturales y culturales.[5] En el caso de la Región de Magallanes, la compleja geografía de archipiélago y la unión de los océanos Pacífico y Atlántico en el Estrecho de Magallanes, hacen que el territorio esté desconectado del Sistema Interconectado Central (SIC), teniendo un sistema eléctrico propio, el Sistema Eléctrico de Magallanes (SEM) el cual abastece 4 puntos; Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams, sin tener conexión entre ellos lo que genera que gran parte del territorio no cuente con abastecimiento eléctrico. Mas estas mismas problemáticas se transforman en atributos al ser el Estrecho de Magallanes un centro de interés mundial de los principales productores e inversionistas de energía marina[6], ya que es uno de los hitos geográficos más importantes del planeta, siendo la vía de conexión natural de los polos de desarrollo de culturas y economías de los distintos continentes.[7] Esto último se ve como una oportunidad para que la región se beneficie a si misma por el potencial energético existente en su propio paisaje.

[4] Napadensky, A. (2007) Paisajes Rurales y Producción Energética, Luces y Sombras de una Transformación en Proceso.

Figura 1. Lorena Alvarado. Monte Tarn. Fotografía. Estrecho de Magallanes, Febrero de 2018.

[5] La oficina de arquitectura OMA de Rem Koolhaas ha propuesto mapas e imaginarios de lo que sería Europa si estuviera organizada en un modelo de integración energética según los recursos de cada unidad territorial, aportando todos a la grilla y compensándose entre sí. Por ejemplo, el viento es abundante en Gran Bretaña y el sol en España, y en diferentes estaciones, aportando desde las propias variables paisajísticas a una grilla energética de escalas continentales, donde localidad y globalidad están en consonancia.

[6] Ovejero Noticias, (2018).

[7] Empresa Portuaria Austral, (EPA).

Problemática

Toda la riqueza cultural y ecosistemica, siempre marcada por el límite entre tierra, mar y horizonte, es lo que me llamó la atención de este paisaje. De manera de *cómo* intervenir un lugar de tal belleza sublime con la producción de energía eléctrica, siedo el Estrecho de Magallanes una de las zonas con mayor potencial energético marino del planeta. A esto se le suma que Chile no presenta mayor interés en invertir en proyectos de energía marina en la región ya que su complicada geografía no le permite a la región estar conectada al SIC[8], entonces la inversión no tendría mayor beneficio que para los habitantes del lugar, perdiendo la multiescalaridad de proyecto nacional. Ante esto, investigo los sistemas que ocurren en el Estrecho a modo de identificar qué cualidades, geometrías, flujos y objetos dotan de gran potencia a esta zona.

[8] AquaTerra, (2017).

Preguntas de Investigación

1. La región de Magallanes no pertenece al SIC, significando esto una disminución en el interés país por desarrollar nuevas tecnologías en energías marinas ¿Cómo los sistemas y las redes del Estrecho de Magallanes pueden producir una definición diferente de "infraestructuras energéticas" de manera que éstas puedan beneficiar al país a escala nacional y no solo local, a pesar de su desconexión al sistema interconectado central?

2. Entendiendo que el borde costero es un espesor dinámico con una gran riqueza cultural, productiva y ecosistémica, que puede damnificarse con las intervenciones antrópicas: ¿Cómo puede una granja de producción de energía marina incorporar componentes funcionales para las políticas de manejo y regulación del borde costero, protegiendo de manera efectiva el patrimonio y ecosistema submarino?

3. Dado una hiper tecnologización de las formas de navegar las aguas, en donde el satélite maneja a la embarcación con independencia de lo que sucede en el paisaje que la contiene ¿De qué manera la representación y el reconocimiento del borde mar/horizonte con su espesor, geometrías, objetos y ritmos naturales permite construir nuevamente el vínculo entre la navegación y el habitar las aguas?

Hipótesis Proyectual

La hipótesis toma como estrategia la multiescalaridad y el funcionamiento en red de puntos o células distribuidos en el maritorio, dejando de lado la lógica de sistema jerárquico. De manera, que se abordan y convergen distintos problemas en distintas escalas, estableciendo una sinergia entre tecnología y paisaje en donde conjugan diversos actores del ecotono.

Al hacer conjugar distintos problemas en distintas escalas se espera que el proyecto termine (o empiece) en la célula, siendo una unidad con autonomía energética que reconozca el paisaje en donde se posa. Es esta misma conjugación de escalas la que le otorgaría la capacidad de ser en sí mismo. De manera que se espera que cada célula resultante tenga más que autonomía energética eléctrica, sino que se asemeje a lo que es la autopoiesis; la cualidad de un sistema capaz de reproducirse y mantenerse por sí mismo, al estar en un continuo dar y recibir con su entorno.[9]

[9] Gibert, J. y Correa, B. 2001. La teoría de la autopoiesis y su aplicación en las ciencias sociales. Cinta moebio 12: 175-193

Objetivo General

Articular las potencialidades y valores del territorio archipelágico austral, generando un modelo en red en donde cada unidad logre integrar producción, investigación y resguardo tanto medioambiental como cultural.

Objetivos Específicos

Analizar los sistemas que comparecen en el Estrecho de Magallanes, reconociendo sus problemáticas, potencialidades y prospectivas desde tres aristas: productiva, ecosistémica y cultural.

Definir estrategias que permitan, la integración y simbiosis de los procesos específicos de la célula, en este caso, Cabo San Isidro. Esto a partir de, primero, el estudio del sistema productivo de las granjas undimotrices, su funcionamiento, alcances y configuraciones sobre el territorio. Segundo, la identificación, descripción y graficación del ecosistema litoral del Estrecho de Magallanes, entendiendo sus valores culturales y servicios biológicos. Tercero, la construcción visual del imaginario en torno al borde mar y horizonte para entender el traspaso del agua a tierra, y así generar estrategias de proyecto. Cuerto, la investigación de los actores con impacto en estos nuevos puntos de autonomía eléctrica y su rol en ellos, entendiendo que se establece una nueva definición de infraestructuras energéticas.

Metodología

La presente investigación, aborda las energías del mar en la región de Magallanes, siendo este el planteamiento de partida del taller de Investigación y Proyecto *Energía y Territorio*. Dentro de este marco, la tesis proyectual se centra en la energía undimotriz a partir de dispositivos tipo boya. En primera instancia, se estudia al gran océano mediante la proyección Spilhaus, cartografía del mundo que posiciona a los océanos por sobre los continentes terrestres. Se redibujan las corrientes, el cinturón termohalino y las rutas migratorias de los cetáceos teniendo como centro el continente Antártico. A continuación, se utiliza la infografía como herramienta para entender el problema del ruido oceánico. Para visualizar la importancia mediática del problema y para contextualizar el proyecto dentro de las políticas nacionales; se recopilan noticias y estudios de los últimos 10 años. Luego se hace un estudio comparativo en elevación de los dispositivos marinos para elegir al que más aporte a la discusión anterior.

En una segunda instancia, se presenta como metodología para la elaboración del argumento, la representación del imaginario del maritorio magallánico a partir de fotomontajes e imágenes que superponen capas de información para construir el espesor del límite y así entender y llegar a apropiarse el borde mar y horizonte. En línea a la apropiación del lugar, se realiza un viaje a terreno en marzo de 2021 y se hace un recorrido por los faros San Isidro y Punta Delgada, al faro Isla Magdalena no se pudo visitar por mal tiempo. El viaje se aprovechó para entrevistar a oriundos de Magallanes, de esas conversaciones se obtuvo información profunda y sensible del lugar. Se elaboran foto ensayos a partir de las fotografías sacadas in situ.

En tercera instancia, se sistematiza la información anterior con la elaboración de planimetría en la cual se traduce la gráfica construida para reconocer el límite en geometrías y elementos dimensionados y espacializados en un plano, en conjunto con datos SIG de la región, siendo la síntesis de la representación del imaginario y parte de las herramientas a utilizar en el proyecto. Así mismo, el estudio del lexico de la cultura kawesqar y su relacion con las geometrias de borde dan luces de como interpretar arquitectonicamente el paisaje de bordemar. Por otra parte, se vuelve a los fotomontajes en la elaboración de una secuencia de imágenes *storyboards* para visualizar las sensibilidades ambientales y atmosféricas con respecto al paisaje de las que se quiere dotar al proyecto. Por otro lado, se desarrollan mapas de actores para distinguir la institucionalidad del proyecto y sus mecanismos de coordinación y organización.

Por último, se desarrolla el proyecto de arquitectura a una escala dada por el Faro San Isidro, uno de los 8 faros patrimoniales del Estrecho de Magallanes, siendo esta la célula que se eligió como ejemplo. El desarrollo de foto ensayos y fotomontajes se generan para reconocer el lugar, más esquemas y diagramas de las operaciones proyectuales dan a entender cómo las mismas geometrías de borde a escala del estrecho de Magallanes son replicables a la escala del cabo San Isidro.

Proyecto

El proyecto es una obra de infraestructura energética que alberga un centro de interpretación e investigación del paisaje marino del Estrecho, en el cual se estudian los datos arrojados por las boyas undimotrices/oceonográficas. La infraestructura media el traspaso entre mar y tierra, teniendo como analogía a un ser anfibio o la serpiente que se muerde su propia cola[10]. La infraestructura está compuesta por sistemas, tramos y edificios, teniendo el proyecto varios proyectos menores dentro de sí que representan, en la escala del cabo San Isidro, todos los tipos de maritorios representativos de las geometrías y objetos de borde, en donde el anfibio da respuestas a una punta, una bahía, un remanso y a la contracota para llegar al faro. El faro es el único elemento que sobresale verticalmente en el horizonte, honrando su carácter simbólico y patrimonial. Mientras que el resto de los edificios se extruyen hacia abajo, guardando su relación con el horizonte en donde la promenade los une, siendo el trazado de éste el reconocimiento de las geometrías de borde superponiendo geometrías puras, siendo un hibrido entre arquitectura y escultura[11].

[10] "Uroboros, la serpiente que se muerde la cola, sugiere la idea del proceso cíclico de la naturaleza: los ciclos del día y la noche, los de las estaciones, el movimiento circular de los astros en el cosmos, los periodos de la vida humana, incluso los ciclos de la historia. Por otro lado, el círculo, la línea curva, siempre fascinó a las civilizaciones antiguas, puesto que como trayectoria continua que se mueve sobre sí misma, no tiene principio ni fin, y representa lo infinito y lo eterno, y al mismo tiempo expresa la unidad de las cosas." Fernandez Garcia, A. (2017).

[11] "Land Art (1968): Híbrido entre la escultura y la arquitectura, el Land Art surge del arte conceptual y el minimal para crear un arte de la naturaleza en la naturaleza, generado a partir de ella, con sus materiales (rocas, gravillas, tierra, ramas, arena… incluso el viento o las mareas…) y su ubicación en entornos naturales. El paisaje, por tanto, es un concepto fundamental." Calvo Santos, M. (2015).

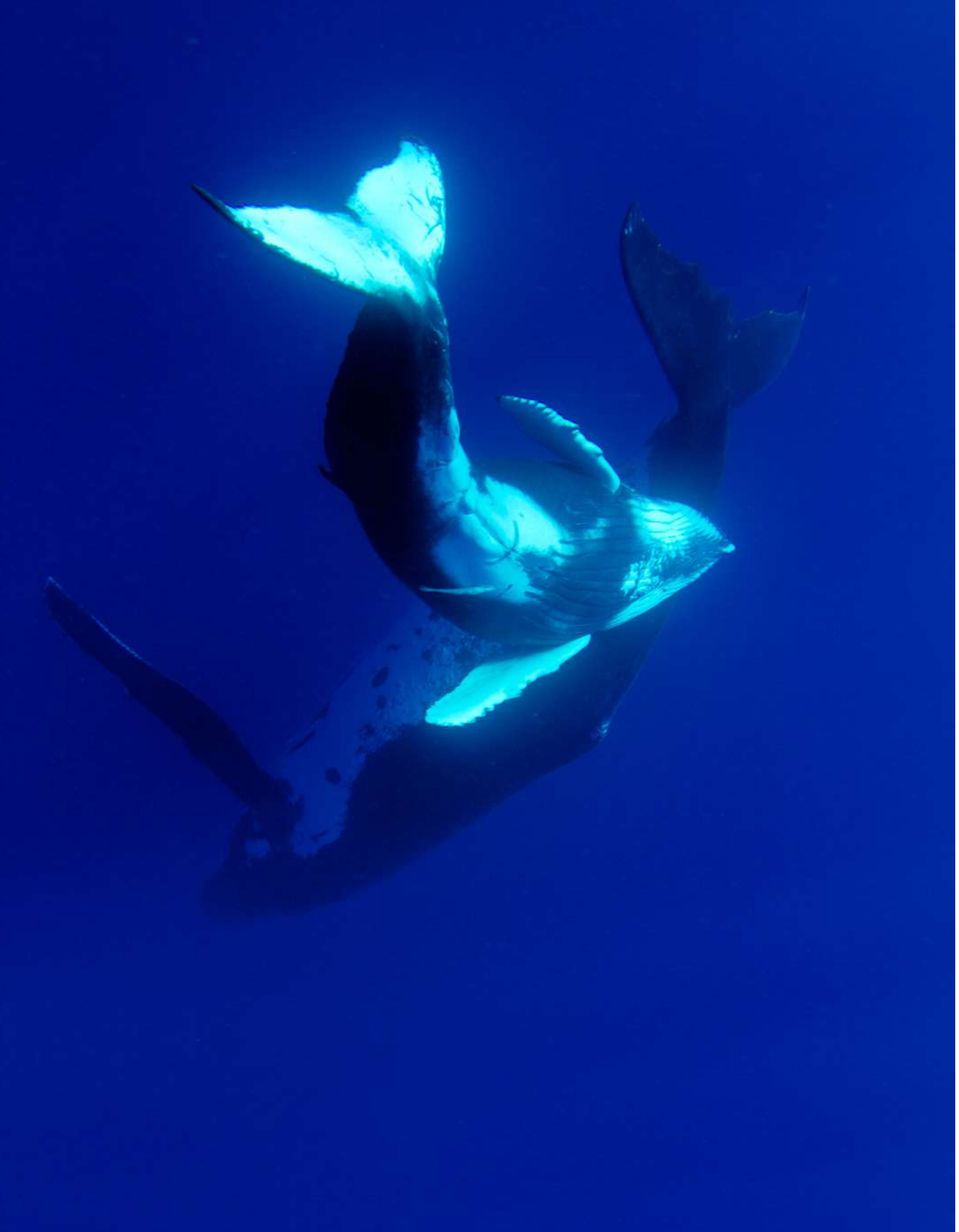
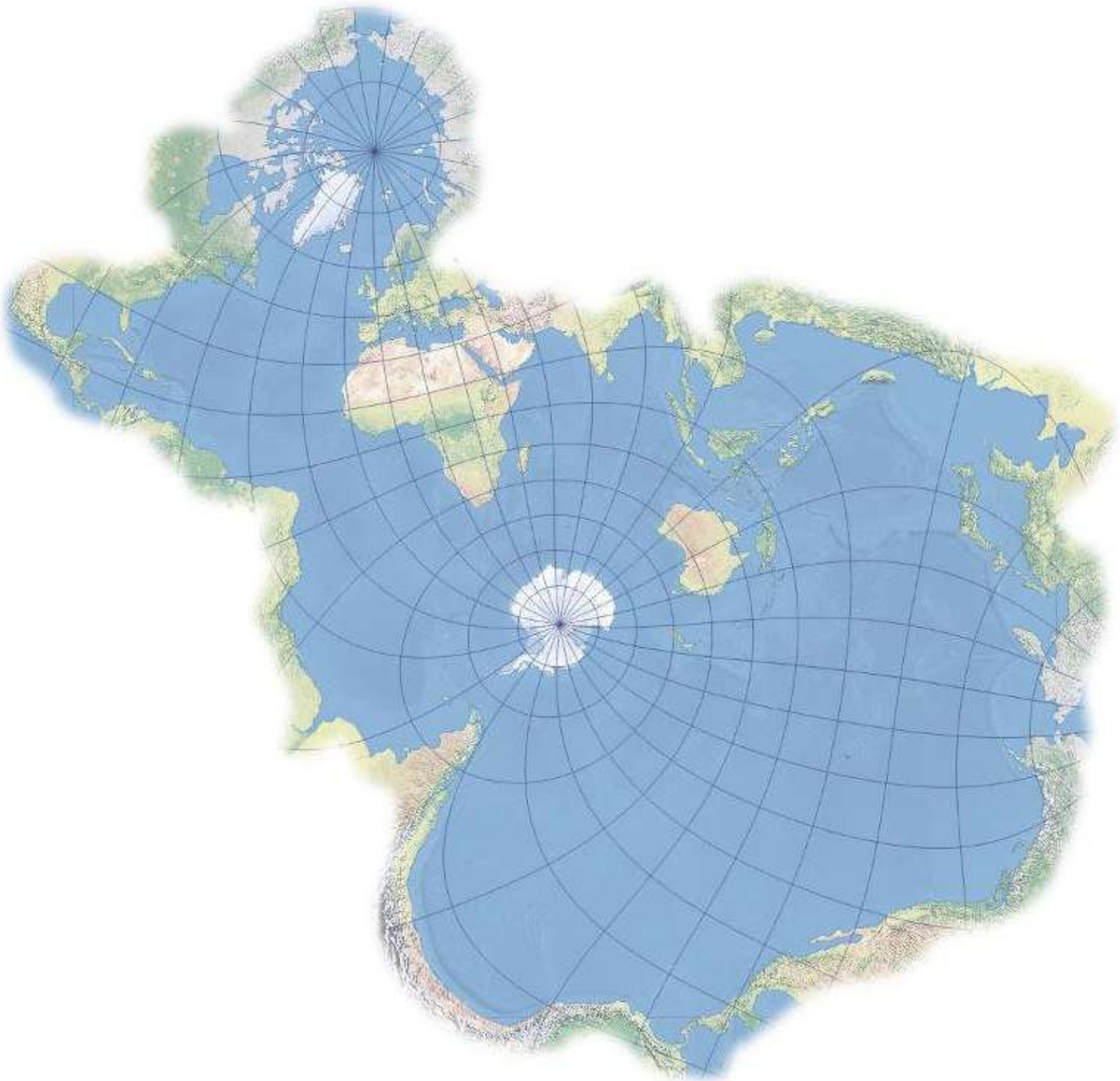


Figura 2. Kitchens, Dan. Humpback Whale (Megaptera novaeangliae) calf underwater. Fotografía. Vava'eu, Tonga. Septiembre, 2011.

II. SISTEMA OCEÁNICO

Los flujos en la articulación del gran océano



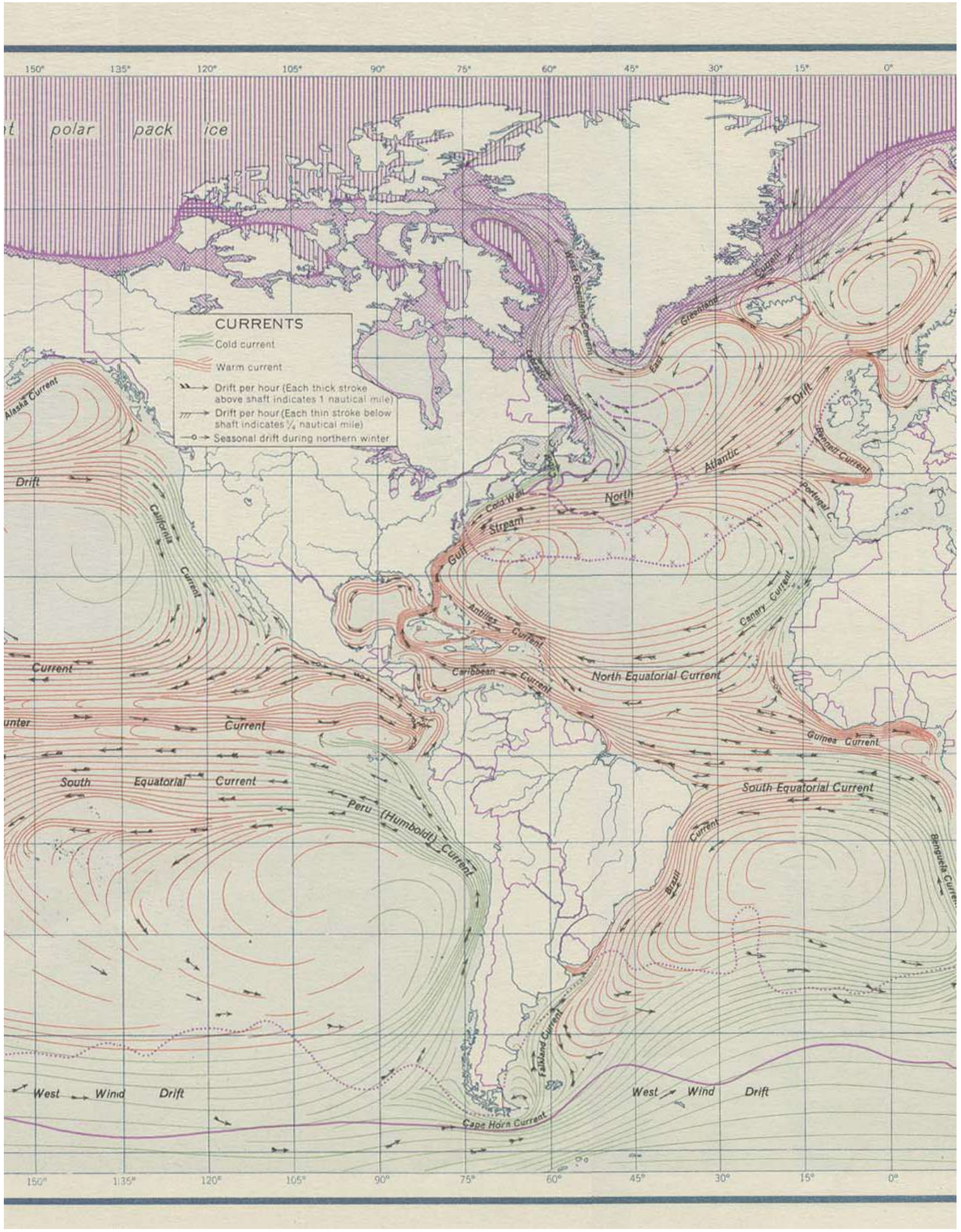
[12] Spilhaus, A. (1983). World Ocean Maps: The Proper Places to Interrupt.

Figura 3. Spilhaus, Athelstan. Proyección Spilhaus. Cartografía, 1942.

El Gran Oceano

Los mares conforman más del 70% de la tierra, sin embargo, la cartografía tradicional se ha centrado en representar al planeta desde la perspectiva de los continentes, el territorio que habita el ser humano, quedando en segundo plano las aguas. De manera que, en 1942 en plena IIGM, Athelstan Spilhaus oceanógrafo, geofísico y climatólogo, reinventó la mirada que se tenía sobre el planeta y en un trabajo cartográfico colocó a la Antártida en el centro de éste, repartiendo el resto de los continentes a sus márgenes, representando simplemente sus líneas costeras.

Esta proyección abrió camino en cuanto a la importancia espacial real de los océanos, en donde entender su relevancia se hace más evidente al formar un solo océano gigantesco. A partir de esta representación se entiende de mejor manera hasta qué punto las conexiones marítimas son esenciales para la humanidad, sin siquiera representar las divisiones político-administrativas de los países.[12]



[13] Raffino, M. (2020) Corrientes Marinas.

[14] Hughes, A. (2020) Atando cabos: Los contactos entre Perú y la Polinesia mediante la navegación a vela.

[15] NOAA, National Ocean Service Website (2017) What is a current?.

Figura 4. Atlas of World Maps, United States Army Service Forces, Army Specialized Training Division. Army Service Forces Manual M-101, 1943.

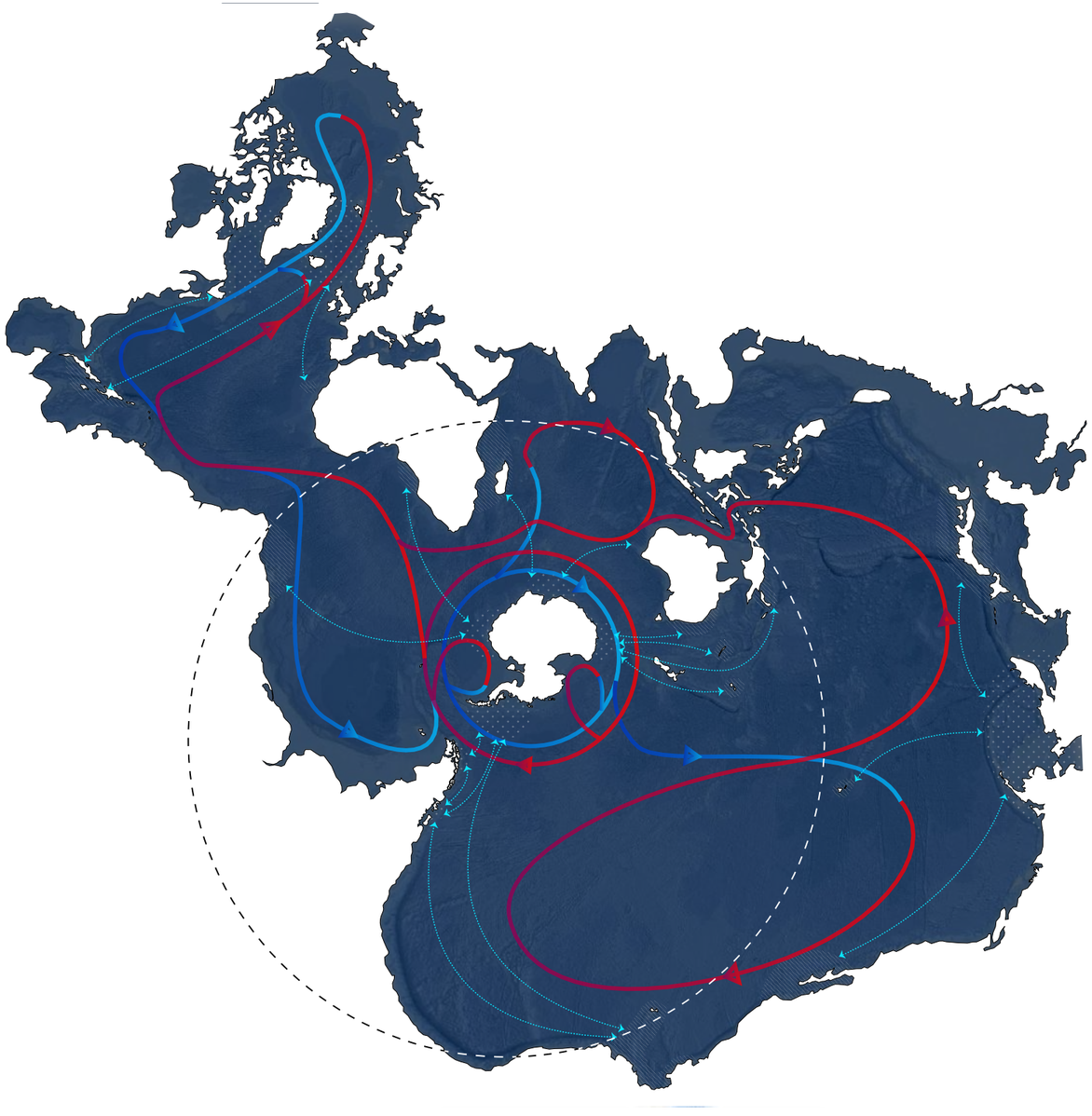
Corrientes Oceanicas

Las corrientes oceánicas son para el planeta como el sistema circulatorio lo es para un organismo. En este medio fluido protagonizan el intercambio de materia, nutrientes y energía, así como con la atmosfera. Esto último las hace ser esenciales para la dinámica climática planetaria, ya que el desplazamiento constante de estas corrientes permite mantener un ciclo energético y calórico en el planeta.[13]

Los seres vivos utilizan estos flujos para moverse, como por ejemplo las tortugas, pingüinos y ballenas, como lo es también la migración de distintas especies de aves. El ser humano también las ha usado a su favor en la navegación desde tiempos inmemoriales.[14] Las corrientes se ven afectadas por:

El viento impulsa las corrientes que están en la superficie, a no mas de 400 m de profundidad. En las costas, el viento empuja el agua de la superficie y así el agua que esta más profunda emerge, produciéndose una circulación de las aguas, llamándose afloramiento. Las aguas frías tienden a ser mas ricas en nutrientes, fertilizando las aguas superficiales, teniendo alta productividad biológica en zonas donde el afloramiento es común.

Las mareas son ascensos y descensos del nivel del mar en las costas creando poderosas corrientes. Esto es generado por los movimientos de la tierra y sus dos luminarias, el sol y la luna, aumentando las mareas en los plenilunios y decrecientos en los cuartos crecientes y menguantes.[15]



[16] NOAA, National Ocean Service Website (2017) What is a current?.

[17] Fundación Meri (2019). Ballenas Azules en el Sur de Chile.

Figura 5. Proyeccion Spilhaus con cinturón termohalino, areas de alimentación, reproducción y rutas migratorias de cetaceos. Elaboración propia, 2021.

Cinturón Termohalino

La circulación termohalina, o cinta transportadora oceánica, son los cambios de densidad del agua debido a variaciones de temperatura y salinidad que impulsan a las corrientes. Esto se produce a niveles profundos y superficiales.[16] La proyección Spilhaus permite representar muy bien estas cintas, entendiendo que la Antártica es su centro de gravedad, como se puede ver en la figura 5.

Los Cetaceos, Especies Paraguas para el Océano

Para complementar la importancia del gran océano sobre la tierra, se mapearon los comportamientos de los cetáceos, los mamíferos marinos más grandes del océano y especies paragüas para éste, las cuales requieren de grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables, por lo que garantizar su conservación, implica la protección de otras especies simpátricas (que viven en la misma área geográfica) o especies de menor nivel trófico. Un ejemplo de ello es la ballena azul (Balaenoptera musculus) la cual, a partir de sus excrementos y urea, libera una bomba biológica que aporta nutrientes al océano que favorecen la proliferación de microalgas y que sirven de alimento al krill, especie clave para la cadena trófica marina. A su vez, las ballenas capturan CO2 en sus cuerpos reduciendo parte del stock atmosférico de gases de efecto invernadero, por tanto, ayudan a mitigar el cambio climático.[17]

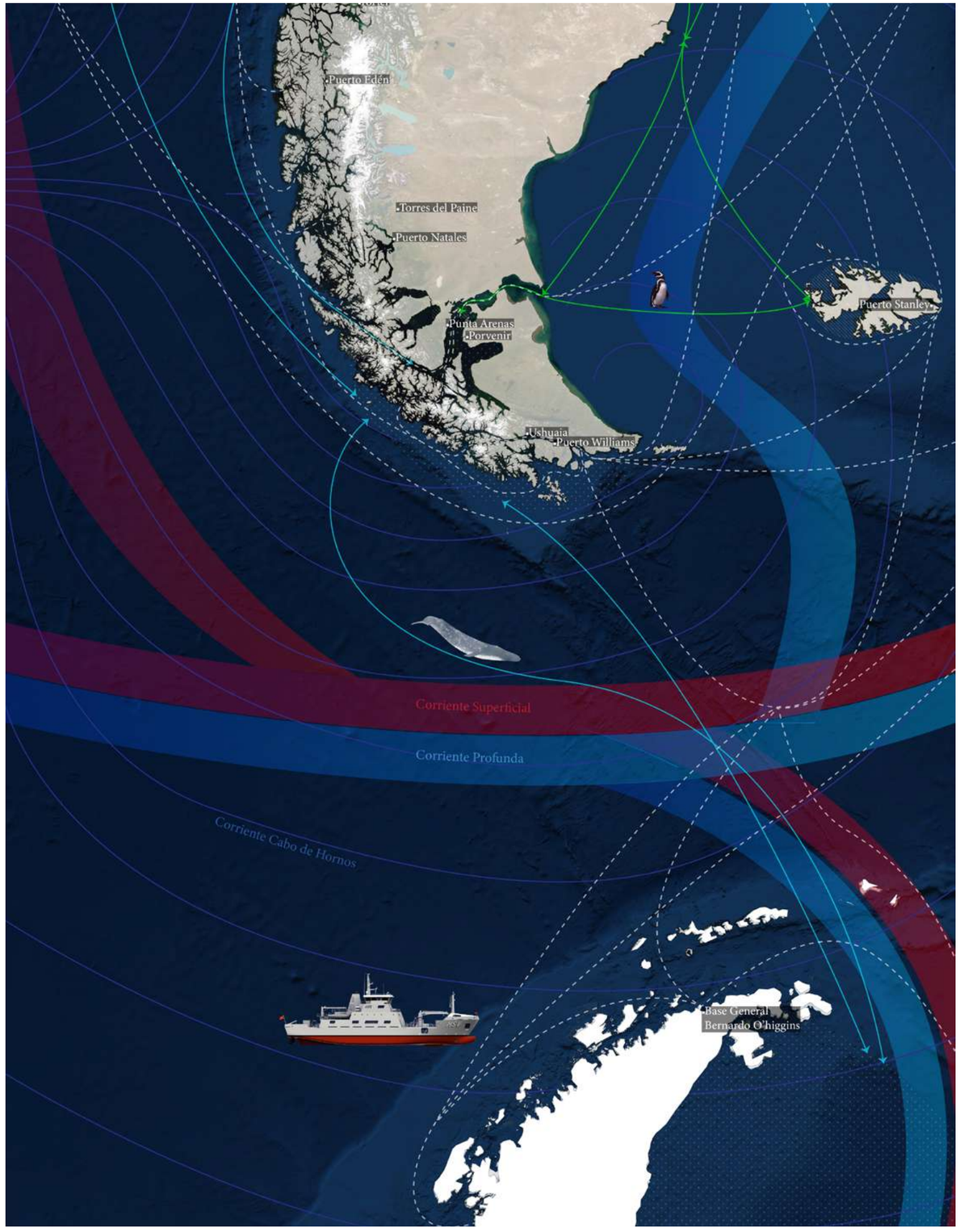


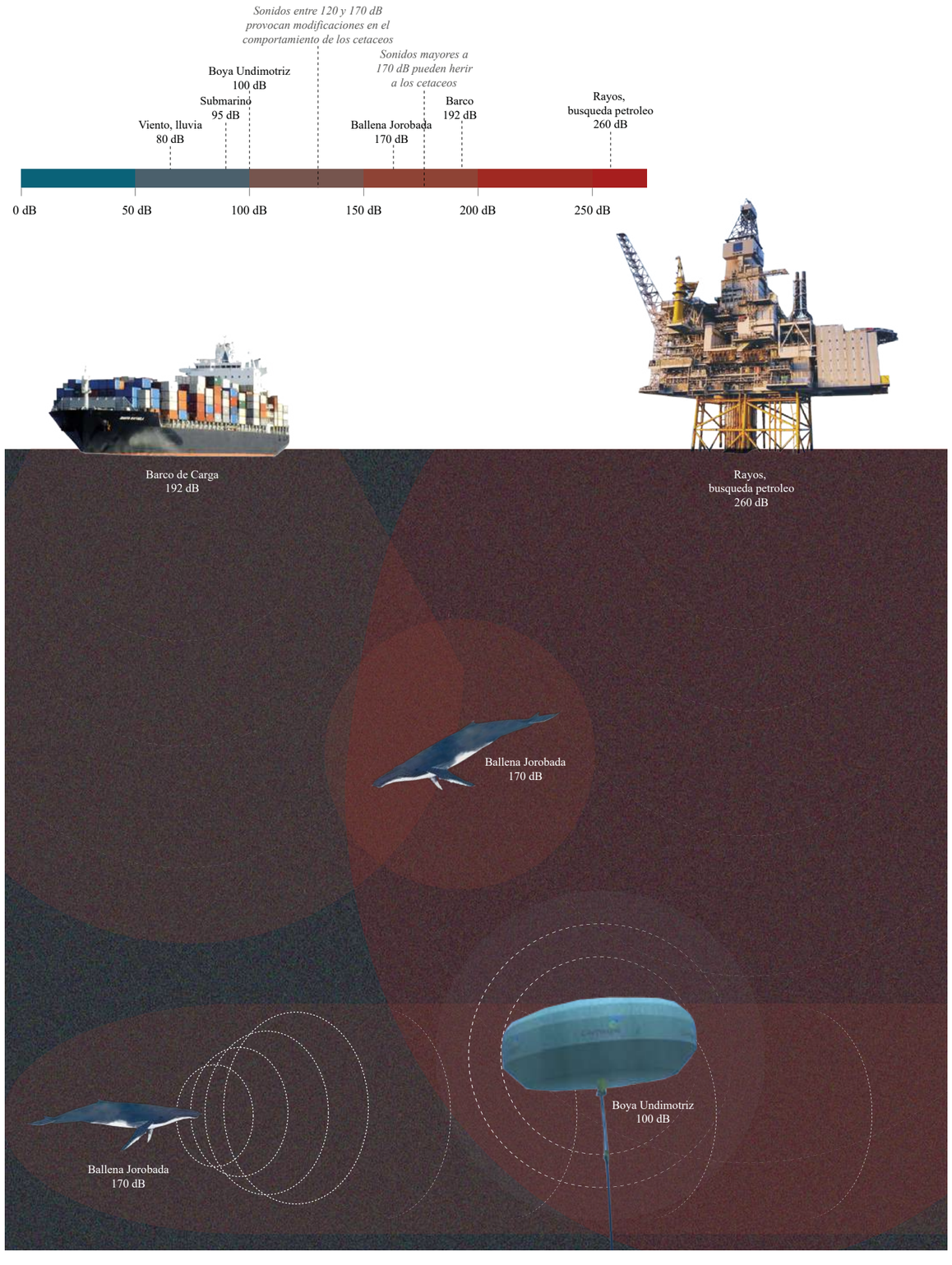
Figura 6. Mapa de flujos Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Elaboración propia, 2021.

Geografía Archipielágica

La geografía de la región de Magallanes es desmembrada y archipelágica. Territorio en donde el mar se confunde con la tierra de manera porosa, y donde el comportamiento humano es más transicional que limítrofe, superando las fronteras impuestas por el continente terrestre. Nombrar al mar territorial (12 millas náuticas o 22km desde el borde costero) como "maritorio" postula un cambio de paradigmas, ya que es una visión desde el propio océano, y no, una visión terrestre hacia el océano. El maritorio fue construyéndose a través de la navegación de los pueblos originarios australes, los cuales tenían embarcaciones que fueron, a la vez, el hogar que se desplazaba, y el mar el espacio de alimentación, y donde se concebía la vida cotidiana.[18] Esta forma de habitar y de comprender el medio fue mutando en el tiempo con la introducción de nuevas visiones culturales, con la llegada de los europeos y la conformación del Estado chileno. Este último considera al mar como un espacio físico de crecimiento y desarrollo, siendo un lugar en donde la nación ejerce soberanía. Los recursos que el lecho marino provee, rico en minerales, biodiversidad, alimento y fuentes energéticas, llevan necesariamente a una planificación y ordenamiento del maritorio, estableciendo vías de tránsito y priorizando áreas productivas.[19]

[18] Álvarez, R., Ther-Ríos, F., Skewes, J., Hidalgo, C., Carabias, D., García, C. (2019). Reflexiones sobre el concepto de maritorio y su relevancia para los estudios de Chiloé contemporáneo. Revista Austral de Ciencias Sociales 36: 115-126.

[19] Ciorba, J. (2014).



[20] Mc lntyre, R. (2002). Propagación Oceánica del Sonido. Revista de Marina N° 1.

[21] Natural History Museum (2019). La visión a través del sonido en los cetáceos dentados, al descubierto.

[22] Ministerio de Medio Ambiente

[23] Fundación Meri. (2019). Navegantes del Océano y el Sonido.

Figura 7. Ruido Submarino, umbral auditivo de Ballena Jorobada. Fundación Meri. Infrografía. Elaboración propia, 2021.

A diferencia del medio terrestre, en el océano el principal canal para subsistir es el sonido. El sonido viaja 5 veces más rápido en el agua que en el aire y recorre mayores distancias. Por el contrario, la luz se absorbe y se pierde rápidamente en el medio acuático.[20] La audición es el sentido más desarrollado en los cetáceos, pues dependen de éste para orientarse, comunicarse y alimentarse. Los sonidos que emiten se llaman vocalizaciones, y con la ecolocalización los odontocetos pueden percibir el entorno, es decir, determinar el tamaño, la ubicación y movimientos de un ser vivo u objeto, teniendo la capacidad de comunicarse a cientos de kilómetros de distancia.[21] Según el Ministerio de Medio Ambiente, el estado de conservación de los cetáceos de las costas chilenas está en estado vulnerable, y muchas especies están en peligro de extinción, esto se debe al factor del cambio climático, actores antrópicos como la caza de ballenas, y la contaminación química, física, biológica y acústica.[22]

Los sonidos entre 120 y 170 dB provocan modificaciones en el comportamiento de los cetáceos, mientras que sonidos mayores a 170 dB pueden herirlos. En el rango de intensidad, el viento y la lluvia se encuentran en 80 dB, los submarinos en 95 dB, las boyas undimotrices en 100 dB, la ballena franca en 170 dB, un barco en 192 dB y los rayos de búsqueda de petróleo en 270 dB.[23]

CAZAMOS A LOS GRANDES Y REDUCIMOS SUS HÁBITATS

Los grandes animales marinos corren el riesgo de desaparecer, y la culpa es nuestra

A diferencia de las anteriores extinciones, causadas por cambios en el clima, en la que ahora afecta a los animales marinos el hombre tiene mucha responsabilidad

(Foto: Wikipedia)

Por **Rocío P. Benavente**

14/09/2016 - 20:00 Actualizado: 15/09/2016 - 19:40

Figura 8. Benavente, Rocio. EL Confidencial. Noticia, 2016.

por EFE y Cultura+Ciudad | 6 mayo, 2019

El ruido que producen los motores de barcos pasan factura a las ballenas de la costa del país, donde se concentran la mitad de avistamientos de esta especie en el mundo, que sufren de graves daños auditivos, problemas de comunicación entre ellas y hasta varamientos en las playas.

Figura 9. EFE. EL Mostrador. Noticia, 2019.

Medioambiente ■ *Agua*

EL RUIDO DEL FONDO

La contaminación acústica esta alterando la vida en los océanos

El ruido constante provocado por la actividad humana está dificultando la transmisión de sonidos que la fauna marina necesita para comunicarse y mantener su sentido de la orientación

El ruido del ser humano está ensordeciendo el mar. (EFE)

Por **Planeta A**

12/02/2021 - 05:00

Figura 10. Planeta A. EL Confidencial. Noticia, 2021.

Legislation Seeks to Minimize Vessel Strikes on Whales

June 09, 2021 | Regan Nelson & Francine Kershaw

Too many species of whales in U.S. waters are barely hanging on. North Atlantic right whales, Southern Resident orcas, and even the newly identified Gulf of Mexico (Rice's) whale are critically endangered, meaning their very existence on this planet is in jeopardy. For each of these species, ships and other vessels are a primary source of mortality and harm.

A humpback whale with a severe injury after being struck by a ship.

Figura 11. Nelson, Regan & Kershaw, Francine. NRDC. Artículo. 2021.

Researchers Use New Tools To Measure Impact Of Underwater Noise From Smaller Vessels On Whales In San Francisco Bay

Researchers are using cutting edge software to figure out how boats could be harming whales that enter the San Francisco Bay to forage for food, rest or to mate. Geoff Petrulis reports.

Figura 12. CBS Los Angeles. Noticia, 2021.

La contaminación acústica es la causante de la colisión con embarcaciones. En función a la intensidad, duración, frecuencia y distancia del ruido, los impactos pueden ser, desde un enmascaramiento de señales, impidiendo la comunicación entre cetáceos, daños auditivos temporales o permanentes y, en algunos casos, causar la muerte. Existe evidencia que la contaminación acústica ha sido la responsable de diferentes varazones masivos de cetáceos.[24]

En 1980 se empezó a estudiar los impactos antrópicos en el fondo marino, sin embargo, recién en la década pasada han aparecido estudios sobre la relación entre cetáceos y el tráfico de embarcaciones, tráfico que aumenta de manera exponencial década a década.[25] Y peor aún, las muertes de cetaceos pueden ser mayor a las que se conocen porque lo más probable es que la mayoría se hundan en el oceano y no lleguen a la costa, siendo el varamiento de ballenas la única alerta que concientiza el humano en su dia a dia.

Figura 13. Fundación Meri. Imagen. Golfo de Corcovado, 2019.

Figura 14. U.S Navy. El buque de combate litoral USS Jackson (LCS 6) de la Marina de Estados Unidos durante una prueba de choque, océano Atlántico, el 10 de junio de 2016.

[24] El Independiente (2019) El crecimiento del tráfico marítimo, peor que el cambio climático para la biodiversidad.

[25] Fundación Meri. (2019). Navegantes del Océano y el Sonido.

Figura 15. Phelps, Anthony. Varamiento de ballenas en Nueva Zelanda. Imagen. SF.

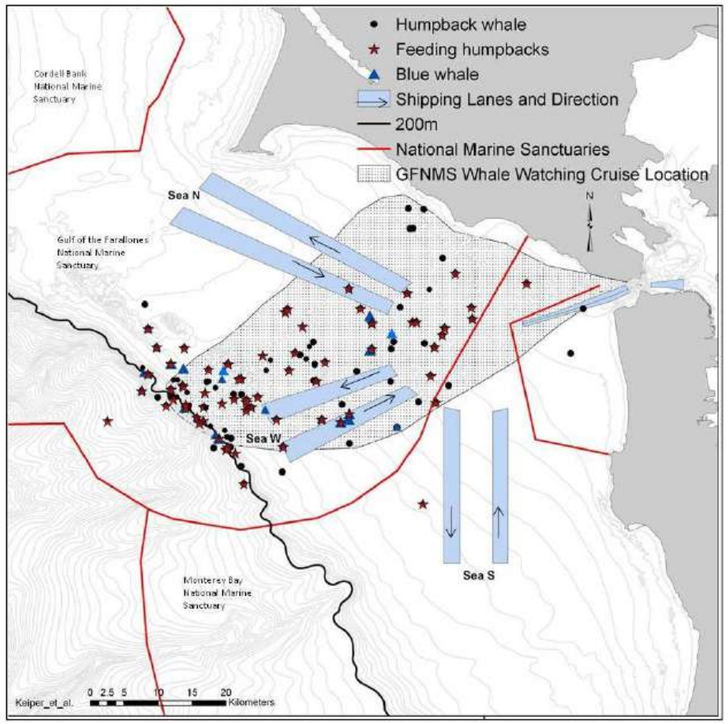


Figura 16. Opportunistic sighting locations of blue and humpback whales relative to shipping lanes during whale watching cruises in the GFNMS enroute to the Farallon Islands in 2001-2008 and 2011.

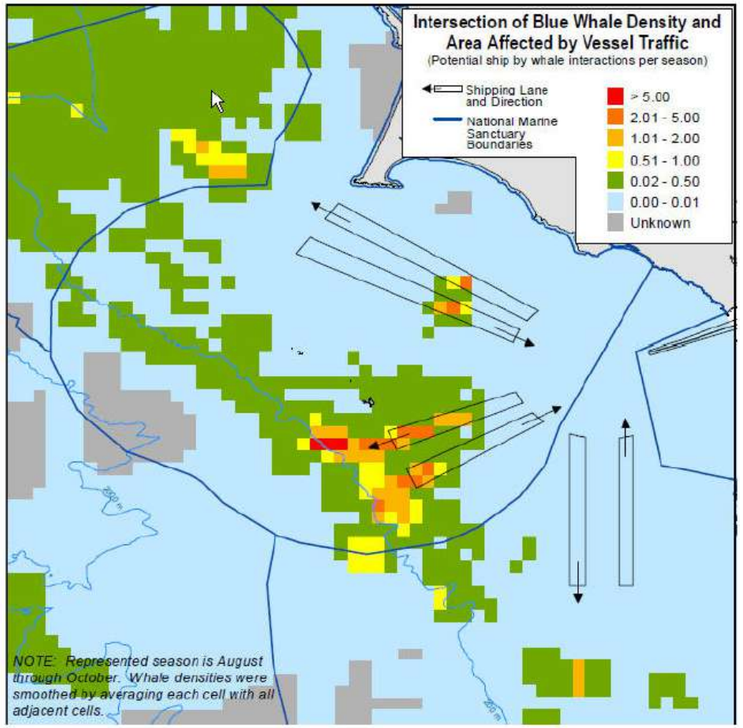


Figura 17. Intersection of smoothed blue whale data and traffic, showing areas of greatest concern. To reduce stochastic variation, whale densities were smoothed using a three point running average. The color of each one minute cell es the product of blue whale density and the area "swept" by vessel traffic in the course of a season. This metric provides a measure of the relative risk of whale and ship collisions.

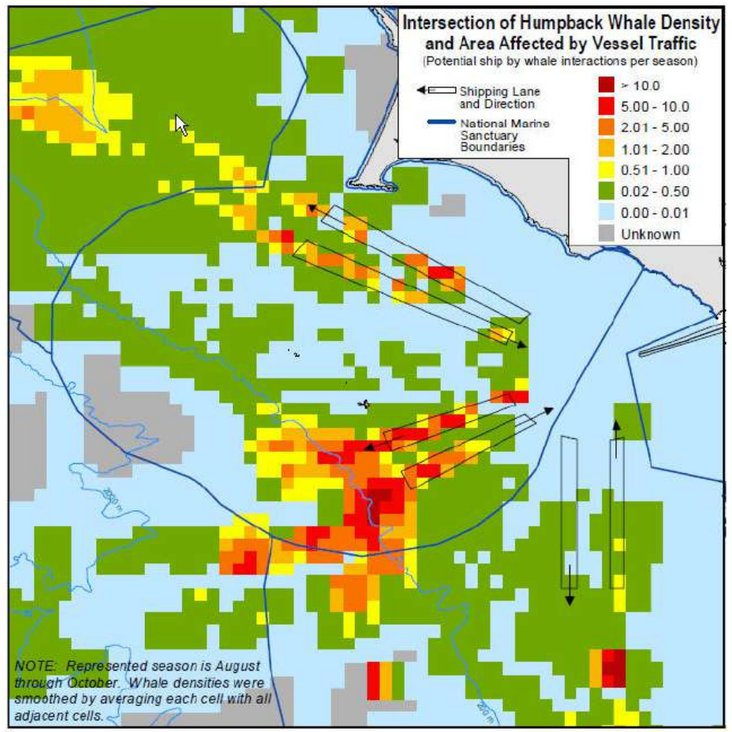


Figura 18. Intersection of smoothed Humpback whale data and traffic, showing areas of greatest concern. To reduce stochastic variation, whale densities were smoothed using a three point running average. The color of each one minute cell es the product of blue whale density and the area "swept" by vessel traffic in the course of a season. This metric provides a measure of the relative risk of whale and ship collisions.

Uno de esos estudios es el que se ha hecho en la bahía de San Francisco en Estados Unidos.[26] El objetivo de este estudio fue examinar el uso de barcos en las rutas de navegación que se acercan a la Bahía de San Francisco en relación con áreas temporales y espaciales de alto uso de ballenas azules y jorobadas para identificar áreas primarias de superposición y evaluar los riesgos potenciales. Para medir el riesgo relativo de los impactos del tráfico de embarcaciones y evaluar los potenciales de colisión de las ballenas azules y jorobadas durante las áreas de alto uso de forrajeo estacional, se hizo lo siguiente: 1) se identificaron los patrones de uso del hábitat de las ballenas azules y jorobadas; 2) los patrones de tráfico de embarcaciones durante agosto-octubre de 2009-2010; y 3) se identificó la superposición de distribuciones de ballenas jorobadas y azules durante los lugares de tránsito y alimentación de alto uso estacionales y densidades de tráfico de embarcaciones cerca y en las rutas de navegación de San Francisco. Se seleccionó agosto-octubre porque históricamente, tanto las ballenas azules como las jorobadas tienden a ser más abundantes durante estos meses en el área de estudio, cuando sus presas preferidas (krill y cardúmenes pequeños) son más abundantes.

Comprender los patrones de distribución y ocurrencia de estas ballenas es un requisito previo importante para la conservación y mitigación, ya que hasta la fecha la unica metodologia que se tiene para localizar a los cetaceos y entender su relación con el tráfico de embarcaciones es el avistamiento a ojo desnudo de estos animales en embarcaciones que las siguen. La información obtenida de la investigación, combinada con la participación de agencias gubernamentales, grupos ambientalistas y la industria del transporte marítimo, es una contribución fundamental para ayudar a reducir los efectos de esta creciente preocupación.

[26] Keiper, C., Calambokidis, J., Ford, G., Casey, J., Miller, C., Kieckhefer, T. (2012) Risk Assessment of Vessel Traffic on Endangered Blue and Humpback Whales in the Gulf of The Farallones and Cordell Bank National Marine Sanctuaries.

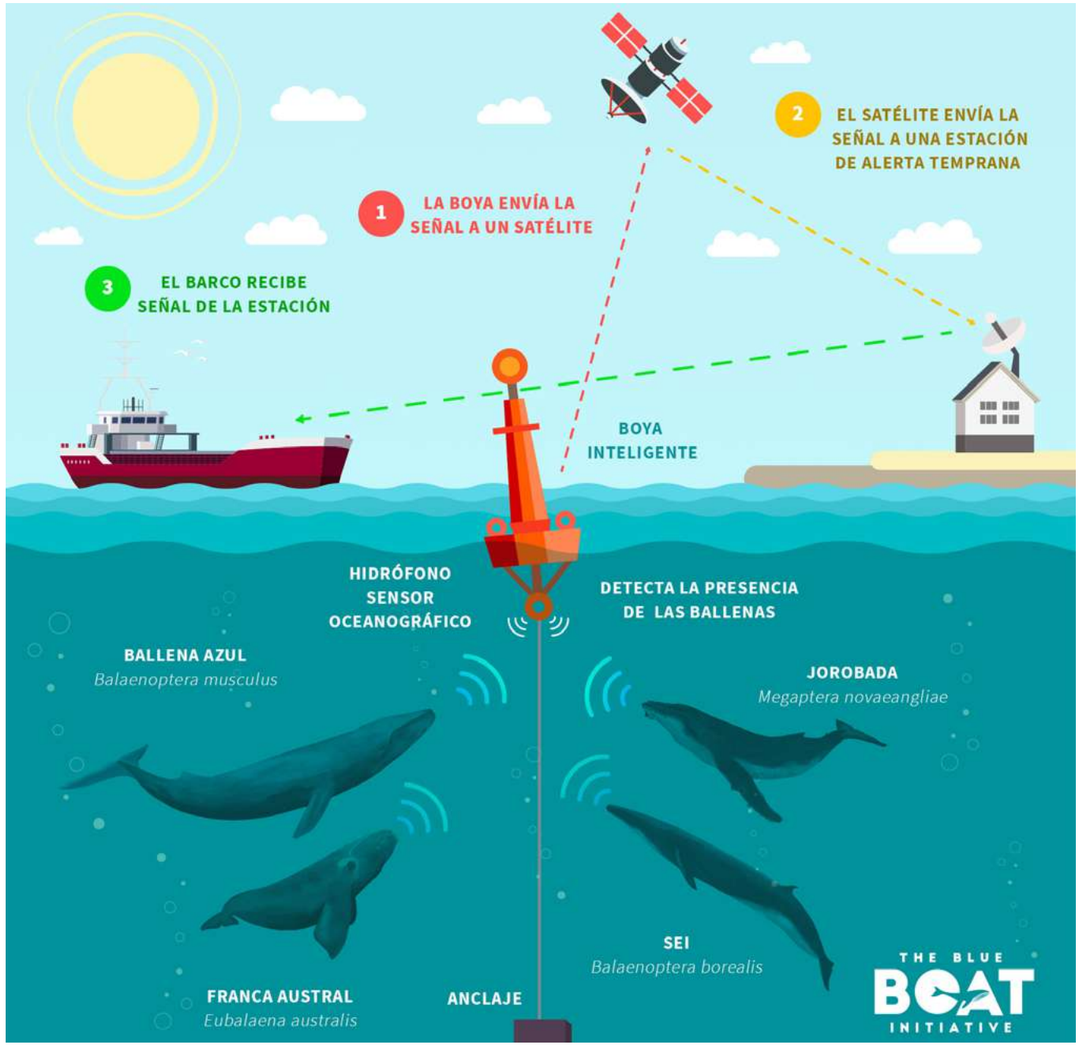


Figura 19. Ministerio de Medio Ambiente. 1º Seminario de ruido submarino. Flayer, 2020.

[27] Fundación Meri, Ministerio del Medio Ambiente (2021). The Blue Boat Initiative.

Figura 20. The Blue Boat Initiative. Infografía, 2019.

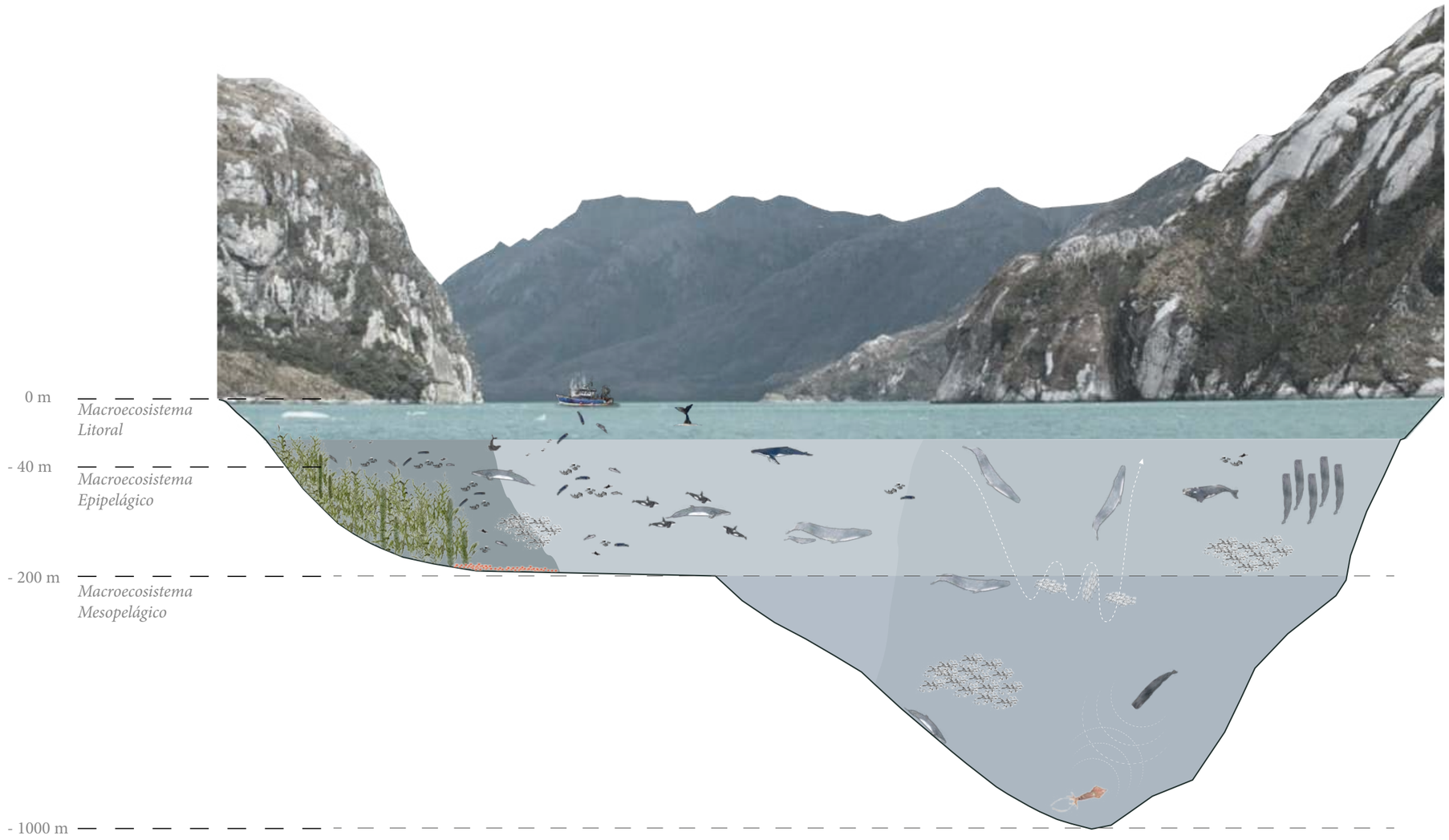
Con respecto a lo anterior, el Ministerio de Medio Ambiente junto a la Fundación Meri están llevando a cabo la "Iniciativa Barco Azul" siendo un sistema de alerta temprana que usará boyas inteligentes, con sensores oceanográficos, que detectan la presencia de ballenas por las ondas sonoras que producen. La boya envía la señal a un satélite, éste envía la señal a una estación de alerta temprana, y el barco recibe la señal de la estación. Los puntos de granjas undimotrices servirían no solo para producir energía, sino que redireccionarían las rutas de las embarcaciones a tiempo real según la presencia de cetáceos, aportando a la conservación y estudios de estas especies paraguas en la conservación del ecosistema.[27]

Figura 21. Estrecho de Magallanes. Marco de la Investigación. Ortofoto Arcgis. Septiembre, 2021.

Macroecosistemas

Para incorporar estas dimensiones a las estrategias de proyecto, se estudiaron los macroecosistemas marinos del Estrecho de Magallanes, habiendo tres principales que confluyen en esta área. En primer lugar, el macroecosistema litoral, el cual se extiende desde la costa hasta los 40 m de profundidad. Esta zona esta sujeta a los fenómenos costeros como el oleaje, efectos del viento y las mareas. En este macroecosistema se encuentra el mayor endemismo en peces, más afuera y a mayor profundidad prevalecen especies cosmopolitas.[28]

En segundo lugar, el macroecosistema epipelágico, que es donde termina la zona litoral hasta los 200 m de profundidad. Se le reconoce por ser la parte del mar hasta donde llega la luz del sol. Y, por último, el macroecosistema mesopelágico zona que se extiende desde los 200 m hasta los 1000 m, siendo una región afótica.



[28] Rovira, J., Herreros, J. (2016). Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva.

Figura 22. Ecoportrait macroecosistemas del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

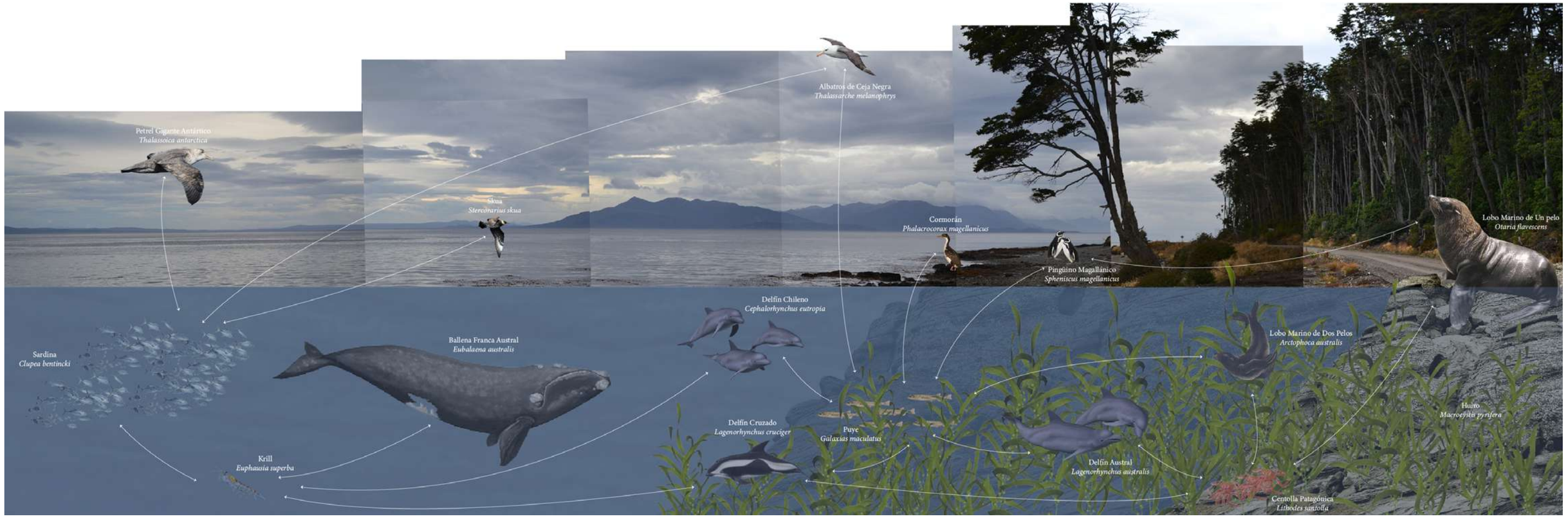


Figura 23. Ecoportrait borde mar del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

El Límite y sus Espesores

El medio ambiente y la sostenibilidad no son meras cuestiones relativas al espacio, sino que implican dominios, procesos y conceptos fundamentalmente temporales. Sin un conocimiento profundo de esta complejidad, la acción y las políticas de energías limpias y renovables serán superficiales[29]. Desde esta perspectiva, es muy importante la comprensión e interpretación de los ritmos cósmicos, naturales y culturales del maritorio para cualquier tipo de intervención en el mismo.

Joaquín Sabaté define el paisaje cultural como la huella del trabajo del hombre sobre el territorio[30], en el caso del Maritorio Magallánico, donde el territorio en realidad es el agua, esta definición presenta una dicotomía: las huellas sobre esta superficie no permiten evidenciar un paisaje físicamente construido. De manera que estas huellas, al no ser estáticas, podrian entenderse como capas o corredores, estando esta geografía archipelágica compuesta por un sinfín de ellas, muchas de las cuales se interrelacionan entre sí. Esto nos lleva a conceptualizar al maritorio como una red o malla, en donde las geometrías de borde; canales, estrechos, fiordos e islas, suponen una proto-infraestructura. Configurada ésta por dimensiones tanto físicas como por distintos flujos o procesos: la profundidad, las geometrías de borde, las corrientes que lo cruzan, y la temporalidad de los ciclos que ocurren en el; las mareas y el desarrollo de los seres vivos que lo habitan.

[29] Borregaard, N. (2018). Hacia una Mayor Compatibilidad entre Crecimiento y Protección Medio Ambiental.

[30] Sabaté, J. (2004). De la preservación del patrimonio a la ordenación del paisaje. ID n1, pág. 17.

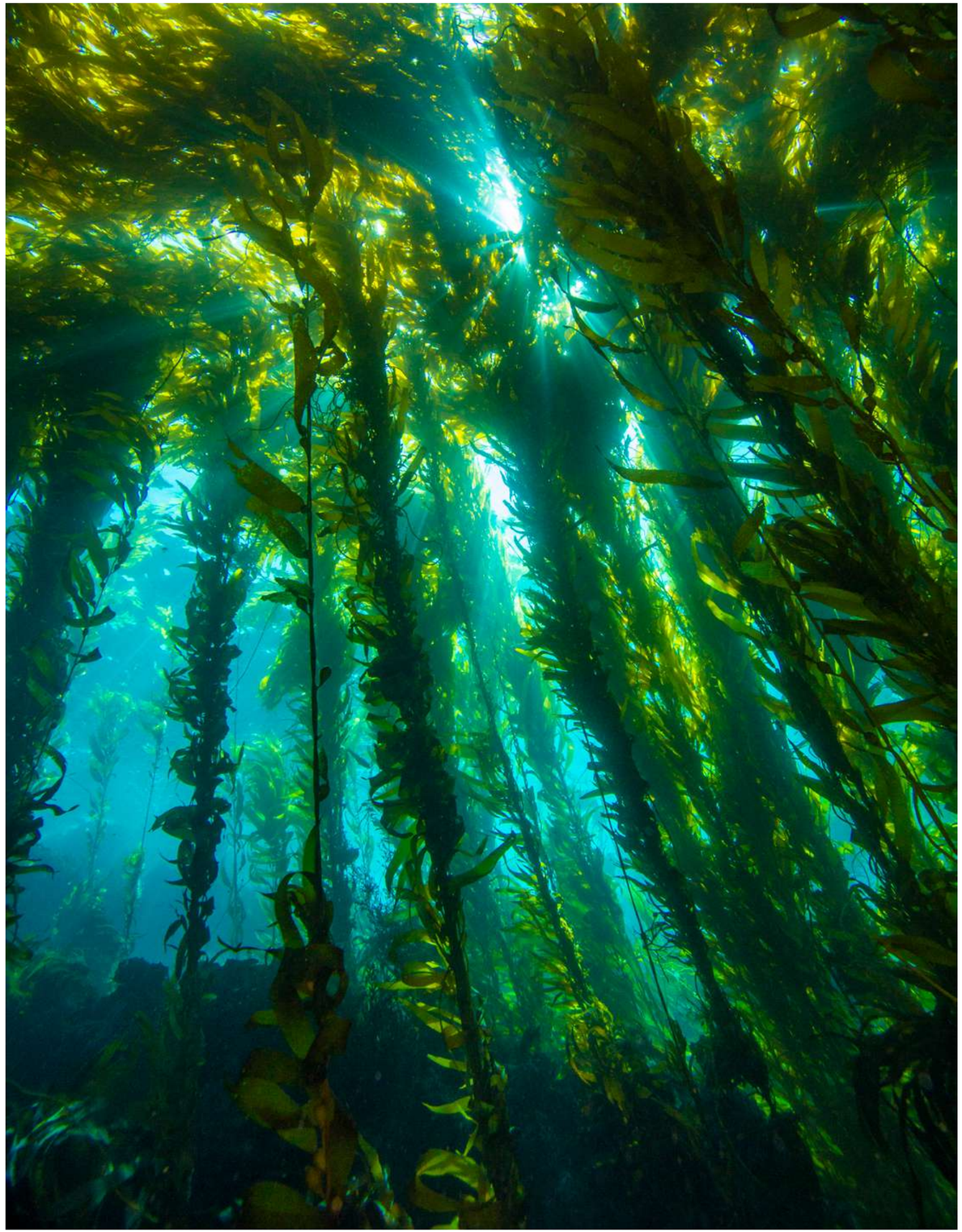


Figura 24. Klug, Douglas. Kelp Forest. Anacapa Island, Silver Strand, California, United States. Febrero 2020.

Bosques de Macroalgas Subpolares

El comúnmente llamado “Huiro” es un macroalga que constituye grandes bosques submarinos en las costas rocosas de mares templados-fríos. Su nombre científico es Macrocystis pyrifera. Esta especie cumple una función ecológica de gran importancia para el ecosistema submarino; otorga refugio, alimento y lugar de reproducción para un sin numero de organismos. El rápido crecimiento de esta alga también es notable puede llegar a crecer 50 cm diarios durante primavera y verano.

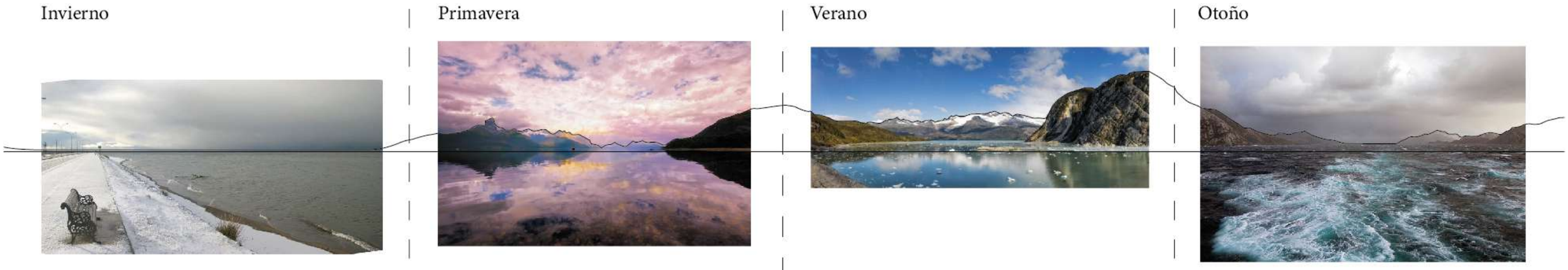
El Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL) de la Universidad Austral de Chile (UAch) llevó a cabo un estudio que se centró en caracterizar fisiológicamente los bosques de huiro en los fiordos y canales del extremo sur de Chile y comprender de qué manera están enfrentando el cambio climático.

“Los resultados del estudio indican que los bosques de huiro asentados en los sistemas de la Patagonia generan una estrategia de aclimatización única ante las nuevas variables medioambientales ocasionadas por el cambio climático. El alga está adaptada a una condición de escasez de luz: cuando hay factores de estrés como una mayor turbidez en el agua y altos niveles de material particulado, la refracción es mayor y, por lo tanto, la cantidad y calidad de luz necesaria para la fotosíntesis es muy limitada. Sin embargo, estas grandes extensiones de calabacillo mantienen la capacidad de realizar su actividad metabólica, optimizando la captación de toda la luz disponible a distintos niveles de profundidad.” [31]

[31] Palacios, M., Osman, D., Ramírez, J., Huovinen, P., Gómez, I. (2021) Photobiology of the giant kelp Macrocystis pyrifera in the land-terminating glacier fjord Yendegaia (Tierra del Fuego): A look into the future?

Figura 25. Patagonia PhotoSafaris. Ballenas Jorobadas en Parque Marino Francisco Coloane. Estrecho de Magallanes. 2018.

Variabilidad Climatológica, Temporadas y Flujos



N° de Naves por Puerto

	2019	2020
Terminal Fiscal Arturo Prat Punta Arenas	827	705
Terminal de carga José Santos de Mardones Punta Arenas	614	739
Terminal de Puerto Natales Canal Señoret (al norte del Estrecho)	1.146	932

N° de Naves por Segmento

	2019	2020
Cruceros	150	89
Carga	466	97
Pesca	162	50
Científico	86	858
Armada	60	29
Otros	1.677	1.261

Figura 26. Fotomontaje flujos y variación climatológica del Estrecho de Magallanes. Información recopilada de Empresa Portuaria Austral (EPA). Elaboración propia, 2021.

Dado las grandes diferencias en las estaciones del año que presenta el sur del continente, vemos como se organizan varias empresas en temporadas. En los meses de primavera y verano se ve un aumento en las embarcaciones turísticas, ya que el clima no es tan hostil y hay más horas de luz de sol, siendo en los meses de invierno un promedio de 4 a 5 horas de luz solar. Al mismo tiempo, en la primavera austral las ballenas jorobadas migran del ecuador para llegar a las aguas del estrecho para alimentarse. El parque marino Francisco Coloane[32], al suroeste de Paso del Hambre en el Estrecho de Magallanes, es un área protegida de pesca y acuicultura por la gran cantidad de cetáceos que llegan en estos meses, mas sigue siendo una zona de transito de embarcaciones las cuales incrementan considerablemente en verano, compartiendo temporada de afluencia con los cetáceos. Otra observación interesante del gráfico es la variación en número de naves científicas entre prepandemia y pandemia, habiendo 86 naves en 2019 y 858 naves en 2020, siendo el único segmento que incrementó mientras todos los demás tuvieron considerables disminuciones.

[32] "Este PM es representativo de sistemas ecológicos de importancia global y regional, existiendo una variada diversidad biológica de vertebrados acuáticos. Es el único sitio de alimentación de la ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) que se localiza fuera de las aguas antárticas. Asimismo, tanto su hábitat marino como terrestre destaca por sus interesantes atributos paisajísticos y culturales, que, junto con la existencia de múltiples ecosistemas, una gran variedad biológica, la localización de sitios de reproducción y de alimentación de vertebrados acuáticos, le otorgan un alto valor científico y turístico." Ministerio de Medio Ambiente (2003).

Ecosistema Marino

Ecología Nativa

- Curvas de nivel c/100m
- Macroecosistema litoral
  0 - 40 m
- Macroecosistema epipelágico
  40 - 200 m
- Macroecosistema mesopelágico
  200 - 1000 m
- Corredor de mamíferos marinos
  Orden cetacea
  Orden carnivora
- Parideros
- Nidificación

Ecología Humana

- Poblados a 10 km del mar
- Zonas concecionadas
  para la acuicultura
- Control marea roja

Figura 27. Planimetría Ecosistema Marino del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

Figura 28. Armada de Chile. Faro Evangelistas. SF.

Figura 29. MEYGEN. Escocia, 2015.

Figura 30. Open Hydro. Nova Scotia Power. Canada, 2018.

Figura 31. SEAGEN Turbine. Northern Ireland, 2008.

Figura 32. La Rance Tidel Barrage. France, 1966.

Figura 33. Sihwa Lake. South Korea, 2011.

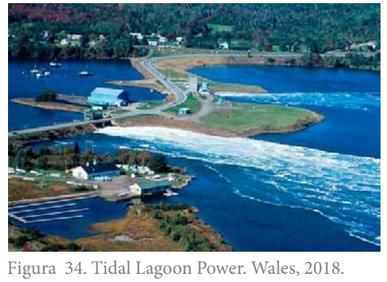


Figura 34. Tidal Lagoon Power. Wales, 2018.

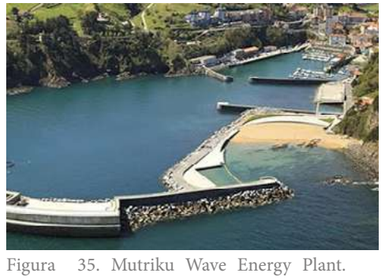


Figura 35. Mutriku Wave Energy Plant. Basque country, Spain. 2011.

Figura 36. COPPE. Brasil. 2012.

Figura 37. Pelamis Wave Power. Portugal. 2008.

Figura 38. Seabased AB. Suecia. 2016.

Figura 39. AWS Ocean Energy. North Scotland. 2012.

Figura 40. CETO Carnegie Clean Energy. Australia. 2016.

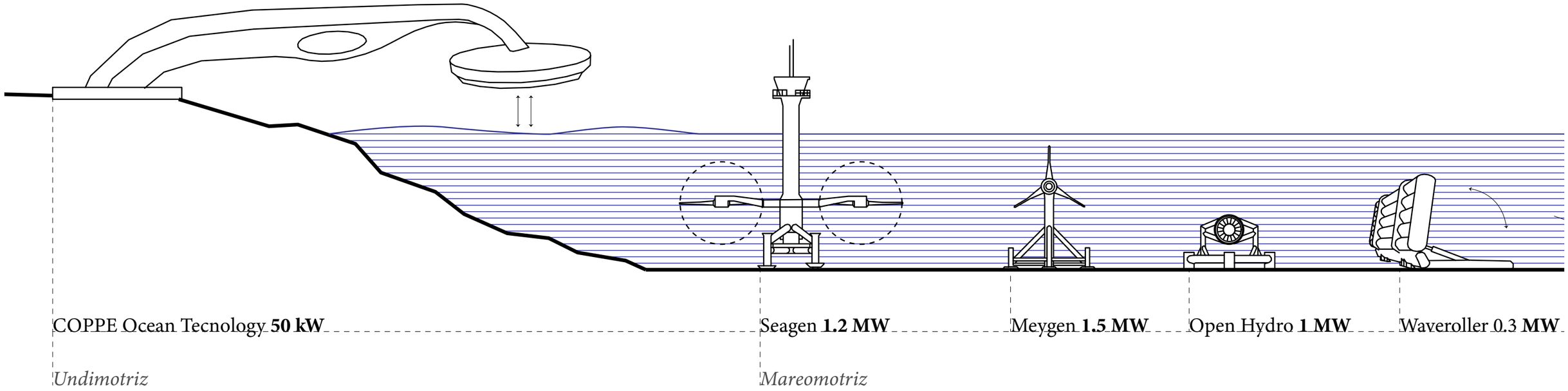
Energías del Mar

La energía marina ha estado relacionada con el petróleo y el gas, pero en las últimas décadas esta concepción ha dado un vuelco hacia el potencial energético de las mareas y las olas, por su característica de recurso ilimitado y por no generar residuos ni tampoco provocar grandes impactos visuales ni ambientales. Existen dos tipos: la primera es la energía de las mareas o mareomotiz, que utiliza los cambios del ascenso y descenso del agua en su pleamar y bajamar, causadas por la acción gravitatoria de la interacción entre el sol, la luna y la tierra, alineados en los plenilunios. La técnica motriz consiste en potenciar esta energía con un dique o embalse, o con turbinas en el fondo marino.[33]

La segunda, es la energía de las olas, o undimotriz, la cual se produce por el movimiento ondulatorio de la superficie del mar, causado por la fuerza del viento y por las corrientes oceánicas. Los sistemas que captan esta energía son de tipo oscilantes y flotantes como son boyas, rompe olas y aparatos de rebosamiento anclados al fondo marino.[34] Estas tecnologías constan de dos partes, el aparato offshore que genera energía cinética y la central onshore, en donde se convierte y transmite la energía eléctrica, ambas se conectan por medio de cables submarinos.

[33] Viñuela, V. (2012) Mercados Eléctricos.

[34] Chile Desarrollo Sustentable, 2020.



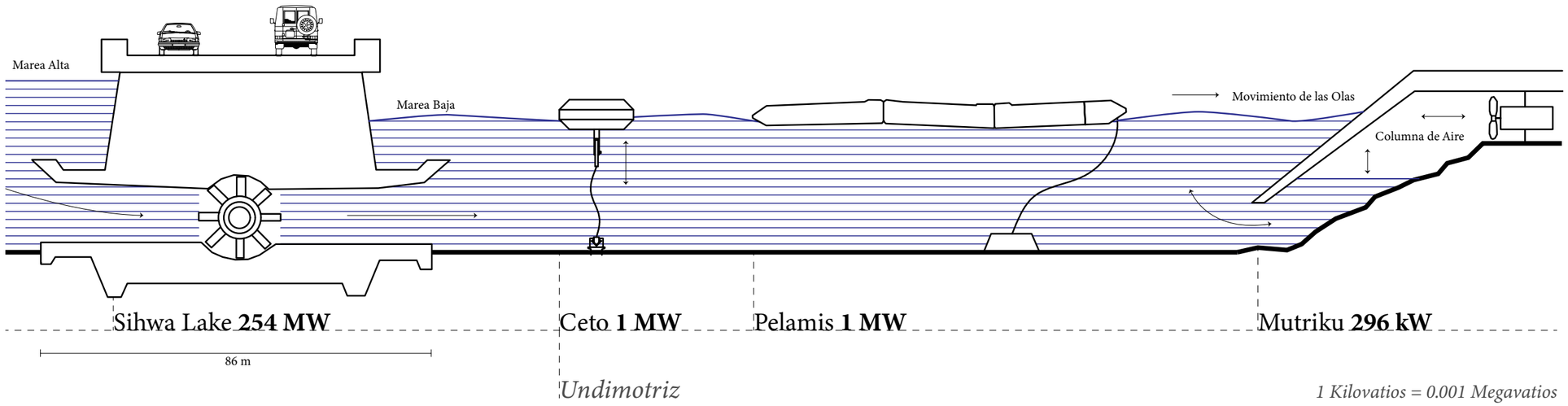


Figura 41. Comparación de formas, escalas y energía producida entre dispositivos mariomotrices y undimotrices. Elaboración Propia, 2021.

En este diagrama se pueden comparar los distintos tipos de dispositivos e infraestructuras para obtener energía del mar. La infraestructura de mayor complejidad son los diques, los cuales cortan una zona de la costa, en donde se genere diferencias de mareas, teniendo en su interior turbinas por donde se regula el paso del agua. Luego están los rompe olas que obtienen energía al generar columnas de aire con el movimiento del oleaje en las costas. Por otro lado, están los dispositivos que se posan en el lecho marino a modo de granjas. Las turbinas, las placas de rebosamiento y los diques tienen varias desventajas ya que afectan la salinidad y calidad del agua, alteran los hábitats marinos y, por ende, son un riesgo para las especies vegetales y animales que habitan ese ecosistema.[35] Sin embargo, los dispositivos undimotrices tipo boya no generan tal destrucción del ecosistema, ya que son actuadores que flotan y la energía la adquieren de ese vaivén.

[35] Ropero, S. 2021. Energía Mareomotriz: Ventajas y Desventajas

[36] En la mitología griega, Ceto (Κητώ / Kētō: "pez grande", de ahí "cetáceo"), era un monstruo acuático femenino. Ceto estaba asociada con los peligros del mar y los monstruos marinos, como ballenas o tiburones. Ceto también dio nombre a la constelación Cetus, la Ballena. (Wikipedia)

[37] BMT Oceanica, 2015.

[38] Nielsen & Wells, 1997.

Figura 42. Carnegie Wave Energy's CETO unit as it will appear in the Perth Wave Energy Project off Garden Island, Western Australia. Carnegie Wave Energy Limited. 2014.

Energia Undimotriz

Países como Escocia, Suecia y Australia han desarrollado e implementado con éxito estas tecnologías. Un ejemplo de ello es la empresa Carnegie Australiana la cual ha desarrollado la tecnología CETO[36]. Este aparato es de tipo boya y cumple con los estandartes australianos en cuanto a la conservación del ecosistema y del patrimonio cultural. Para ello la empresa realizó estudios del suelo marino (bentos), de su flora y fauna, de los procesos hidrológicos del agua y del patrimonio y sus habitantes. Los resultados de este estudio en cuanto a la perdida de hábitat por hectárea fueron positivos, ya que se tuvo una pérdida total de 0,08%.[37]

Por otro lado, los dispositivos tipo boya no solo generarían energía limpia y renovable, sino que también, a través de estrategias de diseño, podrían convertirse en clusters ecológicos que aporten al equilibrio de la vida bajo el mar, apostando a que la presencia de infraestructura en el subsuelo marino posibilite arrecifes artificiales. Éstos ya han sido experimentados y resultado exitosos en cuanto al incremento de la abundancia de peces en los hábitats de arena desnuda.[38] De tal forma que es posible mitigar el impacto al ecosistema marino causado por la actividad productiva.

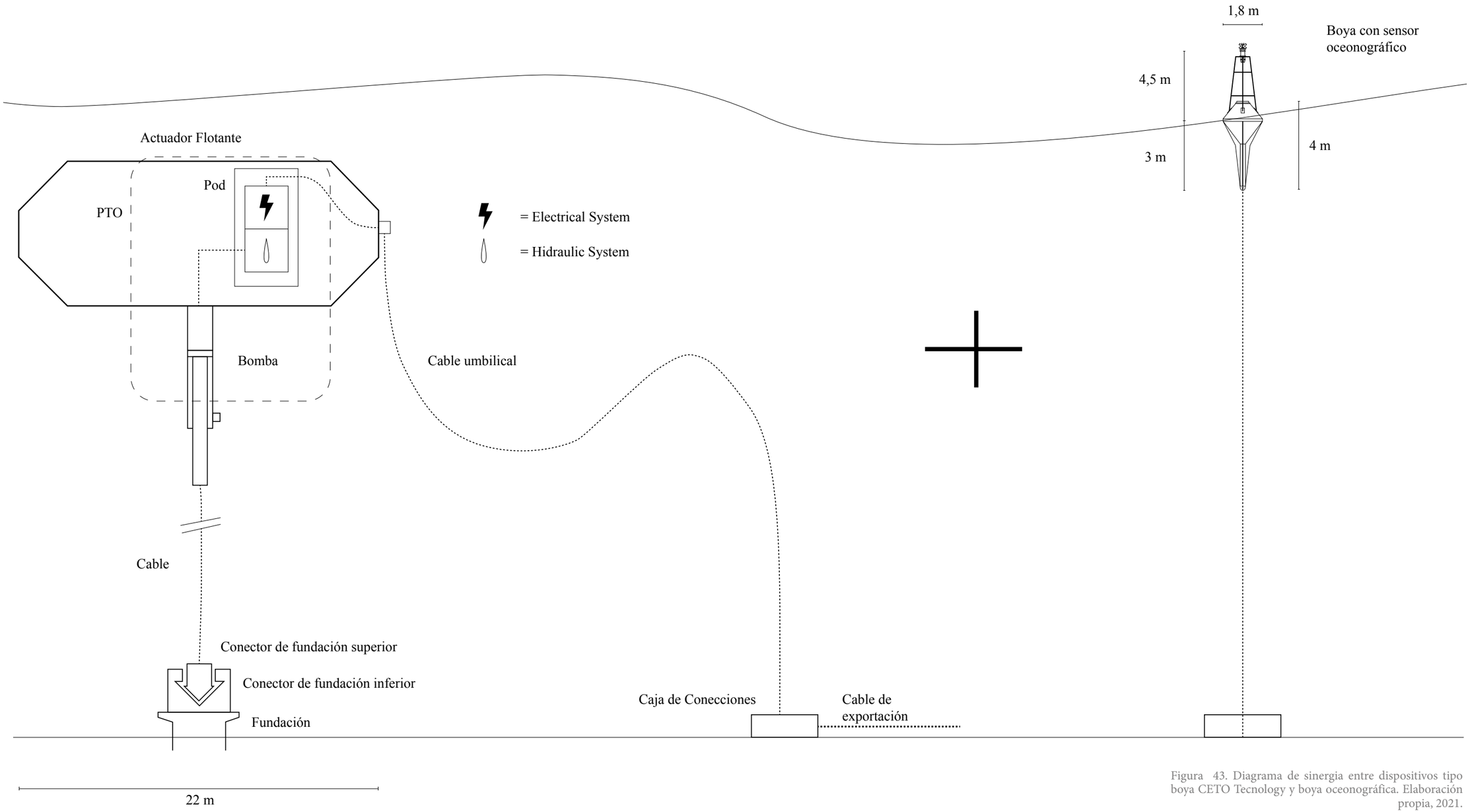


Figura 43. Diagrama de sinergia entre dispositivos tipo boya CETO Tecnology y boya oceonográfica. Elaboración propia, 2021.

El dispositivo en sí tiene 22 m de diámetro, se ubica entre los 25 y 35 m de profundidad, quedando 2 m sumergido en el agua, con una capacidad de producción de 1 GW. En Perth, Australia, esta tecnología se ha probado con granjas en base a tres dispositivos que pueden producir 3 GW, distanciados entre si 200 a 250 m y un cable submarino de 200m de largo que los une a una caja de conexiones, de la cual sale un solo cable que conecta a las boyas con la central on-shore, donde ocurre la conversión de energía mecánica absorbida por las boyas a energía eléctrica. Una vez convertida, la energía se conecta al sistema eléctrico.[39]

[39] BMT Oceanica, 2015.

La presente investigación proyectual plantea generar una sinergia[40] tecnológica entre las boyas undimotrices y las boyas oceanográficas, diseñando un dispositivo que contemple ambas funciones. De manera que la producción energética estaría directamente relacionada con el mapeo del trafico marino, en cuanto a cetáceos y a embarcaciones humanas.

[40] Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. (RAE)

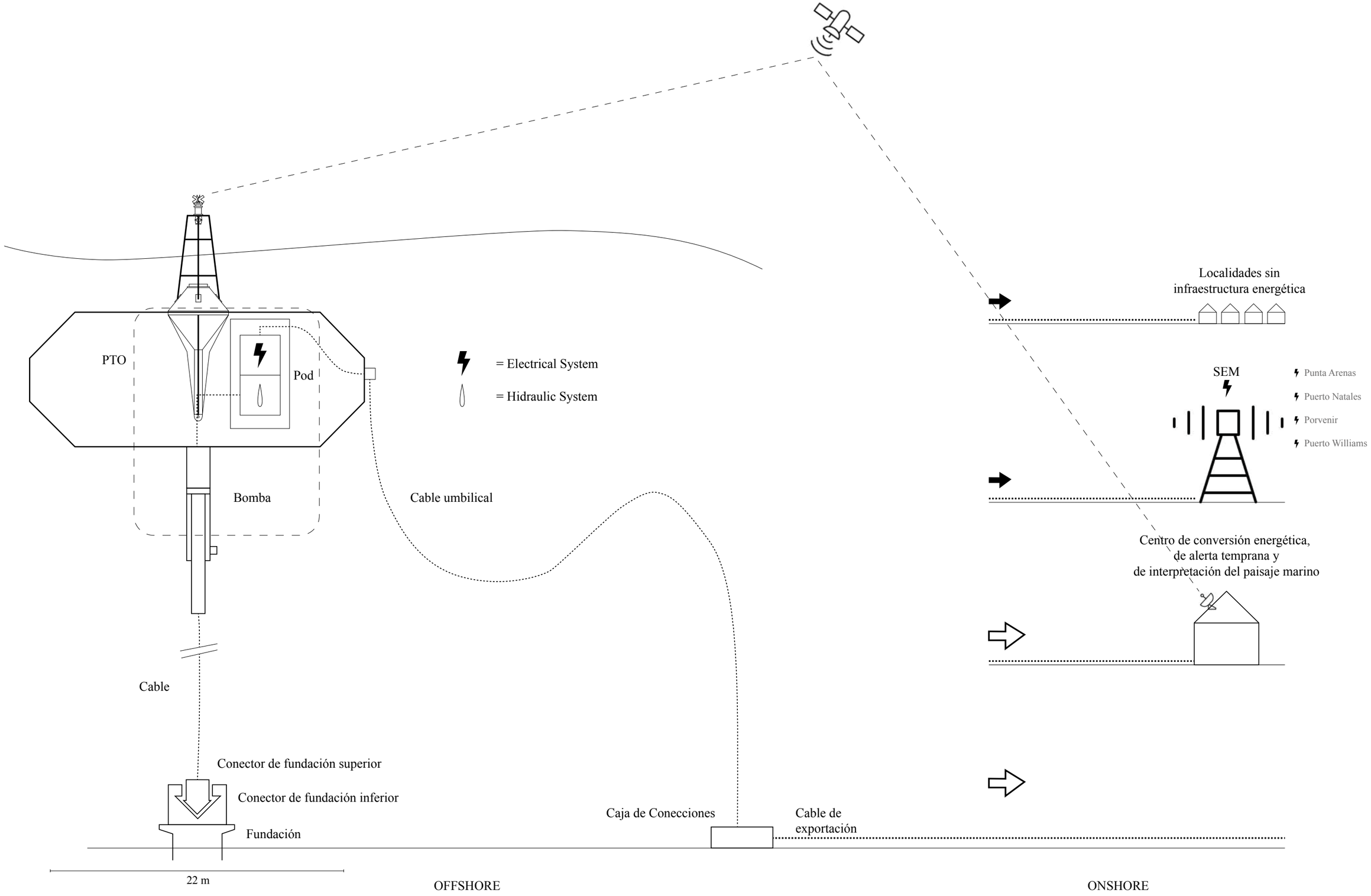


Figura 44. Diagrama de funcionamiento de boyas undimotrices oceonográficas. Elaboración propia, 2021.

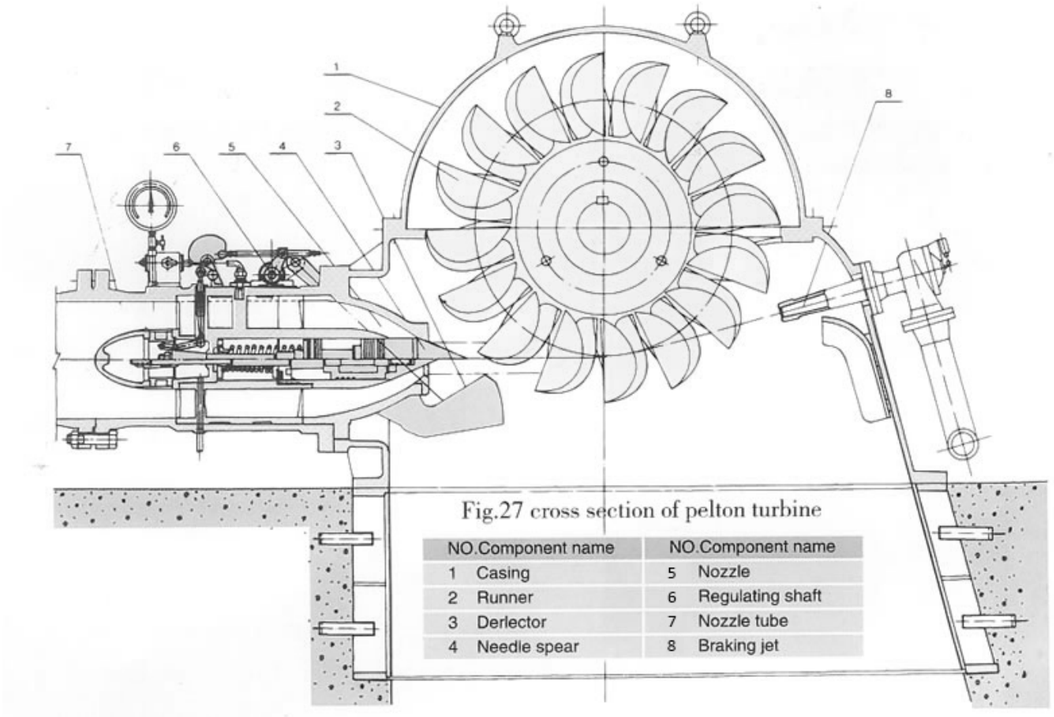


Fig.27 cross section of pelton turbine

NO.	Component name	NO.	Component name
1	Casing	5	Nozzle
2	Runner	6	Regulating shaft
3	Derlector	7	Nozzle tube
4	Needle spear	8	Braking jet

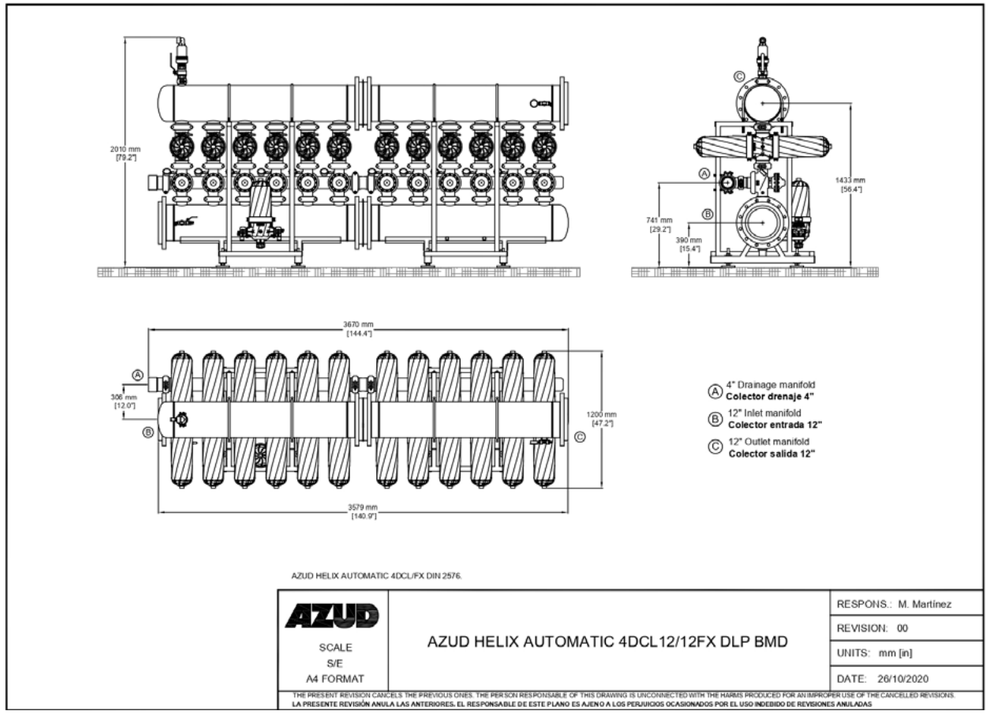


Figura 45. Sistemas productivos. Planimetria Planta Desalinizadora y Turbina de Pelton.

La maquinaria asociada a las boyas undimotrices consta de una turbina Pelton y de un sistema de desalinización de agua. Las boyas tienen una bomba que con el vaivén del oleaje absorbe agua, esta es impulsada por la misma bomba por una tubería submarina hasta llegar a superficie, aquí la tubería se conecta a la turbina de Pelton, la cual inyecta a presión el agua para que la turbina gire. Es aquí en donde la energía cinética captada por las boyas es convertida a energía eléctrica. Luego el agua circula hasta la máquina de desalinización y esta hace el proceso de limpiar la sal del agua para obtener agua potable.

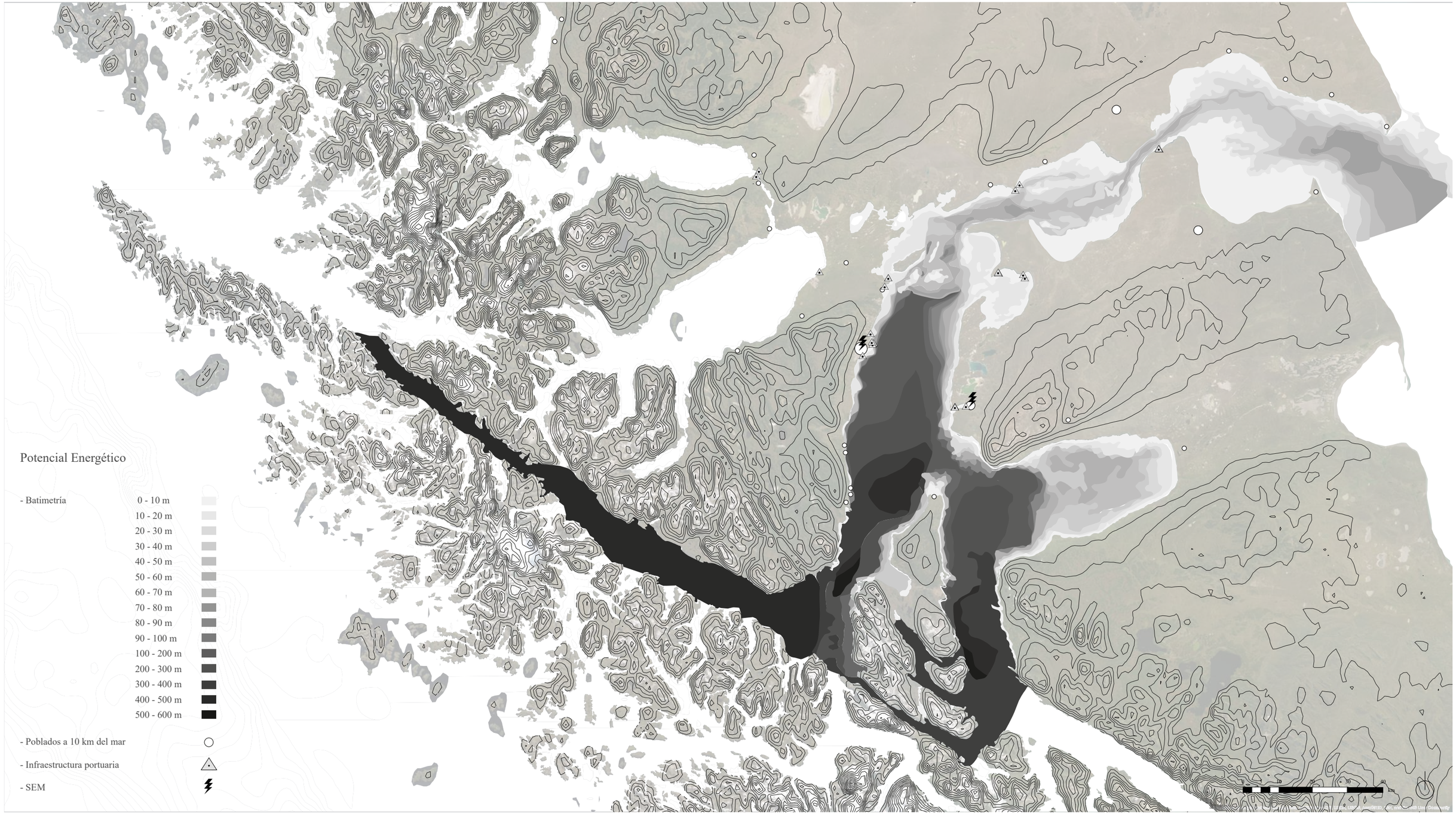


Figura 46. Planimetría de potencial energético del Estrecho de Magallanes según profundidad. Elaboración propia, 2021.

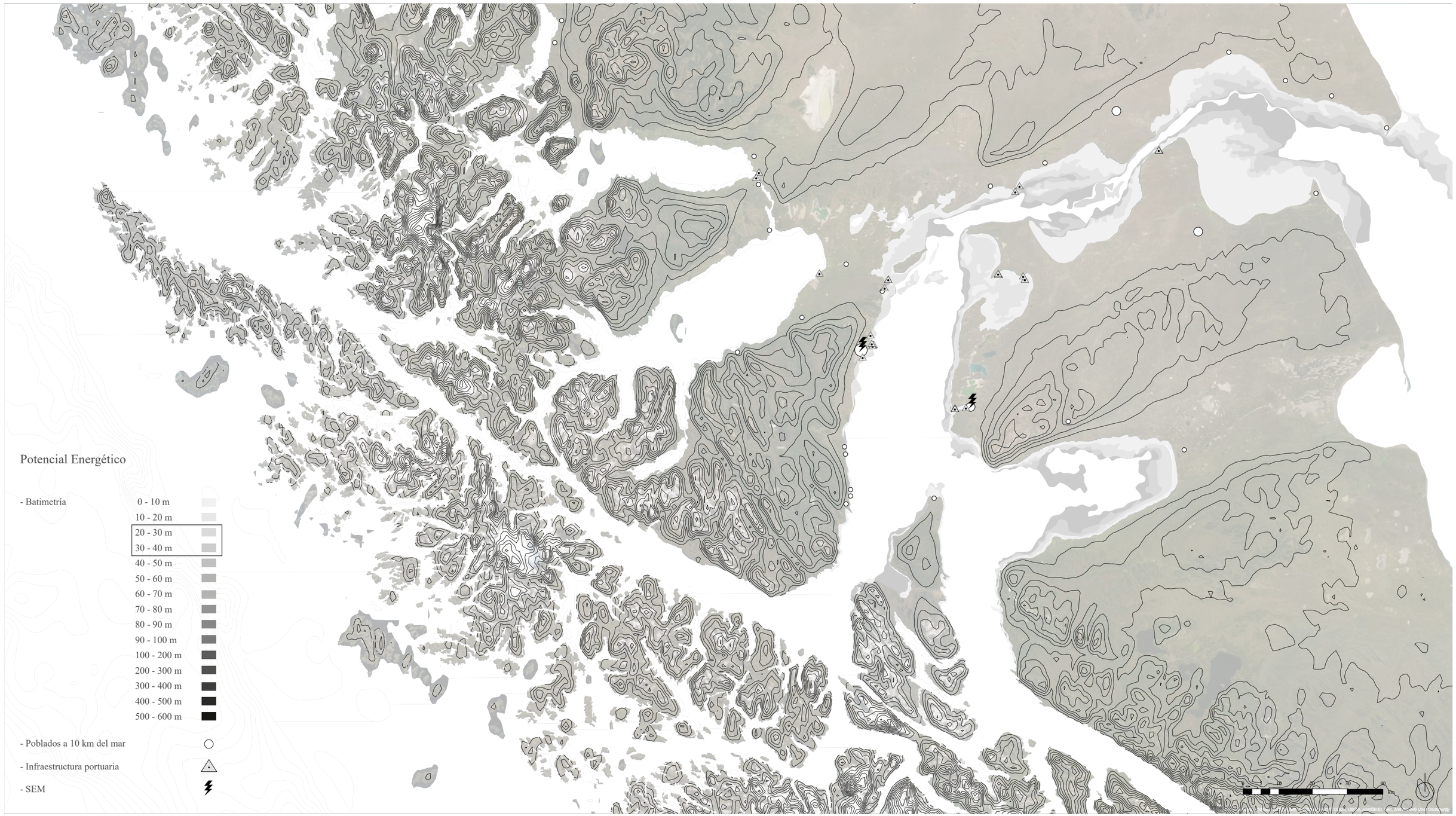


Figura 47. Planimetría de potencial energético del Estrecho de Magallanes según profundidad. Elaboración propia, 2021.

Figura 48. Rodriguez, Pablo. Fiordos en el Estrecho de Magallanes. Estrecho de Magallanes. Marzo 2017.

Imaginario del Maritorio Magallánico

Desde la narrativa cultural se va construyendo el imaginario del maritorio magallánico. Para este estudio se destacarán cuatro capas históricas para encausar el relato. La importancia de estas cuatro capas es que cada una de ellas generó condiciones espaciales y materiales específicas, siendo los resultados de operaciones de supervivencia y de pragmatismo para poder habitar este paisaje austral. De manera que el imaginario es una construcción ex post, mas es una herramienta que permite reconocer las imágenes del colectivo.

La primera capa es la cosmovisión y habitar nómada acuático de los pueblos originarios, conscientes de los ritmos y flujos de su paisaje. En segundo lugar, las fuerzas míticas marinas que curtieron de resiliencia la llegada del hombre moderno europeo, y que han condicionado este paisaje austral hasta el día de hoy dentro de la categoría de lo sublime. Luego, la apropiación territorial por parte de la república de Chile al balizamiento del Estrecho de Magallanes con faros y con la representación de las aguas para establecer jurisdicción en ellas a través de cartografía por parte de la Armada. Y, por último, el estrecho de hoy en día, marcado por un gran trafico internacional de embarcaciones, cobrando las ciudades de Punta Arenas y Puerto Williams características de terminal internacional de pasajeros.

Figura 49. Choza Kaweshqar y canales australes. Fotografía Roberto Gerstmann. 1883. “Fueguinos. Fotografías Siglos XIX y XX. Imágenes e Imaginarios del Fin del Mundo.” Alvarado, M., Odone, C., Mege, P. Editorial Pehuén, 2007.

Figura 50. Dos Koshménk junto a la choza del Hain. Martin Gusinde, 1923.

Figura 51. Encuentro de grupo Kawesqar navegando en los canales a bordo de una embarcación monóxila con buques de la Armada, 1930. Archivo Histórico de la Armada de Chile, Museo Marítimo Nacional. Colección Comandante Jorge Mella Rodhis.

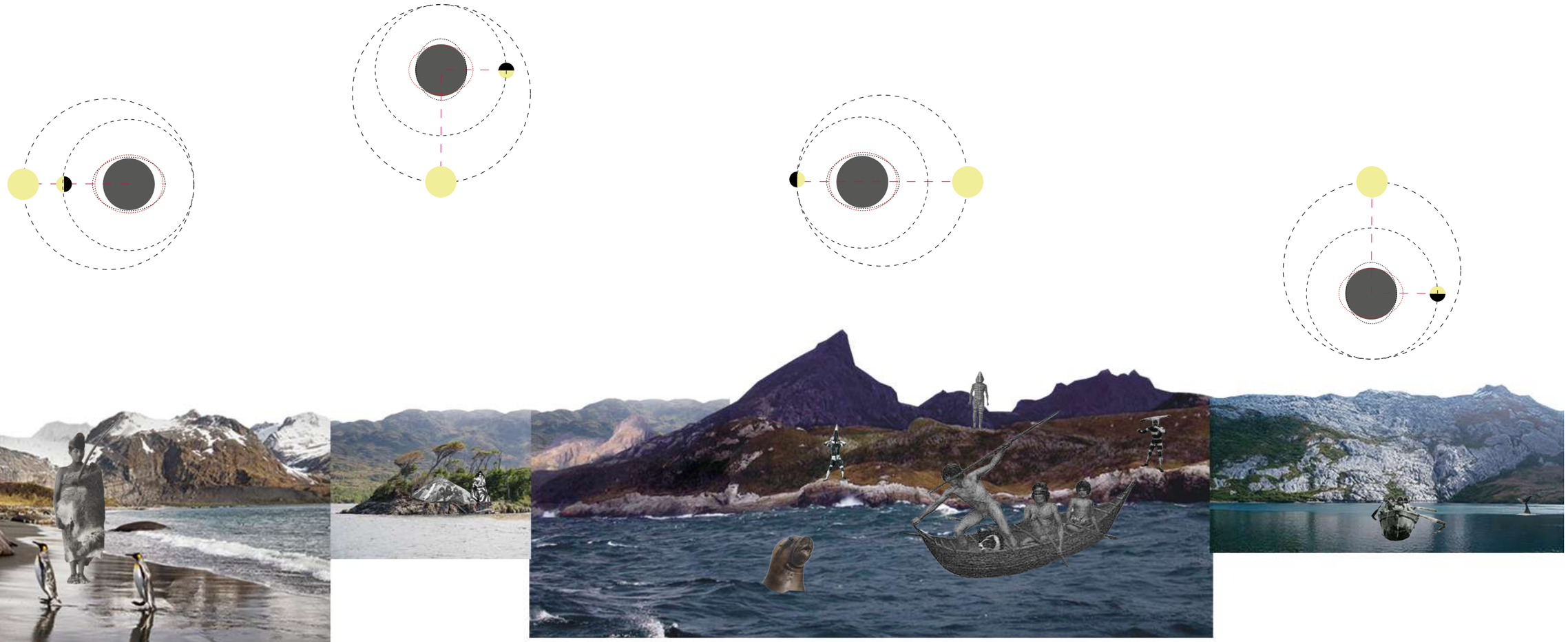


Figura 52. Fotomontaje culturas nómadas del mar. Elaboración propia, 2021.

Las culturas ancestrales que habitan el maritorio desde hace 7.000 años, tenían una forma nómada de habitar el mar, ya que su alimentación dependía de la zona intermareal de los archipiélagos, la cual se extiende desde la línea litoral hasta los 40 m de profundidad, zona rica en mariscos, peces, lobos marinos y varamiento de cetáceos. Esta zona depende de las mareas, y por tanto de la luna, de manera que la obtención de alimentos y los cambios de campamentos en la costa estaban marcados por ciclos astronómicos. Una de las huellas que se pueden rescatar de su habitar cíclico, son la de los conchales, cúmulos de conchas, huesos, instrumentos de pesca y caza realizados por estas comunidades humanas a lo largo del tiempo y de estos vestigios se desprenden también las rutas marítimas que usaban.[41] La relación que tenían ellos con el borde mar era tal que su lenguaje estaba totalmente vinculado con los accidentes de la geografía archipielágica siendo su manera de comunicarse muy rica en espacialidad y ubicación con respecto a la esfera celeste. Como por ejemplo, la palabra *Atél* significa costa y como verbo intransitivo atél significa estar, hallarse, encontrarse; en todos los otros contextos designa la costa en general.[42]

[41] YAGAN, Unidad de Cultura FUCOA, 2013.

[42] "El paisaje del territorio kawésqar bajo la mirada de sus habitantes ancestrales es complejo, su conceptualización y expresión contiene múltiples significaciones, difíciles de precisar en español o difíciles de conceptualizar por los no kawésqar. El variado y laberíntico paisaje de la Patagonia occidental se presenta a través de la lengua de sus más antiguos habitantes en toda su magnificencia." Aguilera, Oscar. (2016). *Habitar en el Espacio y el Lenguaje: El Léxico de la Geografía Kawesqar.*

Figura 53. Monte Sarmiento en Tierra del Fuego. Thomas Landseer, 1839.

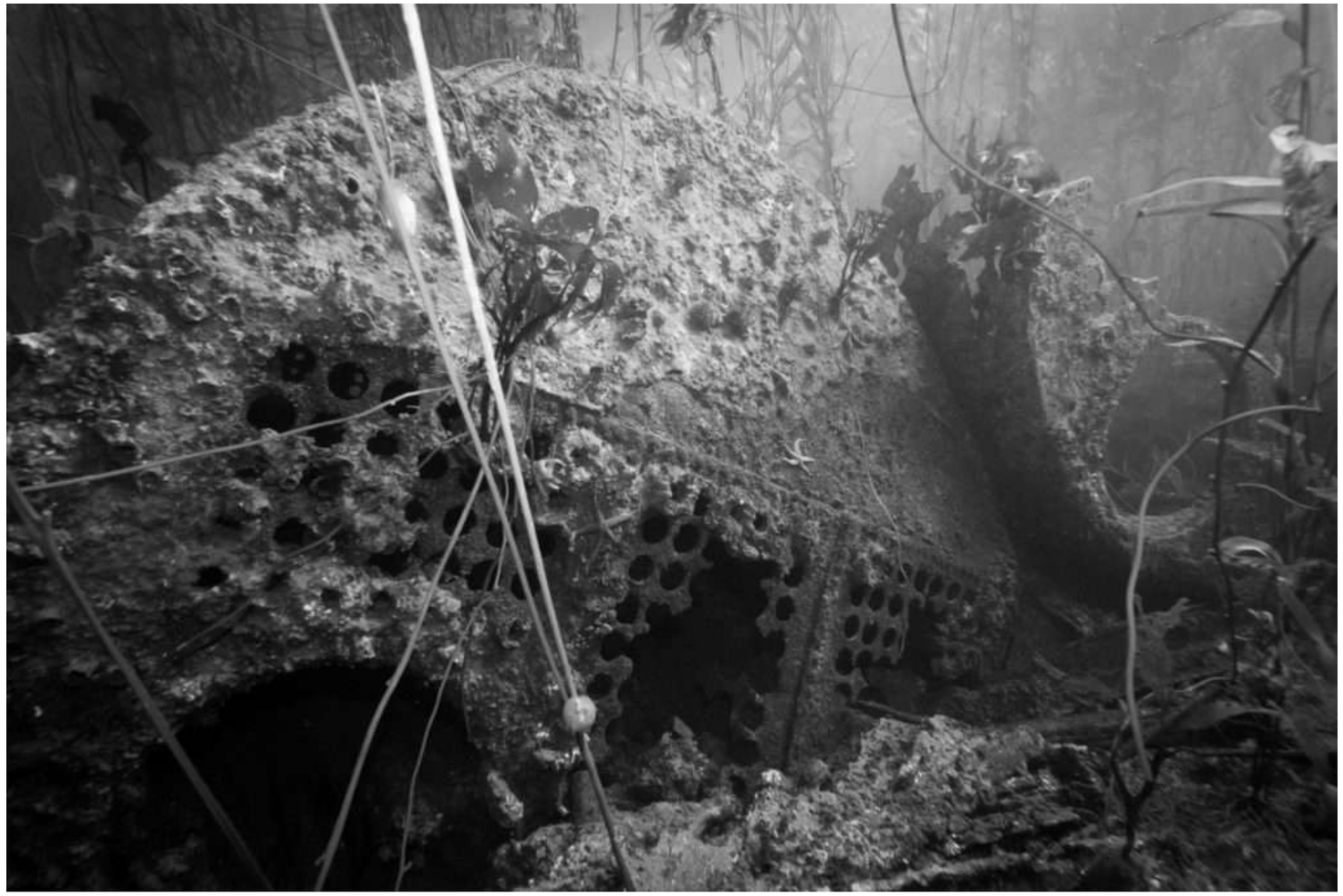
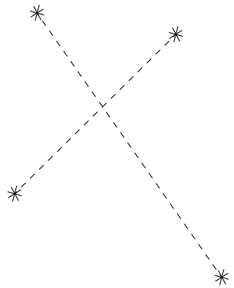


Figura 54. Naufragio del vapor cordillera en el Sector de Cabo San Isidro, Estrecho de Magallanes. Catalina Velasco, Sin Fecha.

Figura 55. El regreso de Juan Sebastián de Elcano a Sevilla. Óleo sobre tela. Elías Salaverría, 1919, con motivo del IV centenario.



Última Esperanza

Porvenir

Puerto Williams

Bahia Inutil

Tierra del Fuego

Puerto Natales

Isla Desolación

Punta Arenas

Puerto Hambre

Punta Delgada

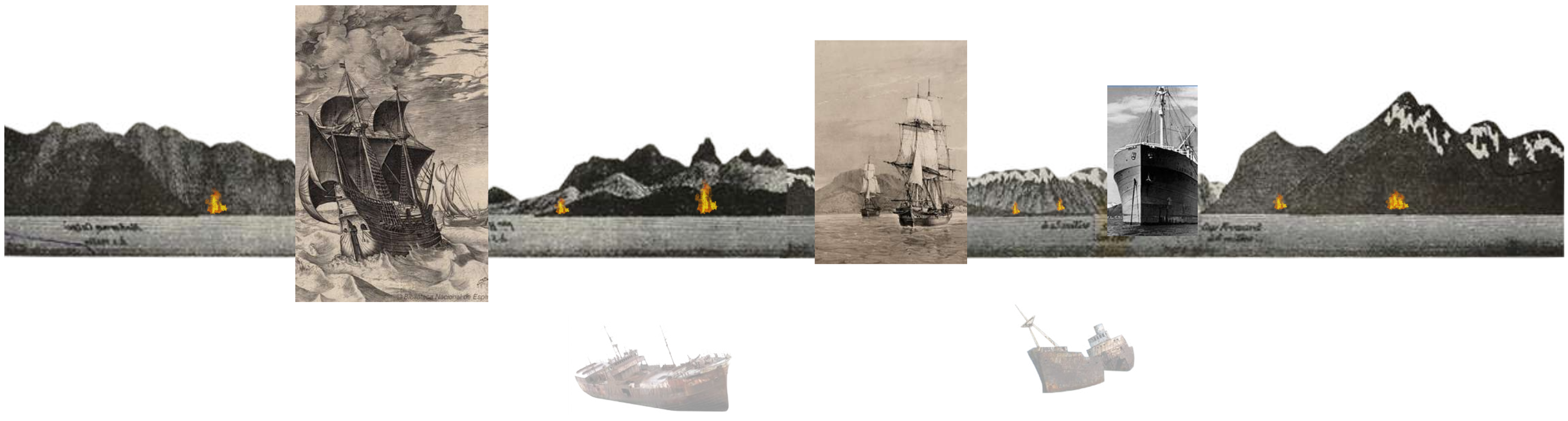


Figura 56. Fotomontaje el horizonte del fin del mundo desde la perspectiva europea. Elaboración propia, 2021.

En los últimos 500 años ocurre el proceso de aculturación indígena con la superposición de la cultura europea. Al entrar al Estrecho de Magallanes por el Atlántico, sus embarcaciones sufrieron la energía de las olas, siendo éste y Cabo de Hornos lugares conocidos por el naufragio de barcos.[43] La toponimia de los poblados son otra huella de la importancia de la transición entre mar y tierra, ya que estos nombres aluden a puertos, puntas o incluso sensaciones como desolación o hambre. El horizonte se va construyendo en primera instancia por los fuegos de los nómadas, nombrado así el gran archipiélago Tierra del Fuego. La categoría estética de lo sublime aparece en estos parajes asociada a la catástrofe, ya que enfrentarse a este cruce austral era reconocer la muerte. Estas condiciones de extremidad, la fuerza gutural del mar y del viento, han curtido de resiliencia a sus habitantes.

[43] El País. Paco Nadal, 2019.

Figura 57. Faro Punta Dungeness. Armada de Chile, Sin Fecha. “El Estrecho de Magallanes es una de las rutas más importantes para unir los océanos Pacífico y Atlántico, de esta manera se desarrolló hace más de 120 años el Balizamiento del Estrecho de Magallanes, el que consideró la construcción de 7 faros de gran envergadura. Dichas señales, de estilo inglés y de una gran belleza arquitectónica, fueron construidas y supervisadas por el ingeniero escocés George Slight.” Ovejero Noticias, Febrero 2020.

Figura 58. Faro Evangelistas. Fotografía tomada José Diaz Quezada durante su estadía como farero en la patagonia, cumpliendo su rol por la Armada de Chile. Sin Fecha

Figura 59. Faro San Isidro. Fotografía tomada José Diaz Quezada durante su estadía como farero en la patagonia, cumpliendo su rol por la Armada de Chile. Sin Fecha.

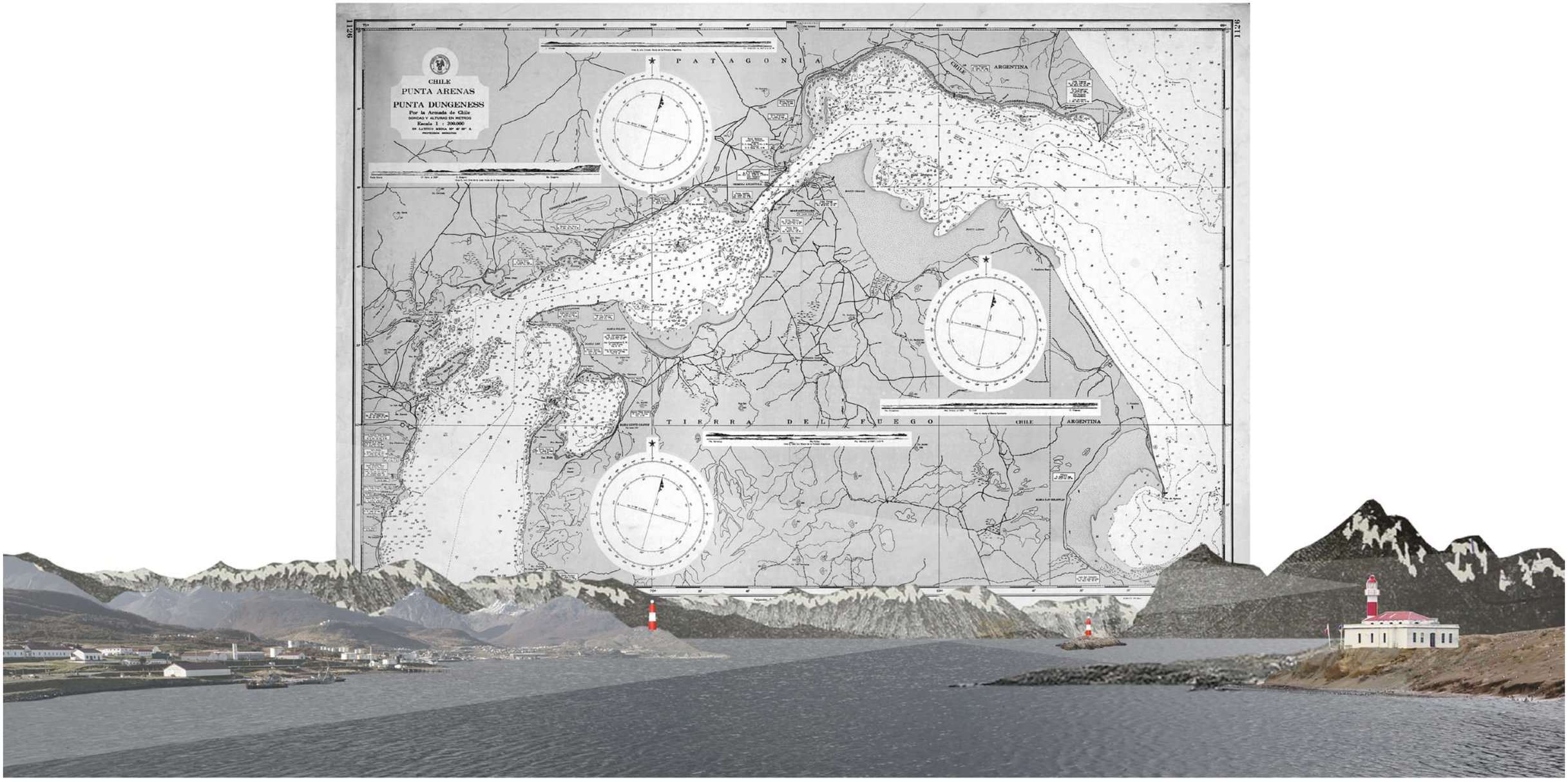


Figura 60. Fotomontaje balizaje y cartografía para la navegación del Estrecho de Magallanes en el siglo XX. Elaborazción propia, 2021.

Una vez establecida la Republica de Chile, el país se hizo cargo de su territorio y una de las formas de apropiación de las tierras australes fue el ejercicio de soberanía en el Estrecho de Magallanes. Hasta la fecha, el estrecho es considerado el paso natural más importante entre el océano Atlántico y Pacifico, mas es una ruta difícil de navegar debido a frecuentes zonas estrechas, vientos y corrientes impredecibles.[44] Debido a lo anterior, nueva infraestructura construyó el horizonte para poder navegar; los faros del Estrecho. Hace más de 100 años se construyeron 8 faros, los cuales tienen hoy en día la categoría de monumento nacional. Estos hitos del paisaje marcan peligros en el camino, posándose en particulares geometrías que interactúan con las aguas intermareales, siendo necesarios para la navegación segura. Al mismo tiempo, la Armada generó material cartográfico para poder entender y transitar de mejor manera este medio.

[44] Lorign Chien, 2013.

Figura 61. USS Ronald Reagan (CVN 76). “Es interesante resaltar que, en agosto del 2004, después de algunas experiencias anteriores en la navegación por el Paso Drake; la Armada de E.E.U.U., planificó el tránsito por el Estrecho de Magallanes del moderno Portaaviones “Ronald Reagan”. Esta unidad naval mayor navegó la ruta, piloteada por Prácticos chilenos, con total seguridad y sin ninguna dificultad. Este Portaaviones tiene una eslora de 345 metros y una manga de 70 metros.” Directemar, 2020.

Figura 62. Crucero internacional frente a Muelle Loreto, Punta Arenas. Javiera Ide, Sin Fecha.

Figura 63. Avistamiento de cetaceos, Kayak Agua Fresca. Cabo San Isidro. Revista Enfoque, Valerie Ardiles, 2019.

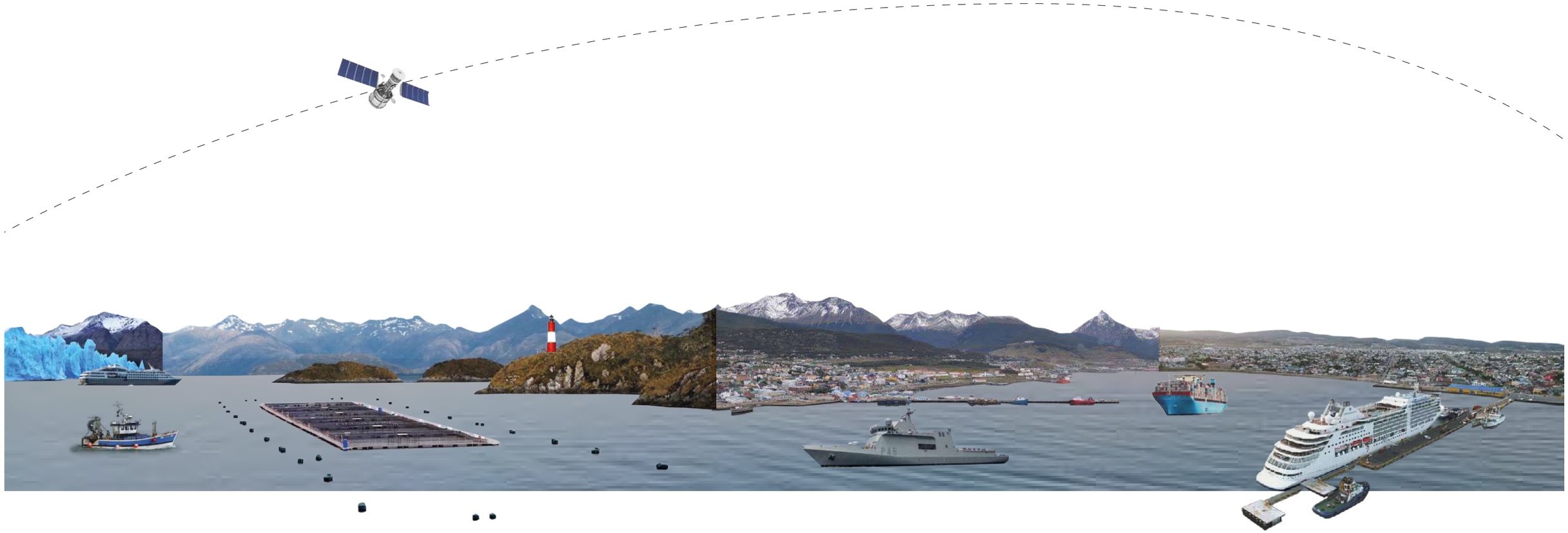


Figura 64. Fotomontaje maritorio austral siglo XXI.
Elaboración propia, 2021.

[45] Palacios, S. Capitán de Corbeta. (2020). Estrecho de Magallanes una conexión bioceánica.

Por último, la región de Magallanes en los ojos del Chile de hoy en día es vista por su potencial en cuanto a la explotación de recursos naturales, como las pesqueras y acuícolas, en cuanto al turismo y su interés por paisajes "prístinos", y también, por su potencial como puerto marítimo internacional, que posiciona a Chile en el intercambio industrial mundial.[45] En este sentido, la jurisdicción del maritorio a cargo de la Armada toma gran importancia al ser el custodio de estas aguas y de las rutas marítimas que cruzan el estrecho. Infraestructura como puertos, faros y ciudades corresponden a una red político-administrativa del mismo. A todo esto, se suma la tecnología asociada a cómo se reconoce el mar y cómo se navega en el siglo XXI. Las tecnologías medievales como catalejos y brújulas son reemplazadas por sonares, radares y satélites, pasando de lo análogo a lo digital y pudiendo entender con mayor profundidad este paisaje tan ajeno al ser humano terrestre.

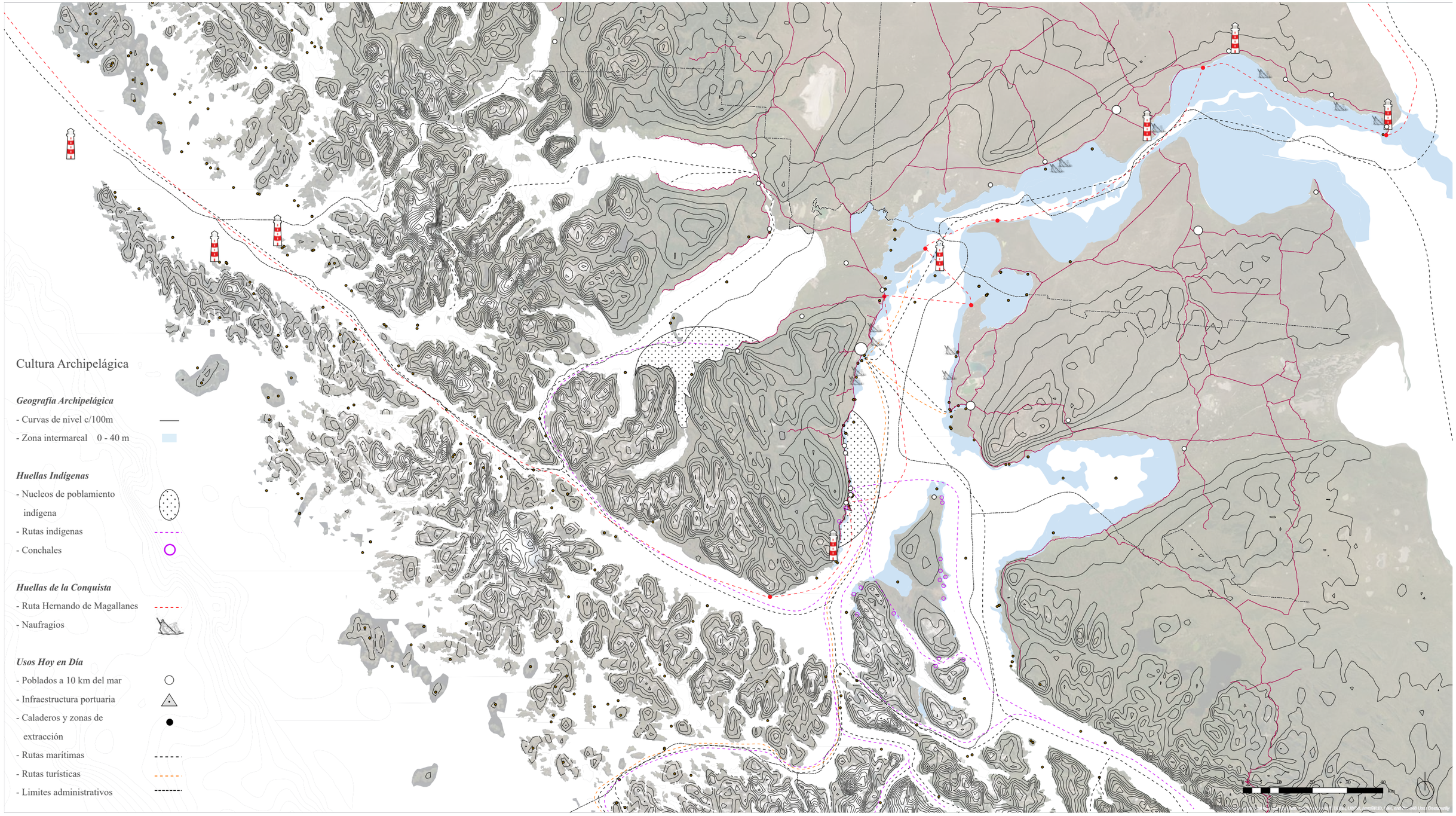


Figura 65. Planimetría Cultura Archipielágica del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

Figura 66. Correa, Martin. Cabo Negro, Estrecho de Magallanes. Septiembre 2011.

La geomorfología del límite entre tierra y mar propicia ciertas condiciones específicas con respecto a las corrientes oceánicas, siendo la combinación de particulares accidentes geográficos con específicos movimientos y comportamientos de las corrientes oceánicas las que crean condiciones favorables para el aprovechamiento del oleaje. De igual manera, esta combinación propicia riqueza ecosistémica.

Por ejemplo, en sitios donde la corriente del pacifico y el viento predominante suroeste del Estrecho choca con cabos[46] y estos están compuestas por fondo marino de roca, se produce una gran variedad de algas marinas y, por ende, hogar de muchas especies, formando un rico ecosistema. La misma presencia de cochayuyo en las costas rocosas indica oleaje.[47]

Por otro lado, la combinación de las corrientes con un fondo marino arenoso crea bancales de arena que van cambiando según como se mueven las corrientes.[48] En el caso del sector de cabo negro, en donde se encuentran las islas Isabel, Magdalena y Marta, al toparse con ellas las corrientes oceánicas adquieren un movimiento de remolino, particularidad que propicia bancales al ser un sector de fondo arenoso. Estos bancos de arena que aparecen y desaparecen generan oleaje profundo, ya no causado por el viento como es el caso de los cabos, sino que por sus islas y fondo arenoso.

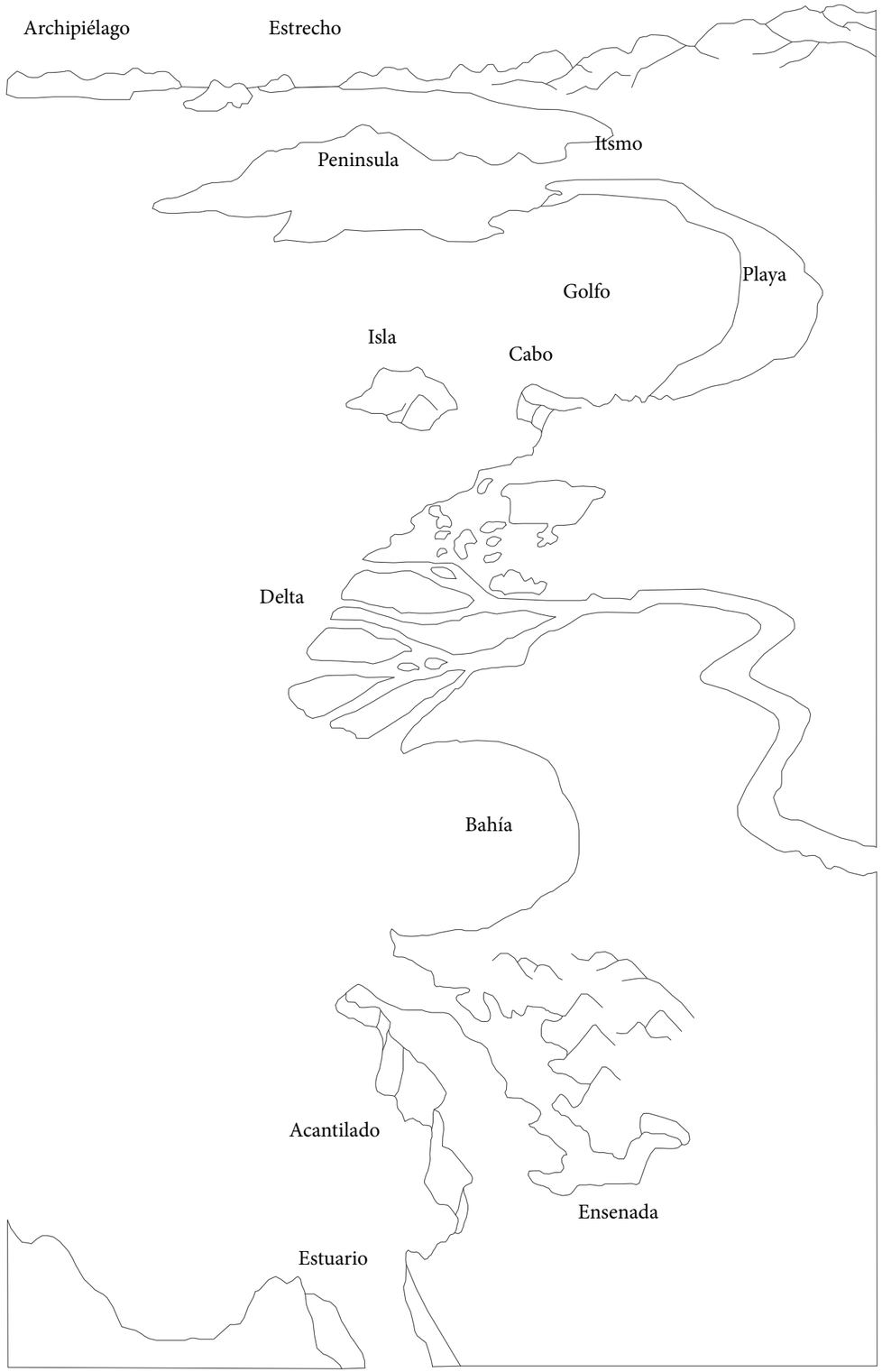
En el caso de la angostura. Los bordes terrestres se angostan y generan un efecto tipo embudo con las corrientes, lo que incrementa la fuerza de estas. En estos lugares la diferencia de las mareas es significativa.[49]

[46] Lengua de tierra que penetra en el mar. (RAE)

[47] Rosenfeld, S. (2021) Biólogo marino al cual se entrevistó sobre los ecosistemas de fondo de roca en el Estrecho.

[48] Morales, J. A., Borrego, J., Flor, G. & Gracía, F. J. (2009). 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (Bancales Sublitorales).

[49] Sassi, M., Palma, E. (2006). Modelo Hidrodinámico del Estrecho de Magallanes.



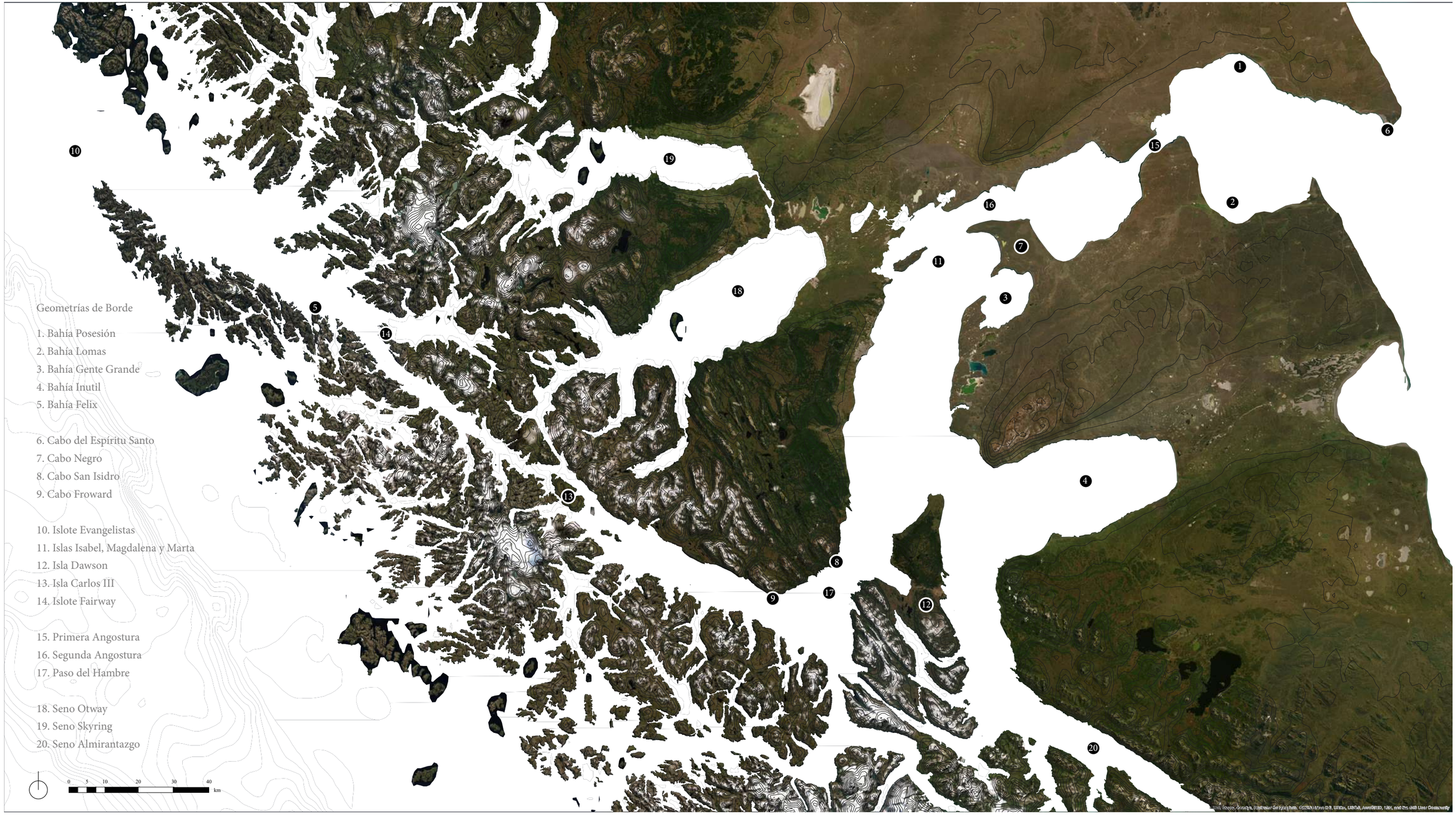


Figura 67. Planimetría Geometrías de Borde del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

BAHÍA / *tqal*

Es una entrada de un mar, océano o lago, rodeada por tierra excepto por una apertura, que suele ser más ancha que el resto de la penetración en tierra adentro. Por sus características de aguas tranquilas y protegidas, se utilizan para la construcción de puertos.

CABO / *jénnak*

Es una parte de la costa que se adentra en el mar. Puede tener gran influencia sobre las corrientes oceánicas y la navegación. Por su pequeño tamaño se hace poco visible en la oscuridad, lo que hace necesario en ocasiones, colocar un faro.

ISLA / *kar*

Es una zona de tierra firme, más o menos extensa, rodeada completamente por una masa de agua. Generalmente corresponde a una cadena montañosa que sobresale desde el fondo del mar, aunque cuando son muy pequeñas, se denominan Islotes.

ESTRECHO / *Kæs*

Pequeña porción de mar que separa dos segmentos de tierra o continente, es un canal de agua que conecta dos lagos, mares u océanos y, en consecuencia se encuentra entre dos masas de tierra.

SENO / *asé*

Su origen en el latín "sinus" significa curva. Por eso todo lo que tiene algún formato curvilíneo se denomina seno. En Geografía, el seno o bahía de dimensiones grandes, es la entrada entre dos porciones de tierra que hace el mar.

ACANTILADO / *Aksál*

Es una vertical y abrupta formación rocosa de la costa, escarpe litoral modelado por la acción erosiva del oleaje y de las corrientes derivadas de él, sobre rocas de cualquier naturaleza. Formando cantiles o escalones con los cuales las olas se estrellan.

[50] EcuRed. (2011, 26 julio). Accidentes geográficos costeros. https://www.ecured.cu/Accidentes_geogr%C3%A1ficos_costeros#Estrecho

ATǽL / *Costa*

Línea de contacto entre el continente y las aguas del mar.

TQAL / *Bahía*

Significa bahía y designa a cualquier terreno en forma de bahía, i.e. un semicírculo o bien un círculo, por ejemplo, el terreno en torno a una vivienda temporal (at), la cual es circular. Combinado con otros sustantivos denota la circularidad, como akc'ólai-tqal poza; čámstqal cuenca del mar.

JÉNNAK / *Cabo*

Punta; por la forma también designa a un gorro.

ASTAL / *Itsmo*

Terreno en forma de istmo; cualquier superficie que tenga esta similitud, por ejemplo, el cuello en relación a la cabeza y el tronco, denominado kélaf-astál (cuello+ astál).

KAR / *Isla*

Es una zona de tierra firme, más o menos extensa, rodeada Kar, en general significa materia dura, por lo cual designa un cerro, una roca, un promontorio o una isla. La denominación específica para isla es halíkar, de halí abajo y kar promontorio, i.e. "promontorio que surge de la profundidad", muy distinto a la concepción occidental de isla "porción de tierra rodeada de agua por todas partes".

KæS / *Estrecho*

Paso; canal estrecho; espacio fuera de la vivienda temporal libre de vegetación, semejante a un sendero. En español los kawésqar utilizan pase para referirse a un paso estrecho y paso para uno más abierto.

ASÉ / *Seno*

Estero, seno, fiordo; también designa objetos que se asemejan a un fiordo, como una embarcación (canoa, chalupa), en donde la parte de la proa se parece al fondo de un estero o fiordo. Asimismo designa a un valle entre cerros, igualmente por la forma de un estero.

AKSÁL / *Acantilado*

Barranco, acantilado, costa cortada a pique. En algunas ocasiones, para enfatizar más el carácter escarpado del terreno aksál se combina con c'éwe, que también designa a un barranco, pero al mismo tiempo verticalidad. C'éwe barranco, terreno cortado a pique, verticalidad. En otros contextos, no topográficos, el sentido de verticalidad da lugar a significados como cielo, regazo.

ATǽL / *Costa*

Costa. Como verbo intransitivo atǽl significa estar, hallarse, encontrarse; en todos los otros contextos designa la costa en general.

[51] Aguilera, Oscar. (2016). *Habitar en el Espacio y el Lenguaje: El Léxico de la Geografía Kawesqar.*

Objetos de Borde

En todas estas geometrías de borde se ubica un faro, esto es porque los faros son la primera obra de infraestructura que señala las particularidades de estas zonas. De manera que estos, por su cualidad de avisar “peligros” para los navegantes [52], son buenos indicadores de lugares propicios para el desarrollo de la energía undimotriz.

Su definición según la RAE es “Torre alta en las costas, con luz en su parte superior, para que durante la noche sirva de señal a los navegantes” y también importante resaltar; “Aquello que da luz en un asunto, lo que sirve de guía a la inteligencia o a la conducta.” [53]

[52] Martinic, M., Fernández, J. (2019). Faros del Estrecho de Magallanes.

[53] RAE.

1. Bahía Posesión
2. Bahía Lomas
3. Bahía Gente Grande
4. Bahía Inutil
5. Bahía Felix

6. Cabo del Espíritu Santo
7. Cabo Negro
8. Cabo San Isidro
9. Cabo Froward

10. Islote Evangelistas
11. Islas Isabel, Magdalena y Marta
12. Isla Dawson
13. Isla Carlos III
14. Islote Fairway

15. Primera Angostura
16. Segunda Angostura
17. Paso del Hambre

18. Seno Otway
19. Seno Skyring
20. Seno Almirantazgo

0 5 10 20 30 40 km

Faro Punta Dungeness
Cabo del Espíritu Santo
Peligro que señala:
Entrada al Estrecho de Magallanes desde el oceano Atlántico

Faro Posesión
Bahía Posesión
Peligro que señala:
Bahía Posesión

Faro Punta Delgada
Primera Angostura
Peligro que señala:
Primera Angostura

Faro Isla Magdalena
Islas Isabel, Magdalena y Marta
Peligro que señala:
Paso Reina / Paso Nuevo

Faro San Isidro
Cabo San Isidro
Peligro que señala:
Cambio de dirección en curva de Paso del Hambre

Faro Bahía Felix
Bahía Felix
Peligro que señala:
Boca occidental del Estrecho de Magallanes

Faro Fairway
Islote Fairway
Peligro que señala:
Entrada al canal Smyth

Faro Evangelistas
Islote Evangelistas
Peligro que señala:
Boca occidental del Estrecho de Magallanes

 Figura 68. Planimetría Geometrías y Objetos de Borde del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

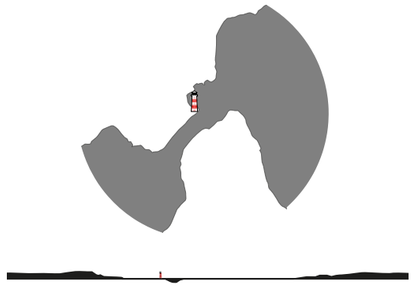
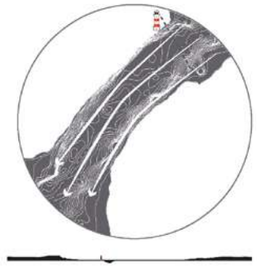
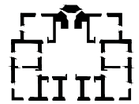
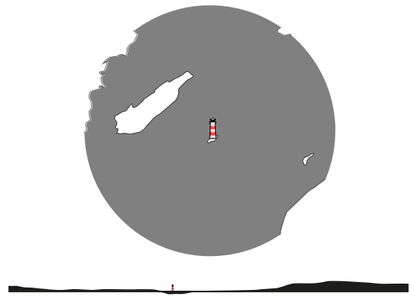
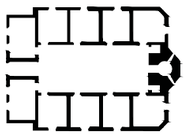
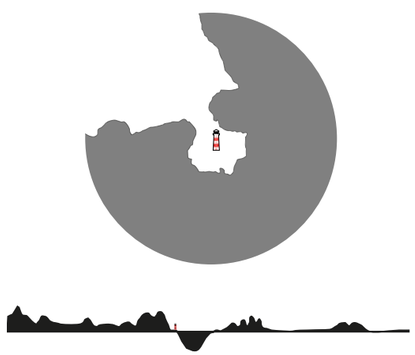
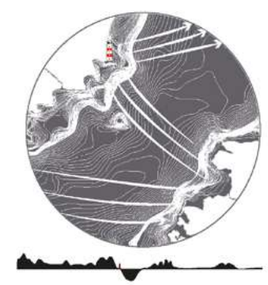
	Geometría de Borde	*Imagen*	*Fondo Marino*	*Comportamiento Corriente Oceánica*	*Objeto de Borde*
ESTRECHO / *Kæs* Primera Angostura			En el caso de la angostura. Los bordes terrestres se angostan y generan un efecto tipo embudo con las corrientes, lo que incrementa la fuerza de estas. En estos lugares la diferencia de las mareas es significativa.	Corriente tipo Rio 	Faro Punta Delgada Peligro que señala: Primera Angostura 
ISLA / *kar* Islas Isabel, Magdalena y Marta			Por otro lado, la combinación de las corrientes con un fondo marino arenoso crea bancales de arena que van cambiando según como se mueven las corrientes. En el caso del sector de cabo negro, en donde se encuentran las islas Isabel, Magdalena y Marta, al toparse con ellas las corrientes oceánicas adquieren un movimiento de remolino, particularidad que propicia bancales que aparecen y desaparecen generando oleaje profundo.	Corriente en Remolinos 	Faro Isla Magdalena Peligro que señala: Paso Reina / Paso Nuevo 
CABO / *jénnak* Cabo San Isidro			Por último, en sitios donde la corriente del pacifico y el viento predominante choca con cabos y estos están compuestas por fondo marino de roca, se produce una gran variedad de algas marinas, formando un rico ecosistema. La misma presencia de cochayuyo en las costas rocosas indica oleaje.	Corriente Rompe Olas 	Faro San Isidro Peligro que señala: Cambio de dirección en curva de Paso del Hambre

Figura 69. Gráfico comparativo de Geometrías - Corrientes - Fondo Marino - Objetos. Elaboración propia, 2021.

Figura 70. Vasquez, Gonzalo. Monte Tarn y Cabo San Isidro. Estrecho de Magallanes. Noviembre 2006.

Recapitulando...

Maritorio Magallánico

Nombrar al mar territorial como "maritorio" postula un cambio de paradigmas, ya que es una visión desde el propio océano, y no, una visión terrestre hacia el océano. El maritorio fue construyéndose a través de la navegación de los pueblos originarios australes, los cuales tenían embarcaciones que fueron, a la vez, el hogar que se desplazaba, y el mar el espacio de alimentación, y donde se concebía la vida cotidiana. Esta forma de habitar y de comprender el medio fue mutando en el tiempo con la introducción de nuevas visiones culturales, con la llegada de los europeos y la conformación del Estado chileno. Este último considera al mar como un espacio físico de crecimiento y desarrollo, siendo un lugar en donde la nación ejerce soberanía. Los recursos que el lecho marino provee, rico en minerales, biodiversidad, alimento y fuentes energéticas, llevan necesariamente a una planificación y ordenamiento del maritorio, estableciendo vías de tránsito y priorizando áreas productivas.

Geometrías de Borde

La geomorfología del límite entre tierra y mar propicia ciertas condiciones específicas con respecto a las corrientes oceánicas, siendo la combinación de particulares accidentes geográficos con específicos movimientos y comportamientos de las corrientes oceánicas las que crean condiciones favorables para el aprovechamiento del oleaje con la tecnología undimotriz. De igual manera, esta combinación propicia riqueza ecosistémica.

Por ejemplo, en sitios donde la corriente del pacifico choca con puntas/cabos y estas están compuestas por fondo marino de roca, se produce una gran variedad de algas marinas, y por ende, hogar de muchas especies, formando un rico ecosistema. La misma presencia de cochayuyo en las costas rocosas indica oleaje.

Corredores Ecológicos

La geomorfología del estrecho y el comportamiento de las corrientes oceánicas, generan variados ecosistemas. Estos están unidos entre sí por las mismas corrientes, las cuales transportan nutrientes, alimento y por donde diversas especies usan su cauce para navegar.

Es por esto que las corrientes oceánicas y las batitudes* del estrecho sostienen corredores ecológicos. El proyecto se conecta a ellos mediante la inserción de tecnología undimotriz oceanográfica en puntos estratégicos.

Estos dispositivos tipo boya pretenden reforzar un sistema coherente de elementos naturales y artificiales (provenientes del humano), incluyendo las rutas marítimas como parte importante de esta coherencia. De igual modo, el abastecimiento eléctrico autónomo que las boyas producen permite la inserción de estos puntos de sinergia en sitios especiales, siendo la misma particularidad de la geomorfología de borde, lo que dificulta la llegada de estudios humanos.

Sinergia Tecnológica

Las granjas de boyas son puntos de sinergia en el estrecho. Esto es la integración de sistemas que conforman un nuevo objeto, es la acción de coordinación de dos o más elementos cuyo efecto es superior a la suma de efectos individuales.

La tecnología implicada consta de boyas, embarcaciones, pontones, faros y satélites. La coordinación de todos estos elementos genera puntos semilla, para el habitar del ser humano y para gran variedad de especies.

Estos puntos de sinergia son el germen de un habitar más autónomo, en donde el abastecimiento es interno, conectado al mar. Sin embargo, estos puntos semilla, de difícil geografía, fueron una vez colonizados por el humano mediante faros, con el fin de marcar y avisar estos peligros para la navegación. Este elemento arquitectónico se suma a la sinergia aportando su valor cultural y patrimonial.

Autonomía Energética

El proyecto está desconectado de toda infraestructura energética existente siendo este uno de sus atributos: el abastecimiento autónomo en zonas de complicada geografía. El proyecto plantéa ser un primer colonizador de la autonomía de abastecimiento eléctrica, siendo una primera etapa (5-10 años), donde el dispositivo probará su capacidad según su tecnología y las características de los sitios en donde se implementará. La evolución de éste espera ir a la par de la descarbonización de la matriz energética chilena hacia el año 2050, de manera que el proyecto pueda ir colonizando nuevos maritorios e ir interconectando una red acuática de puntos energéticos.

El proyecto pretende que el uso de las energías del maritorio, permita que sus habitantes adviertan el potencial intrínseco de su propia geografía. La energía eléctrica producida por el oleaje no es empaquetable, como el petróleo o el gas, por ende, no es exportable ni comercializable con el resto de Chile, ni menos aún, con potencias mundiales, perdiendo la característica de recurso explotable.

Por otro lado, conocer y entender la red ecosistémica que se teje en su particular territorio, propicia autonomía territorial. El proyecto es un laboratorio, que se sustenta a si mismo energéticamente y que pone una nueva perspectiva de cómo entender el tráfico marino, el cual se compone no solo por embarcaciones humanas. El humano es otra especie dentro de la cadena trófica, estando bajo la disposición de especies paragua y especies clave. Por último, en una menor escala, la restauración y revaloración del objeto arquitectónico Faro es otra estrategia para que el habitante magallánico se identifique con su propio paisaje.

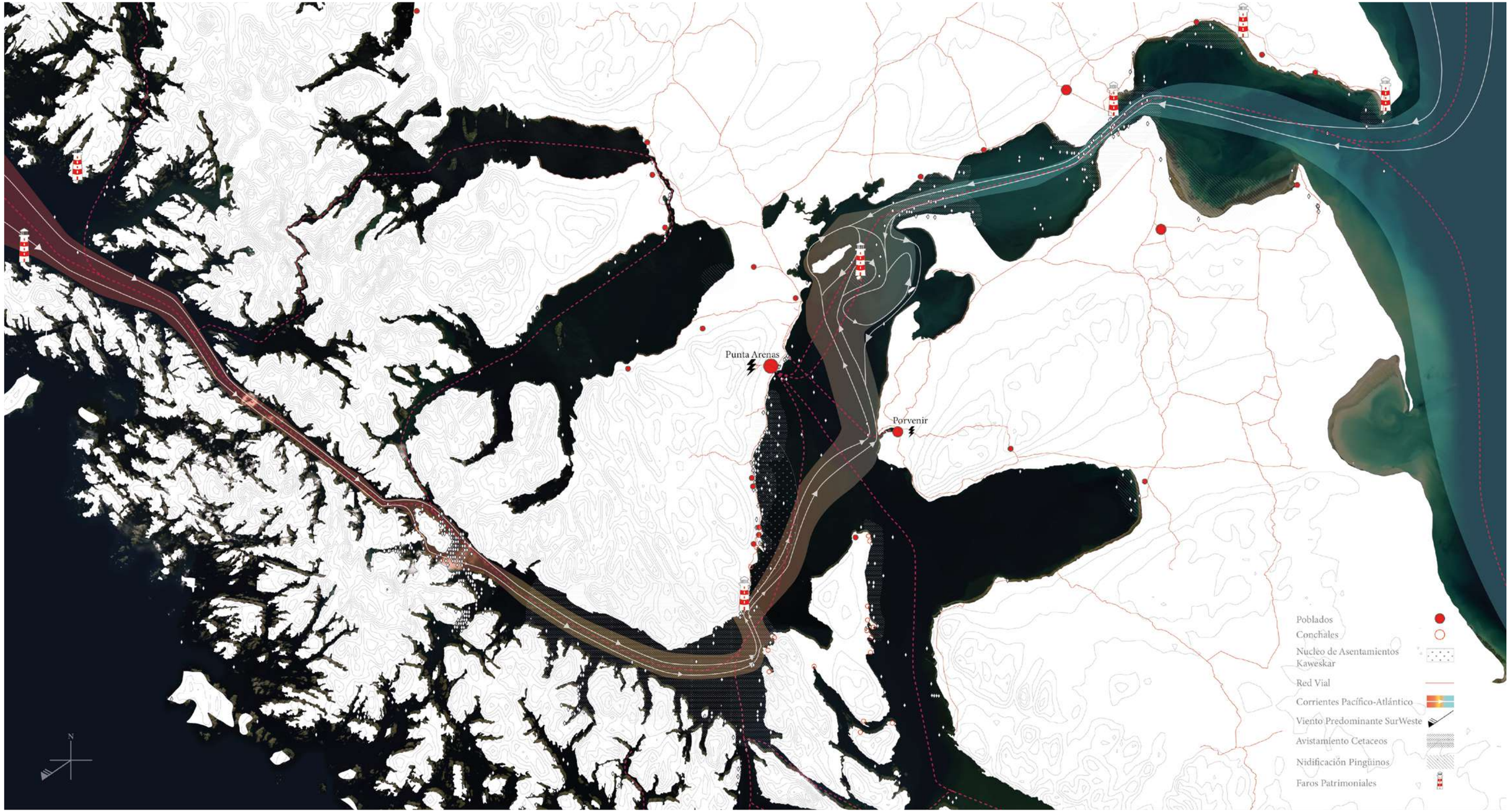


Figura 71. Mapa de flujos, corrientes, rutas y faros del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

Matríz Generativa
Sistemas del Estrecho de Magallanes

"We also have to understand, however, that in some situations networks and systems may produce a different definition to infrastructures (...)"
Joan Busquets

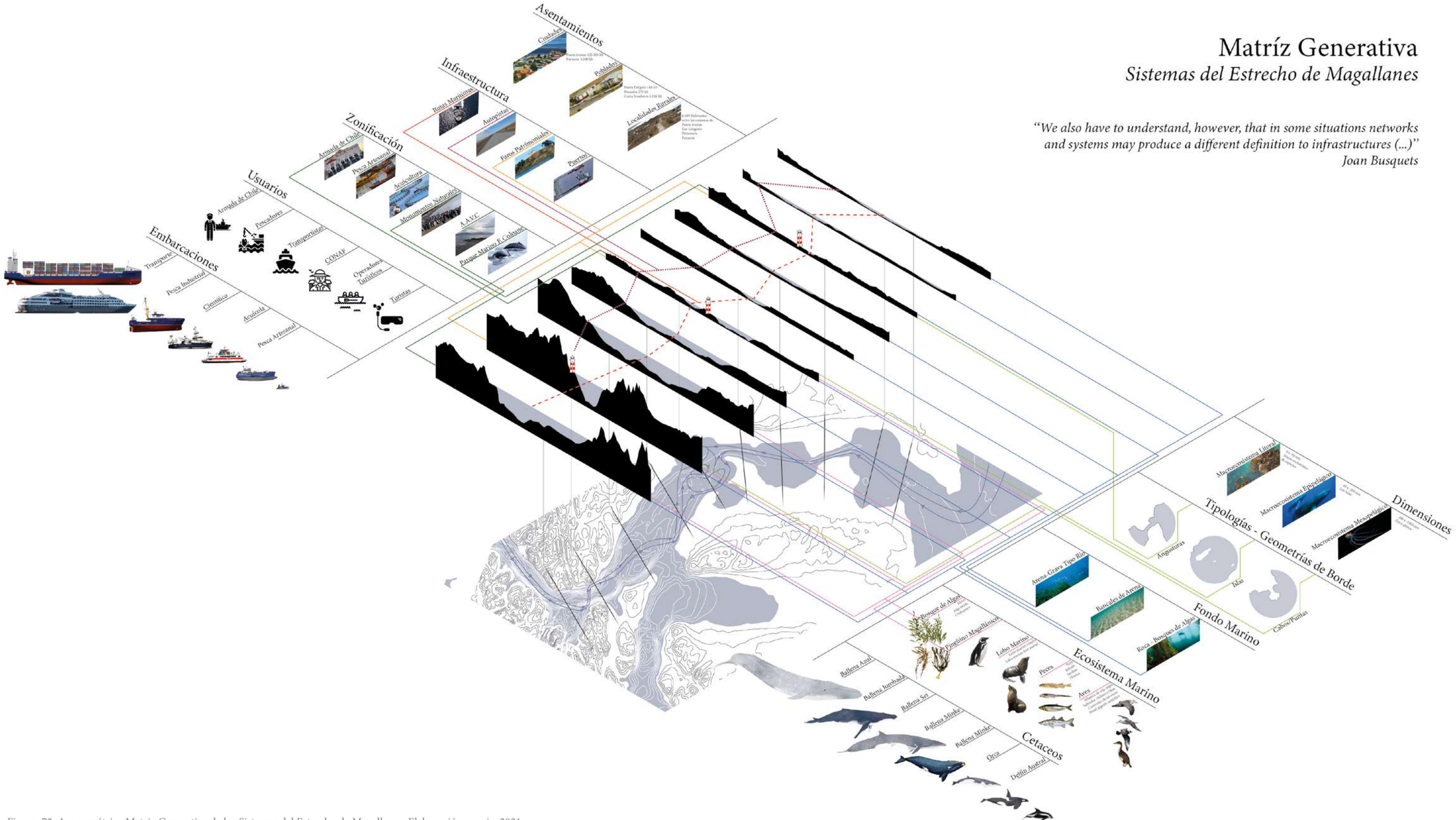


Figura 72. Axonométrica Matriz Generativa de los Sistemas del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

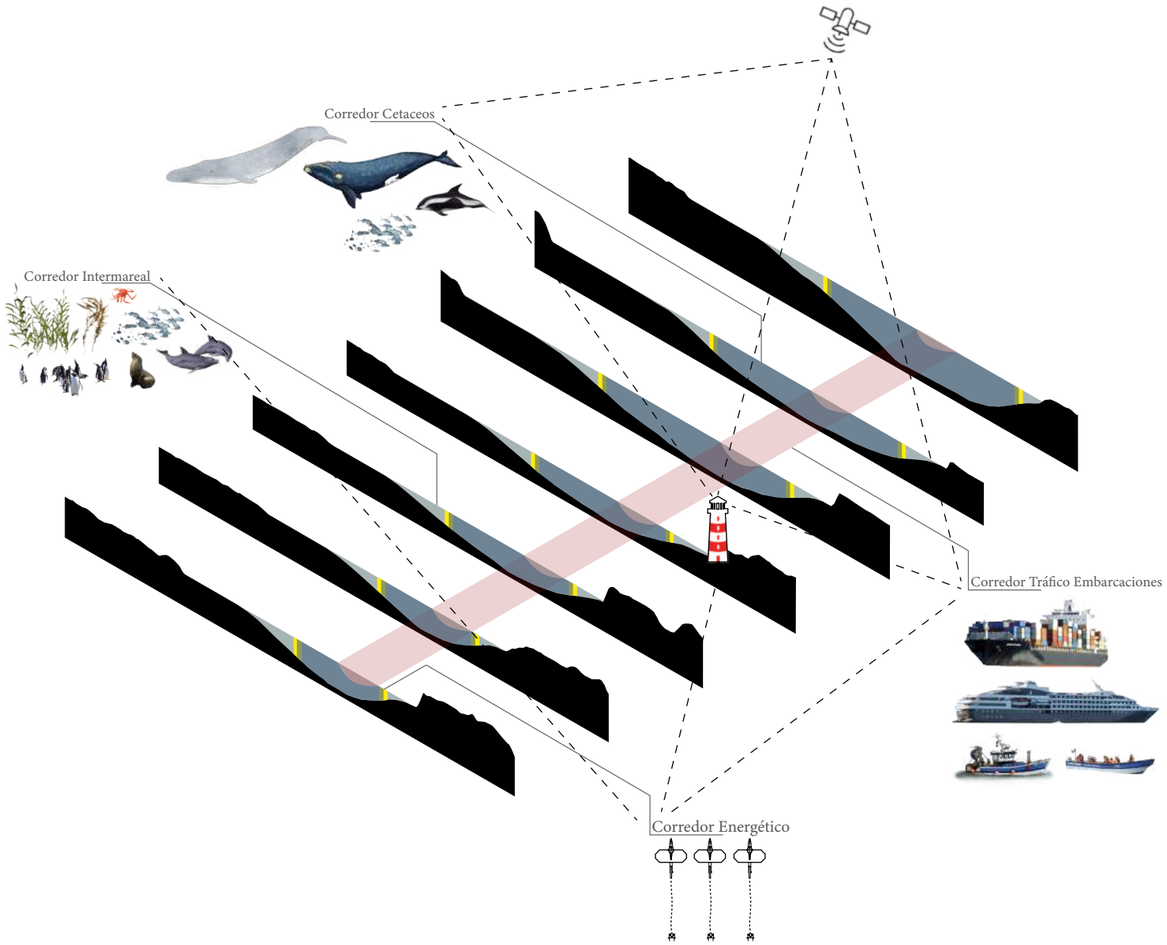


Figura 73. Axonométrica Ordenamiento Maritorial a partir de los corredores del Estrecho de Magallanes. Elaboración propia, 2021.

La geomorfología del estrecho y el comportamiento de las corrientes oceánicas, generan variados ecosistemas. Estos están unidos entre sí por las mismas corrientes, las cuales transportan nutrientes, alimento y por donde diversas especies usan su cauce para navegar, sosteniendo corredores ecológicos. Puntos estratégicos entre las geometrías de borde y las corrientes están demarcados por los faros, de manera que el proyecto tomará estas obras de infraestructura como ancla a tierra por su valor simbólico y patrimonial.

Una vez anclado el proyecto a estas particulares geometrías y batitudes[54], se conecta a los corredores ecológicos mediante la inserción de dispositivos tipo boya undimotrices y oceanográficos entre el macro ecosistema litoral y el macro ecosistema epipelágico. La inserción de estos dispositivos ayudará a articular "vías" de producción y de desplazamiento, monitoreando el tráfico entre embarcaciones y cetáceos con respecto a la contaminación acústica del océano.

La torre del faro será la antena que conecta al proyecto con el satélite, generando la transferencia de datos necesaria para el monitoreo y reordenamiento del trafico marino. Esta intervención patrimonial dará nueva luz a los faros del estrecho, mediante energía de se propio medio, limpia y renovable, convirtiéndolo en un centro de interpretación del paisaje marino y punto de control para las embarcaciones.

[54] Como latitudes, pero con respecto a la profundidad del océano, haciendo alusión a la batimetría.

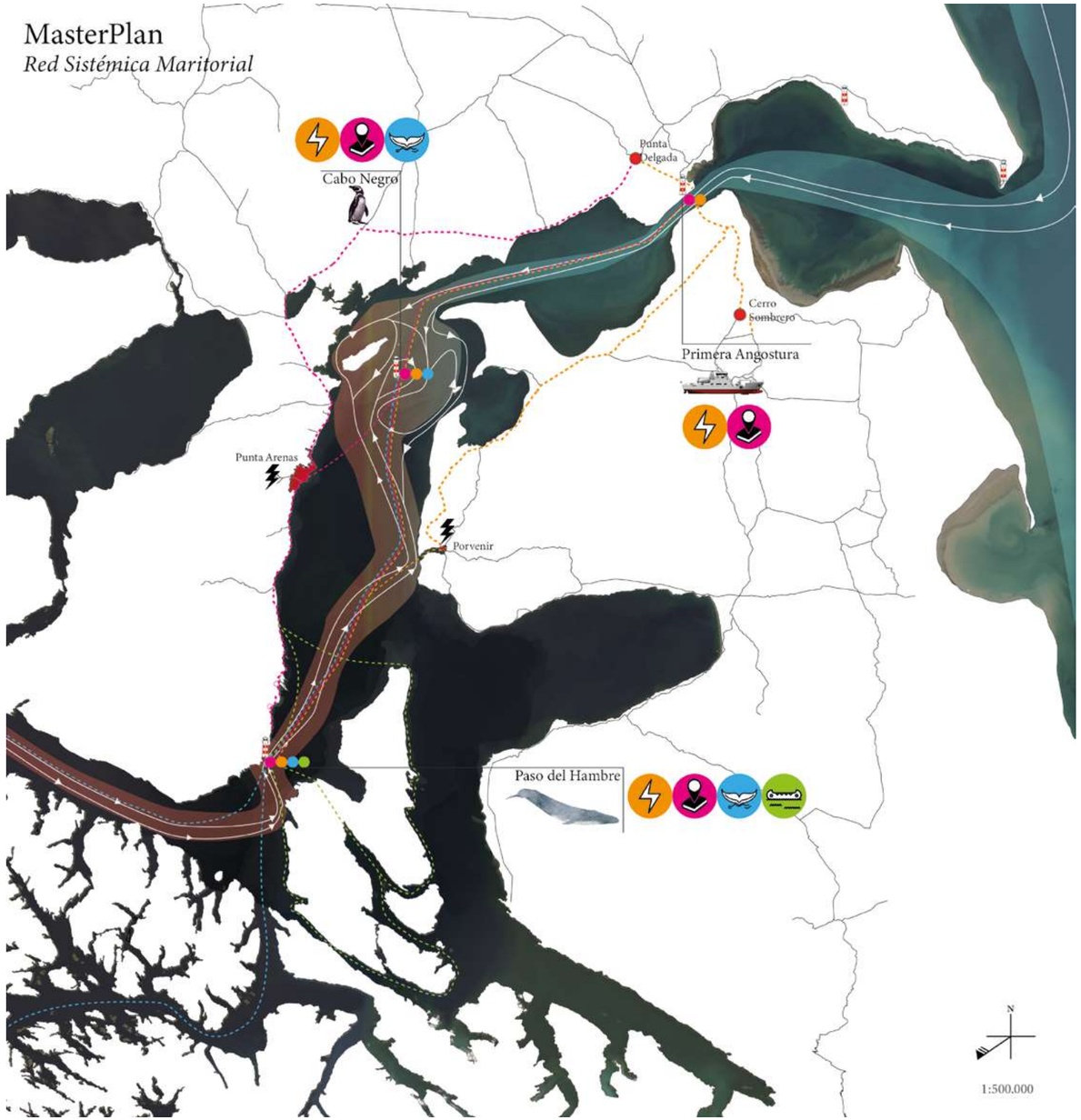


Figura 74. MASTERPLAN Red Sistémica Maritorial. Elaboración propia, 2021.

Desarrollo Laboral y Turístico

Beneficios Sociales

- Puesta en valor del patrimonio magallánico.
- Sentido de identidad asociado al patrimonio cultural y simbólico de los faros del estrecho.
- Recuperación de un lugar en estado de abandono para la vida social y de recreación.
- Fortalecimiento del tejido del paisaje marino del estrecho.

Beneficios Económicos

- Nueva infraestructura rural.
- Nuevas inversiones para la comuna.
- Puesta en marcha de nuevos empleos y actividades comerciales.
- Ruta turística que beneficia económicamente las comunas involucradas.
- Diversificación de la economía de los poblados cercanos a los faros.

Desarrollo Científico y Educacional

Beneficios Científicos

- Incorporación de infraestructura para el uso educativo, comunitario y público de las localidades rurales.
- Espacios de investigación científica y de educación para las comunas y visitantes foráneos
- Centro de interpretación del paisaje marino y estación de recarga eléctrica naviera para embarcaciones nacionales e internacionales
- Estudio y valorización del borde costero

Beneficios Ambientales

- Creación de nuevos servicios ecosistémicos al mapear y reordenar el tráfico de embarcaciones y cetáceos.
- Disminución de muerte de cetáceos por daños auditivos y/o colisión.

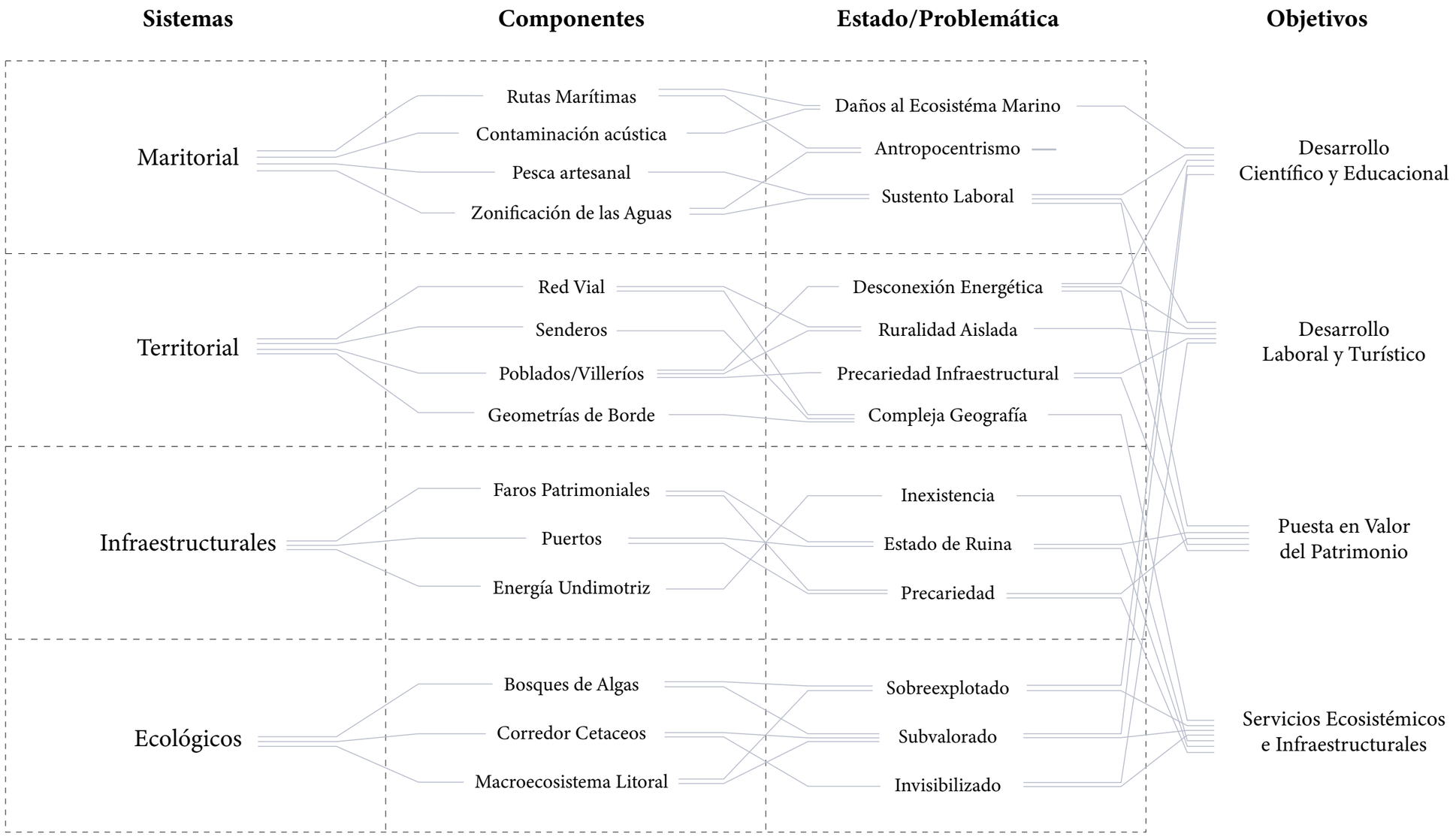


Figura 75. Diagrama de conceptos Red Sistémica Maritorial. Elaboración propia, 2021.

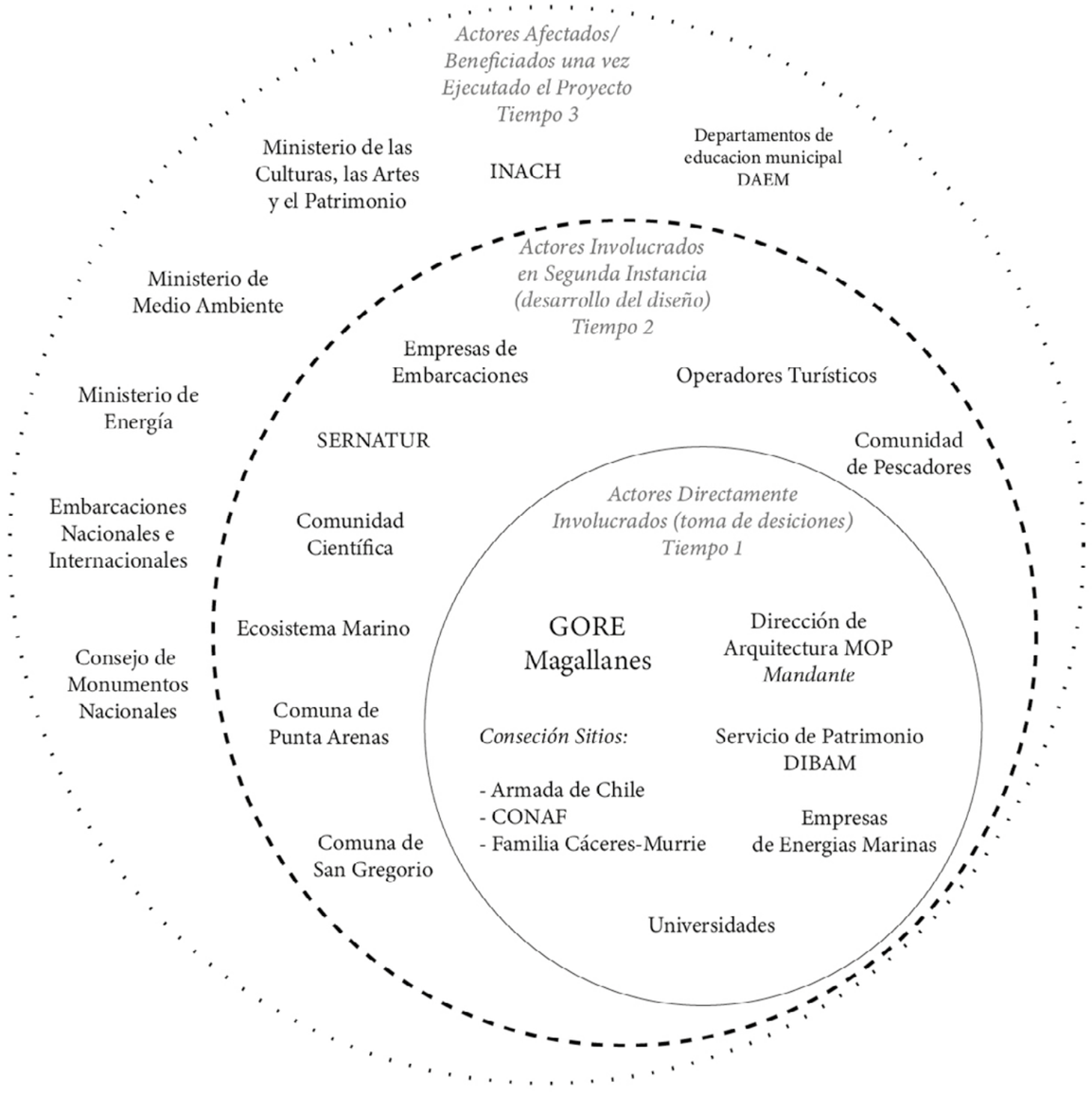


Figura 76. Diagrama Mapa de Actores. Elaboración propia, 2021.

Mapa de Actores

La población afectada se encuentra en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, siendo los habitantes de la región los beneficiarios indirectos y los habitantes de la comuna de Punta Arenas y San Gregorio los beneficiarios directos. Es así, como el Gobierno Regional de Magallanes es el actor principal encargado de organizar, buscar financiamiento y fiscalizar el proyecto. Los actores que poseen la conseción de los sitios tambien estan directamente involucrados, siendo en el caso de Faro Punta Delgada la Armada, en Faro Isla Magadalena CONAF, y en Faro San Isidro un privado. En este ultimo caso, se pueden realizar corporaciones público privadas con Universidades de la zona para llevar a cabo el proyecto.

Otros beneficiarios directos son los turistas, el SERNATUR y los operadores turísticos de la zona. También la comunidad científica y educativa se ve beneficiada en conjunto con los Departamentos de Educación Municipal DAEM y las Universidades. Y por último pero no menos importante, se ve beneficiado el ecosistema marino del Estrecho.

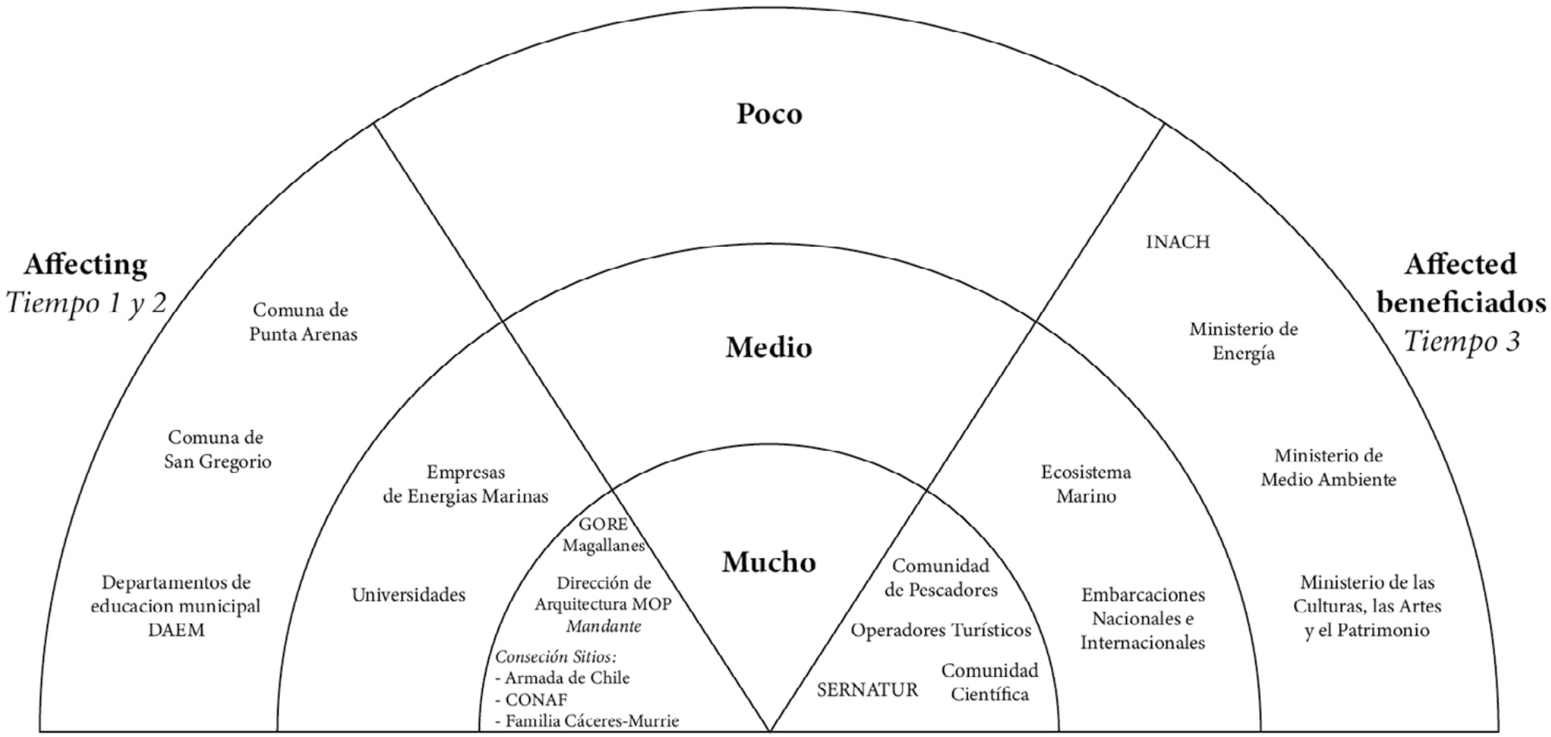


Figura 77. Diagrama Mapa de Actores. Elaboración propia, 2021.

Institucionalidad

Mecanismos de coordinación:
Corporación público-privada

Organización:

- Gobierno Regional y ministerios (obras públicas, energía y medioambiente): coordinación de actores, captación de fondos, licitaciones, encargados del diseño, ejecución y fiscalización del correcto uso y funcionamiento.
- Municipalidad: administración y fiscalización del espacio público y de la infraestructura concesionada, difusión.
- DAEM Departamentos de Educación Municipal: administración de actividades educativas con los establecimientos educacionales de las comunas involucradas, difusión.
- Comunidades: difusión, activación del espacio, servicios de comida y hospedaje.
- SERNATUR y Austro Chile (Asociación Magallánica de empresas de turismo): difusión, organización de actividades, visitas guiadas, implementación del tour por los Parques Naturales de los Faros del Estrecho como una Ruta Turística unitaria, que involucre a las tres partes en un todo.
- Armada de chile: definición de un área marina para concesionar a empresa de energía undimotriz.
- Empresa undimotriz: Encargada de la mantención y buen funcionamiento de la granja de boyas, de los sistemas de cañerías, tubos y cableado, y de los galpones de desalinización y de conversión a energía eléctrica (turbina de Pelton).
- CONAF: Al tener la concesión del faro Isla Magdalena, estará a cargo de la mantención y aseo de éste.
- Familia Cáceres-Murrie: podrá formar una corporación con alguna universidad de la zona para el trabajo científico y de interpretación del paisaje y tráfico marino en el faro de San Isidro.
- Universidades/institutos: Difusión y educación, generar nuevos conocimientos con respecto al paisaje y ecosistema marino del estrecho.

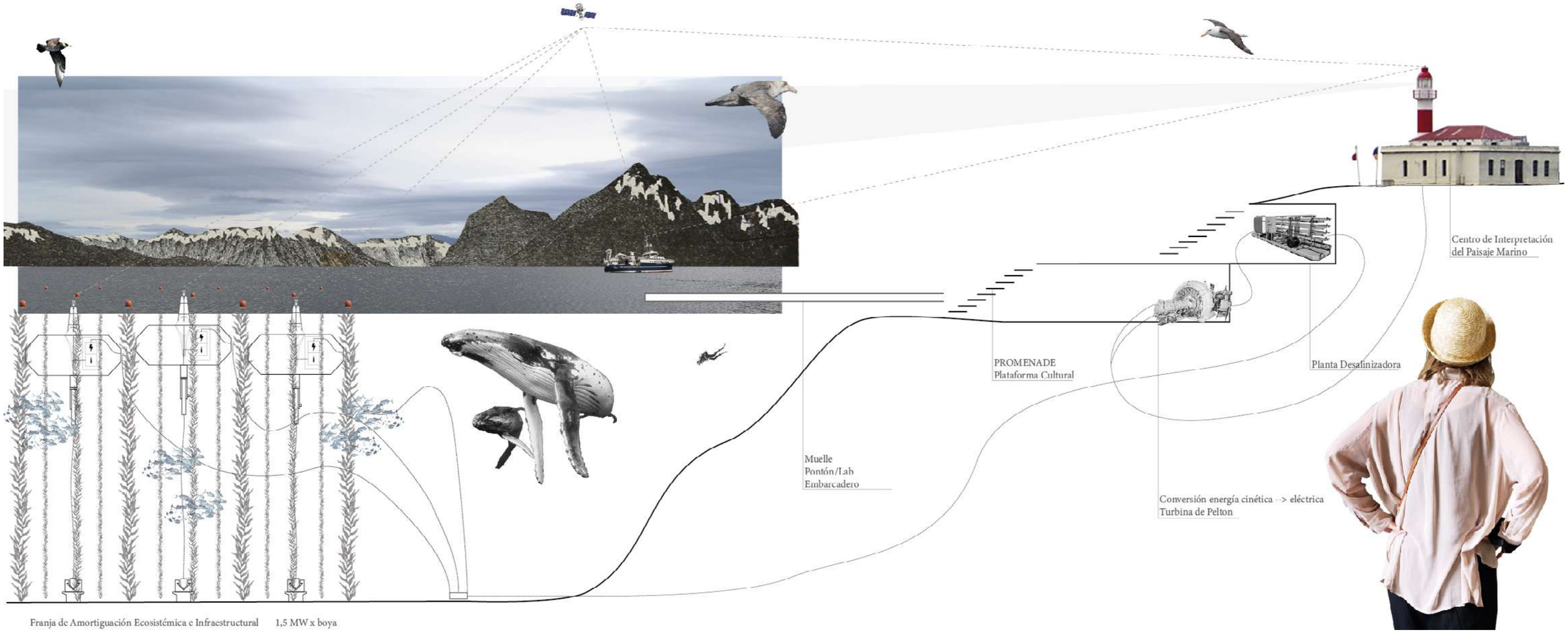


Figura 78. Diagrama funcionamiento energético. Elaboración propia, 2021.

[55] La integración de sistemas que conforman un nuevo objeto. Es la acción de coordinación de dos o más elementos cuyo efecto es superior a la suma de efectos individuales.

Sinergia[55] Tecnológica

El proyecto toma como estrategia la multiescalaridad y el funcionamiento en red de puntos/célula distribuidos en el maritorio, en vez de una lógica de sistema jerárquico. Se abordan y convergen distintos problemas en distintas escalas;

1. Los dispositivos tipo boya generen energía eléctrica, limpia y renovable. Paralelamente registran el sonido de los cetáceos y las embarcaciones.
2. Los datos registrados son enviados a tiempo real a un satélite para que éste los replique a un faro.
3. Se pone en valor y se resignifica infraestructura patrimonial preexistente, hoy en día obsoleta, para poder reordenar el tráfico marino de un lugar en específico.
4. El proyecto de arquitectura se genera en el traspaso de mar a tierra, en el diseño y articulación de objetos de borde de distinta naturaleza; boyas, embarcaciones, muelles, infraestructura de conversión energética, faros y satélites
5. En la escala mayor, estas células generan una red de puntos sin jerarquía. De manera que las estrategias proyectuales sean replicables en todo el sistema.

Storyboards. Búsqueda de Sensibilidades

El ejercicio de relatar el proyecto a través de una historia en una secuencia de imágenes, me permitió conceptualizar ciertas sensibilidades;

El horizonte por ejemplo, es un elemento fundamental en la navegación, en el estar/ser en el maritorio. Es el limite que marca la unión del cielo con el mar y la tierra, siempre evocando la ciclicidad de las formas y el tiempo. De manera que busco estos horizontes y los aproximo a los interiores del proyecto.

Por otro lado, esta la articulación del traspaso entre geometrías de borde a partir de un recorrido artificial que los une.

El patrimonio, siendo el faro el elemento vertical que se alza en el horizonte como signo y momento del proyecto.

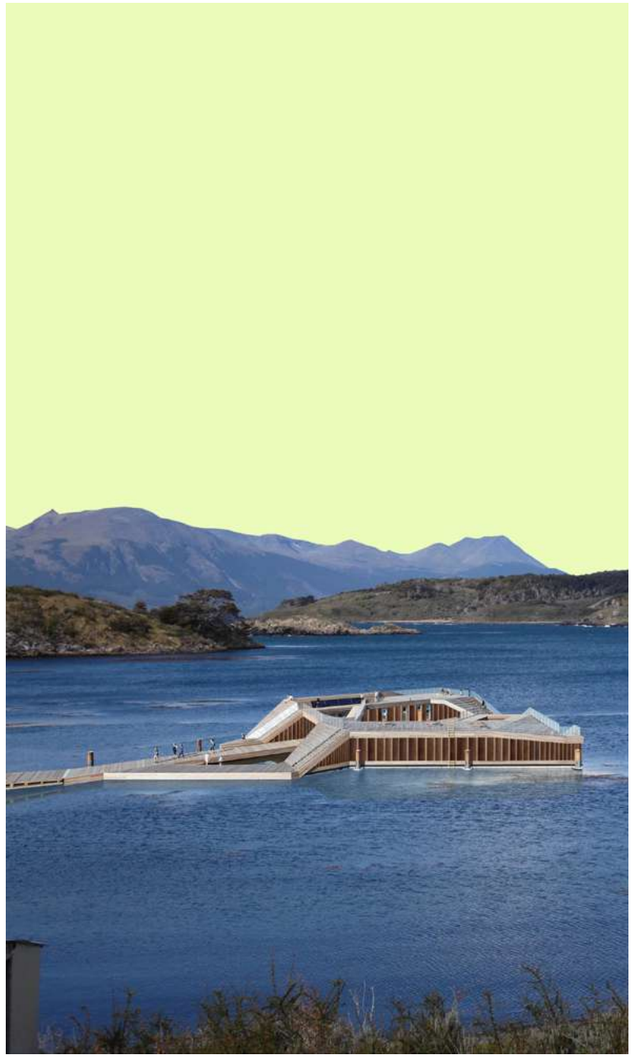
La relación tridimensional entre bajo superficie y superficie, en donde la construcción de estos espacios se debe mas a la temporalidad de los flujos que estaticidad de la materia.

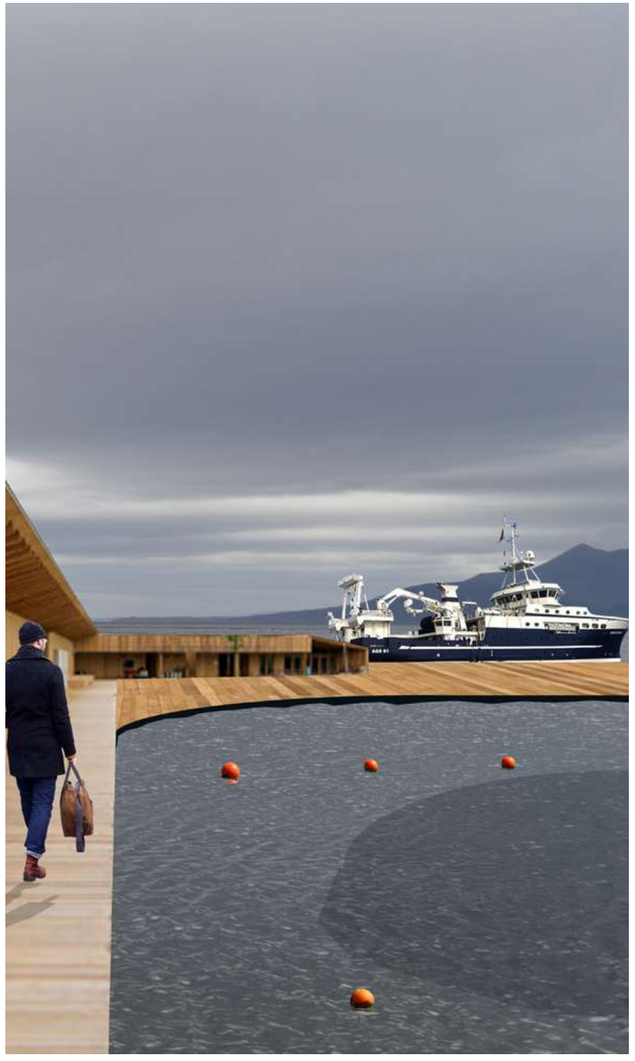
El concepto de anfibio; nombre que proviene del griego y significa ambos medios, pues su vida transcurre entre el medio acuático y el terrestre.

La llegada desde el mar y la inexistencia del automóvil.

La corporalizacion del clima y el paisaje a través de la exposición a la interperie.

Figura 79. Storyboards: Búsqueda de los horizontes y aproximación de éstos a los recintos interiores. Elaboración propia, 2021.





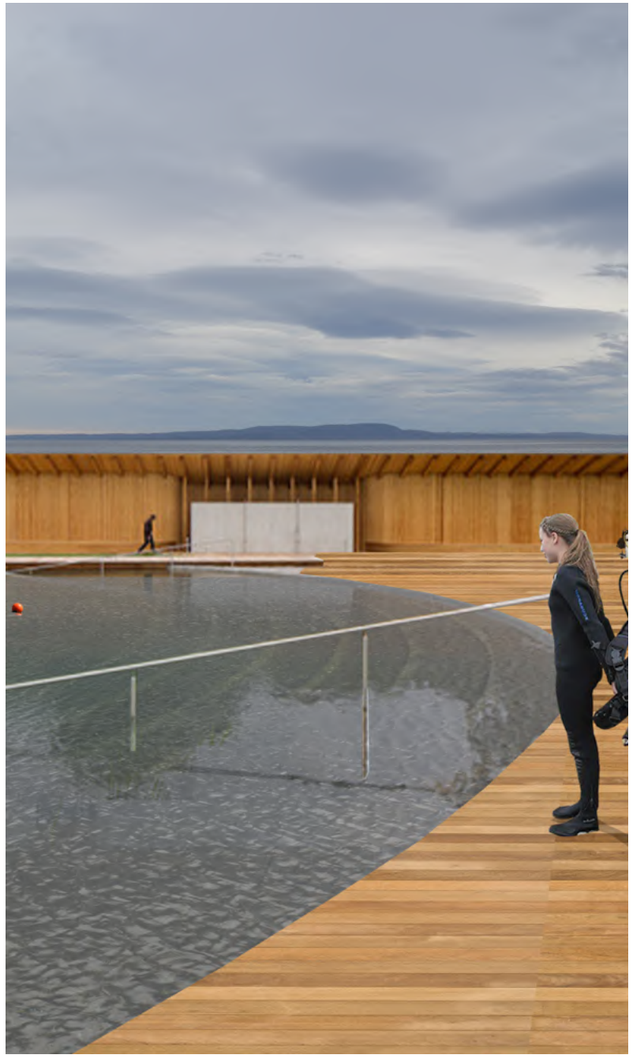
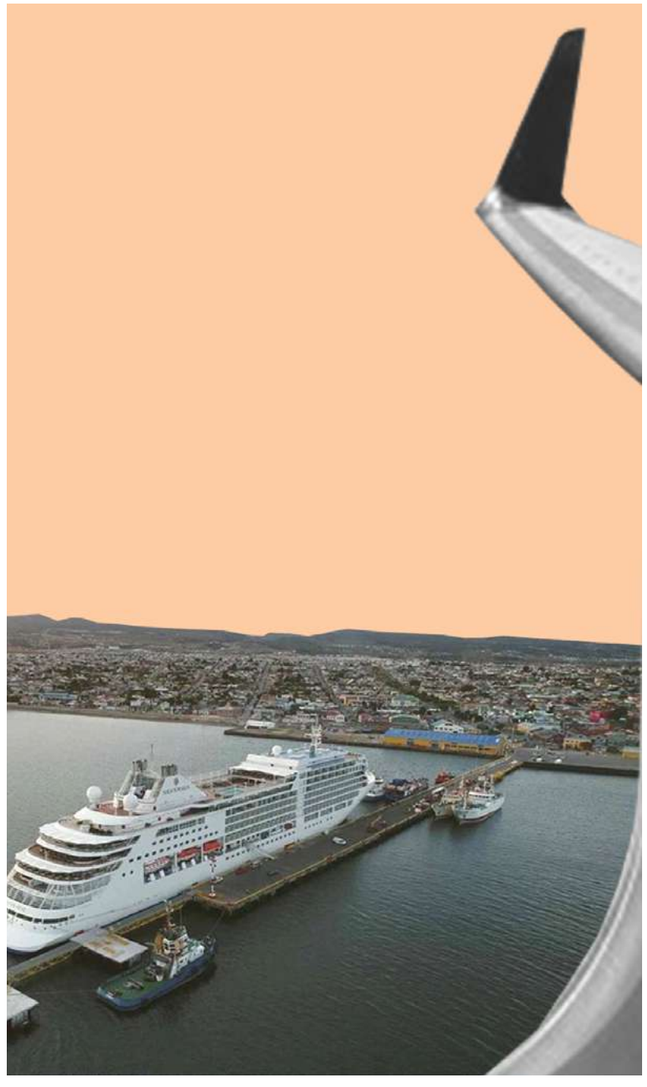


Figura 80. Storyboards: Generar recorridos y lugares protegidos en una sola operación, de manera que los interiores tengan relación con el paisaje y la fisionomía de los archipiélagos. Elaboración propia, 2021.

Figura 81. Storyboards: El faro es el único elemento vertical que sobresale de la gran plataforma de recorridos. Su interior se restaura como gran salón para actividades académicas, exposiciones y eventos. Elaboración propia, 2021.

Figura 82. Storyboards: Construir una relación tridimensional entre superficie y bajo superficie. Elaboración propia, 2021.



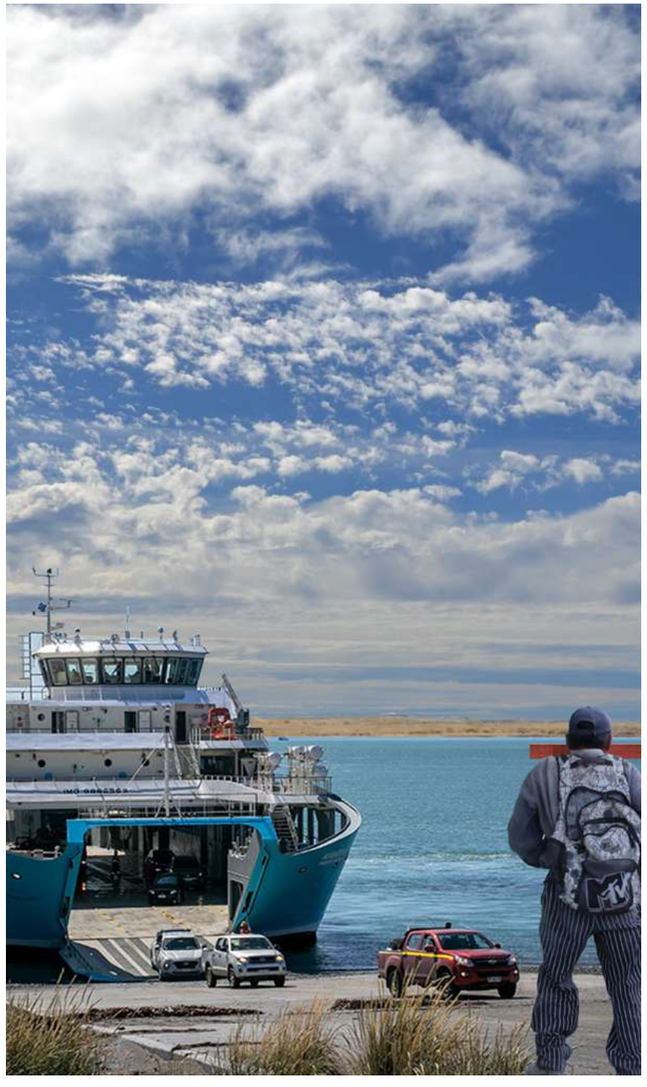


Figura 83. Storyboards: El traspaso de un medio a otro. Elaboración propia, 2021.

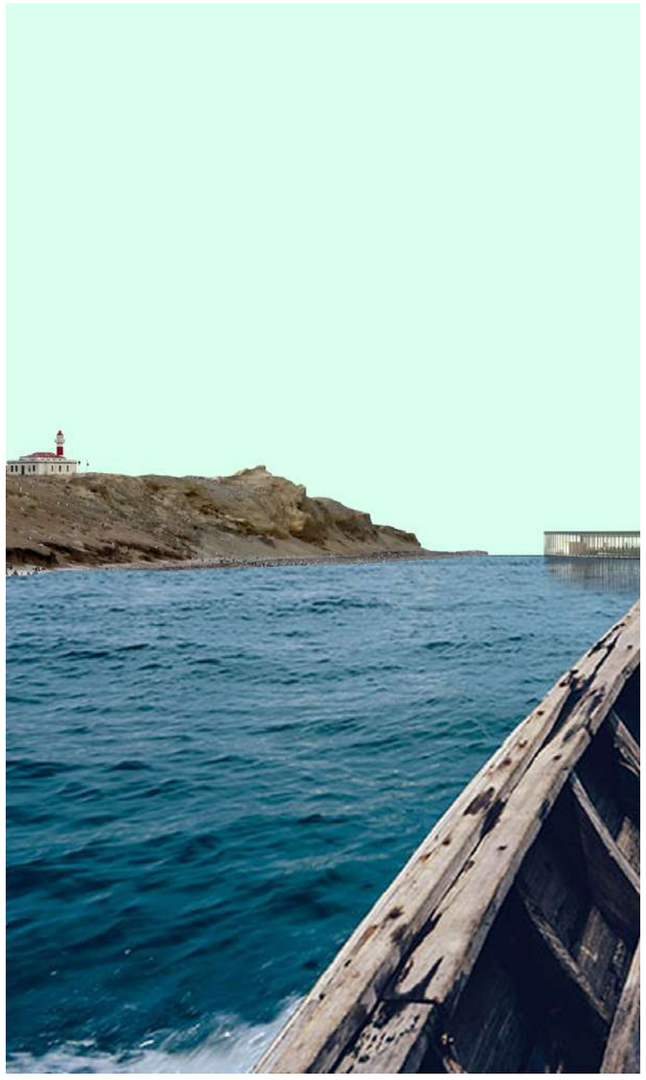


Figura 84. Storyboards: La llegada desde el mar. Elaboración propia, 2021.

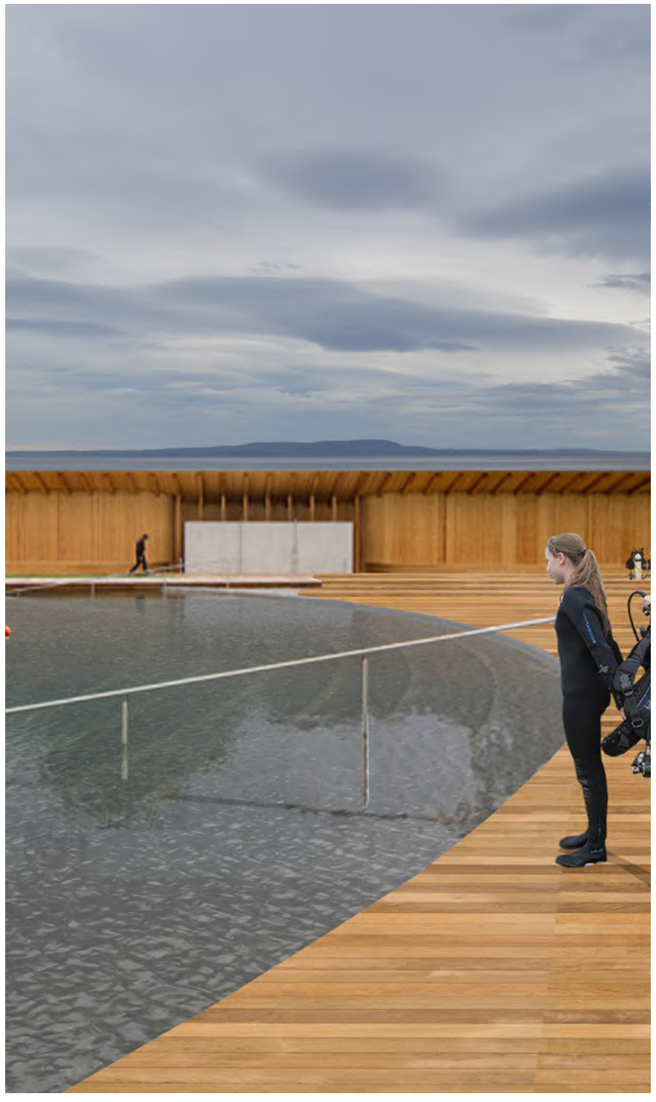
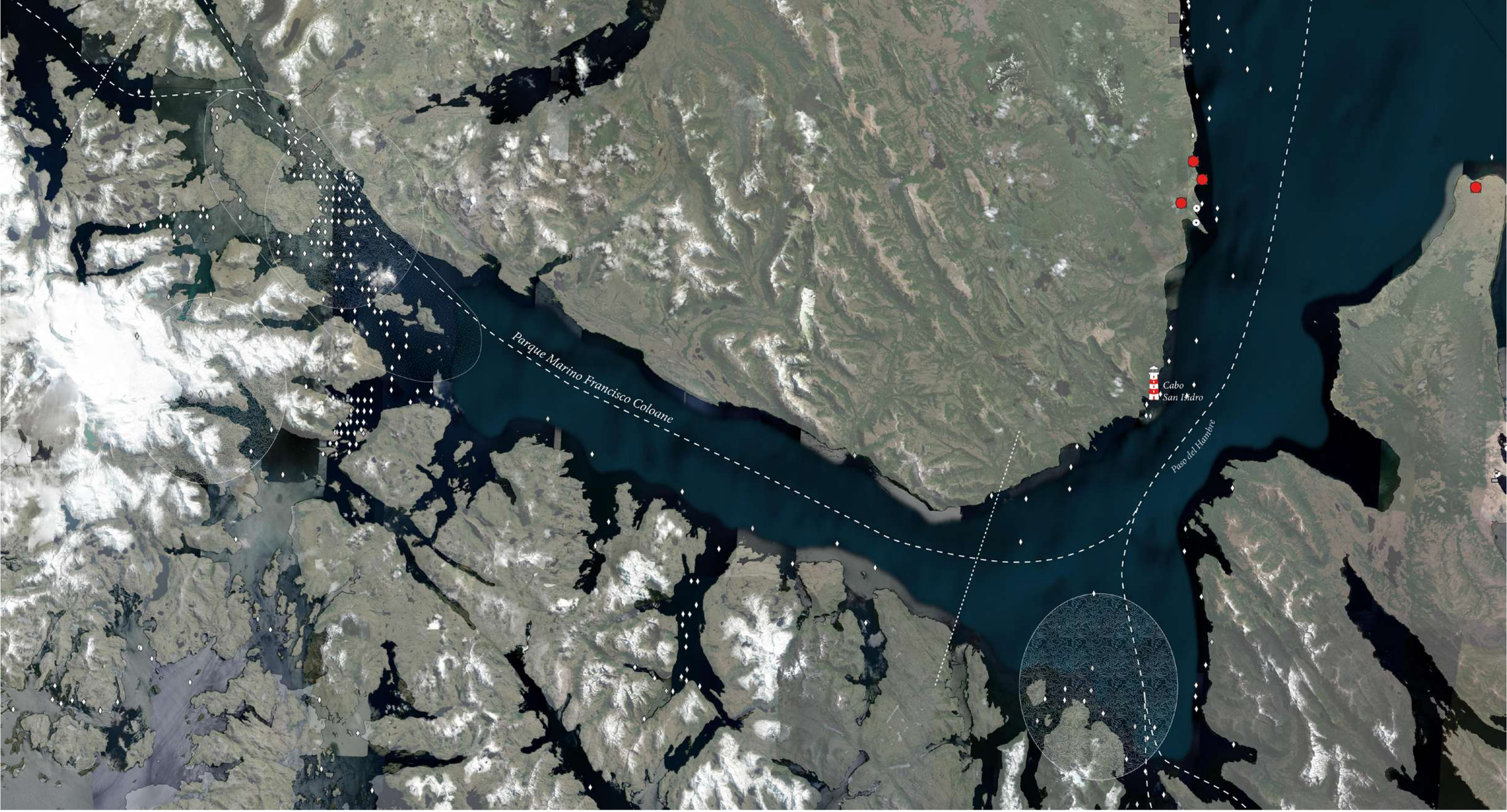


Figura 85. Storyboards: Corporalización del clima y la exposición a la interperie. Elaboración propia, 2021.

5. CENTRO DE INTERPRETACIÓN DEL PAISAJE MARINO
Estación de Recarga Eléctrica Naviera

Figura 86. Centro de Interpretación del Paisaje Marino. Elaboración propia, 2021.



El Cabo San Isidro se encuentra en la angostura de Paso del Hambre, entre la península de Brunswick e Isla Dawson. Al suroeste del paso se encuentra la Isla Carlos III, entre la isla y el cabo en el año 2003 se decretó zona protegida bajo la categoría de Parque Marino Francisco Coloane. Este tramo de 1.506 ha es zona predilecta de alimentación para la ballena jorobada (Megaptera novaeangliae). De manera que a este sitio se le otorga un alto valor científico y turístico. Es así como el Faro San Isidro custodia la entrada de area de alto valor de conservación, siendo esencial su labor de ordenamiento del trafico de embarcaciones al coincidir las temporadas de cruceros con las de alimentación de las ballenas. El en el parque esta prohibida la pesca y la acuicultura mas no el traspaso de las embarcaciones, siendo parte de las rutas nacionales e internaciones de variados segmentos de naves.

Figura 87. Mapa de flujos de Paso del Hambre y Parque Marino Francisco Coloane. Cabo San Isidro como puerta de entrada a zona protegida. Elaboración propia, 2021.

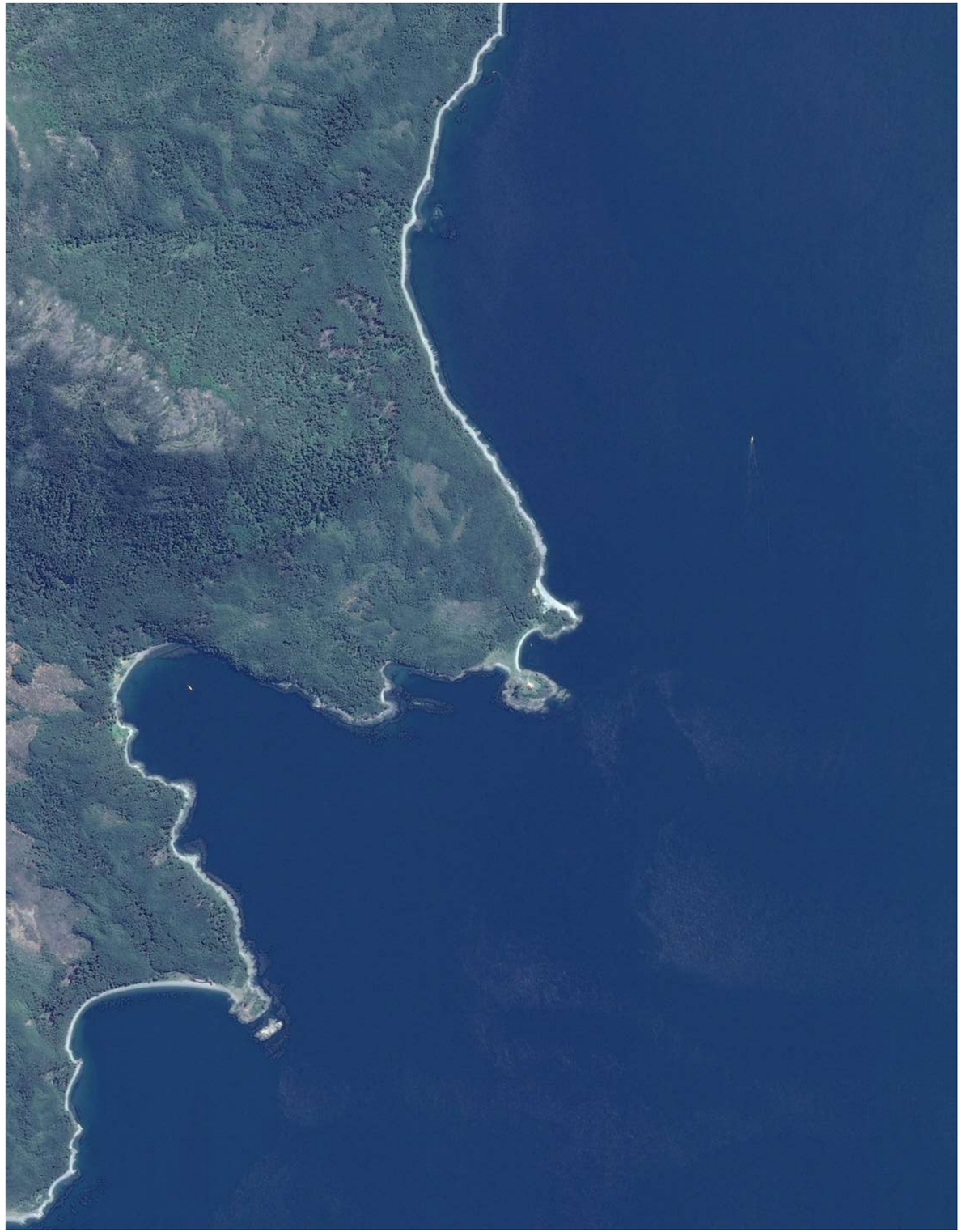


Figura 88. Ortofoto Cabo San Isidro. Google Earth, 2021.

Elección de un punto de la red

Hace 117 años, fue inaugurado el Faro San Isidro en el extremo sur de la Península de Brunswick, a 74 kilómetros al sur de Punta Arenas, teniendo como fondo a la Cordillera Darwin y junto a un tupido bosque nativo, siendo considerado como el último gran faro del continente americano.[56]

Se eligió este lugar ya que era el único que presentaba un sitio accesible desde el mar para el emplazamiento. Se construyó entre los años 1903-1904 por el ingeniero escocés George Slight, en base a ladrillos y concreto, teniendo una torre de 12 metros de altura, con una lámpara de aceite que proyecta luz a una distancia de 15 millas náuticas (27 kilómetros). Tras años de abandono, en el 2000, se entregó en comodato a privados para ser restaurado como museo de sitio, mas hoy en día se encuentra cerrado y sin uso ya que las piezas del museo fueron robadas, sin embargo, su luz sigue en funcionamiento.

La llegada al sitio es por medio de un trekking de dos horas por la orilla de la playa desde el fin de la carretera “Ruta 9”, ya que ahí termina el camino para automóviles. La llegada de personas, materiales y herramientas para la construcción del faro y la hostería adyacente fue por mar, siendo éste el principal acceso a San Isidro.

[56] Armada de Chile. (2020) Faro San Isidro: Historia a Orillas Del Estrecho de Magallanes.

Figura 89. Fotomontajes Cabo San Isidro Norte y Sur. Elaboración propia, 2021.

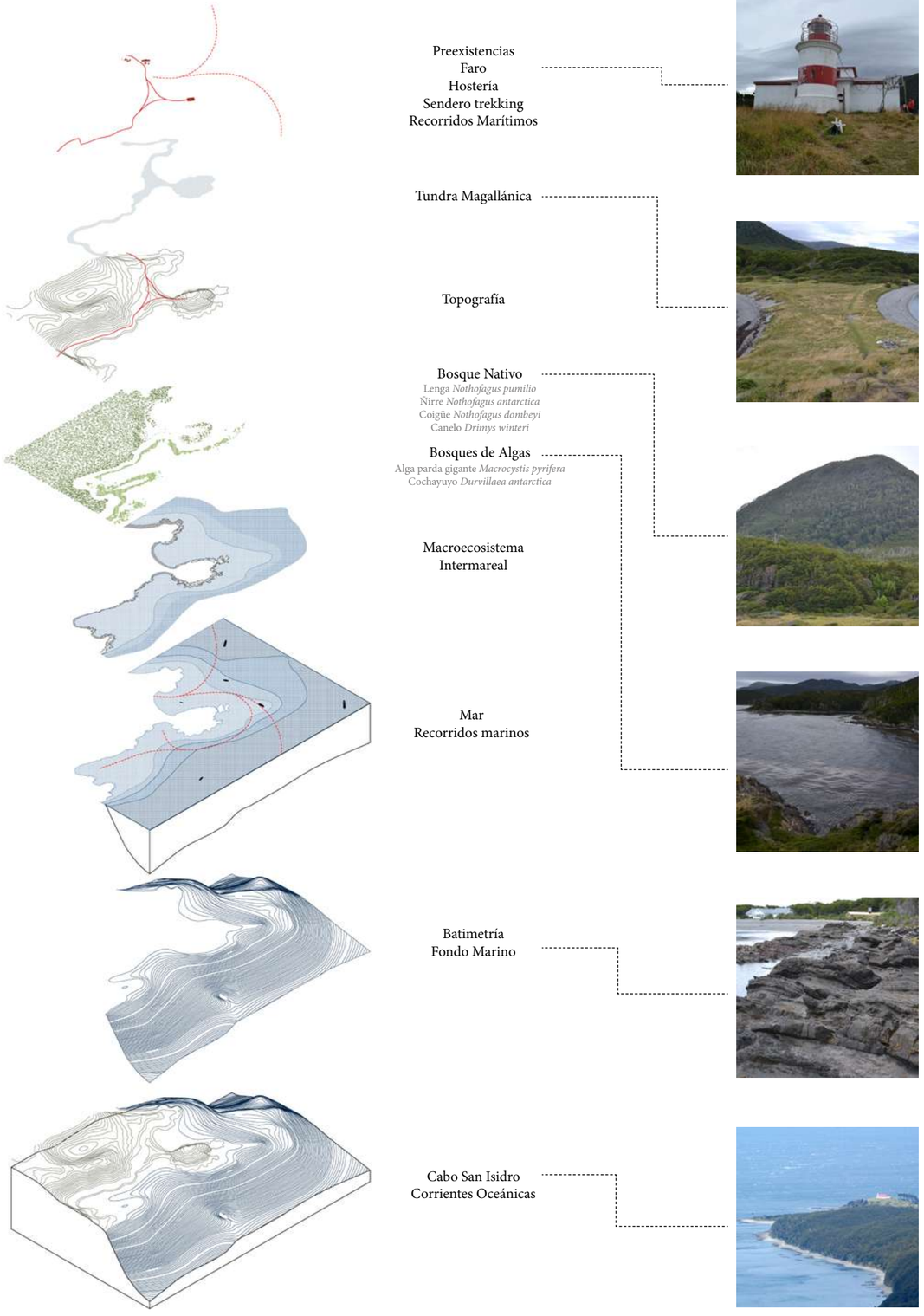


Figura 90. Axonométrica de preexistencias Cabo San Isidro. Elaboración propia, 2021.

Preexistencias Cabo San Isidro

El cabo san isidro está compuesto por un fondo marino de roca, en donde las corrientes oceánicas provenientes del océano pacífico chocan con esta punta que se adentra al mar. El efecto del viento predominante del surweste se suma al choque de corrientes produciendo oleaje en las caras del cabo que miran en esta dirección. A su vez, el oleaje en las costas con fondo marino rocoso favorece el crecimiento de bosques de algas, en esta latitud austral se concentran las especies de alga parda gigante Macrocystis pyrifera y el cochayuyo Durvilea antárctica, las cuales conforman ecosistemas de aproximadamente 30 mts de alto. (Argel, Cristián., comunicación personal, 17 de marzo de 2021).

La línea de costa tiene un espesor de 100 mts de ancho en donde distintos estratos se presentan según las particularidades de cada accidente geográfico. Entre ellos se destacan el macro ecosistema intermareal con los bosques de algas, luego las rocas en las puntas y la arena en las bahías, para seguir con la tundra magallánica a medida que la topografía se va elevando. Una vez llegado a los 100 mtrs el manto que cubre la tierra se convierte en un frondoso bosque magallánico caducifolio.

Al sitio se accede a pie o en embarcación, no habiendo huellas del automóvil. De manera que los caminos existentes en tierra no son mas que senderos, y las embarcaciones de pequeña escala pueden atracar en la bahía noreste protegida del viento. Las edificaciones preexistentes se encuentran entre ambos bosques, acuático y terrestre, estando el faro san isidro en la cima del cabo y una hostería con sus respectivas bodegas hacia la playa. La hostería se construyó por la demanda turística del faro, siendo alojamiento en la temporada primavera verano de los visitantes del lugar.

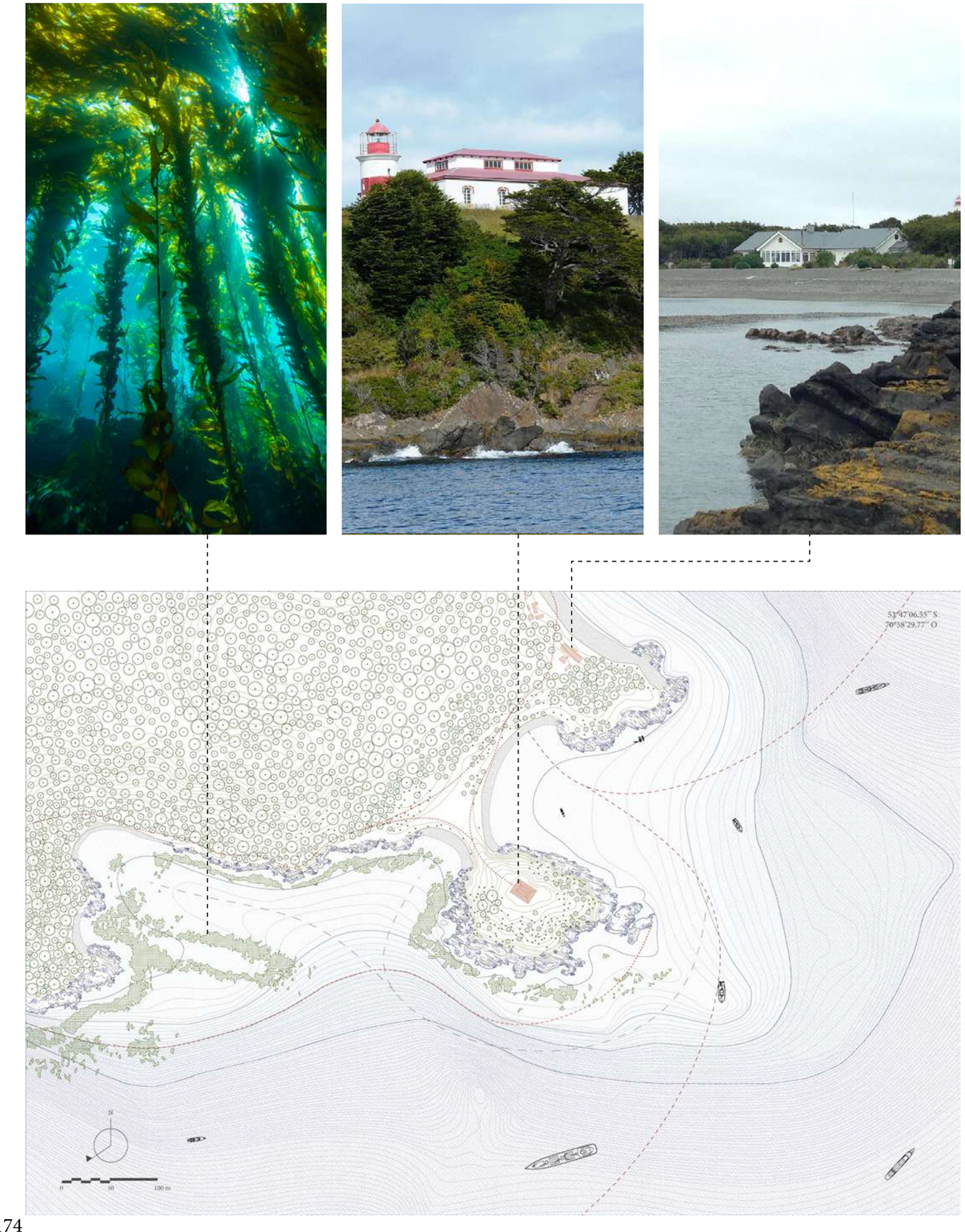


Figura 91. Preexistencias Cabo San Isidro. Elaboración propia, 2021.

1. Colonización de bajo impacto

Como principio de sustentabilidad ante las preexistencias humanas de un sitio de complejo acceso, se decide incorporarlas en el proyecto, buscando minimizar el impacto de lo construido. La hostería se potenciaría, favoreciendo la economía local, mientras que el proyecto adopta mtrs2 de habitaciones.

Los bosques de algas son preexistencias de gran importancia ecosistémica, de manera que estos se atenderán y conservarán con una delimitación de boyas, a modo que la intervención antrópica en el lugar tenga un área limitada a intervenir.

El faro San Isidro es el ancla patrimonial del proyecto, siendo el único elemento vertical que sobresale del paisaje. De modo que este será el hito al cual llega la estructura, procurando realizar una plataforma promenade que una las preexistencias con los nuevos programas a haber.

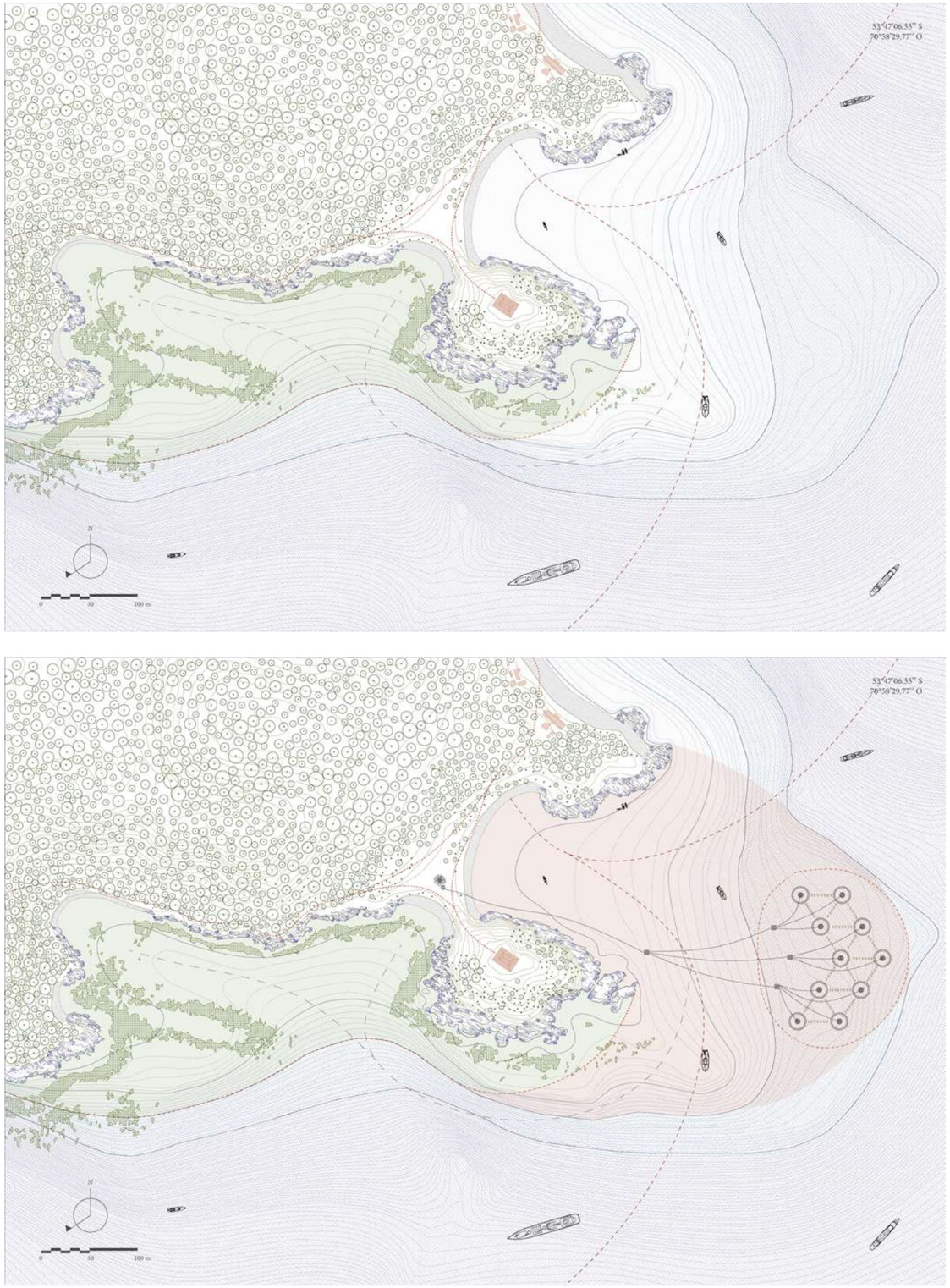


Figura 92. Estrategias de Conservación y Producción. Elaboración propia, 2021.

2. Conservación y Producción

La conservación y la producción serán ejes principales de este proyecto. La producción es intrínseca al desarrollo de la energía undimotriz, mientras que la conservación se adopta al ser un sitio prácticamente virgen el que se intervendrá.
Asociado a los requerimientos de cada uno de los dos ejes principales de este proyecto, se desarrolla un masterplan que determina dos áreas generales según las condiciones geomorfológicas del lugar:

El cabo san isidro genera dos bahías, una hacia el surweste la cual recibe el viento predominante del estrecho y su oleaje, y una hacia el noreste, siendo esta una bahía calma y protegida. Los bosques de macroalgas y cochayuyo se generan en la bahía estimulada por el viento y el choque de corrientes, de manera que esta bahía se decide proteger y delimitar el acceso humano por una linea de boyas. Esta operación permitiría que las algas vuelvan a conquistar las huellas de las embarcaciones que se acercaban a las bahías adyacentes, estimulando el libre desarrollo de estos ecosistemas.

Por otro lado, la bahía noreste será destinada a la producción energética y antropogenización del sitio. Esto dado a su carácter protegido y la predominancia de las construcciones preexistentes. Ya que el cabo protege del viento a la bahía y no se dan con tal intensidad los bosques de algas, se guían los caminos navieros hacia ésta. La granja de boyas undimotriz se sitúa frente a la bahía pero ya no protegida por el cabo, sino que las fuerzas del viento y las corrientes logran impactar sobre ésta. La granja consta de 10 boyas de 20 mts de diametro las cuales producen 1MW c/u. Éstas se sitúan a una profundidad de 30 mtrs aprox. Dada la evidencia australiana de creacion de arrecifes artificiales en los sitios en donde se ponen las boyas , se decide cultivar algas en la misma.

Figura 93. Consolidacion ecológica. Elaboración propia, 2021.

"El sistema de cultivo suspendido o long line consiste en mantener mediante flotadores una línea principal suspendida de forma horizontal en la superficie o a una determinada profundidad. Este sistema se encuentra unido mediante cabos a un sistema de anclaje, por lo general de hormigón o concreto, denominado "muerto". El sistema de anclaje es fundamental para que la estructura flotante permanezca fija dentro de un sitio definido sobre todo durante marejadas y cambios de mareas. La longitud de la línea madre es variable, depende de los requerimientos y de las condiciones geográficas. Por lo general, se utilizan líneas de alrededor de 100 metros. La siembra de juveniles se realiza sobre el sistema suspendido; adosando en la línea madre otro cabo inoculado con semillas para su crecimiento. Estas líneas pueden ser dispuestas de forma horizontal o vertical según la especie." [57]

[57] Saavedra, S., Henriquez, H., Leal, P., Galleguillos, F., Cook, S., Cárcamo, F.. (2019). Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile.

3. Consolidación productivo ecológica

El cultivo de huiro Macrocystis pyrifera y de cochayuyo Durvillaea antárctica en la granja de boyas será destinado para la alimentación de los habitantes del lugar. La autonomía energética de cada punto de la red no solo se entiende desde la energía eléctrica, sino que de la necesidad energética total del conjunto; comida, agua potable, electricidad. Así, la granja de boyas será una especie de huerto marino, siendo estas algas parte de la dieta tradicional de comunidades costeras del país

El cultivo de algas se podrá comparar con los bosques de algas vírgenes preexistente y así poder profundizar en estos ecosistemas, desde su aporte al medio ambiente marino y su aporte nutricional al ser humano.

MasterPlan
Centro de Interpretación del Paisaje Marino
Cabo San Isidro

1. Granja Undimotriz y Cultivo de Algas
2. Zona de conservación de bosques de algas
3. Muelle y estación de recarga eléctrica naviera
4. Entrada/recepción al conjunto, embarcadero, laboratorios
5. Pasarela/promenade, dormitorios operadores, científicos y turistas
6. Galpón comedor/cafetería, maquinaria
7. Mirador zona de protección
8. Faro: eventos, exposiciones, conferencias, mirador

Figura 94. MasterPlan Centro de Interpretación del Paisaje Marino Cabo San Isidro. Elaboración propia, 2021.

MASTERPLAN

El masterplan se articula mediante 4 principios:

1. La zonificación de las bahías según conservación y producción.
2. El uso de infraestructura preexistente como lo son el faro, la hosteria y los bosques algales.
3. La creación de un nuevo horizonte mediante un paseo de borde que unifica las dos bahías, siendo una plataforma de recorridos continua. Considera el muelle, el paseo y llega hasta la otra bahía terminando en un mirador.
4. El recorrido conecta 3 elementos habitables. El primero es un edificio circular que contempla la recepción y entrada al conjunto estando ahí mismo los laboratorios. El segundo es un edificio galpón donde esta toda la parte técnica y maquinaria y de servicios del conjunto. Y el faro.

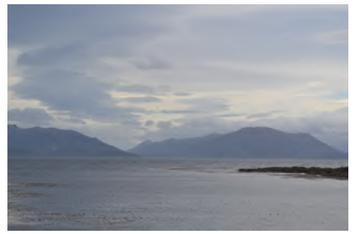
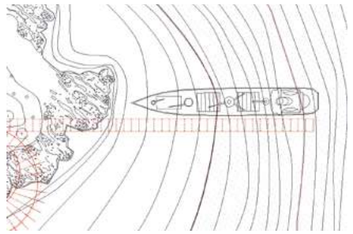
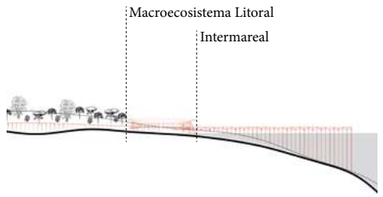
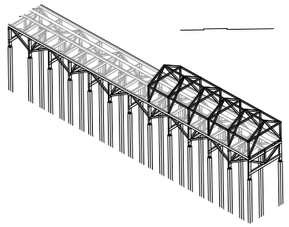
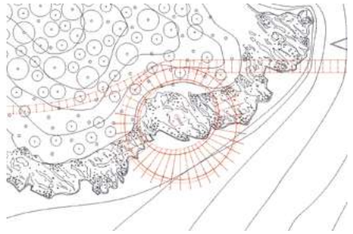
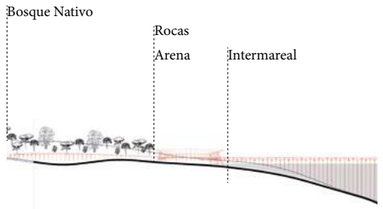
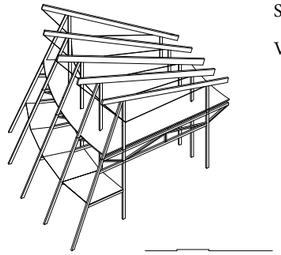
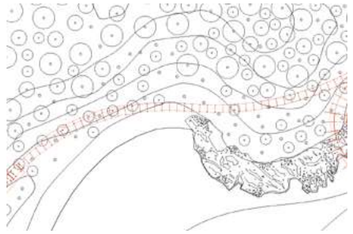
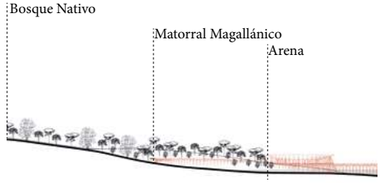
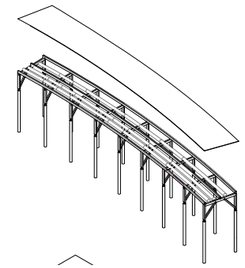
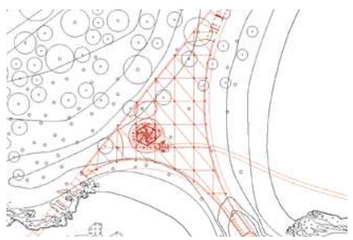
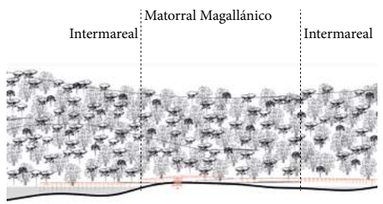
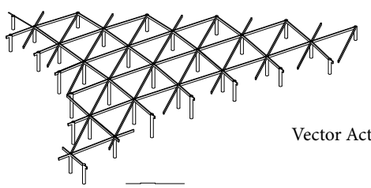
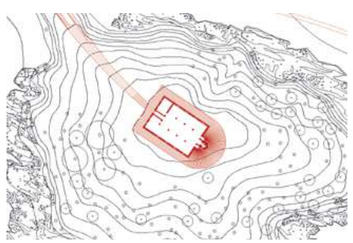
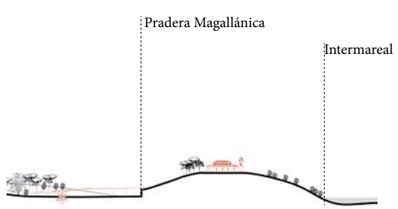
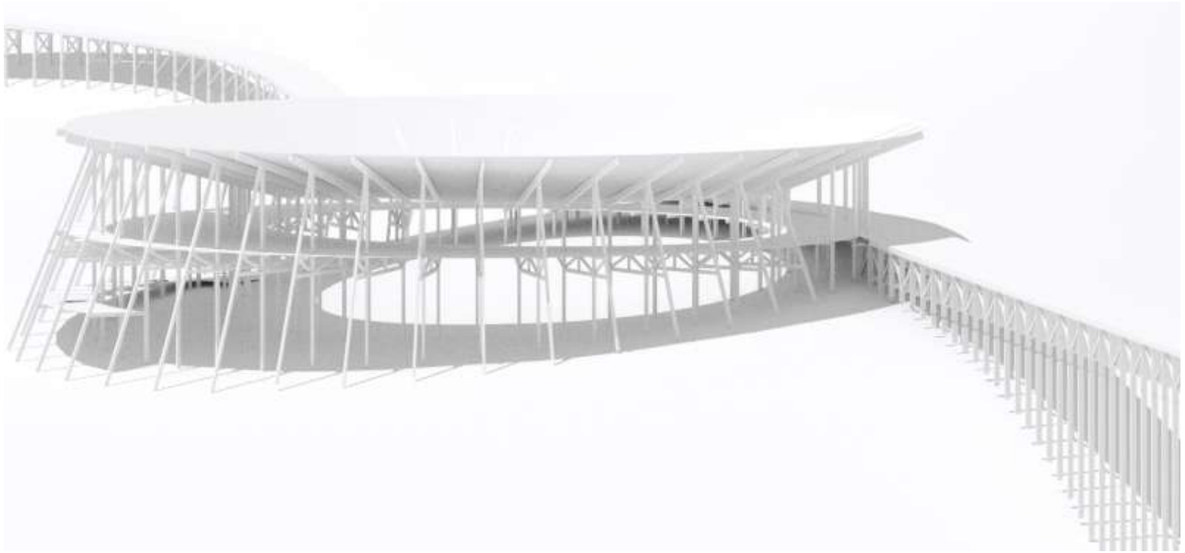
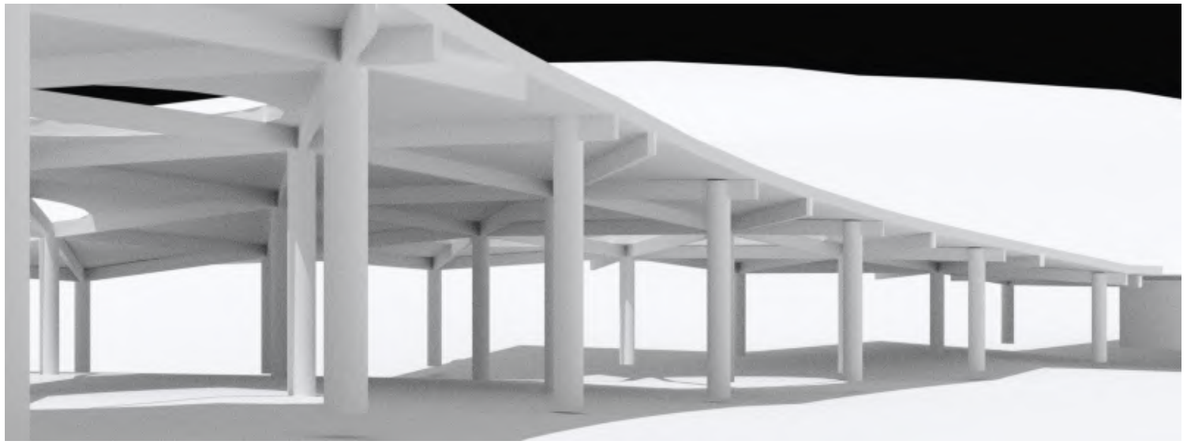
	Imagen	*Geometría de Borde*	*Sección/Estratos*	*Programa*	*Sistema Estructural / Objeto de Borde*
Superficie / *Kæs*				- Muelle embarcaciones grandes 80 m eslora max. - Estación de recarga eléctrica	Vector Activo 
Punta / *kar*				- Recepción y entreda al conjunto - Laboratorio análisis de datos y ordenamiento del tráfico marino - Laboratorio de algas - Edificio circular para observar la esfera celeste - Embarcadero embarcaciones pequeñas	Sección Activa + Vector Activo 
Bahía / *tqal*				- Pasarela, promenade - Dormitorios operadores, científicos y turistas	Sección Activa 
Itsmo / *astal*				- Galpón para máquinaria (turbina pelton y desalinización) - Comedor/cafeteria	 Vector Activo
CABO / *jénnak*				- Faro: eventos, exposiciones, conferencias - Mirador	

Figura 95. Gráfico comparativo de Geometrías de borde - Estratos - Sistemas Estructurales. Elaboración propia, 2021.





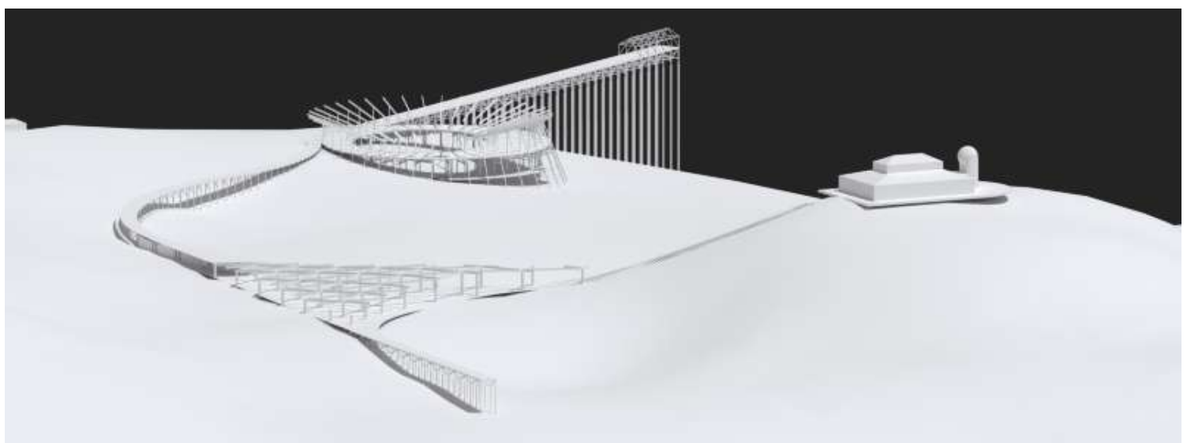


Figura 96. Imagenes exploratorias del esqueleto sobre topografía. Elaboración propia, 2021.

El proyecto pretende crear un nuevo horizonte mediante una plataforma habitable que pueda hacer el traspaso de mar a tierra. Este "anfibio", nombre que proviene del griego y significa ambos medios, pues su vida transcurre entre el medio acuático y el terrestre, pretende posarse en esta transición adecuándose a cada geometría de borde según la sección topográfica y los estratos que la componen.

Dependiendo de cada sección se explora el adecuamiento de la estructura al paisaje mediante la exploración de distintos sistemas estructurales[58], como lo son los sistemas de vector activo y sección activa. De esta manera se va pasando de un sistema a otro sin perder la continuidad del conjunto, el cual comienza siendo muelle/embarcadero hasta llegar y convertirse en la plataforma que enmarca al faro, creciendo o achicándose en el recorrido según los programas que aloja. La promenade se caracteriza por ser continua y liviana, demarcando un nuevo horizonte a través de su levedad.

El material que mejor puede adoptar estas características es la madera, siendo materia prima y noble de la zona. Distintos sectores dependiendo de la exposición al clima serán de madera nativa dimensionada o madera laminada. Los pies del anfibio que se anclen al fondo marino serán de fierro galvanizado, continuando la expresión liviana de la madera.

[58] Engel, H. (1967). Sistemas de Estructuras.

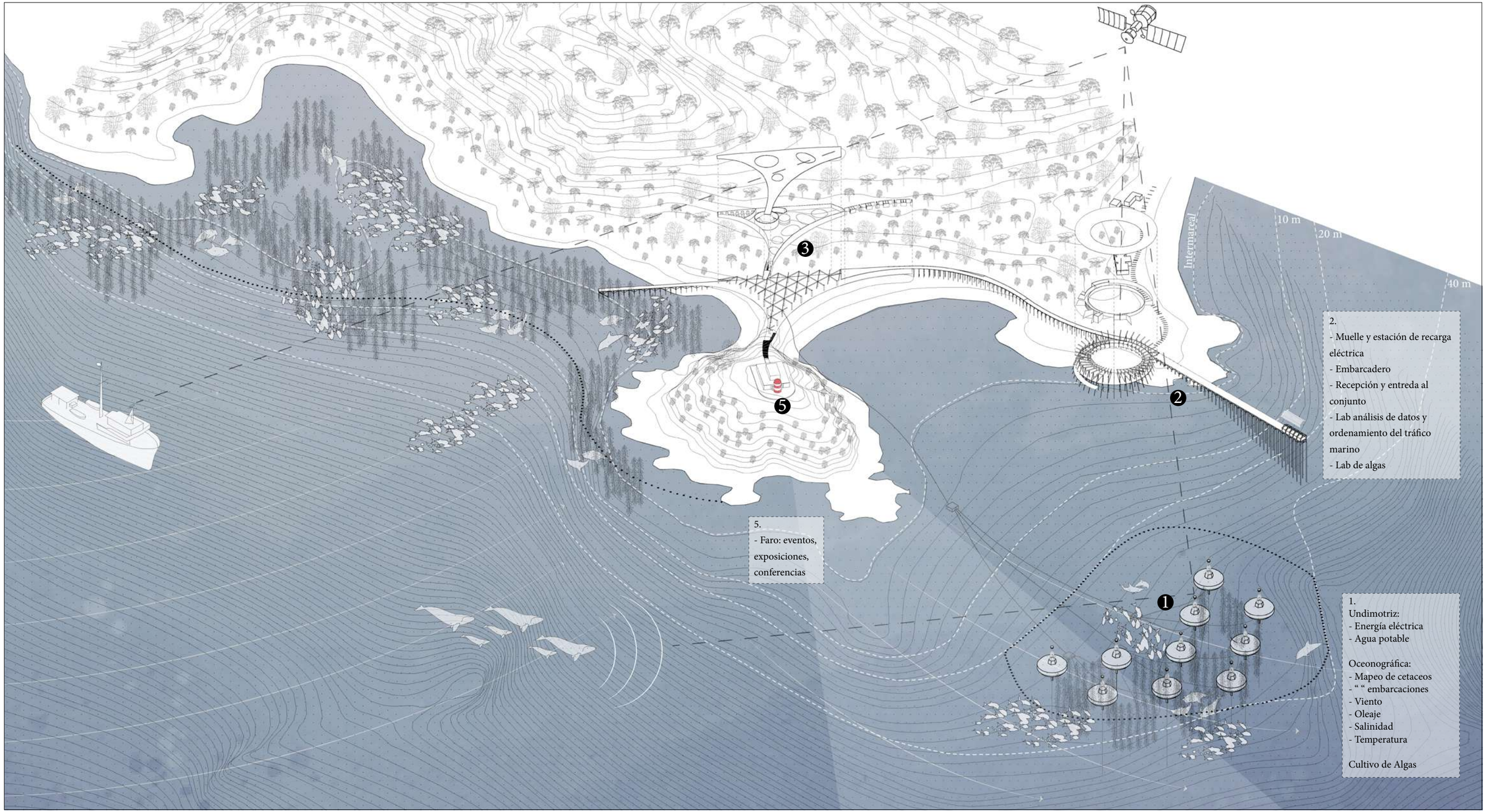


Figura 97. Axonométrica de Proyecto. Elaboración propia, 2021.

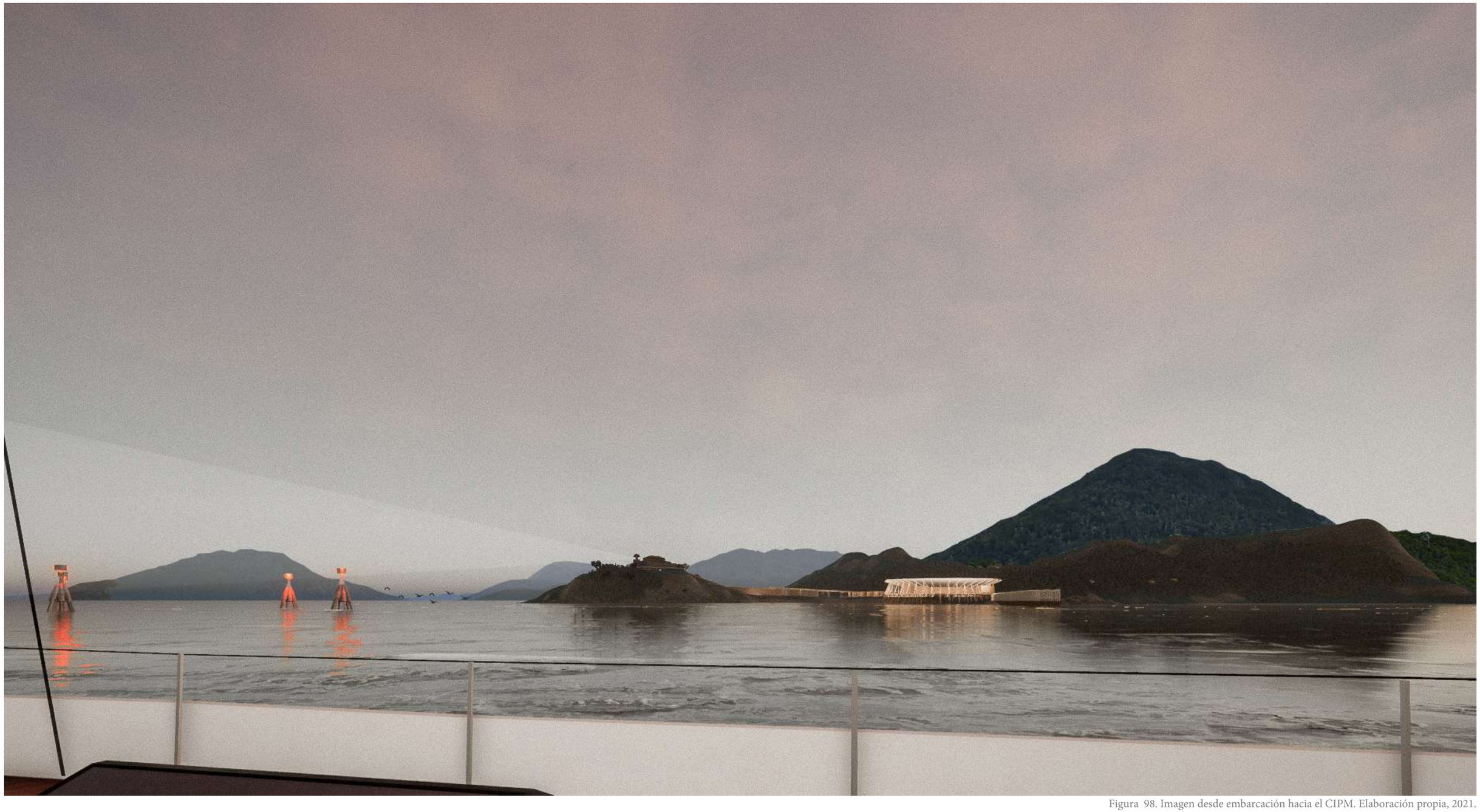


Figura 98. Imagen desde embarcación hacia el CIPM. Elaboración propia, 2021.

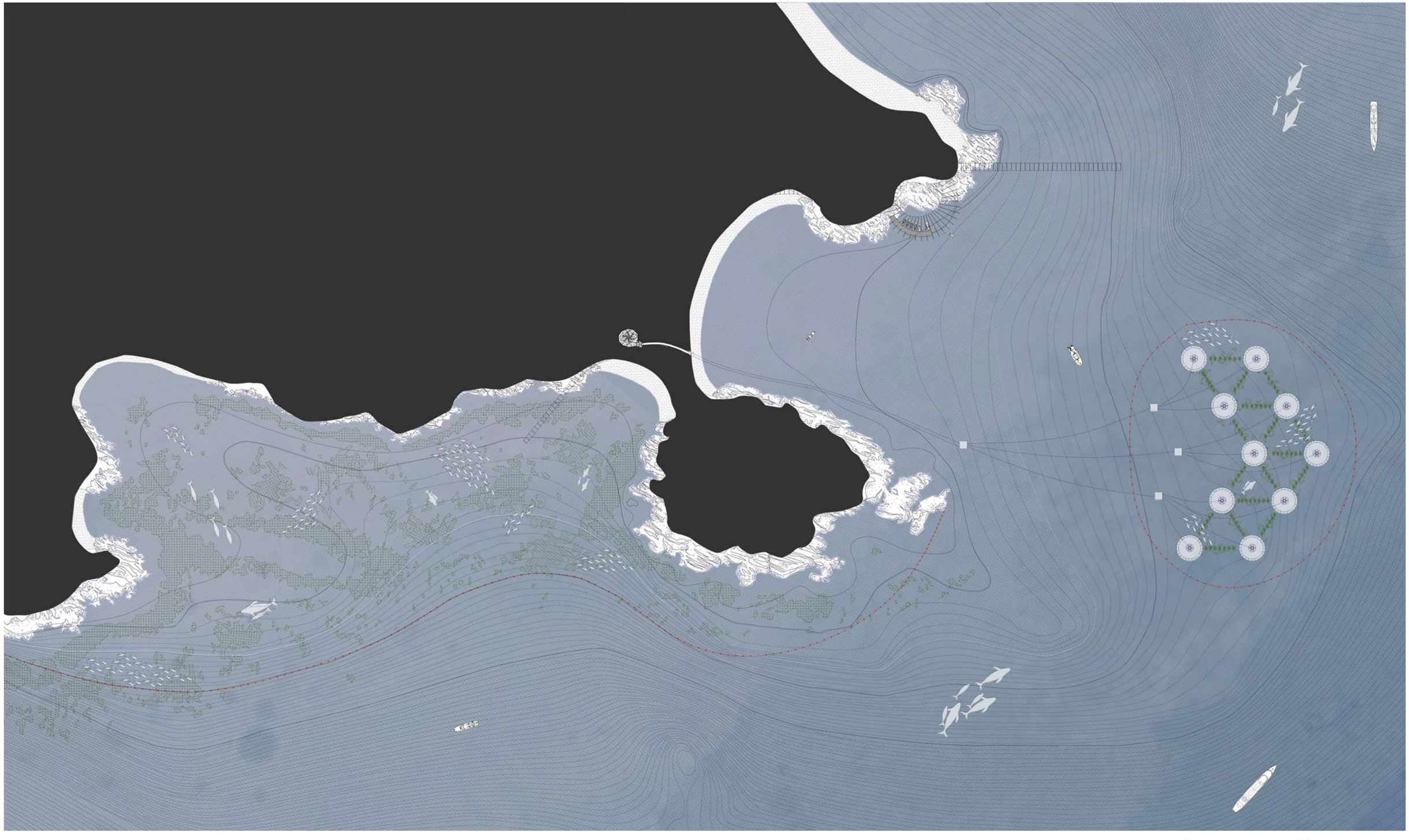


Figura 99. Planta Conjunto Nivel -1. Elaboración propia, 2021.

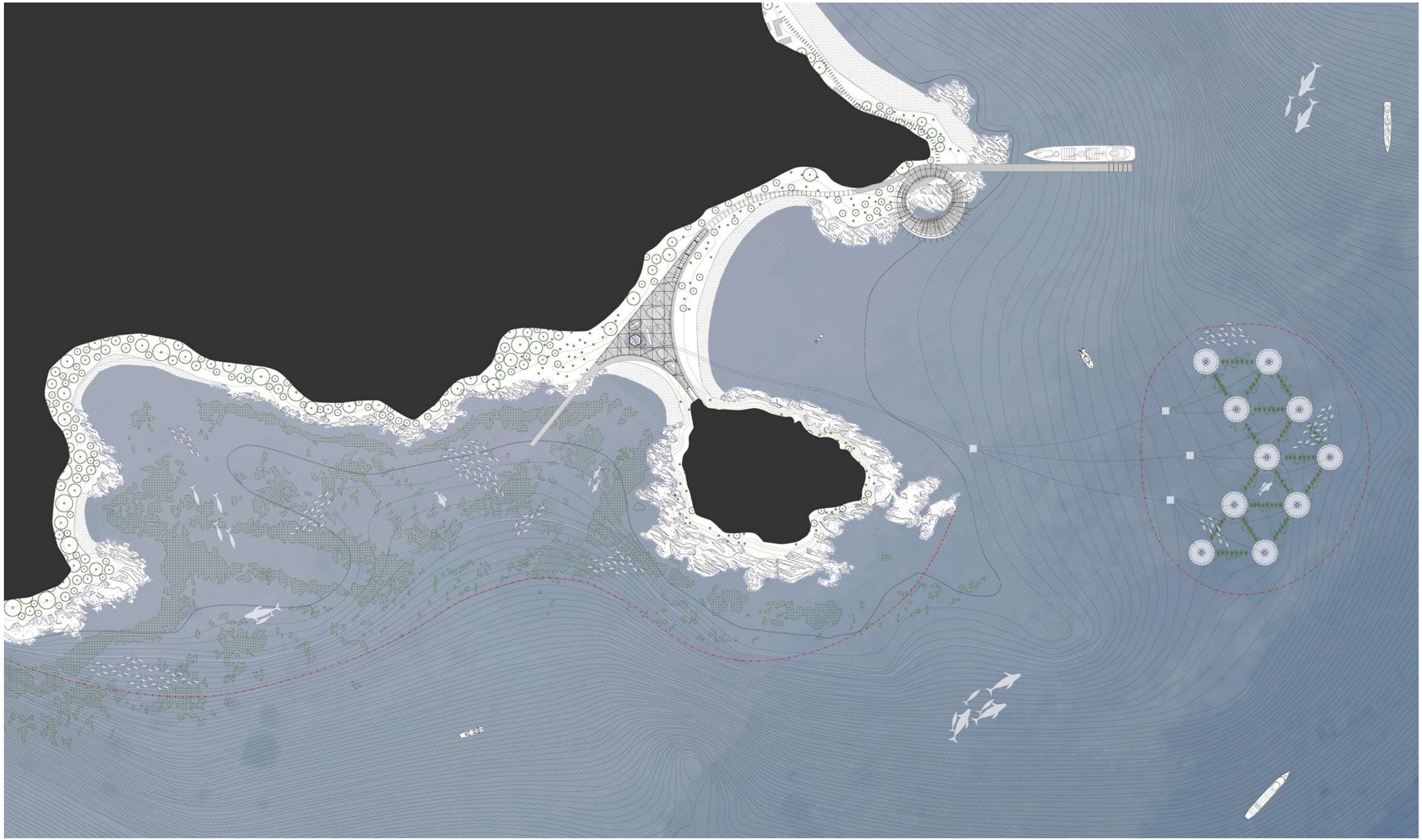


Figura 100. Planta Conjunto Nivel 1. Elaboración propia, 2021.

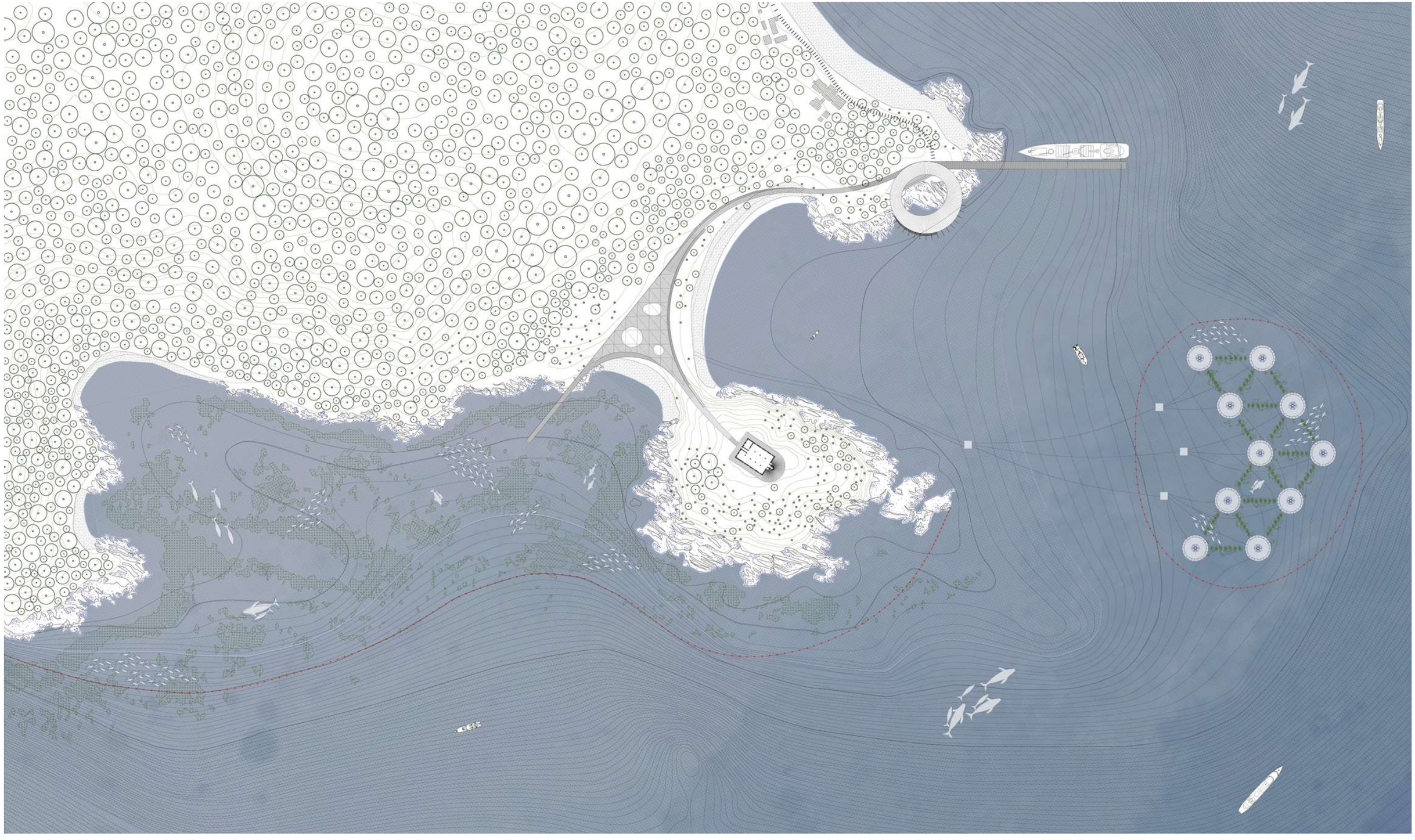


Figura 101. Planta Conjunto Nivel 2. Elaboración propia, 2021.

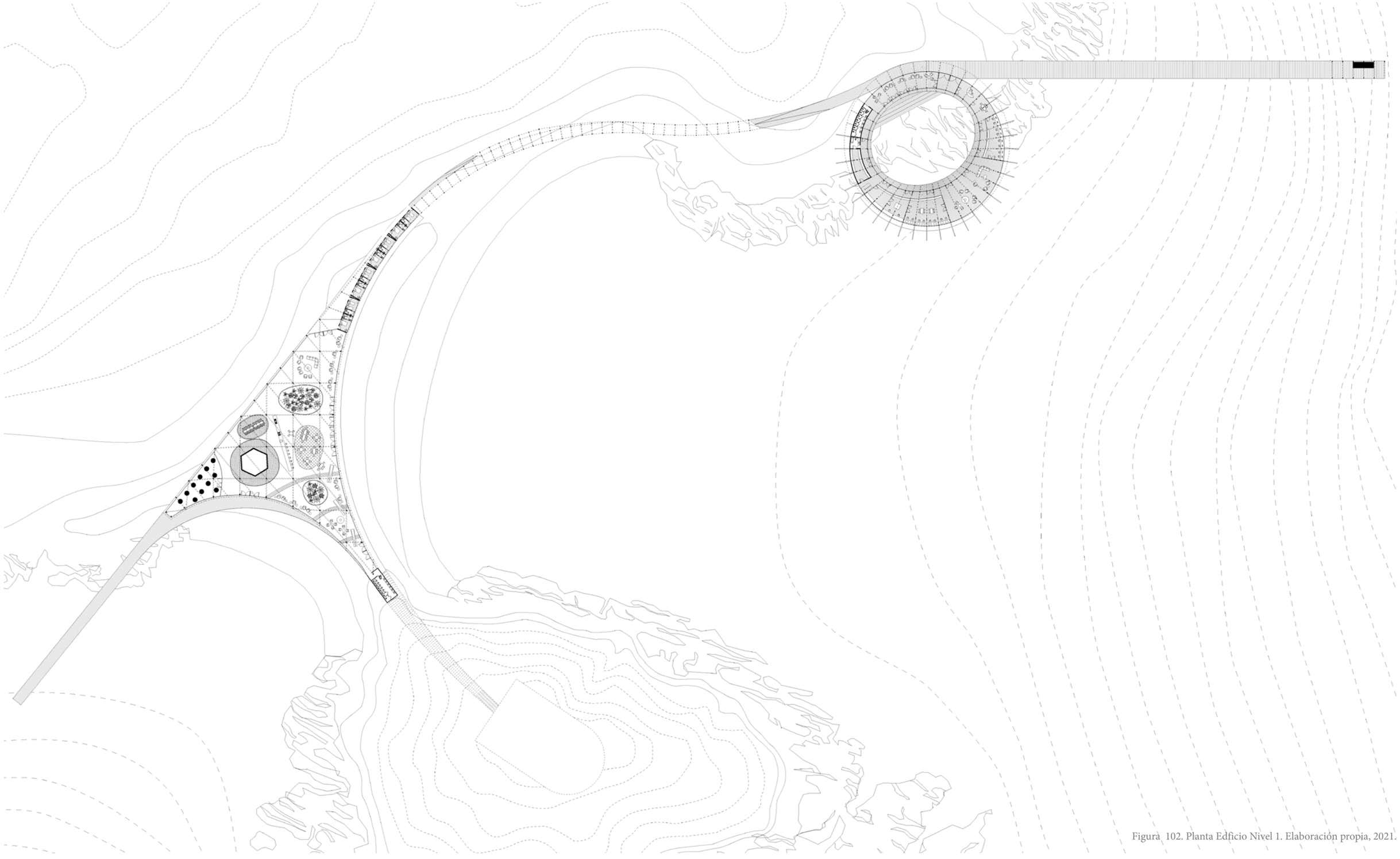
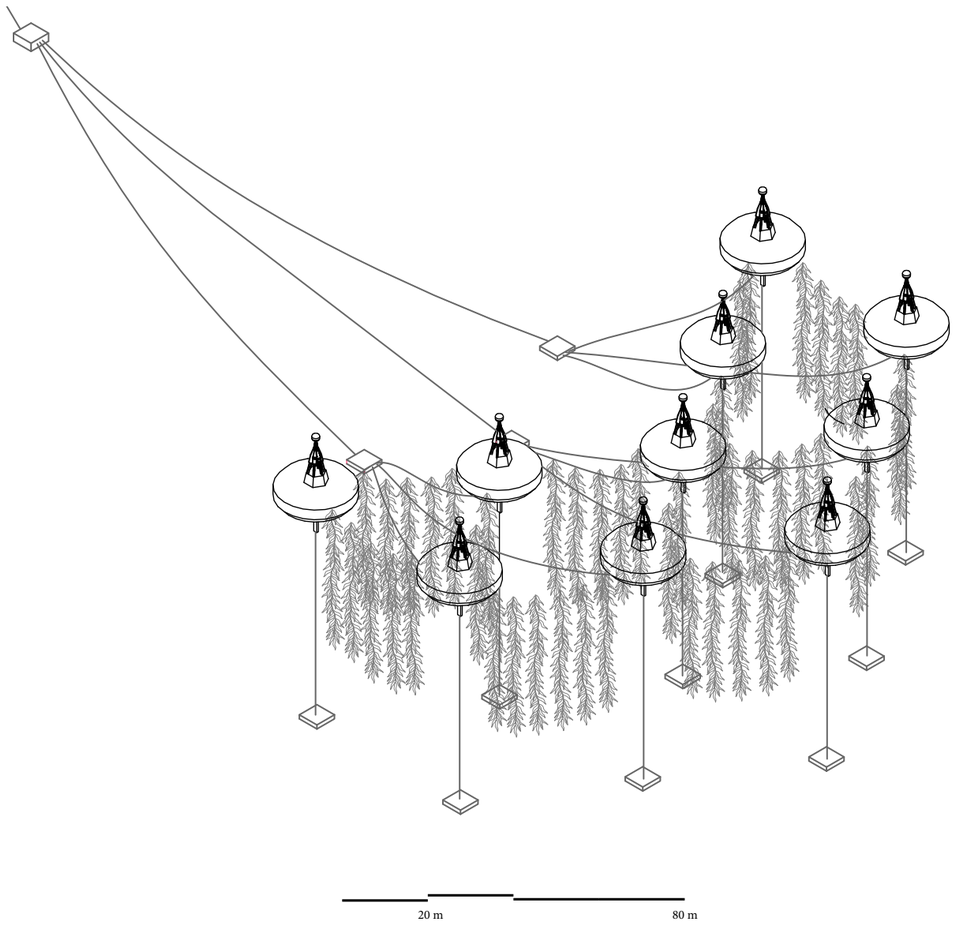


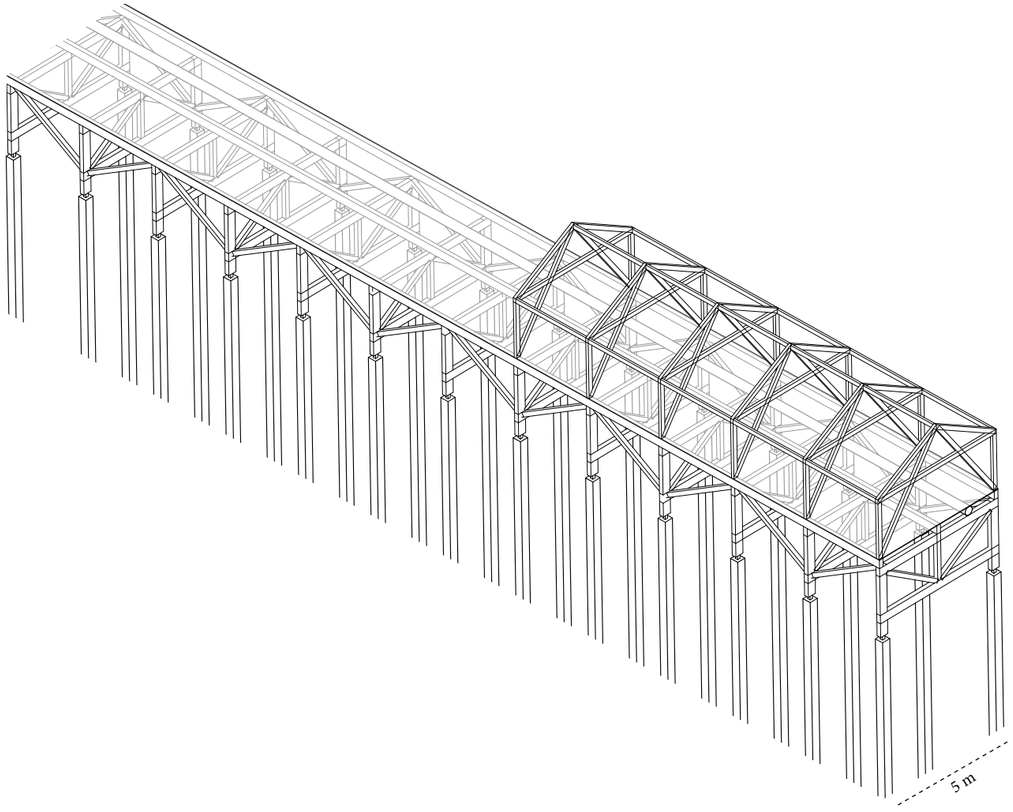
Figura 102. Planta Edficio Nivel 1. Elaboración propia, 2021.



Axonométrica Granja de Boyas y
Cultivo de Algas

Figura 103. Axonométrica / Imagen Granja de Boyas y Cultivo de Algas. Elaboración propia, 2021.

anja de Boyas. Elaboración propia, 2021.



Axonométrica Muelle y Estación de Recarga Eléctrica

Vector Activo

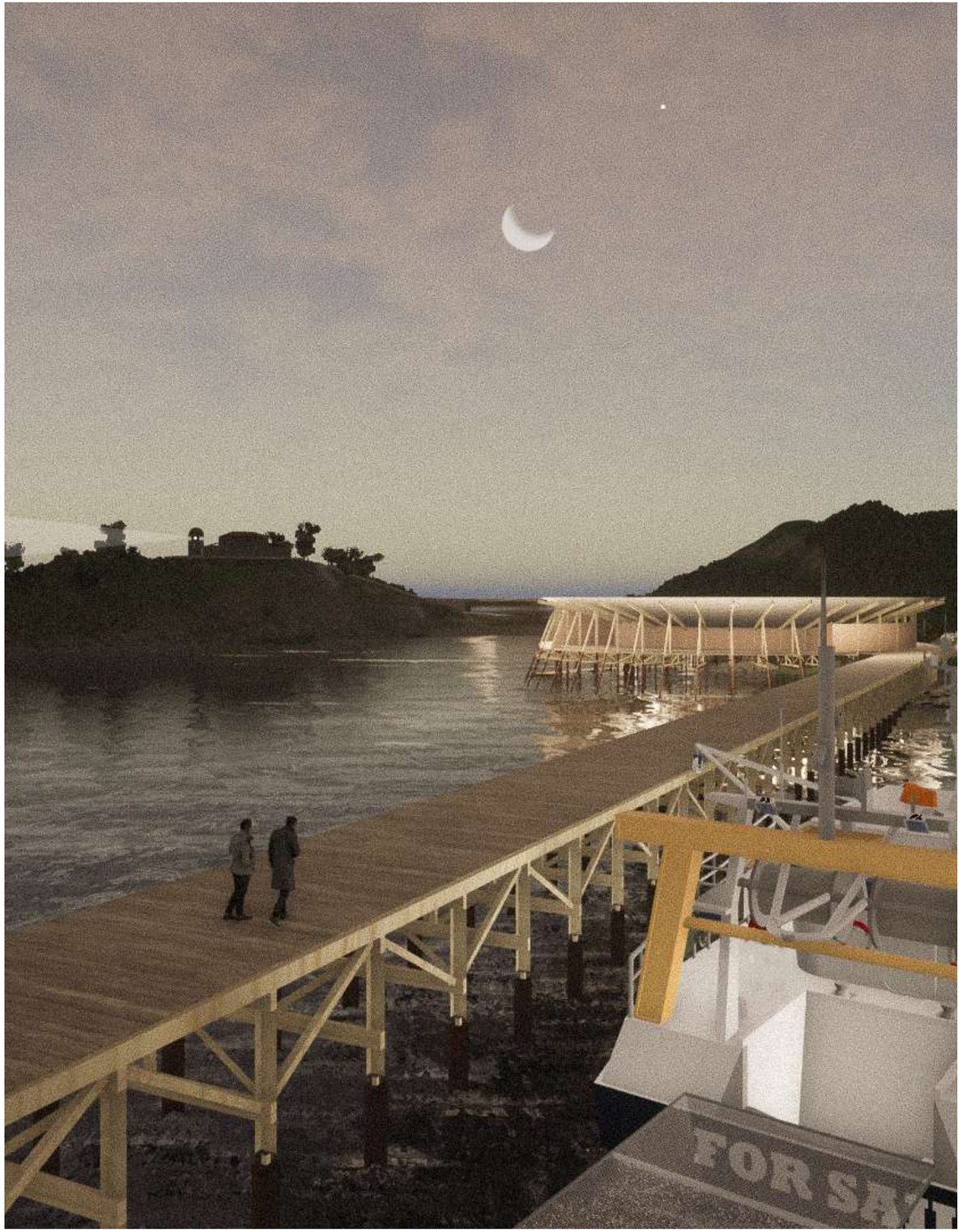
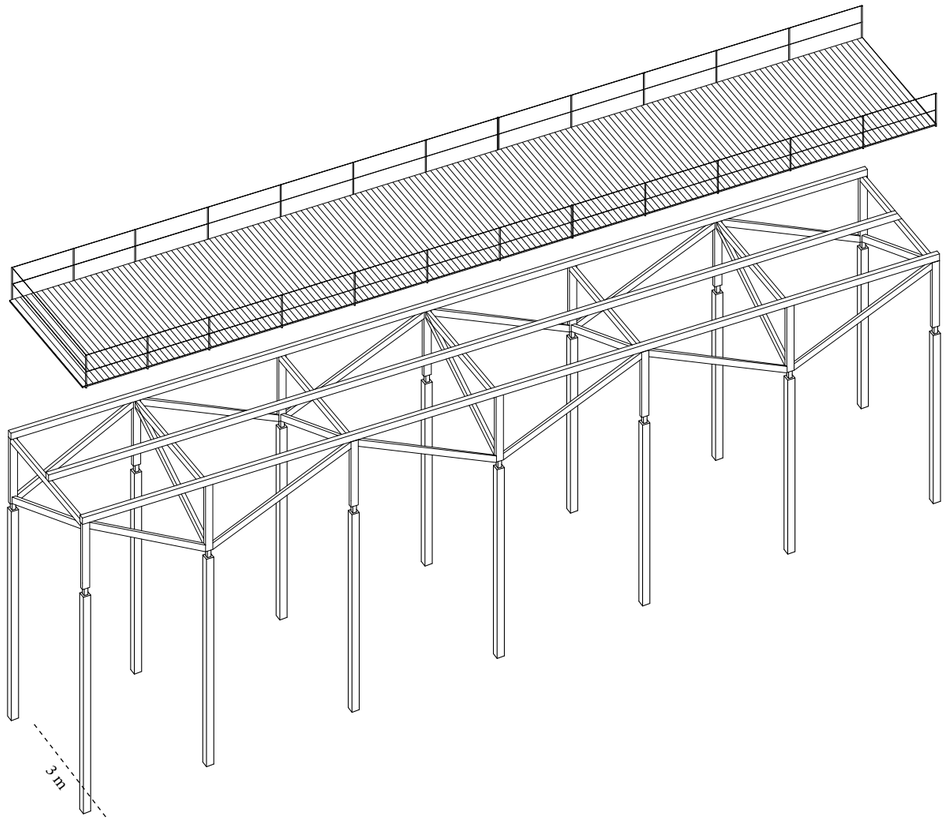


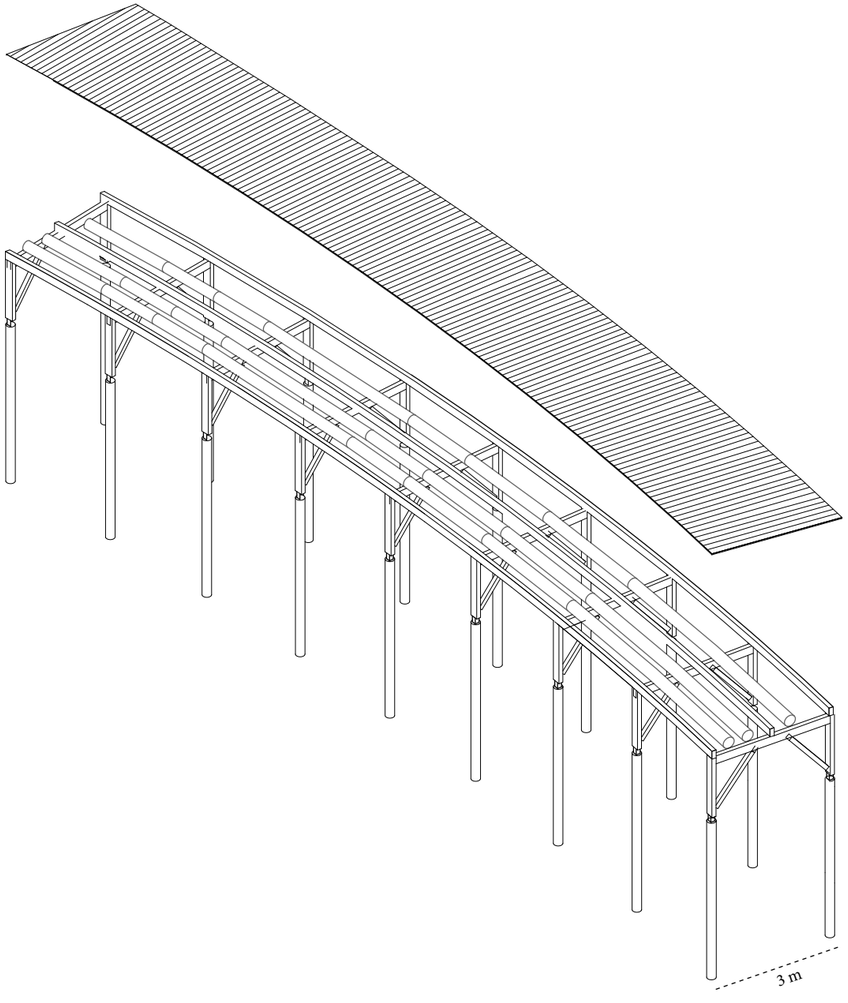
Figura 104. Axonométrica / Imagen Muelle y Estación de Recarga Eléctrica . Elaboración propia, 2021.



Axonométrica Mirador

Vector Activo

Figura 105. Axonométrica / Imagen Mirador zona protegida. Elaboración propia, 2021.



Axonométrica Pasarela

Sección Activa

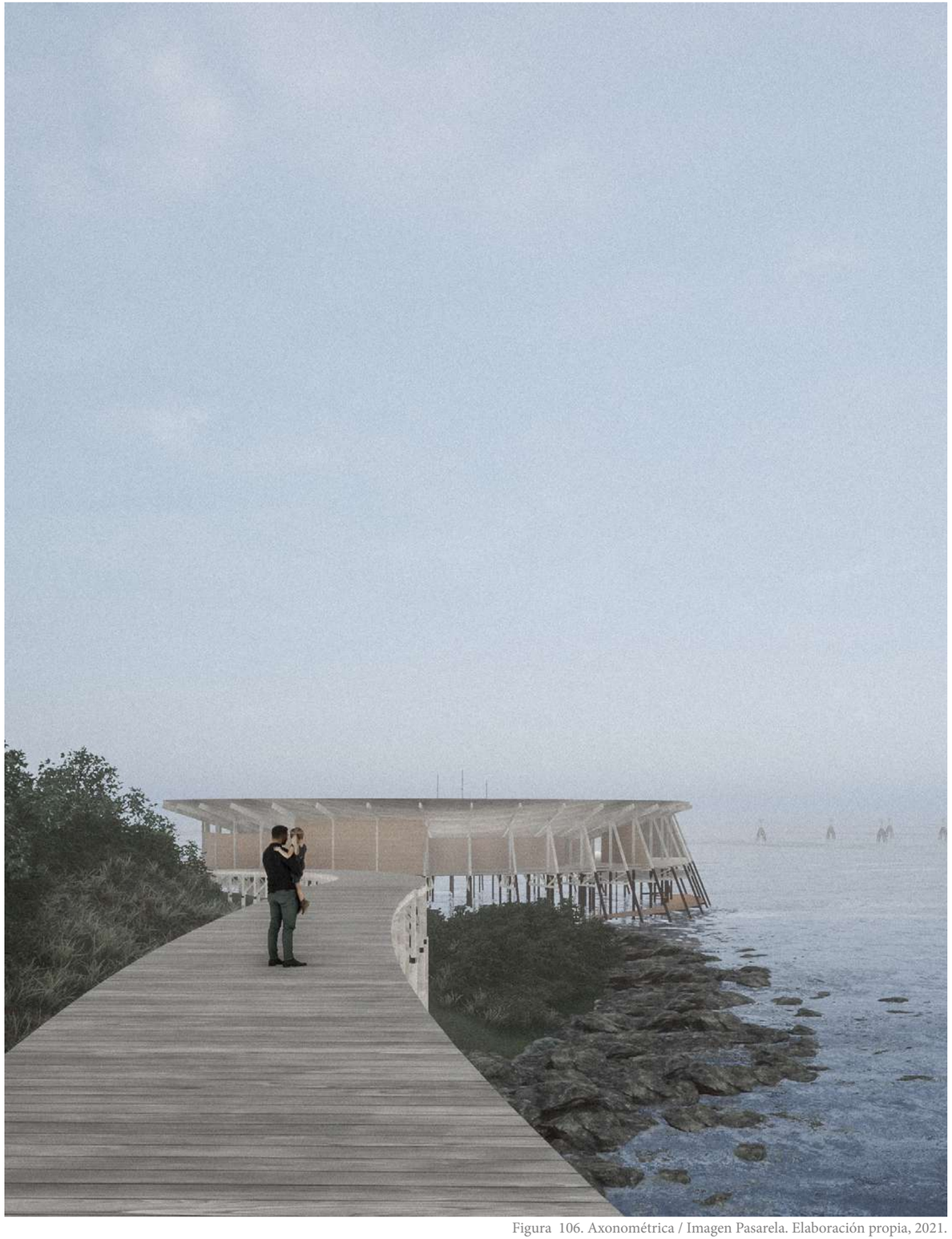


Figura 106. Axonométrica / Imagen Pasarela. Elaboración propia, 2021.

Granja de Boyas

La granja de boyas tiene un área de 82 mts2 en donde se reparten 10 boyas undimotrices oceanográficas de 20 m de diámetro cada una produciendo 1 MW, teniendo un total de 10 MW de producción. La granja incorpora el sistema de cultivo suspendido que consiste en mantener mediante flotadores una línea principal de forma horizontal en la superficie o a una determinada profundidad. La siembra de juveniles se realiza sobre el sistema suspendido; adosando en la línea madre otro cabo inoculado con semillas para su crecimiento.

Muelle

El muelle contempla una estación de recarga electrica para las embarcaciones post carbon. El tipo de estructura que soporta este programa es de vector activo, siendo su principal característica la triangulación. Al estar en contacto con el agua sus pies son de acero galvanizado.

Mirador

El mirador también se compone por este sistema, la triangulación permite cambiar la dirección de las fuerzas dividiendo las solicitaciones en diferentes direcciones a través de barras, permitiendo a la estructura transmitir las cargas a lo largo de mayores distancias sin la necesidad de muchos pilares.

Pasarela

En cambio, la pasarela al no estar en contacto con el agua se construye con madera solamente, teniendo que resistir a menos esfuerzos al no estar expuesta a las mareas y oleaje. Es por esto que se construye con el sistema de sección activa, siendo el prototipo de estos sistemas la viga lineal sobre dos apoyos.

Figura 107. Planta Edificio Circular Nivel -1. Elaboración propia, 2021.

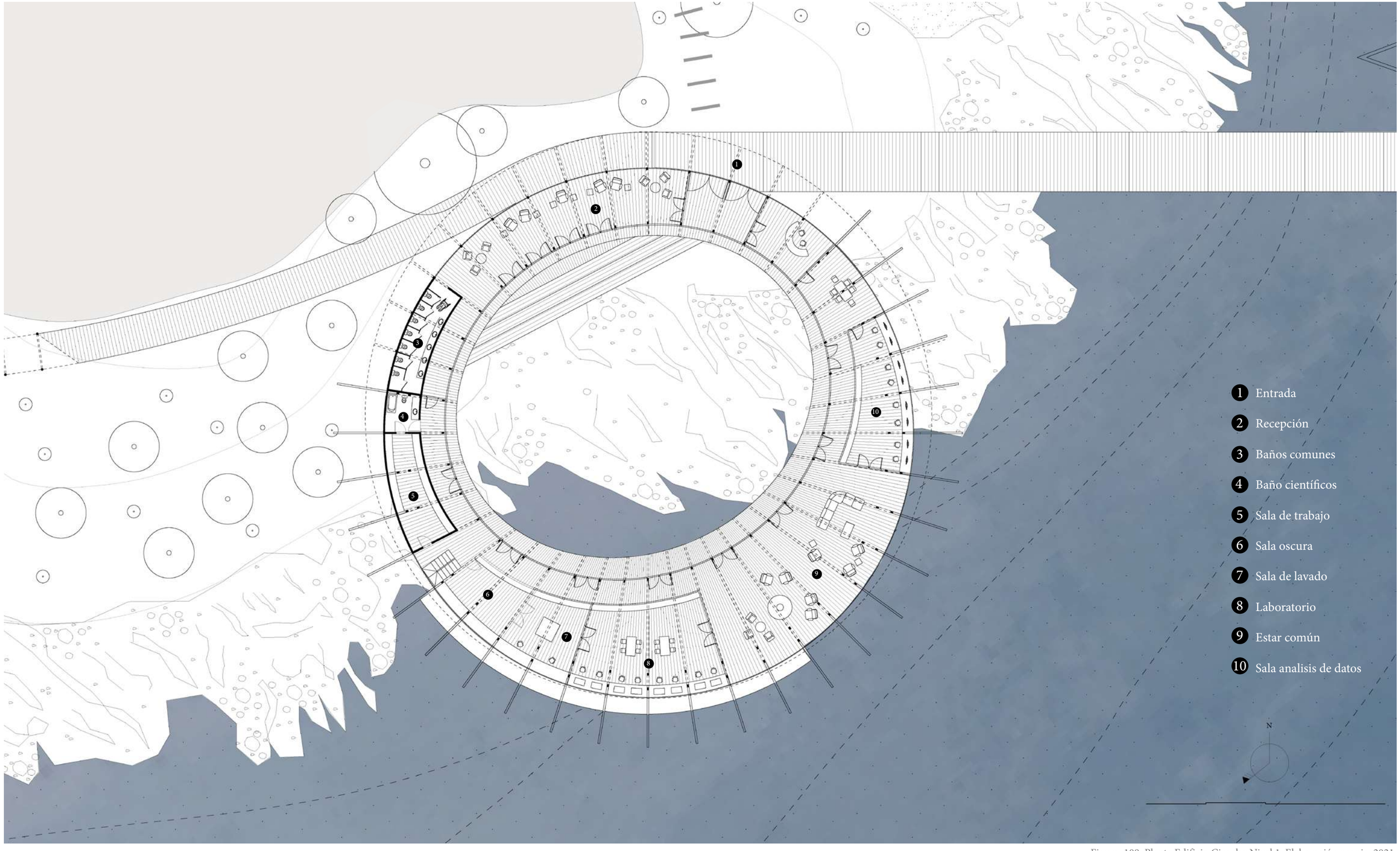


Figura 108. Planta Edificio Circular Nivel 1. Elaboración propia, 2021.

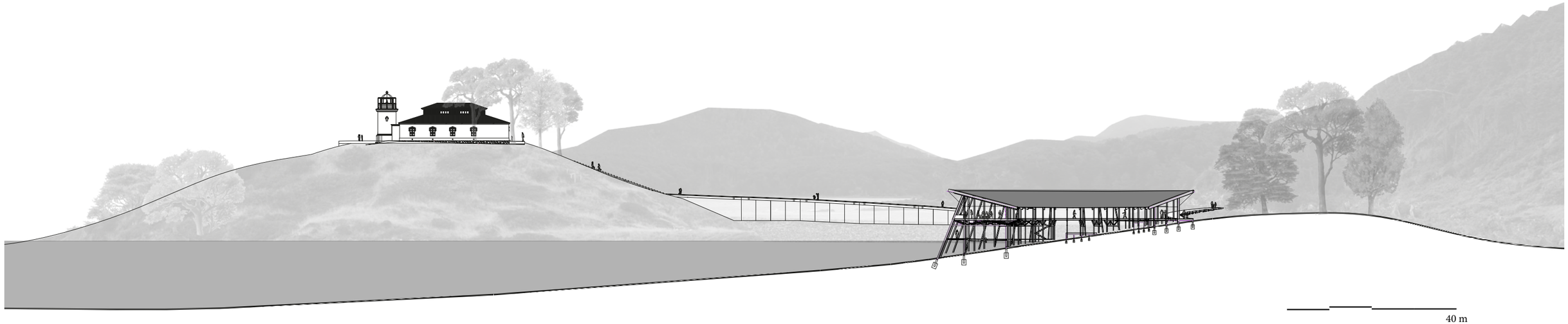


Figura 109. Corte Edificio Circular Contexto. Elaboración propia, 2021.

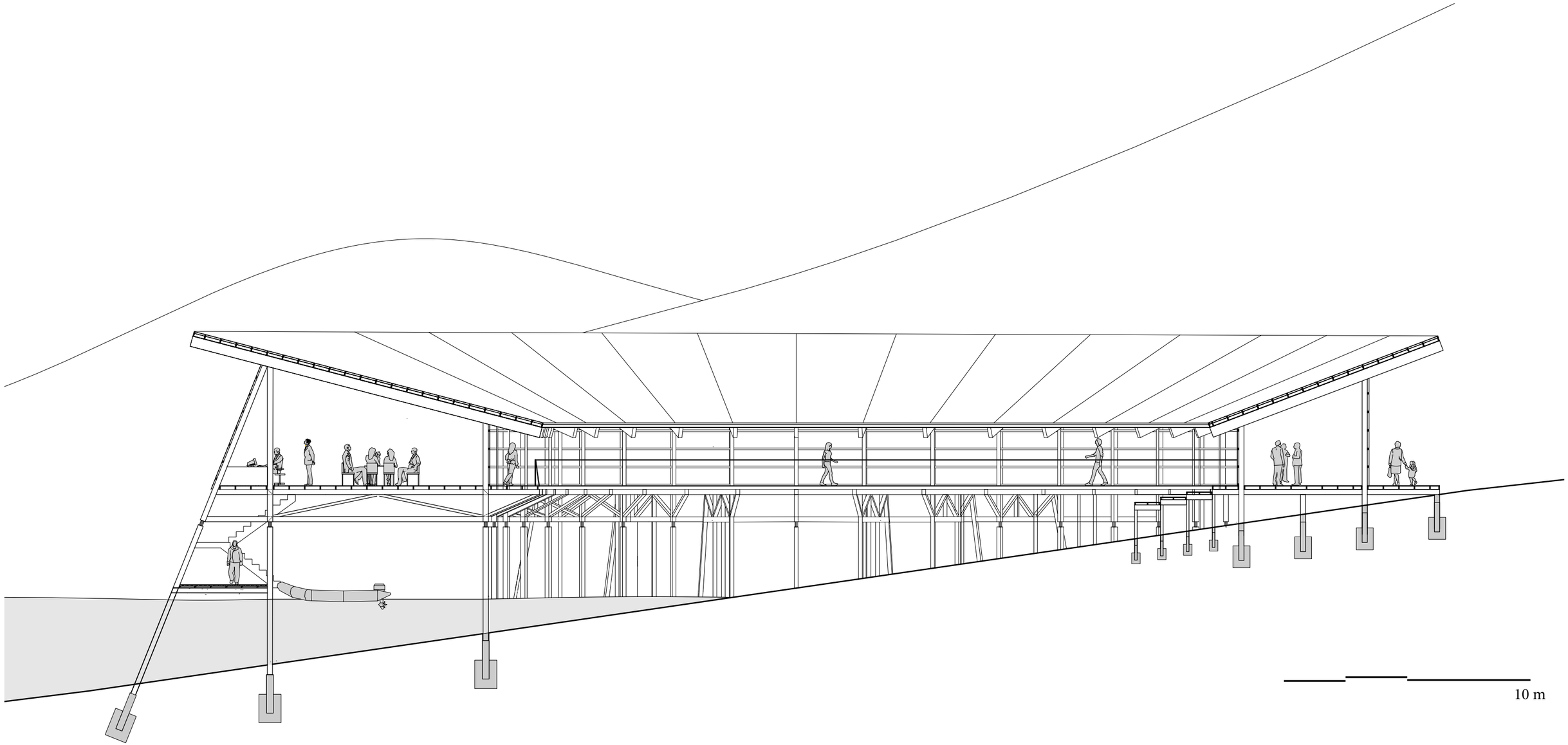
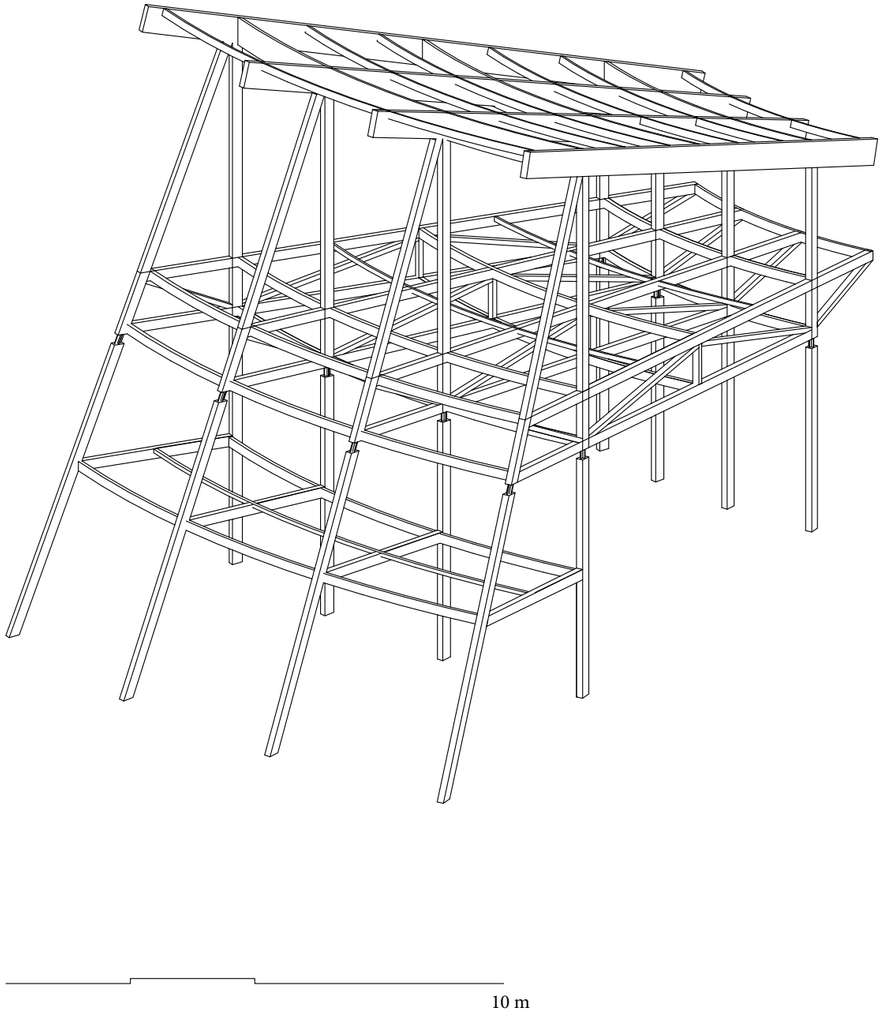


Figura 110. Corte Longitudinal Edificio Circular. Elaboración propia, 2021.



10 m

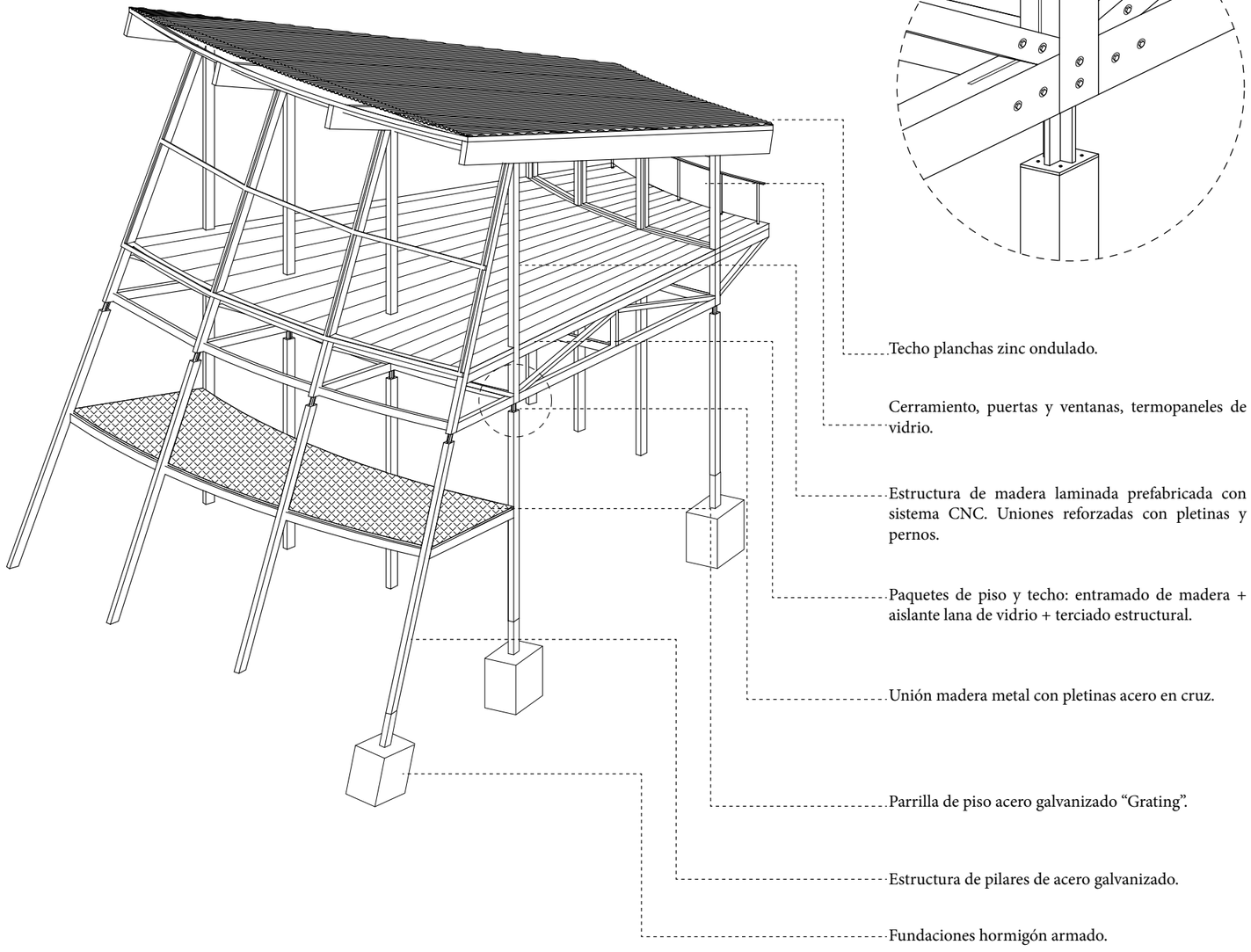


Figura 111. Axonométrica Escantillón Edificio Circular, *Superficie Activa*. Elaboración propia, 2021.

El edificio circular pretende envolver y habitar el traspaso de los medios, de manera que este alberga 2 entradas; la que recibe al muelle y al sendero que conecta con la hosteria (tierra), y el embarcadero para embarcaciones pequeñas (mar). El encuentro se trata de forma 360° al ser una estructura de madera vidriada; laboratorios y zonas de trabajo miran hacia lo que se esta investigando, permitiendo que el horizonte este siempre presente en los interiores. la cubierta tiene una pendiente de 20° al igual que el techo del faro, esto se debe a la nieve de invierno para que pueda escurrir con facilidad.

Planta Nivel -1

La plataforma entre medio de la estructura circular permite ser un lugar protegido para estacionar embarcaciones de menor escala. Este es el inicio del recorrido para el que hacer científico, ya que aquí emprenden la navegación hacia las boyas y los bosques algales.

Planta Nivel 1

El edificio se divide en dos, una zona publica de entrada principal al complejo y la zona científica. La forma circular del edificio ayuda como un reloj en el paso a paso del estudio y reproducción de las algas en cuanto a que tipo de recintos usar según el orden de operaciones a realizar.

Corte Edificio

El circulo se posa entre tierra y agua, respondiendo la mitad de los pilares a su condición terrestre mientras que la otra mitad adquiere esa inclinación para aprovechar las mareas y albergar las embarcaciones.

Detalle Estructural y Constructivo

El sistema estructural de este edificio es de superficie activa. Las superficies son el medio geométrico mas eficaz y claro para definir un espacio desde el interior hacia el exterior, siendo al mismo tiempo envolvente del espacio interior y piel externa del edificio. Es por esto que estos sistemas no permiten tolerancia ni distinción entre estructura y edificio, de manera que los espacios creados están sujetos a las leyes de la mecánica. Este sistema me pareció el mas adecuado para situarse en la complejidad de la unión entre agua y tierra.

Figura 112. Imagen interior laboratorios. Elaboración propia, 2021.

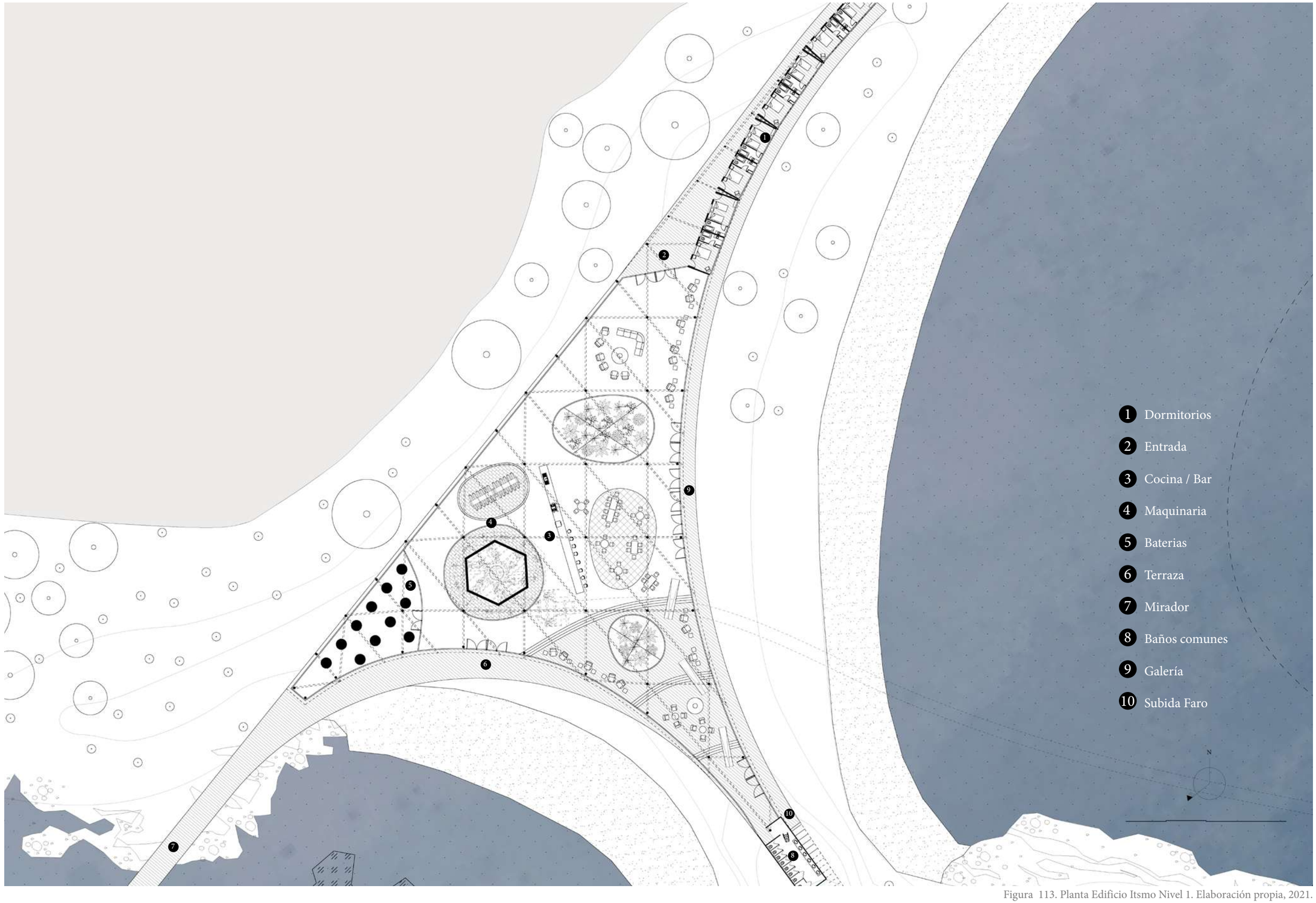


Figura 113. Planta Edificio Itsmo Nivel 1. Elaboración propia, 2021.

Figura 114. Corte Edificio Itsmo Contexto. Elaboración propia, 2021.

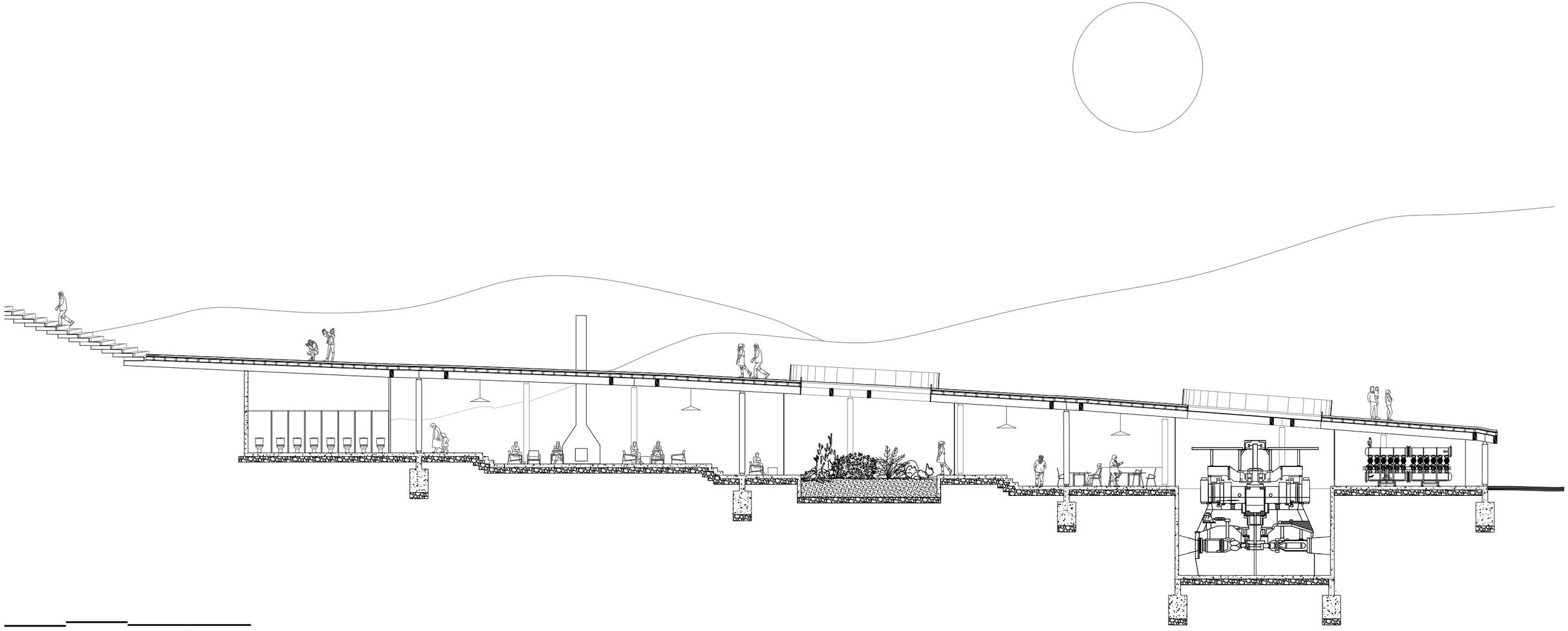
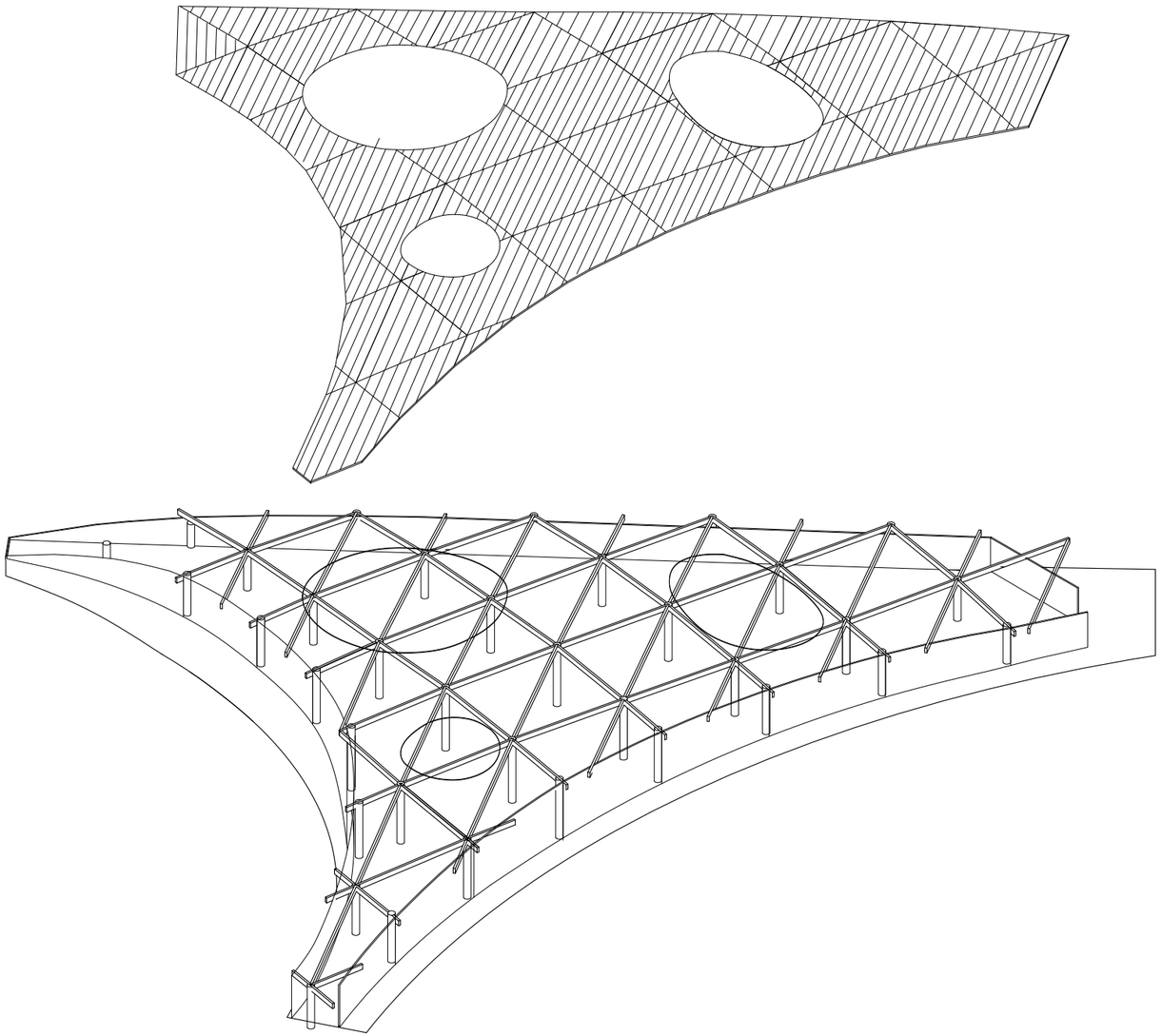
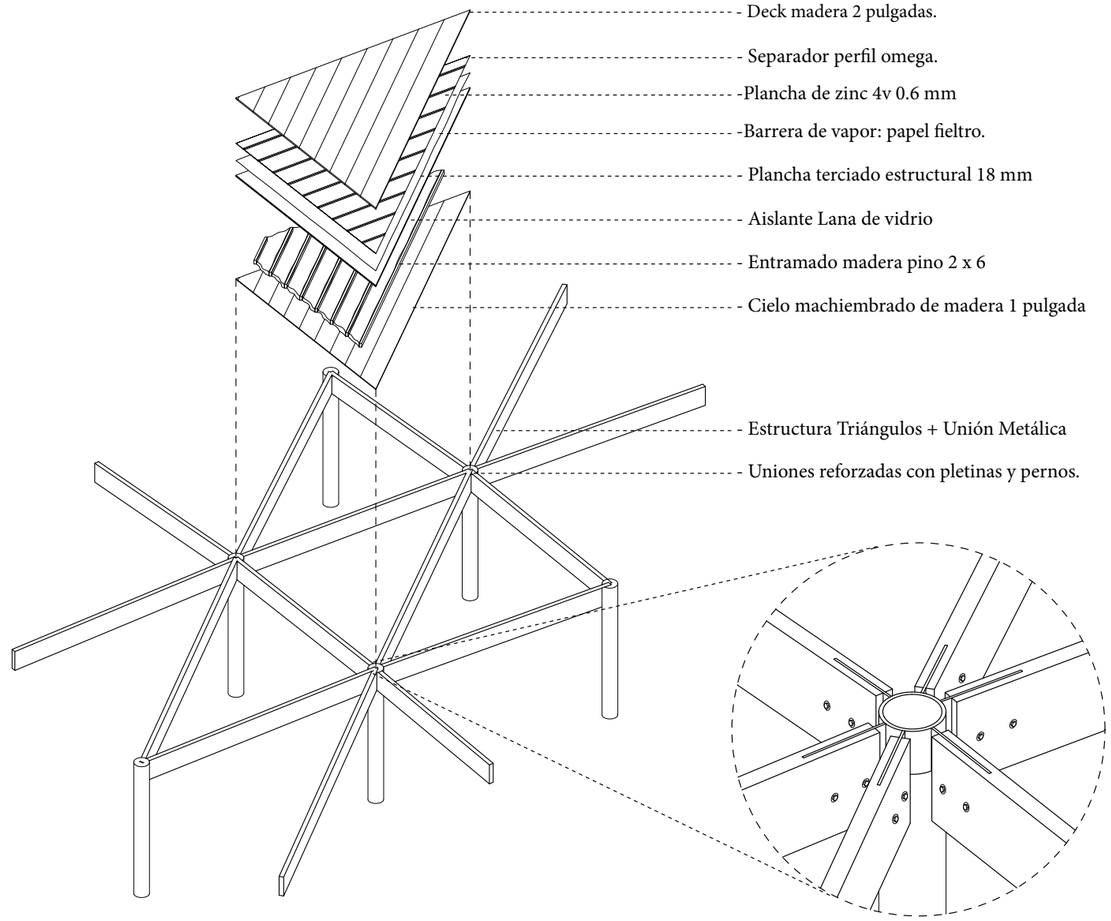


Figura 115. Corte Longitudinal Edificio Itsmo. Elaboración propia, 2021.





Unión metálica estrella de 6 angulos

Figura 116. Axonométrica Escantillón Edificio Itsmo, *Vector Activo*. Elaboración propia, 2021.

El edificio itsmo es un sistema estructural de vector activo, tratándose de una gran cubierta siendo el galpón que contiene a la turbina de Pelton y a la maquina desanilizadora de agua. Al mismo tiempo esta cubierta es la continuación de la pasarela, conformando el nuevo horizonte. Esta cubierta es caminable, continuando y acercando el paseo hacia el faro. El sistema estructural de columnas de madera que sostienen 6 vigas en distintos ángulos cada una permite que la estructura se asemeje a las formas de los montes del cabo, pudiendo imitar esa curvatura. Por otro lado, al interior del edificio las columnas se asemejan a las algas y las vigas trianguladas a la superficie que ve un buceador entre las hojas, las cuales dejan entrar ases de luz al igual que las lucarnas.

Planta Nivel 1

El edificio itsmo se organiza mediante un criterio de planta libre en donde sus esquinas albergan los servicios, mientras que el centro permanece suelto. Estos se organizan de tal manera que permiten el contacto continuo con ambas bahías.

Corte Edificio

Este edificio trata de confundirse con las líneas de los cerros que marcan el horizonte, siendo el techo parte de la plataforma de paseo que conecta al proyecto con la subida al faro.

Detalle Estructural y Constructivo

El sistema de columnas de distintas alturas unidas entre si por nudos de 6 vigas en distintas direcciones conforma una malla triangulada, siendo parte de los sistemas estructurales de vector activo. La geometría espacial, las propiedades de los poliedros y las leyes de la trigonometría esférica permiten articular estas mallas espaciales. Decidí utilizar este sistema ya que me permite replicar la condición atmosférica de los bosques de algas en la tridimensionalidad del medio acuatico.

Figura 117. Imagen interior. Elaboración propia, 2021.

Figura 118. Imagen interior. Elaboración propia, 2021.

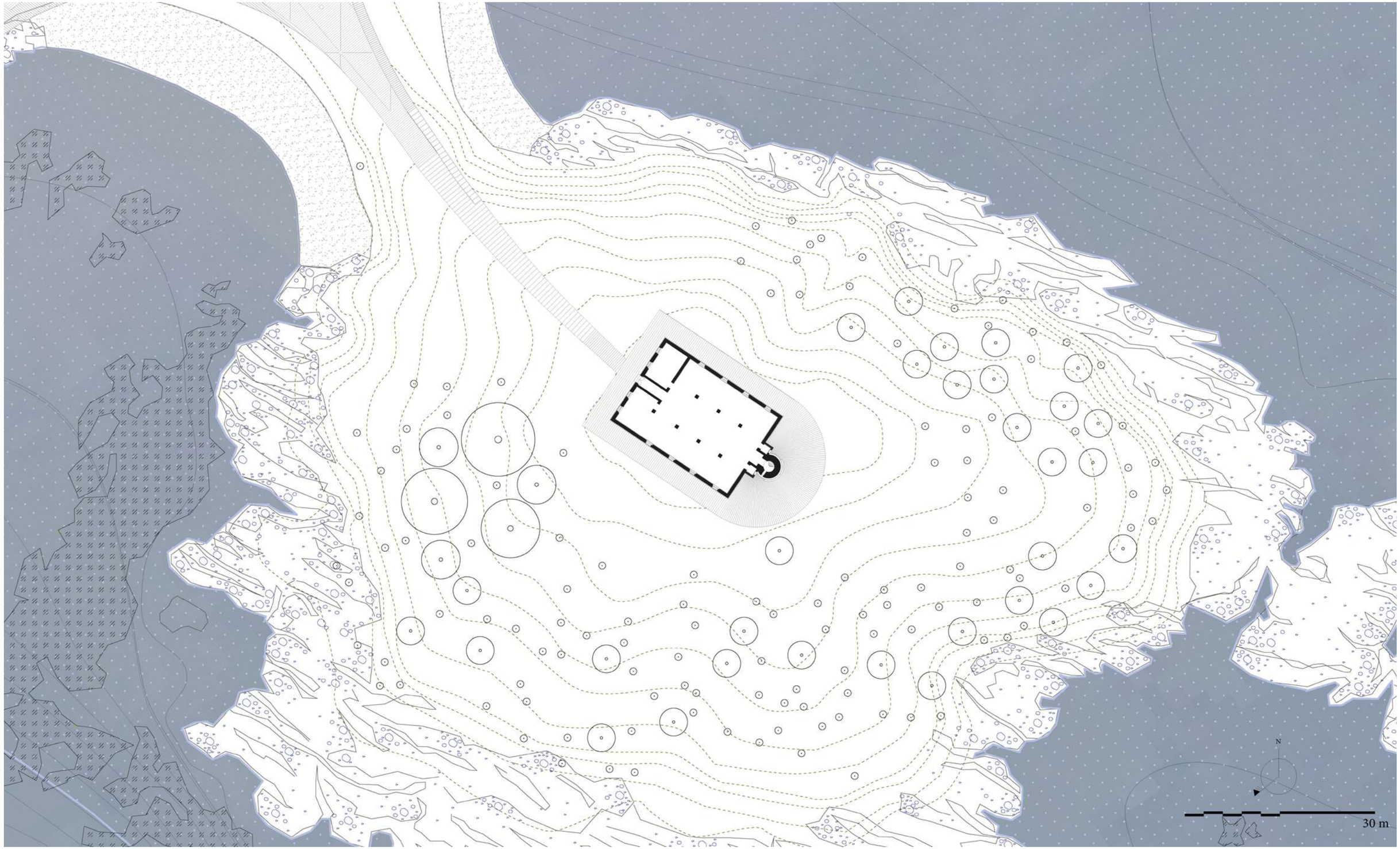


Figura 119. Planta Faro San Isidro. Elaboración propia, 2021.

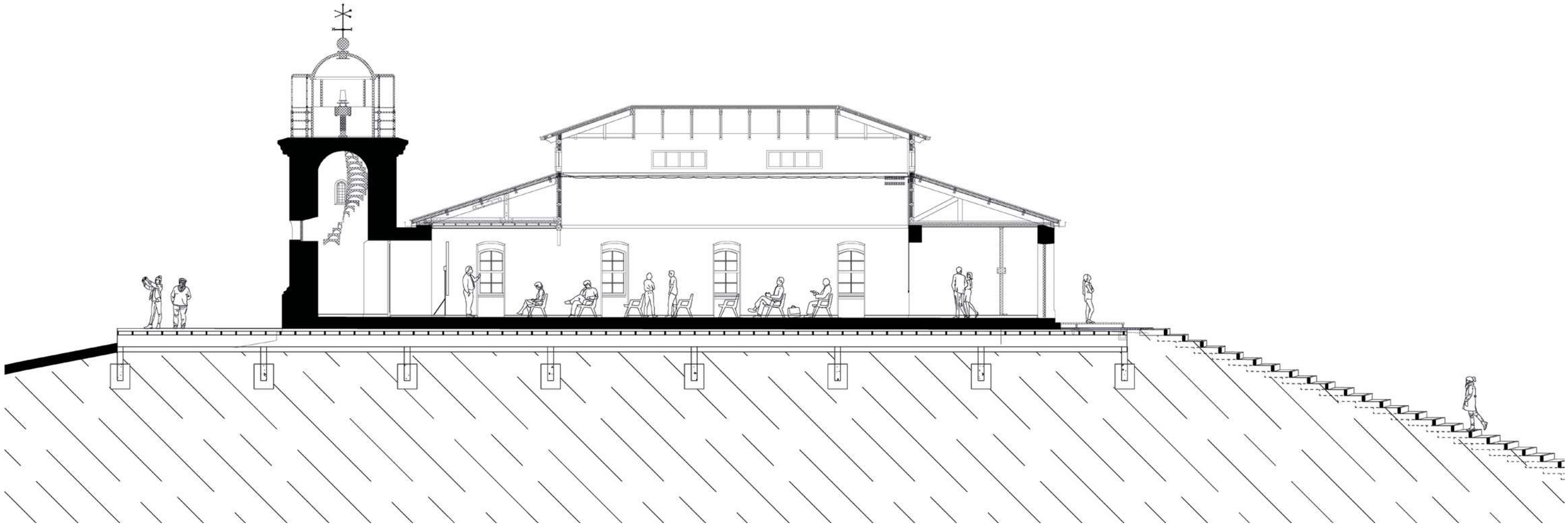


Figura 120. Corte Longitudinal Faro San Isidro. Elaboración propia, 2021.

Faro San Isidro

El faro San Isidro actualmente se encuentra cerrado, en el año 2000 se restauro para ser utilizado como museo de sitio, pero el descuido del edificio permitió que de a poco se fueran robando las piezas en vitrina. Es por esto que actualmente no cuenta con ningún programa y solamente la luz del faro es la que continua en vigencia. El proyecto propone reconfigurar el interior del faro botando sus muros para que quede una planta libre, de manera que se puedan hacer actividades con mayor aforo como conferencias, charlas, clases o eventos sociales. La plataforma que rodea al faro es la ultima pieza del proyecto, siendo esta una intervención sencillla a modo de plinto y mirador.

Figura 121. Imagen a vuelo de pájaro del conjunto. Elaboración propia, 2021.

VI. CONCLUSIONES

El ecotono, el encuentro entre medios, genera diálogos entre especies, densidades, elementos y escalas. De manera que tratar al proyecto con la sensibilidad de este engranaje de partes que conforman el traspaso del agua a tierra permite la creación de una infraestructura habitable en sintonía y en constante aporte con el paisaje de borde del Estrecho de Magallanes.

El proyecto entrecruza lo que es un sistema estructural con las cualidades de cada geometría de borde, siendo esto lo que permite la unidad y materialización de los distintos programas que tratan cada problema multiescalar. Esta unión entre sistema estructural y paisaje denota la sensibilidad con la que el proyecto miró a su entorno, a diferencia de muchos poblados que se instauraron con las lógicas de la colonización española, que insertó sistemas arquitectónicos desde el trazado urbano, hasta la obra misma, que no tienen nada que ver, formal ni programáticamente, con el maritorio austral. Esta inadecuación bloqueó toda posibilidad de autonomía energética (no solo eléctrica) ya que un sistema que no sabe dialogar con su entorno, no puede generar esta relación de dar y recibir con él, perdiendo la capacidad de autopoiesis.

El centro de interpretación del paisaje marino adquiere su cualidad de autopoiesis al estar constituido por las relaciones autopoieticas de sus componentes, al mismo tiempo que sus componentes son autopoieticos. Los componentes de este proyecto son seres vivos; humanos, cetáceos y algas, siendo seres autopoieticos. El intento de relacionar estos componentes en la complejidad de los problemas y escalas de cada uno, permite constituir las relaciones autopoieticas, siendo el proyecto el espacio/tiempo en donde estas ocurren. De manera que la obra de infraestructura se vuelve más orgánica, siendo dinámica en su aporte al medio; recibiendo información de este mediante las boyas; cuidando el interactuar de cetáceos con embarcaciones humanas; cultivando y protegiendo ecosistemas algales; y generando conocimiento y conciencia a los seres humanos que lo habitan.

Las memorias culturales de los humanos que han habitados estas aguas tambien se deben honrar en pos de constituir este dar y recibir del entorno. Hay gran sabiduría en el habitar ancestral, siendo los significados e interpretaciones de las geometrias de borde lo que se trabajó para incorporar esta cultura en el proyecto. Por otro lado, el faro es parte del imaginario mundial permitiendo hacer esta conexión con otros maritorios, teniendo objetos en comun.

Ahora bien, la autonomía energética eléctrica y la desalinización de agua que aportan las boyas undimotrices al sistema es lo que termina por permitir el funcionamiento autónomo de este proyecto. Ya que muy distinto seria todo lo anterior conectado a la red de infraestructura energética que destruye su entorno para poder producir. Las boyas undimotrices permiten seguir la línea de una infraestructura que se posa en un paisaje con la finalidad de dar y recibir de éste, ya que captan la energía del mismo medio al que van a servir.

Por último, la sistematización de las partes (secciones/tramos) del anfibio según cada geometría y estrato de borde es lo que hace que el proyecto pueda ser replicable en otras geografías, siendo la investigación la metodología a implementar en cada célula o punto de la red siendo un sistema abierto que espero motive a más arquitectos a explorarlo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, O. (2016) Habitar en el Espacio y el Lenguaje: El Léxico de la Geografía Kawésqar.
- ÁLVAREZ, R., THER-RÍOS, F., SKEWES, J., HIDALGO, C., CARABIAS, D., & GARCÍA, C. (2019). Reflexiones sobre el concepto de maritorio y su relevancia para los estudios de Chiloé contemporáneo. Revista Austral de Ciencias Sociales, (36), 115-126.
- BMT Oceánica. (2015). CETO 6 Garden Island Marine Environmental Management Plan.
- BORREGAARD, N. (2018). Hacia una Mayor Compatibilidad entre Crecimiento y Protección Medio Ambiental.
- BOSCH, A., MARTIC, D. (2020) MAGALLANES 2020: Proyectos de Paisaje Urbano en la Patagonia.
- CAPELLA, J., GIBBONS, J. (2019) Cetáceos y Hombres.
- Carnegie Wave Energy Limited (2015). Annual General Meeting.
- Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagonia y Antártica (Fundación CEQUA). (2012). Guía Representativa de la Biodiversidad de los Fondos Marinos de Magallanes.
- CHAPMAN, A. (2002). Culturas Tradicionales Patagonia, Fin de un Mundo: Los Selknam de Tierra del Fuego.
- CIORBA, J. (2014). Observación y Maritorio.
- Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Uchile. (2014) Informe de Energía Mareomotriz.
- ENGEL, H. (1967). Sistemas de Estructuras.
- FERNANDEZ, A. (2017) Uroboro: La Serpiente que se Muerde La Cola en los Textos Alquímicos Griegos.
- Fundación MERI (2019). Ballenas Azules en el Sur de Chile.
- FERRADA, L. (2012). Diseño de Rodete de Turbina Hidráulica Tipo Pelton para Microgeneración.
- Fundación MERI (2019). Navegantes del Océano y el Sonido.
- GARRAD HASSAN (2009). Preliminary Site Selection Chilean Marine Energy Resources.
- GEUZE, A. (2016). Landscape as a Construct, Engineering as a Memory.
- GHOSN, R. (2019). Carbon Re-Form.
- GHOSN, R. (2010). Landscapes of Energy.
- GIBERT, J., CORREA, B. 2001. La teoría de la autopoiesis y su aplicación en las ciencias sociales.
- HEMER, M., MANASSEH, R., MCINNES, K., PENESIS, I., PITMAN, T. (2018). Perspectives on a Way Forward for Ocean Renewable Energy in Australia.
- ITURBE, E. (2015). Architecture and The Death of Carbon Modernity.
- KEIPER, C., CALAMBOKIDIS, J., FORD, G., CASEY, J., MILLER, C., KIECKHEFER, T. (2012). Risk Assesment of Vessel Traffic on Endangered Blue and Humpback Whales in the Gulf of The Farallones and Cordell Bank National Marine Sanctuaries.
- LEGOUPIL, D., CHRISTENSEN, M., MORELLO, F. (2011). Una Encrucijada de Caminos: El Poblamiento de la Isla Dawson (Estrecho de Magallanes).
- MANSILLA, A., ÁVILA, M. (2007) Bases Biológicas para el Manejo de Macroalgas Pardas en la XII Región.
- MARÍA, F. (2020). Corrientes Oceánicas y Fauna Marina.
- MARTINIC, M. (1977). Historia del Estrecho de Magallanes.
- MARTINIC, M., FERNANDEZ, J. (2019) Faros del Estrecho de Magallanes: Un Patrimonio Histórico y Arquitectónico.
- MARTINIC, M., GARCIA, S. (2014) Arquitectura Rural Menor en Magallanes I. MAGALLANIA (Chile), Vol. 42(1): 5-16.
- MEDIAVILLA, G. (2016). Energía Undimotriz en Chile Continental: Zonas de Generación del Oleaje y Predictibilidad.
- MEYER, K. (2008). Recycling Landscapes Architecture New Frontier.
- MEYER, K. (2007). Uncertain Parks.
- MORALES, J., BORREGO, J., FLOR, G., GARCÍA, F. (2009) Bancos de Arena Cubiertos Permanentemente por Agua Marina Poco Profunda: Bancales Sublitorales.
- NIELSEN & WELLS (1997). Hydrodinamics of Ocean Wave-Energy Utilization.
- PALACIOS, M., OSMAN, D., RAMÍREZ, J., HUOVINEN, P., GÓMEZ, I. (2021) Photobiology of the giant kelp Macrocystis pyrifera in the land-terminating glacier fjord Yendegaia (Tierra del Fuego): A look into the future?

- PIRIZ, G. (2017). Cálculo y Diseño de una Central de Energía Undimotriz.
- RIOS, C., MUTSCHKE, E. (2009) Aporte al Conocimiento de Macrocystis Pyrifera: Revisión Bibliográfica sobre los Huirales Distribuidos en la Región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Chile). 37(1):97-102.
- ROVIRA, J., HERREROS, J. (2016). Clasificación de Ecosistemas Marinos Chilenos de la Zona Económica Exclusiva.
- SAAVEDRA, S., HENRIQUEZ, L., LEAL, P., COOK, S., CÁRCAMO, F., GALLEGUILLOS, F. (2018). Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura a Pqueña Escala en Chile.
- SABATÉ, J. (2004). De la Preservación del Patrimonio a la Ordenación del Paisaje.
- SALINAS, S., CONTRERAS, M., FIERRO, J. (2003). Propagación de la Onda de Marea en el Estrecho de Magallanes.
- SASSI, M., PALMA, E. (2006). Modelo Hidrodinámico del Estrecho de Magallanes.
- SAURA, F. (2010). La Contaminación Acústica Submarina: Fuentes e Impacto Biológico.
- VÁSQUEZ, V., AVELLANA, J. (2007) Arquitectura Vernácula en Maderas Nativas de Autoconstrucción Sostenible en Situación de Borde Mar: Caleta Tortel, Patagonia de Chile.
- VERSALOVIC, S. AQUATERRA (2015). Energías Marinas en Chile.
- Unidad de Cultura FUCOA. (2013). YAGAN.
- ULLOA, P. (2019) Cultivos Algales en la Costa del Desierto

- Cristian Argel, oriundo magallánico y dueño de Kayak Agua Fresca. Entrevista archivo personal, 2021.

Gracias a mi familia por todo su amor y cuidado.

A la Anzus por su compañía incondicional.

A mi amiga Mayra, que gracias a nuestra amistad pudimos
llevar a buen puerto nuestros proyectos de título.

A Ramiro, por ser un maestro.

A mis profesores de título, Pilar, Ignacio y Arturo, por su
dedicación y entrega.

Y por último, gratitud al Océano...