

PLATAFORMA BIORREMEDIADORA ALGAL EN MEJILLONES



Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura
y Urbanismo.
Memoria para optar
al título profesional de
Arquitecta.

Victoria Santos Peralta

[Profesor guía]

Mario Terán

[Profesora guía]

Mariana Rojas

Semestre primavera
2018. Santiago de Chile

Dedicado a los detalles absurdos

Índice

	Nº
INTRODUCCIÓN	[8]
CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN	
1.1 Problemática	[11]
1.2 Objetivo general proyecto	[12]
1.3 Objetivos específicos	[12]
1.4 Metodología	[12]
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	
2.1 Contaminación en Chile: Zonas de Sacrificio	[15]
A / Injusticia ambiental	[16]
B / Noción de vulnerabilidad	[0]
C / Mapeo por las Zonas de Sacrificio en Chile	[0]
2.2 Matriz energética en Chile	[0]
2.3 La Biorremediación como sistema de mitigación ambiental	[0]
A / Fitorremediación marina	
B / Biología y ecología del alga M. Pyrifera	[0]
C / Distribución geográfica del alga M. Pyrifera	[0]
D / Fauna asociada al alga M. Pyrifera	[0]
E / Reproducción, crecimiento y desarrollo del alga	[0]
F / Capacidad de bioadsorción de metales pesados del alga	
2.4 Plan de acción FAO asociado al desarrollo del alga	
A / Contraste de realidades	
B / Producción de alginato	
2.5 Arquitectura flotante: conceptos de ingeniería naval	
2.6 Arquitecturización del proceso del alga	
CAPÍTULO 3: LUGAR	
3.1 Elección del lugar	
3.2 Antecedentes del lugar y contexto	
3.3 Emplazamiento del proyecto	

CAPÍTULO 4: REFERENTES [11]

CAPÍTULO 5: PROYECTO

5.1 Propuesta urbana [15]

5.2 Concepto y estrategias de diseño [15]

5.3 Propuesta arquitectónica [0]

5.4 Caracterización de usuarios [0]

5.5 Programa arquitectónico [0]

5.6 Propuesta estructural y constructiva [0]

5.7 Modelo de gestión y financiamiento [0]

A / Gestión económica - administrativa [0]

B / Gestión del agua [0]

C / Gestión energética [0]

D / Gestión de desechos [0]

5.8 Avance de proyecto [0]

5.9 Preguntas [0]

CAPÍTULO 6: RESPUESTAS [0]

A / ¿Cómo contener y escalar el espacio?

B / ¿Cómo construir en el mar?

C / ¿Cómo responder a una escala geográfica tan extensa y distante a la tierra?

D / ¿Cómo responder a condiciones climáticas particulares?

CAPÍTULO 7: SÍNTESIS

7.1 Reflexiones finales

CAPÍTULO 8: FINAL

8.1 Bibliografía

INTRODUCCIÓN

Este trabajo muestra el proceso y los fundamentos que guiaron el proyecto de título universitario denominado “Plataforma de Biorremediación algal” ubicada en el mar de las costas de Mejillones, en la II Región de Antofagasta, Chile. Los primeros trazos para desarrollar este proyecto se inician con el interés gestado durante la carrera en el vínculo existente entre medioambiente y la arquitectura, particularmente en la producción de basura y como esta podría incluirse dentro del discurso y quehacer de dicha disciplina.

Es por esto, que en las etapas finales de pregrado, se decide realizar la práctica profesional en el colectivo Basurama en Madrid, instancia que proporcionó un lugar fértil de experimentación de forma práctica con “basura” ya sea esta entendida como un espacio, un elemento, un material, etc. y poder generar con esto arquitectura, de este modo otorgarle un nuevo uso a algo que ya se consideraba como indeseado. Luego estos conocimientos se volcaron en una investigación teórica, en el Seminario, en el que se exploró en la realidad nacional, donde se observaron territorios contaminados y se estudió el origen de la contaminación, el cómo se generaba la basura y cómo algunos colectivos y grupos de arquitectos utilizaban esta contingencia, al recuperar espacios y/o elementos, para entregarle una nueva vida y así contribuir con disminuir una sobrecarga negativa de trabajo al planeta tierra, a la vez, que se cuestiona de manera rotunda la necesidad de explotación y contaminación incontrolada de nuestros recursos medioambientales en pos de un desarrollo.

El “desarrollo” el cual se refiere, es el que se ha caracterizado por una actitud de dominio y explotación asociada a una posición totalmente utilitarista del ser humano y que por un prolongado tiempo, dejó de lado las consecuencias y secuelas que tenía sobre la naturaleza y en la transformación de nuestra sociedad. De tal manera, que el nivel de desarrollo en nuestra sociedad se evalúa según indicadores de actividad económica, que no necesariamente se reflejan en un beneficio palpable ni para el ser humano y para los ecosistemas.

Es así como el interés en esta problemática, la que hasta hace unos meses era algo ajeno para todos, está ahora sobre la palestra y donde las comunidades, principalmente, de regiones de nuestro país, son las primeras en verse vulneradas. Es por esta razón y por mi incansable deseo de que los saberes funcionen de manera interdisciplinaria, es que decido hacer un proyecto de estas características en una ciudad como Mejillones.

De la misma forma que se fue descubriendo y desglosando las distintas aristas de esta problemática, es que esta memoria se estructura, presentando en un segundo capítulo el marco teórico, el cual estructura la investigación, entregando datos sobre la realidad nacional, presentando las causas de esta problemática, las ciudades afectadas y los datos duros que avalan esa realidad. Enseguida se desarrolla una posible solución a la problemática, a través de la ocupación de especies vegetales en la biorremediación, como

lo son las algas. Se describe su morfología y la forma de funcionamiento, a la vez de que se va conectando con la problemática ambiental de las zonas de sacrificio y comienzan a dilucidar las necesidades programáticas que requeriría un proyecto de arquitectura, el cual tomará como materia prima el uso de éstas plantas.

El **tercer capítulo: lugar**, se expone la información desde las observaciones más macro a las más micro, de forma que la información vaya decantando de manera lógica, es así, cómo se justifica la elección de la región en la cual emplazar el proyecto, a través de criterios tanto cualitativos como cuantitativos, posteriormente se complementa esta información, con datos y antecedentes del lugar y el contexto, para finalmente tomar la decisión del lugar preciso donde se emplaza el proyecto.

El **cuarto capítulo: referentes**, es muy importante dentro de esta memoria, ya que es el momento donde las ideas comienzan a materializarse a través de la observación de proyectos de arquitectura ya realizados, es el momento de mayor feedback dentro de la investigación teórica, ya que cada referente presenta un aporte para lo que será la plataforma de biorremediación

Posteriormente en el **quinto capítulo: proyecto**, se presenta información propia del proyecto, acá los referentes adquieren sentido, porque ya han sido trabajados, entendidos y adaptados a las necesidades propias del nuevo diseño. Es así como en este apartado se conceptualiza y argumenta todas las decisiones realizadas, desde las estrategias de diseño urbano, pasando por las arquitectónicas, hasta la gestión y financiamiento y finalizando con una serie de preguntas las cuales, desde un inicio fueron planteadas como interrogantes innegables dentro de un proyecto de estas características. Cabe destacar que algunas de estas decisiones pueden tener variaciones, ya que desde el momento que se entrega esta memoria hasta la entrega del proyecto existen varias semanas de trabajo de diseño, donde el proyecto puede mutar.

En el **penúltimo capítulo: respuestas**, se responden las preguntas planteadas anteriormente, cabe destacar que entre las estrategias de diseño y el desarrollo de algunas de las preguntas existe una similitud de contenidos, pero se debe entender que desde las preguntas que fueron planteadas desde un principio se desprenden las estrategias y que las primeras presentan una mayor reflexión frente al proyecto, mientras que las estrategias de diseño presentan una decisión concreta y definida.

Finalmente, en el **último capítulo: síntesis**, se manifiestan conclusiones en cuanto al proyecto y al proceso académico, si se cumplieron o no los objetivos deseados para el proyecto y comentarios críticos, los cuales pueden ser constructivos para procesos posteriores tanto para mí, como para los profesores con los cuales trabajé, como para la institución.

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN

1.1 PROBLEMÁTICA

Este proyecto de arquitectura se enmarca en una problemática la cual viene desarrollándose hace varias décadas en distintas localidades a lo largo de Chile, las llamadas popularmente **Zonas de Sacrificio**, las cuales son entendidas como sectores en donde se ha priorizado el establecimiento de polos industriales por sobre el bienestar del medioambiente y sus comunidades. Los derechos fundamentales de los habitantes de estos lugares son vulnerados tanto económica, social y ambientalmente dado por los altos niveles de concentración de contaminantes presentes en aire, agua y tierra. En Chile, estos territorios se pueden identificar en diversas localidades, como Mejillones, Freirina, Huasco, Til-Til, Quintero, Puchuncaví y Coronel. En palabras del académico FAU y premio nacional de geografía Hugo Romero:

“Muchos problemas son forjados desde la aceptación social cuando la negligencia institucional o la malformación corporativa son aceptadas y normalizadas. La expansión de nuevos emprendimientos productivos instala la idea de que existen territorios vacíos o socialmente vaciables, con el fin de poner sus bienes naturales bajo el control de grandes empresas. El aislamiento, empobrecimiento, vulnerabilidad y baja densidad poblacional de estos sectores, facilita la instalación de un discurso productivista y excluyente que evidencia al territorio como locus del conflicto”

La mayoría de estos territorios son localidades o ciudades costeras, donde el litoral del océano Pacífico fue el principal atractivo turístico, ya sea

por los recursos marinos que presentaban, por las apacibles playas y por el bello mar que las acompaña. Sin embargo, en la actualidad ese océano, en dichas zonas, presentan un elevado impacto antropogénico derivado y asociado a las intensas y desreguladas actividades industriales que acompañan el desarrollo de Chile, basado en un modelo extractivista neoliberal puesto en práctica desde hace 50 años.

En este sentido, **se escoge trabajar y desarrollar un proyecto de arquitectura emplazado en el norte de Chile, específicamente en la Bahía de Mejillones**, puesto que es considerado un lugar estratégico para situar la producción de insumos para la minería, que por años ha afectado las comunidades que habitan en las cercanías y se encuentran al devenir de los desastres ambientales comúnmente silenciados y minimizados.

La contaminación en Mejillones, ha generado a nivel local, una disminución de la biodiversidad y recursos existentes en los ecosistemas, generando una depresión de las actividades económicas relacionadas con el mar, por ende, con la consecuente disminución de ingresos económicos ligados a esta. Sin embargo, “los efectos no solo son económicos directos, sino que también hay una disminución del valor económico de las actividades recreativas que reportan ingresos indirectos como las actividades turísticas”(Informe de la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente, 2011), transformándose en localidades totalmente vulneradas donde el estado y el agente privado no escatiman en seguir contaminando.

Considerando lo mencionado anteriormente, es que este proyecto enmarcado en dicho contexto, encuentra una oportunidad para situarse en zonas fronterizas con otras disciplinas, trabajando en conjunto con los estudios experimentales en ficobiología y biología marina, para aportar una solución, que a través de la construcción de una plataforma flotante, la cual se plantea desde el inicio como un hito urbano, de solución a las necesidades existentes, al generar un industria sustentable que trabaje con la utilización de una biomasa de algas parda *macrocystis pyrifera*, con el fin de fitorremediar la contaminación del mar a mediano y largo plazo.

1.2 OBJETIVO GENERAL PROYECTO

Generar un proyecto arquitectónico que aporte a la descontaminación del mar de Mejillones, y a la vez se constituya como un proyecto que de estructura y vida a la ciudad, reactivándola y conectándola con el borde costero y su hermoso mar.

1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Se propone crear una plataforma de descontaminación marítima, la cual tendrá objetivos específicos en corto, mediano y largo plazo, debido a la envergadura del proyecto y los grandes alcances que éste tiene.

OBJETIVOS A CORTO PLAZO

1. Proyectar un hito urbano y arquitectónicamente reconocible por la comunidad para

volcar la localidad nuevamente hacia el mar y los bioritmos de la naturaleza que éste presenta y de este modo quitar el estigma de ciudad contaminada.

2. Ampliar las discusiones disciplinares de la arquitectura vinculandola con otros saberes para dar respuestas a problemáticas complejas de nivel país.

OBJETIVO A MEDIANO PLAZO

1. Generar una propuesta en la utilización de recursos naturales -algas- como activo para investigar a través de la experimentación e investigación sobre técnicas de fitorremediación marina, por tanto pavimentar un tránsito hacia la utilización de energías verdes y renovables en nuestro país.

OBJETIVO A LARGO PLAZO

1. Dilucidar el potencial productivo y de bio-remediación de cultivos instalados en estas zonas, con un modelo de desarrollo participativo, basado en capacitar y concientizar a los beneficiarios de la comunidad en general del territorio afectado, a la par que va limpiando el mar de Mejillones.

1.4 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

El proceso de investigación y desarrollo de este proyecto se estructura en base a seis etapas explicadas

a continuación, las cuales están conectadas entre sí. Se reconocen momentos en los que predomina una actividad sobre otras, sin embargo no es un proceso lineal, sino más bien dinámico.

I. IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Cómo aportar desde la arquitectura a una remediación a los altos índices de contaminación acuática presentes en el océano contiguo a la localidad de Mejillones y desde ahí cimentar una propuesta arquitectónica replicable en otras Zonas de Sacrificio en Chile.

II. INVESTIGACIÓN EN TERRENO

Fase de sumersión: visita a terreno y estudio de campo a través de conversaciones realizadas con distintos actores implicados en el complejo escenario medioambiental, económico y social en el que se ve inmerso Mejillones desde hace unas décadas a la fecha. Para esto se realizaron conversaciones abiertas, en las cuales cada persona relevante en la temática contaba desde el relato de su propia vida en Mejillones, hasta investigadores que se dedican al desarrollo e investigación en torno a la problemática.

Es así como se especificará en orden cronológico los acercamientos más significativos que se realizaron durante el proceso, para esto se utilizaron procedimientos de recopilación de datos como son entrevistas, fotografías y cartografías.

En primer lugar, la reunión que dio inicio a la investigación fue con la Dra. Loretto Contreras, quien

es la *Presidenta del Directorio Sociedad Chilena de Ficología* y profesora titular de la Universidad Diego Portales y encargada del Proyecto FIC-Algas 2015-2016. Esta investigación fue esencial para el desarrollo del proyecto, ya que fue ahí donde se constató de forma empírica la capacidad de absorción de estas algas en contexto de contaminación. Para obtener material de primera fuente se viajó con el equipo encargado hasta la caleta de Quintay, donde se mostró y explicó todo el proceso de elaboración y mantenimiento de esta biomasa.

Ya entendido el proceso del alga, se decide viajar a Mejillones para constatar a través del relato de sus propios habitantes la realidad de la problemática, (cabe destacar que meses anteriores viaje a Mejillones y se ve a simple vista que la ciudad está viviendo una realidad de vulnerabilidad), en primera instancia me reúno con Jaime Ramírez presidente del sindicato de buzos y mariscadores de Mejillones, el cual me entrega relatos y paseos por la bahía para demostrarme el cambio que ha sufrido la ciudad desde la gran explosión de la industria minera. Y en un segundo viaje con Claudio Hormazabal pescador de Mejillones.

Ya habiendo visto la realidad, era necesario entender los procesos por los cuales estaba pasando esta bahía es por esto que me acerco a la Universidad de Antofagasta donde obtengo una reunión con distintos investigadores y académicos relacionados con el mar, es así como Roberto Ramos jefe carrera de biología marina UA y Juan Morales Ingeniero en lab. de microalgas y análisis compuestos activos UA me explican desde una mirada científica, crítica y proyectiva la realidad que está viviendo Mejillones.

Joaquín Ramírez director de la fundación Medioambiente, colaboró con la entrega de datos duros, publicaciones, reflexiones y luchas las cuales ayudaron a armar el marco teórico de esta memoria. En paralelo a esto se intentó varias veces reunirse con los arquitectos o planificadores urbanos de la comuna para poder conversar con ellos o obtener información al respecto, fue imposible hacerlo, ya que siempre existía una excusa al respecto, da para pensar que algo se quería ocultar.

Finalmente el académico y subdirector del centro de energía de la Universidad de Chile, Guillermo Jiménez, aportó con explicaciones respecto a la matriz energética presente en Chile, las fallas de esta, lo anticuado de la red y los combustibles utilizados, los intereses creados en pos del dinero fácil y por último los desafíos y virtudes que nuestro territorio presenta para la posibilidad de expansión de una matriz energética de características 100% amigables con el medio ambiente.

Todas estas personas contribuyeron en que este proyecto pudiera transformarse desde la idea teórica a algo real y necesario, ya que a través de las distintas conversaciones la idea iba adquiriendo gran fuerza y materialización, en donde solo faltaba generar la arquitectura adecuada para responder a todas o la mayor cantidad de necesidades que me iba encontrando tanto en las conversaciones, como en las observaciones que iba obteniendo del lugar.

III. PLANTEAMIENTO

Fase de análisis: en base a la investigación previa, se define la problemática y temática arquitectónica

a tratar, objetivos generales, objetivos específicos y características fundamentales que definirán el proceso de diseño posterior.

IV. INVESTIGACIÓN ASOCIADA

Fase de recolección: este proyecto de arquitectura debe realizarse de forma inter y multidisciplinaria es por eso que fue necesario entender algunos conceptos de biología marina, ecología, ingeniería naval, arquitectura naval, entender procesos industriales y económicos.

Procedimientos de recopilación de datos: Estudio bibliográfico, reuniones con profesionales especializados en los diversos temas, asistir a charlas sobre cultivos de algas y participar in situ en el proceso de reproducción y crecimiento de las algas.

V. LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Fase de análisis y conceptualización: A partir de los antecedentes recopilados se definen directrices, criterios y estrategias de diseño que respondan a los objetivos del planteamiento para sentar las bases y de este modo comenzar proyectar.

VI. PROYECTO FASE DE DISEÑO

Aplicación de todos los criterios anteriores para llegar a una solución arquitectónica coherente y que responda satisfactoriamente a las necesidades generadas en función de la problemática.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 CONTAMINACIÓN EN CHILE: ZONAS DE SACRIFICIO

Oficialmente los gobiernos no reconocen la noción de zona de sacrificio, sino que es un concepto que se ha instalado desde la sociedad civil para visibilizar precisamente los lugares donde el ser humano paga los mayores costos de los modelos de desarrollo que se implementan en el país.

Chile posee un modelo económico que se caracteriza por ser primario, extractivista y exportador de recursos naturales con un bajo nivel de procesamiento, donde la producción eléctrica y de energía en general se utiliza como insumo para aquella industria extractivista, ya sea de peces, forestal, minera, recursos hídricos, la cual va despojando nuestros territorios de ciertas riquezas y en paralelo se genera contaminación y pobreza.

En el 2014, la *Unión de Comunas de Zonas de Sacrificio de Chile* emitió un pliego de peticiones al Estado, en dicho documento se definen zonas de sacrificio como “aquellos territorios de asentamiento humano devastados ambientalmente por causa del desarrollo industrial”. Esta devastación tiene implicancias directas en el ejercicio pleno de los derechos fundamentales de las personas; derecho a la vida, a la salud, a la educación, al trabajo, a la alimentación, a la vivienda, etc. En estos territorios el daño ambiental ha significado la situación de vulnerabilidad y empobrecimiento de las comunidades

Existen zonas sobreexigidas en términos ambientales y no hay instrumentos que permitan considerar la

concentración de proyectos empresariales en los territorios, ni ver sus consecuencias acumulativas. Asimismo, la Unión de Comunas de Zonas de Sacrificio, indicaba en el referido pliego de peticiones, que una de las demandas básicas es generar estudios sobre los impactos socioeconómicos y la vulnerabilidad socio-económica y cultural de los habitantes, que pudiera abordar, con una dimensión histórica, los impactos del desarrollo industrial.



Fig. 1. Pool, C. (2018). CO2 emanado por la Compañía Minera del Pacífico en la comuna de Huasco [Fotografía]. Recuperado de <https://twitter.com/clauidiapooldfoto/status/1039272444710866944>

A / INJUSTICIA AMBIENTAL

Quizás la definición más conocida de justicia ambiental es la que da la *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos* (EPA), la que adhiere al enfoque que distingue dos aspectos esenciales: distribución y participación. Así sostiene que “se trata del trato justo y participación significativa de todas las personas, sin importar su raza, color, nacionalidad, o nivel de ingresos, en el desarrollo, implementación y aplicación de las políticas, leyes y regulaciones ambientales” (Dominique Hervé Espejo. 2010, Julio)

En la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, tuvo como punto culmine la aprobación de la *Declaración de Río*, la que se ha transformado en una pieza clave de la política ambiental internacional al consagrar el derecho a la información, participación y justicia ambiental a través del denominado *Principio 10*. En concordancia a este principio, el medioambiente es entendido como un patrimonio común de la humanidad que requiere para su protección de la capacidad de los ciudadanos de acceder a la información y participación. Estos elementos debieran estar garantizados por el Estado, siendo demandados como derechos ciudadanos.

La implementación de estos principios ha orientado la generación de instituciones, políticas públicas e instrumentos de gestión ambiental a todo lo largo de Chile, los compromisos internacionales ambientales que se han registrado, llevaron a la creación de una “estructura institucional medioambiental, la cual sentó las bases de la normativa, generó un

modelo coordinador interinstitucional y creó un sistema de evaluación ambiental de proyectos de inversión” (Servicio de Evaluación Ambiental del Gobierno de Chile, 2018). La entrada de nuestro país a la Organización para la *Cooperación y el Desarrollo Económicos* (OCDE) en 2010 y el surgimiento de movimientos ciudadanos de carácter socioambiental, dieron impulso a la institucionalidad ambiental nacional. Lo anterior se ha visto reflejado en la creación del Ministerio de Medio Ambiente, la Superintendencia de Medio Ambiente y los Tribunales Ambientales.

En el marco de esta reestructuración de la institucionalidad ambiental, la *Superintendencia de Medio Ambiente* (SMA) tiene por objeto proteger el medioambiente a través del cumplimiento de la normativa e instrumentos de gestión ambiental; mientras que los Tribunales Ambientales aseguran el acceso a la justicia ambiental y dirigen las preocupaciones de los interesados afectados en etapas en que los proyectos ya han sido aprobados y/o se encuentran en funcionamiento. La reforma se logró mediante un amplio consenso, en donde actores del mundo político, social y económico exigieron la necesidad de mejorar la calidad institucional para la gestión ambiental chilena. La creación de estas nuevas instituciones hasta el año 2018, no han pesquizado de forma drástica, ya que la legislación e instrumentos de fiscalización existentes son ambiguos. Es así, como el abogado ambiental y ex fiscal del MMA Jorge Cash indicó que “es necesario una modificación a la actual normativa considerando que el organismo debe fiscalizar a más de 13 mil empresas, careciendo de recursos humanos y económicos disponibles para ello” (CNN

Chile, 2018). Asimismo es pertinente y necesario comenzar a planificar territorialmente nuestro país, buscando un equilibrio territorial entre las regiones, una visión supralocal para la gestión de diversos aspectos del territorio (suelo urbano, suelo rural, aspectos sociales, consideraciones económicas, infraestructura, medio ambiente, entre muchas otras), coordinando planes sectoriales que deben articularse a partir de una planificación global, lograr un equilibrio entre desarrollo económico y protección medio ambiental. Así en resumidas cuentas lo que se busca a través de la ordenación territorial es la calidad de vida de todos los ciudadanos del país.

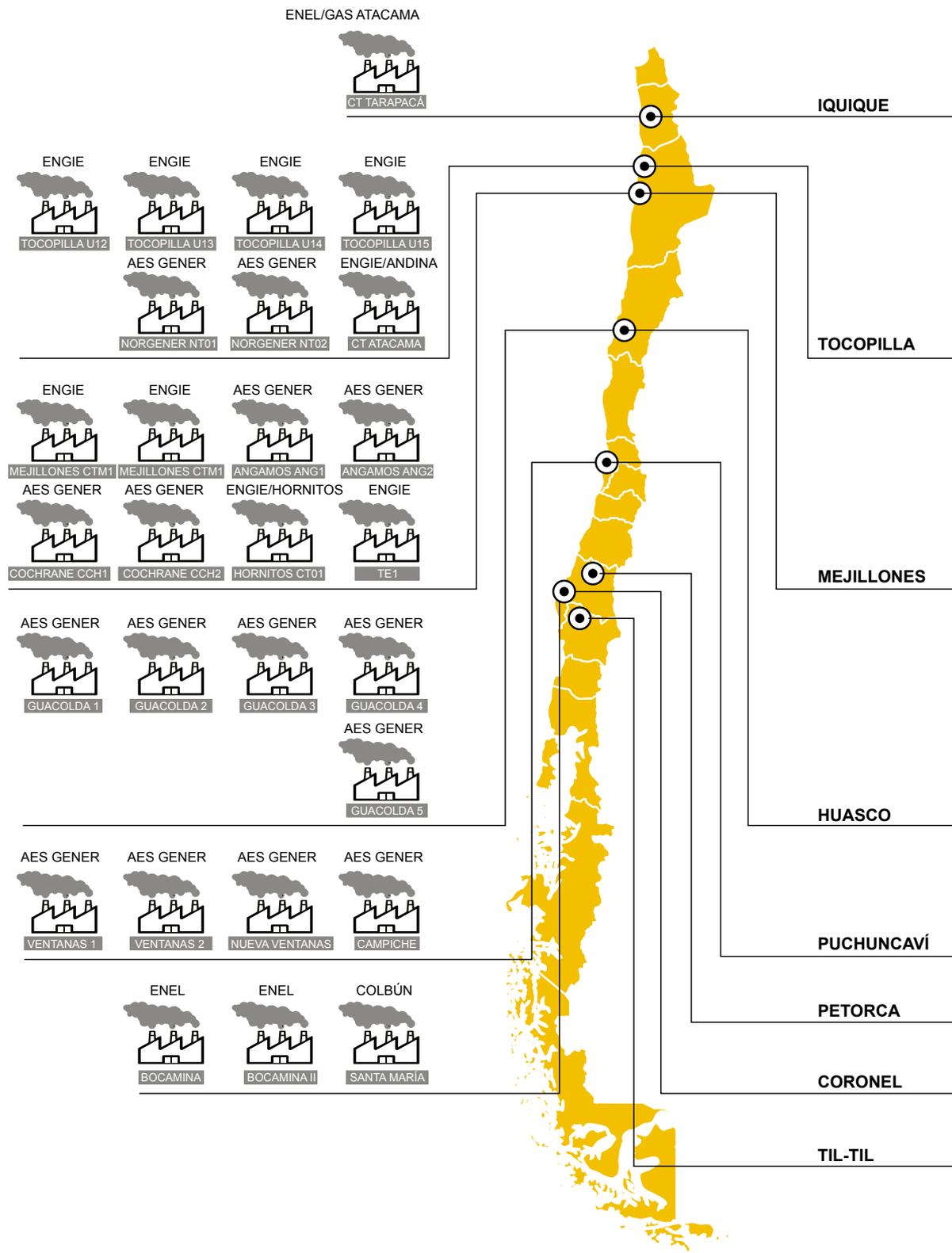
B / NOCIÓN DE VULNERABILIDAD

La noción de vulnerabilidad es una de las bases del concepto de la justicia ambiental. La vulnerabilidad reconoce que las comunidades desventajadas y sobreexigidas se enfrentan a los impactos ambientales con déficits físicos y sociales pre-existentes, que muchas veces hacen que nuevos impactos sean intolerables (en general los impactos son multi-causales y multifocales y tienen un efecto sinérgico significativo). En efecto, el concepto de vulnerabilidad en la justicia ambiental es el elemento que agrega la dimensión clave de considerar, en particular, al receptor del riesgo o impacto a la hora de definir que éstos son desproporcionados.

En definitiva, se entiende que una comunidad es vulnerable, en el marco de la justicia ambiental, cuando es más probable que sea adversamente afectada, en comparación con el resto de la población que se encuentra alejada de estos puntos geográficos sobreexigidos y contaminados.



Fig. 2. González, C. (2012). *Entrevista: Alcalde Carvajal analiza el 2012 el sector industrial.* Mejillones, II Región de Antofagasta, Chile. [Fotografía] Recuperado de <https://www.mejillones.cl/>



158 NW	191.468 habitantes	Comercio internacional a través de Zona Franca (ZOFRI) y actividad portuaria.
718 NW	25.186 habitantes	Puerto y termoeléctricas. Actividad portuaria a partir de actividad minera. Desarrollo económico a partir de la generación de energía eléctrica
1.796 NW	13.467 habitantes	Actividad portuaria y desarrollo a partir de industria salitrera
760 NW	10.149 habitantes	Economía consolidada en torno al puerto y exportaciones. Minería de hierro. Termoeléctricas en menor medida.
872 NW	18.546 habitantes	Actividad industrial relacionada a la producción de insumos para la minería y generación de energía
	9.826 habitantes	Economía basada en actividad agrícola.
850 NW	116.262 habitantes	Consolidación industrial portuaria y termoeléctricas
	19.312 habitantes	Economía basada en actividad agrícola.

C / MAPEO POR LAS ZONAS DE SACRIFICIO EN CHILE

Las Zonas de Sacrificio se encuentran a lo largo de todo Chile, la mayoría son ciudades costeras, debido a la necesidad de grandes cantidades de agua que necesitan las termoeléctricas para funcionar. En este subcapítulo se hará una pequeña caracterización de estas zonas

Fig. 3. Mapa de Zonas de Sacrificio en Chile [Esquema] Adaptado en base a esquema realizado por Ladera Sur en artículo *Gobierno el cierre de las termoeléctricas a carbón*. (2018).

2.2 MATRIZ ENERGÉTICA EN CHILE

Con matriz energética se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos necesarios. En Chile existen tres grandes sectores que requieren de energía: Comercial, Público y Residencial (CPR), Industrial y Minero, y Transporte. Siendo el sector industrial y minero los mayores consumidores, con 42,5% del total, por ende, son el principal productor de contaminantes.

Actualmente la composición de la matriz energética en Chile, según la International Energy Agency, es

la siguiente: 73,2% son combustibles fósiles como gas (11,7%), petróleo (41,1%), carbón (20,3), 30% hidráulico (de embalse y de pasada) y 5% en otras fuentes (eólico y solar principalmente) y son un grave problema tanto a nivel económico, social y medioambiental a nivel país. Es así, desde el punto de vista económico que Chile no es productor de combustibles fósiles (a excepción de Magallanes que produce para su propio sustento), lo que implica que los porcentajes anteriores, representan cifras de combustible que se deben importar, por lo cual, existe dependencia con otros países y los vaivenes que estos puedan tener, generando incertidumbre en las economías o generando gastos excesivos por la necesidad imperante del recurso.

CAPACIDAD INSTALADA SIC Y SING 2015

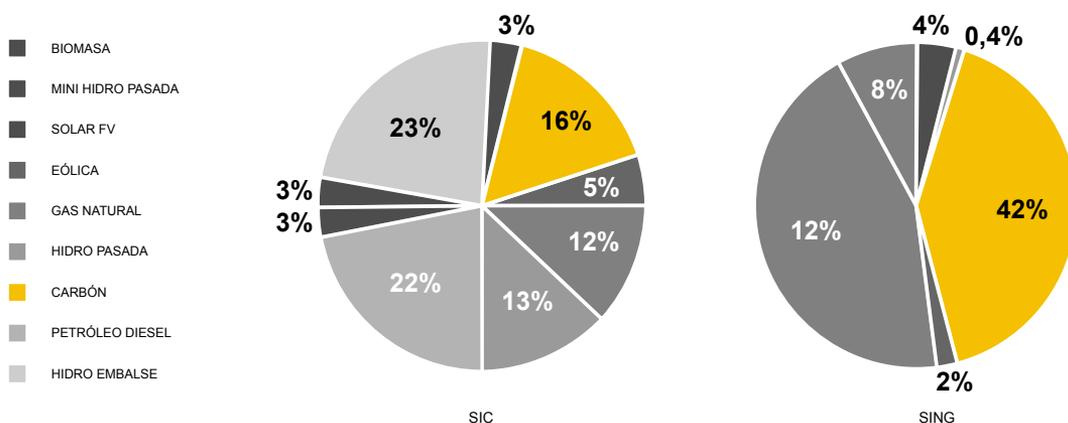


Fig. 4. Tipos de combustibles utilizados en el SIC y SING. (2018) [Esquema] Adaptado en base a gráficos realizados por Energía Abierta recuperado en <https://www.cne.cl/>

El siguiente gráfico (ver figura 4) muestra los porcentajes de combustible utilizado en el SIC y SING, sistemas que abastecen de energía a gran parte del

del país. Mientras que el gráfico de la figura 5, realiza una comparación de combustibles de la matriz energética chilena y el mundo.

GRÁFICO COMPARATIVO DE MATRIZ ENERGÉTICA CHILE V/S MUNDO

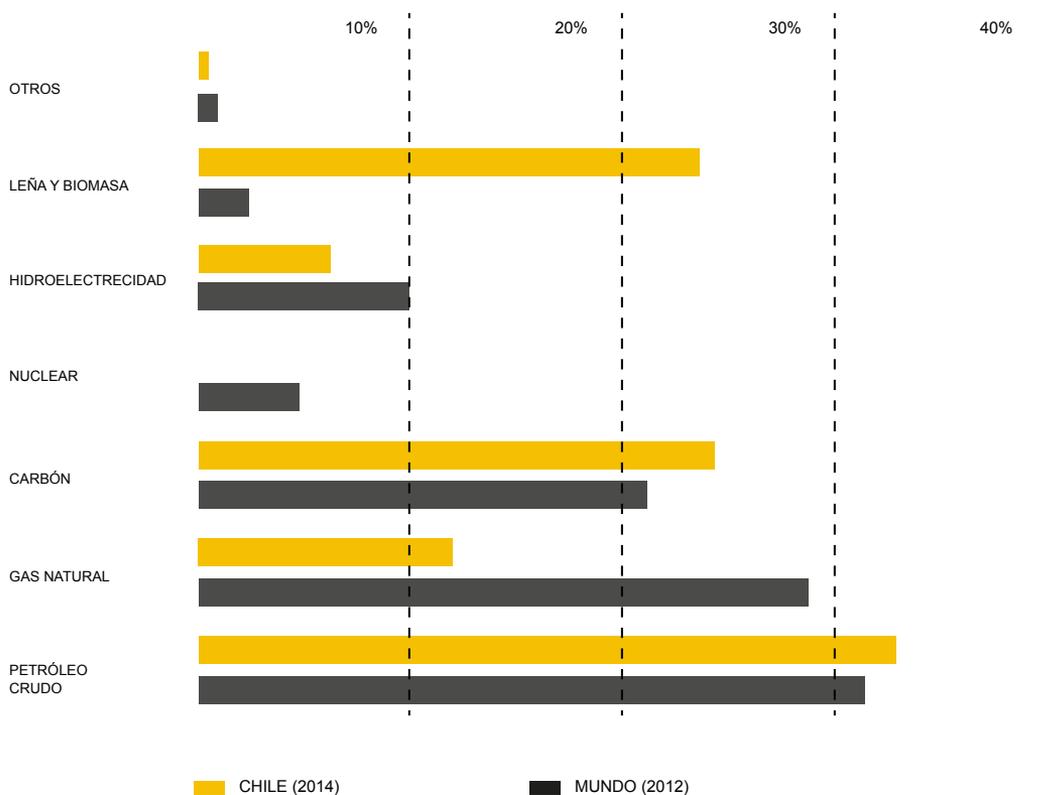


Fig. 5. Gráfico comparativo de tipos de combustibles utilizados en Chile y el mundo (2017) [Esquema] Adaptado en base a gráficos realizados por IEA, Ministerio de Energía de Chile.

Desde el punto de vista ambiental, aun cuando las tecnologías de retención de contaminantes incluidos en los procesos de las industrias de generación de energía han evolucionado, la combustión sigue siendo uno de los principales emisores de CO₂ al ambiente, así mismo, los gobiernos de turno no han regulado de manera correcta los estándares y normas de emisión de este dióxido por las industrias. En consecuencia, entre los problemas existentes están las llamadas zonas contaminantes o zonas de sacrificios, el calentamiento de cursos de agua, derrames de crudos en el mar, entre otros, los cuales generan una gran presión sobre los sistemas ambientales y el ser humano. En tanto, desde la óptica social, en los últimos años se ha desarrollado un creciente cuestionamiento ciudadano, frente a determinadas fuentes de generación de energía, debido a sus impactos socio-ambientales, y la falta de participación de las comunidades receptoras de los proyectos en los beneficios ligados a estas iniciativas. La “judicialización” de proyectos energéticos tiene como discusión de fondo la compatibilidad en el uso del territorio entre las distintas actividades humanas, las prioridades locales y el desarrollo eléctrico.

En definitiva, si el panorama actual no es favorable, y al mismo tiempo como país contamos con un potencial energético renovable enorme (eólico, solar, mareomotriz, biomasa, entre otros), debemos buscar otras opciones tanto renovables como convencionales, pero para esto, es necesario conocer el marco regulatorio existente en el país. En el 2016 se desarrolló una política energética proyectada al año 2050, donde la meta principal apunta a un futuro energético bajo en emisiones, a costos competitivos, inclusivo y con resiliente económica, social y medioambiental. En resumidas cuentas el informe se reduce a tres puntos fundamentales en los cuales la relación de estas tres esferas (social, política, económica) trabajan de forma conjunta, estos puntos responden al acuerdo de París en el cual 192 países se comprometen a bajar sus emisiones de CO₂ antes de que el daño sea irreversible. Chile se comprometió a reducir en un 30% los gases de efecto invernadero al año 2030.

Puntos claves del acuerdo:

- (i) creación de patentes que fueran pagadas en el lugar de instalación de los proyectos;
- (ii) igualación de las tarifas eléctricas a lo largo del país

GRANDES PROYECTOS ENERGETICOS Y MINEROS CON CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES EN CHILE POR AÑO

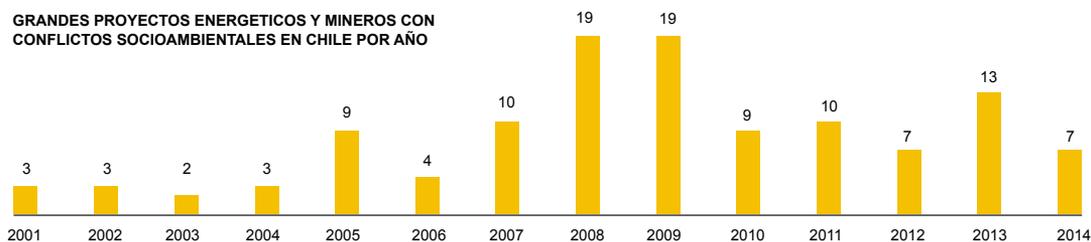


Fig. 6. Conflictos socioambientales en Chile (2015) [Esquema] Adaptado en base a datos en la Agenda de Energía, Hoja de Ruta 2050. Ministerio de Energía.

(iii) establecimiento de un marco institucional que permitiera compartir los beneficios generados por el desarrollo de proyectos energéticos. (Ministerio de Energía de Chile, 2016)

Por último, si bien se plantean algunos lineamientos por parte del gobierno de turno, en cuanto a cómo se debiera actuar en el futuro en materias de energía, es necesario generar una búsqueda más amplia en relación a las soluciones de los problemas ya existentes, financiando y poniendo en valor los esfuerzos que distintas disciplinas, como por ejemplo las ligadas a la biotecnología, la cual está desarrollando mecanismos naturales de biorremediación a través de microorganismos vivos.

2.3 LA BIORREMEDIACIÓN COMO SISTEMA DE MITIGACIÓN

La contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos genera alteraciones negativas a nivel ecosistémico, y serios problemas a la salud humana. “La biorremediación ha emergido como una herramienta tecnológica la cual usa organismos para la remoción de contaminantes” (Chekroun and Baghour, 2013). La evidencia indica que hay una importante necesidad de tomar medidas de mitigación que minimicen de forma significativa las concentraciones de estos compuestos. Por lo tanto, la remediación ambiental por medio del retiro de metales pesados y compuestos orgánicos, y la consecuente mitigación de sus efectos nocivos, conlleva a mejores condiciones para el desarrollo del ecosistema, llegando a recuperar niveles aceptables que permitan reanudar con seguridad las diferentes actividades.

En las últimas décadas, la liberación de contaminantes al ambiente, producida principalmente como consecuencia del desarrollo industrial, ha superado con creces los mecanismos naturales de reciclaje y autodepuración de los ecosistemas receptores. Este hecho ha conducido a una evidente acumulación de aquellos en los distintos ecosistemas hasta niveles preocupantes. Por ello, con el fin de reducir en todo lo posible la liberación de éstos, existe actualmente la necesidad de indagar en la búsqueda de procesos que aceleren la degradación de los contaminantes presentes en el ambiente. Así, se reducirían de forma progresiva los efectos perniciosos que se producen sobre los ecosistemas y la salud humana.

En este contexto, la biorremediación, proceso que utiliza las habilidades catalíticas de los organismos vivos para degradar y transformar contaminantes tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos, presenta un enorme potencial en la mitigación de la contaminación ambiental. La biorremediación se ha centrado en la explotación de la diversidad genética y versatilidad metabólica que caracteriza a las bacterias para transformar contaminantes en productos inocuos o, en su defecto, menos tóxicos, que pueden entonces integrarse en los ciclos biogeoquímicos naturales. No obstante, existen casos aislados de utilización de otros tipos de organismos como, por ejemplo, los hongos y, más recientemente, las plantas, la llamada “fitorremediación”, en definitiva, la posibilidad de implementar el cultivo masivo de algas como una estrategia productiva y de biorremediación aplicable a cualquier territorio que se encuentre dañado.

A / FITORREMIACIÓN MARINA

La fitorremediación es el uso de plantas para limpiar ambientes contaminados. Aunque se encuentra en desarrollo, constituye una estrategia muy interesante, debido a la capacidad que tienen algunas especies vegetales de absorber, acumular y/o tolerar altas concentraciones de contaminantes como metales pesados, compuestos orgánicos y radioactivos. La fitorremediación ofrece ventajas frente a los otros tipos de biorremediación.

Ventajas:

- I. Las plantas pueden ser utilizadas como bombas extractoras de bajo costo para depurar suelos y aguas contaminadas.
- II. Algunos procesos degradativos ocurren en forma más rápida con plantas que con microorganismos.
- III. Es un método apropiado para descontaminar superficies grandes o para finalizar la descontaminación de áreas restringidas en plazos largos.

Para este proyecto se utiliza como planta fitorremediadora la Alga *M. Pyrifera*, debido a su gran capacidad absorbente puesto que presenta una gruesa pared celular y su particularidad de alto crecimiento en temporadas de tiempo reducidas.

B / BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL ALGA M. PYRIFERA

Llamada comúnmente como Huiro Canutillo, es un alga parca considerada un alga gigante, reconocida

por su capacidad de crecer en un alto rango de condiciones ambientales, distribuyéndose en ambos hemisferios del planeta. Se reproduce vía esporas las que reclutan sobre sustratos duros colonizando y creciendo rápidamente, hasta madurar reproductivamente en menos de un año.



Fig. 7. Alga *M. Pyrifera* madura [Fotografía] Recuperado de *ALGAS, apuntes de botánica y agronomía*. Universidad Complutense de Madrid. Portada libro.

C / DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL ALGA

Macrocystis Pyrifera se encuentra en toda la costa oeste de Norte América desde Baja California, México (27°N) hasta la Bahía Glacial y suroeste de las islas Kodiak de Alaska, no obstante, se encuentra mayormente en el hemisferio sur en las costas de América del sur, desde Perú (latitud 6°S) hasta las islas subantárticas (latitud 57°S). Es posible encontrarla también frente a Sudáfrica, Tasmania, en el sur de Australia, en las costas centro y sur de Nueva Zelanda e islas circundantes

D / FAUNA ASOCIADA A ALGA M. PYRIFERA

albergan una gran cantidad y diversa comunidad de distintas especies, estableciendo formaciones ecosistémicas. “Estudios han definido diversas especies habitantes de estos discos, siendo los crustáceos gigantes los más abundantes” (Ghelardi, 1971). “En Chile se han encontrado alrededor de 53 diferentes especies, siendo erizos, cangrejos, y crustáceos los más abundantes” (Ojeda and Santelices 1984). “Las frondas son también el hábitat de numerosas especies de peces e invertebrados” (Schiel and Foster 2015)



Fig. 8. Cangrejo *Taliepus Dentatus* sobre frondas de algas / **Fig. 9.** Lepas fijadas en los discos de fijación del alga *M. Pyrifera*. [Fotografía] Recuperado de Proyecto Fic-Algas 2015-2016. *Cultivo del Alga Parda Macrocystis Pyrifera en la zona de Quintero y Puchuncaví: evaluación de la productividad y potencial uso para biorremediación de metales pesados y compuestos orgánicos.* Universidad Andres Bello.

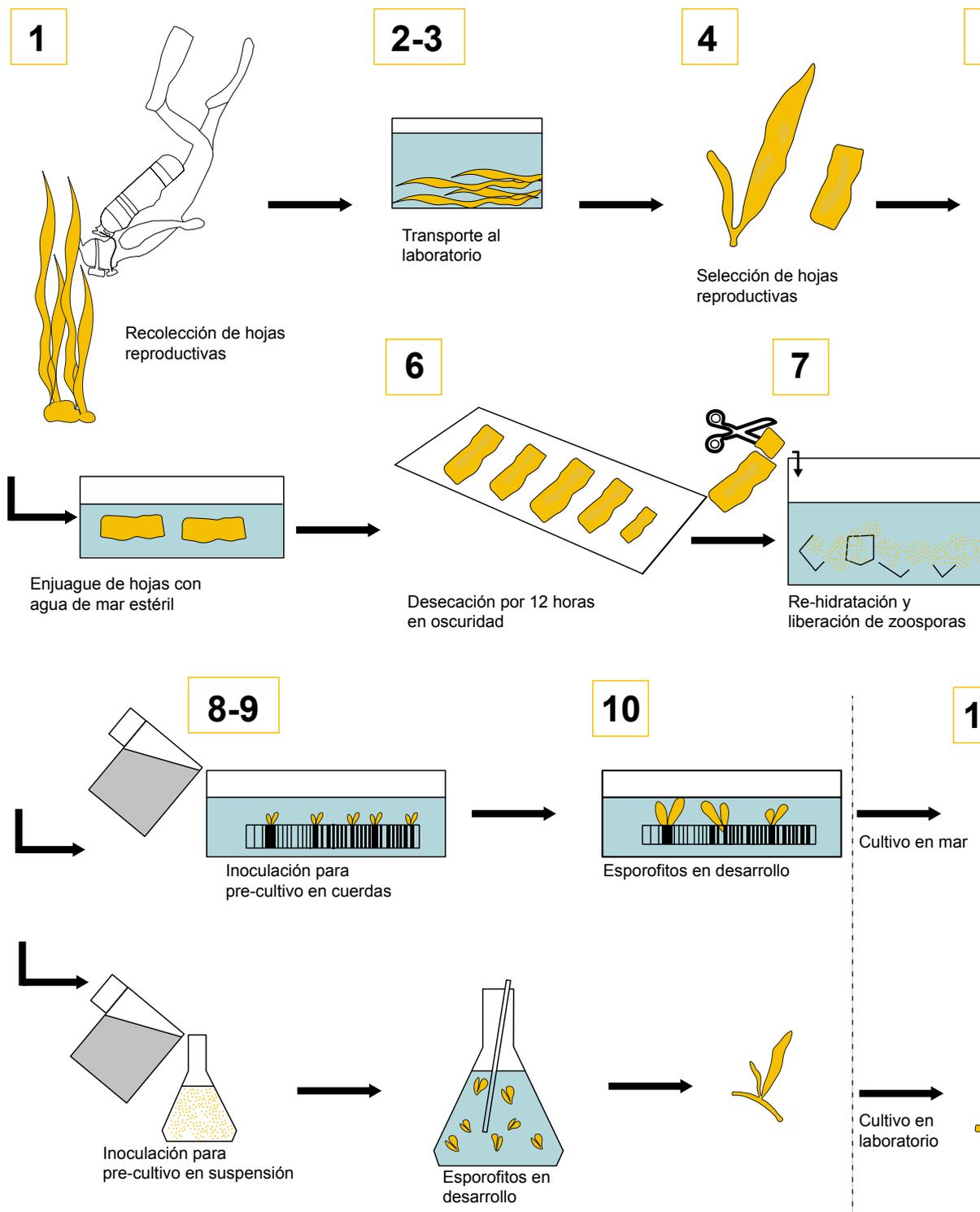
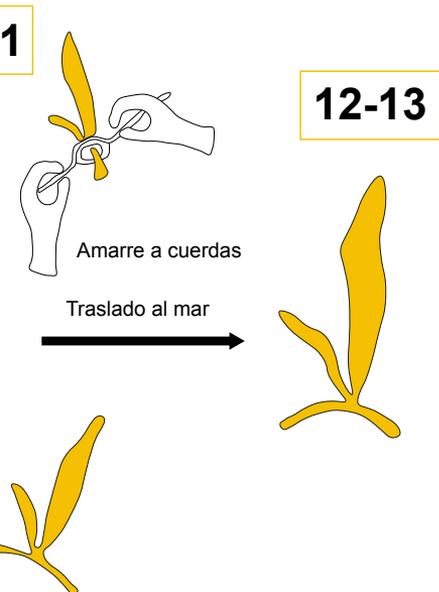
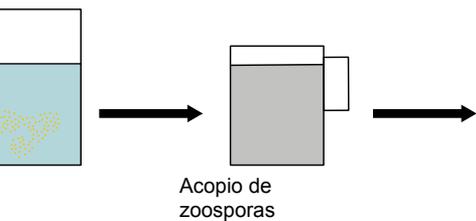
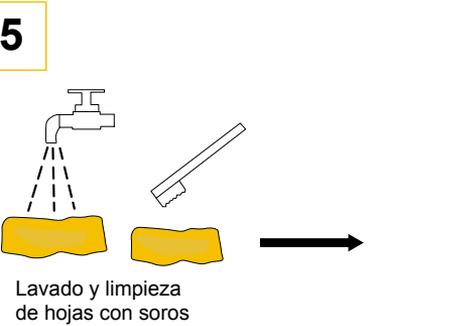


Fig. 10. Resumen esquemático del procedimiento de reproducción y producción de Macro-algas Pardas en laboratorio [Esquema]. Realizado por la autora (2018)



E / REPRODUCCIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL ALGA M. PYRIFERA

Las algas pertenecen al reino protista, crecen en el fondo del mar o pegadas a las rocas y las hay en mares, ríos y lagos. Su reproducción puede ser tanto sexual como asexual. Son organismos formados por células eucariotas (con núcleo) y se dividen en unicelulares y pluricelulares, aunque no se agrupan formando tejidos, sino que todas las células realizan todas las funciones. Otra característica fundamental de las algas es que son autótrofas: generan materia orgánica a partir de materia inorgánica utilizando la energía de la luz (fotosíntesis).

En este subcapítulo se hablará de la fertilización de algas en forma artificial, ya que esa es la forma en la cual se pueden generar las cantidades de algas necesarias para llevar a cabo este proyecto.

I. En primera instancia, en las frondas de las algas maduras(1) se encuentran los soros (zonas densas y oscuras)(2), los cuales en su interior hay cápsulas que contienen las zoosporas (femeninas o masculinas)(3), los que son indispensables para comenzar el proceso de esporulación de forma artificial.

II. Se corta una porción de soros(4), los cuales están cubiertos por microalgas y otros epibiontes los que deben ser retirados y limpiados para poder inducir el proceso de esporulación(5)

III. Luego, Para que estas zoosporas no entren en fase de fecundación, mantengan en estado reproductivo, se cambian las condiciones de cultivo las cuales son temperatura, irradiancia, luminosidad y

salinidad y así mantener un estado de gametofito permanente.(6)

IV. Para producir la fecundación de las zoosporas es necesario que existan las condiciones necesarios y que transcurran alrededor de 11 días para que las zoosporas puedan transformarse en gametofitos (7) y fecundarse, en esta etapa ya se ha formado la pared celular (8)

V. Luego comienza el proceso natural, hasta obtener un esporofito (femeninos o masculinos con la misma probabilidad), en donde comienza a formarse de forma muy delgada e insipiente un disco de fijación (9), ya en esta etapa la célula comienza ya tiene doble membrana celular la cual es la encargada de bio absorber elementos

VI. Luego una plántula juvenil (10)

VII. Finalmente hasta tener una planta adulta, la cual consta un estipe central con flotadores (canutillos) (11), un disco de fijación maduro (12), espinas marginales y láminas (13), que presentan ondulaciones.

F / CAPACIDAD DE BIOADSORCIÓN DE METALES PESADOS DEL ALGA M. PYRIFERA

“Las algas pardas han sido ampliamente estudiadas por su uso como bio-adsorbentes de metales pesados como el plomo, cobre, cadmio, zinc, níquel, cromo, uranio y oro” (Valdés y Calderón 2012). La razón de la afinidad de estas algas por los metales pesados se debe a la presencia de una doble pared celular vegetal.

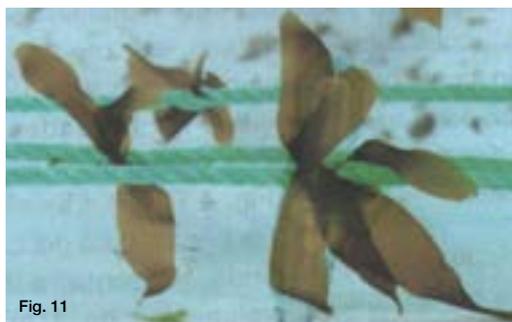




Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16

Fig. 11. Detalle plantulas insertadas en las unidades (cuerda de nylon de 5 mm. de diametro y 5 m. de longitud) / **Fig. 12.** Buzo supervisando el estado del alga / **Fig. 13.** Aspecto general de las algas luego de los 90 días / **Fig. 14.** Tamaño del alga luego de 120 días despues del cultivo / **Fig. 15.** Cochecha de las líneas de algas / **Fig. 16.** Limpieza del tejido algal en laboratorio previa determinación de metales pesados. [Fotografía] Recuperado de Proyecto Fic-Algas 2015-2016. *Cultivo del Alga Parda *Macrocystis Pyrifera* en la zona de Quintero y Puchuncaví: evaluación de la productividad y potencial uso para biorremediación de metales pesados y compuestos orgánicos.* Universidad Andres Bello.

2.4 PLAN DE ACCION FAO

En este punto del marco teórico, se quiere mostrar el potencial económico y de desarrollo que puede existir para Chile si es que las inversiones en investigación y experimentación con algas se plantea como una realidad posible y con altas proyecciones. Ha de dejar claro que el proyecto a realizar para esta etapa no pretende desarrollar la etapa final del alga, que sería después de seca, pero se plantea como un proyecto a futuro generar una industria verde de alginato, la cual sea posible de exportar a otras latitudes, considerando que el proyecto estará ubicado en la comuna de Mejillones, el cual cuenta con el segundo puerto con más intercambios en Chile.

La *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (FAO), generó un plan de acción para el desarrollo de la actividad acuícola algal para Latino América y el Caribe, ésta comprende una serie de puntos estratégicos a cumplir.

Una opinión generalizada entre los países encuestados es que las algas pueden ser un recurso económico de importancia regional. Sin embargo, ha carecido de programas de apoyo formal para la evaluación y promoción del mismo. Algunas experiencias de éxitos preliminares como el caso de Santa Lucía, Cuba o México, se han ido desarrollado de manera muy lenta por la falta de apoyo monetario adecuado. Existe un gran vacío de información sobre la disponibilidad de mantos naturales y la calidad de los mismos y se han identificado un sinnúmero de posibilidades de cultivo en toda la región que no han sido probados.

A continuación se mencionarán los aspectos más relevantes que deben ser considerados en un programa de promoción encaminados al desarrollo de la industria de las algas:

- / Un incremento en la producción de algas, promueve su consumo y lleva a la consolidación de la industria en un mediano plazo.
- / Existe un importante mercado de algas para consumo directo el cual América Latina no ha promovido.
- / Falta de investigación sobre métodos de cultivos artificiales, como posas o tanques.
- / Desarrollo biotecnológico de cepas, resistentes al cultivo y de mejor calidad.
- / Capacitación para el mejoramiento de grupos sociales marginados.
- / Dar entrenamiento a técnicos de otros países a través de prácticas, a una escala adecuada para establecer los costos y actividades de operación. Idealmente, un programa de promoción debiera contar con granjas demostrativas a niveles piloto. (A. Zertuche González, José, 1995)



Fig. 17. Laboratorio con matraces 1-5 litros con cepas juveniles de alga *M. Pyrifera* [Fotografía] Recuperado de artículo "Las algas son la base de nueva energía renovable". PLANETA (2015)

A / CONTRASTE DE REALIDADES

De acuerdo a la información expuesta, se ha seleccionado dos citas de expertos que demuestran claramente el poco aporte monetario que existe para el desarrollo en investigación sobre el recurso de algas marinas en nuestro país, es así, como este proyecto se enmarca dentro de la línea de investigación que podría desarrollarse, tomando en cuenta la biorremediación y la posterior producción de diferentes insumos luego del trabajo de remediación realizado.

“Tenemos las mejores algas pardas a nivel mundial, estas producen los mejores alginatos en los mercados internacionales”. (Vásquez, 2005)

“En Chile las algas son un recurso altamente explotado y exportado, pero con un nivel muy básico sin ningún valor agregado”. (Maggi, 2009)

Estas dos citas representan la realidad en Chile, es decir, existen las condiciones naturales para

este mercado, como la ubicación geográfica, el acceso a los recursos naturales, alta capacidad de producción, pero tenemos un tremendo desafío por delante que es entregar valor agregado a nuestros recursos naturales para poder convertirnos en potencia mundial en la exportación de productos derivados de nuestras algas.

B / PRODUCCIÓN DE ALGINATO

Es un polisacárido aniónico presente ampliamente en las paredes celulares de las algas marinas pardas, el cual es utilizado principalmente en la industria textil (42%), de alimentos (34%), del papel (9.4%), la industria farmacéutica y dental (5.3%), la fabricación de electrodos de soldadura (5.6%), y otras misceláneas (3.2%) (Rees, 1986). Además durante los últimos años, la aplicación de este extracto se ha expandido hacia otros usos como la elaboración de champagne, la producción de semillas artificiales y el tratamiento de diabetes (Vasqu ez, J., Fonck, E, 1995).



Fig. 18. Aceite de oliva esferificado mediante alginato. [Fotografía] Recuperado de artículo “Esferificación con alginato”. Elayo (2018)

Numerosas especies de algas pardas son utilizadas como materia prima para la extracción de alginatos a nivel mundial. “En Sudamérica, la extracción de alginatos está sustentada principalmente por *Lessonia* spp y *Macrocystis* spp, cuyas reservas naturales, las mayores del mundo, se encuentran en las costas de Chile y sur de Argentina. Estos países han sido, durante los últimos 25 años, proveedores de materia prima para industrias de alginatos en otras partes del mundo” (Santelices & Lopehandia, 1981; Reeds, 1986; Jensen, 1993). Durante los últimos años, más del 90% de la biomasa de alginofitas se ha extraído desde el norte de Chile, con una producción de alginatos que no alcanza a cubrir las demandas internas de los países sudamericanos. Las extracciones son manuales, basadas principalmente en recolecciones de varazones en playas expuestas, la cual luego es vendida como materia prima a otros países para ser transformada en productos con valor agregado. De acuerdo con el estado actual de la industria de alginatos a nivel mundial, en Sudamérica debería proyectarse hacia la búsqueda de poblaciones (naturales o experimentalmente inducidas), para el desarrollo de una industria propia que permita al menos cubrir los requerimientos internos de los países de la región y el desarrollo científico y tecnológico necesario que permita nuevos usos y destinos de las macroalgas pardas.

2.5 ARQUITECTURA FLOTANTE: CONCEPTOS DE INGENIERÍA NAVAL

Internacionalmente habitar el mar ha sido considerado como un camino viable, destacándose una serie de proyectos que incluyen y consideran

el elemento agua en el proceso creativo, teniendo como ventaja la posibilidad de ejecutar una arquitectura itinerante, que no tenga un terreno fijo, sino que cambie constantemente de emplazamiento, como es el caso del Teatro del mundo, en Venecia

Chile cuenta con 4.270 km de costa, es decir la presencia del Océano Pacífico es relevante a lo largo de toda su extensión territorial, sin embargo, a nivel nacional el desarrollo de la arquitectura flotante se ha dado en el ámbito privado productivo de la mano de la industria salmonera, ubicadas en la X y XI Región, en la zona sur del país, las cuales han realizado construcciones flotantes que abastecen de servicio al rubro, tales como bodegas, pontones de alimentación salmonera, viviendas y oficinas. A pesar de esto, en Chile este tipo de arquitectura no ha tenido un gran crecimiento, pese a ser un país costero, a diferencia de otras latitudes como Dinamarca y Holanda, donde el agua, ya es considerado terreno de fácil manejo para edificar, aplicando el avance de nuevas tecnologías y experimentación respecto a los métodos constructivos.

“... la capacidad que entregan las estructuras flotantes, es una mayor posibilidad de adaptación al contexto, obteniendo propiedades de movilización e independencia dentro de un área, como también la posibilidad de generar un nuevo suelo habitable sobre una superficie, antes pensada solo para la navegación, abriendo un abanico de posibilidades para gestión y administración de una región.” (Cepa & González, 2008)

El bajo desarrollo de una arquitectura flotante se debe principalmente a que ha sido entendida

erróneamente como una sumatoria entre arquitectura proyectada en tierra firme superpuesta sobre un elemento que flota en el agua. Sin embargo, dado que se trata de una arquitectura cuya mayor diferencia respecto a cualquier otro tipo de construcción es que su principio de estabilidad no lo constituye la fundación en tierra, por tanto, responde a criterios y lógicas diferentes, es necesario primero comprender dichos criterios con el fin de integrar y fusionar elementos esenciales arquitectónicos con conceptos náuticos. De este modo el proyecto se desarrolla como un total y no como partes aisladas unificadas que logran con el objetivo de habitabilidad en el mar.

CONCEPTOS DE INGENIERÍA NAVAL

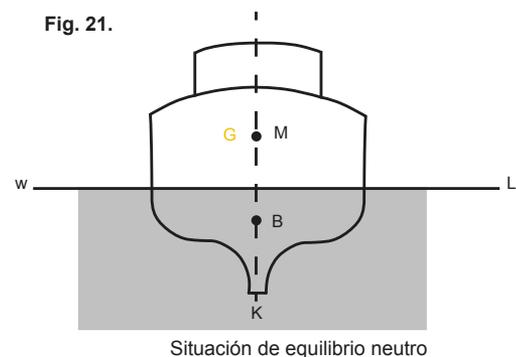
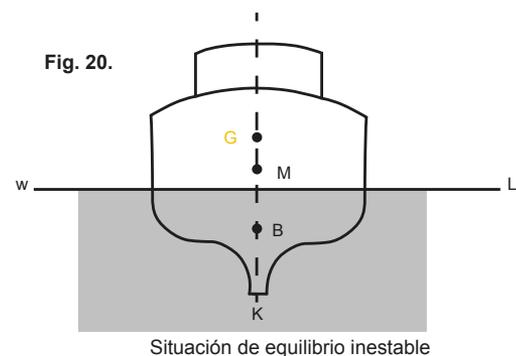
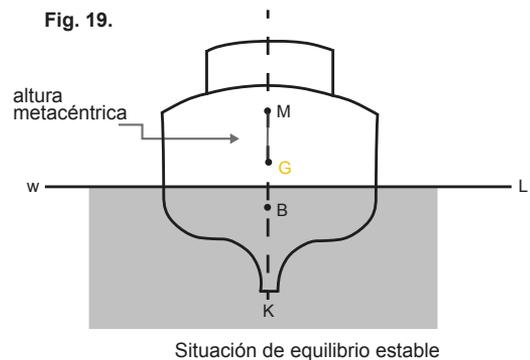
En la ingeniería naval aparecen variables condicionantes para que una embarcación flote y navegue, las cuales son: tipos de estabilidades y flotabilidad. A de tener en cuenta que los esquemas fueron realizados en función de embarcaciones tipo (barcos), no obstante estos serán desplazados luego a criterios para determinar las decisiones formales que sean requeridas por el proyecto.

I. Estabilidad

Capacidad del objeto de recobrar su posición de equilibrio. Esta depende de la forma del buque, del valor del peso o desplazamiento de su estiba.

II. Estabilidad estática

Una embarcación está en equilibrio cuando:
La resultante del sistema de fuerza es nula $F_z=0$; $F_x=0$; $F_y=0$. La suma de todos sus torques o momentos es nula $M_o=0$. Cumple con el principio



de Arquímedes; todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido, recibe un empuje vertical hacia arriba equivalente al peso del fluido desplazado por el cuerpo, y que la reacción del líquido contra el sólido se aplica en el centro de gravedad del volumen desplazado. Es decir que, si el cuerpo flotante tiene un peso P y la fuerza de Arquímedes R , se cumple que: $\text{Peso } (w) = \text{Empuje } (R)$

III. Estabilidad dinámica

Se refiere a los esfuerzos longitudinales en el mar cuando existen olas. El peso de la embarcación total debe ser igual a la suma de sus componentes: $\text{Peso total} = \text{Desplazamiento} = \text{empuje}$.

IV. Centro de gravedad y centro de carena

“En conjunto, la fuerza de empuje (R) se aplica en el centro de gravedad del espacio desplazado, denominado Centro de carena (C). El peso (W) de un cuerpo flotante de forma cualquiera, se aplica en su centro de gravedad (G). El volumen desplazado (V) tiene su centro de gravedad en C , donde se aplica la reacción de Arquímedes R . Las fuerzas W y R son iguales en condición de equilibrio. Cuando el punto C se ubique debajo de G , se alcanza la posición de equilibrio denominada adrizado” (Cepa & González, 2008).

“Es recomendable que el centro de gravedad se encuentre en un punto próximo a la línea de flotación para que el peso del cuerpo se encuentre “dentro” del medio. A su vez el centro de gravedad y el centro de carena deben encontrarse a la menor distancia posible para ayudar a la estabilidad de la estructura ya que así disminuye el brazo de palanca. (...) El centro de gravedad de carena y el centro

de gravedad de superficie deben estar actuando como una sola entidad para que al producirse un movimiento de escora al centro de gravedad y de empuje, no hagan peligrar la estructura al producir un momento entre las dos fuerzas resultantes” (Concha, 1981)

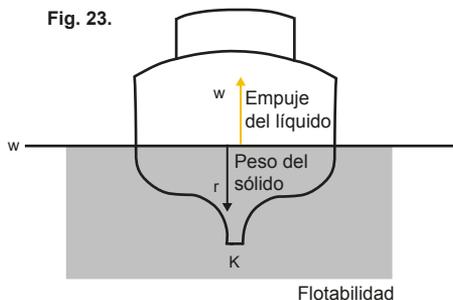
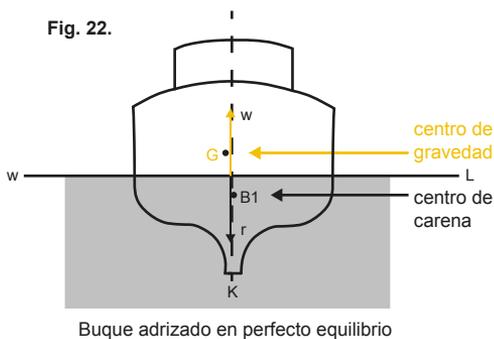


Fig. 19, 20, 21, 22 y 23. Esquemas gráficos sobre los conceptos básicos de ingeniería naval [Esquemas] Recuperado de documento técnico de pesca y acuicultura 517, FOA (2009).

V. Flotabilidad

Capacidad de seguir flotando ante un aumento del peso o por inundación. La línea máxima de carga y el diseño de la Compartimentación Estanca, determinan en parte la flotabilidad. “El principio en caso de avería consiste en que el peso del agua embarcada no puede ser superior a la capacidad de desplazamiento de volumen suplementario de la carena (reserva de flotabilidad). Es decir que en el diseño de cascos es necesario subdividir en secciones independientes que aporten a la flotabilidad en caso de filtración (subdivisión estanca)” (Cerpa & González, 2008).

Basado en lo anterior, se pueden desglosar algunos de estos **critérios** a tener en consideración para el diseño y construcción de arquitectura flotante:

I. Emplazamiento

Es necesario que este tipo de arquitectura se emplace en lugares de aguas calmas, idealmente en zonas protegidas de vientos y con posibilidad de anclaje/fondeo.

II. Simetría

El diseño debiese ser lo más simétrico posible para así favorecer al equilibrio de la edificación.

III. Levedad

El peso de la estructura superior debe ser menor a la plataforma flotante que la sostiene, con el fin de tener un centro de gravedad centrado y bajo para asegurar mayor estabilidad en cuanto al vaivén.

IV. Resistencia

Se debe hacer un exhaustivo estudio sobre la resis-

tencia que tendrán los materiales que soportarán el constante movimiento de las mareas, olas y viento

V. Altura total de la estructura

El viento es el principal agente desestabilizador de la estructura flotante, produciendo movimiento de escora, el cual incide en el cálculo de la altura máxima.

VI Materialidad

Es necesario considerar la durabilidad y mantención de los materiales ya que la humedad, salinidad y temperatura pueden llevar a estos a un colapso, desgaste o fatiga



Fig. 24. Pabellón Serpentine Gallery 2013, diseñado por Sou Fujimoto. [Fotografía] Recuperado de Plataforma Arquitectura (2018)

2.6 ARQUITECTURIZACIÓN DEL PROCESO DEL ALGA

En el siguiente esquemas se muestra la relación de manera primaria del proceso de las algas desde la recolección de muestras hasta el acopio necesario para ser trasladadas a la costa para luego ser secadas, con el requerimiento espacial arquitectónico que estas actividades requerirán.

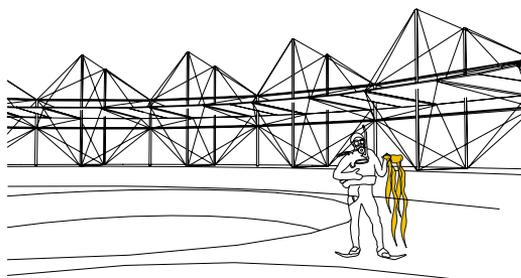


Fig. 25. Primera estación de trabajo, donde se muestra buzo cerca de las piscinas de biorremediación, manipulando un alga joven [Ilustración] Realizado por la autora (2018).

Cabe destacar que las siguientes ilustraciones son referencias propias de cómo se podría configurar el espacio de trabajo en la plataforma, por lo cual esta propicio a cambios en relación a las decisiones posteriores que se tomen en cuanto al diseño

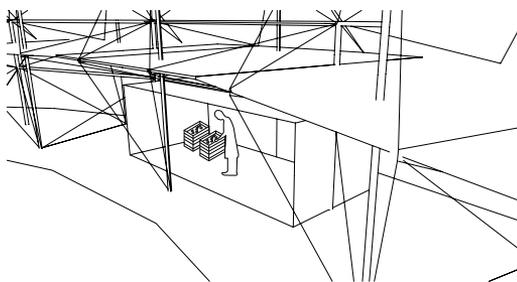


Fig. 26. Segunda estación de trabajo, donde se muestra contenedor de programa laboratorio, en el primer nivel, cabe destacar que aún falta desarrollo de estos espacios [Ilustración] Realizado por la autora (2018).

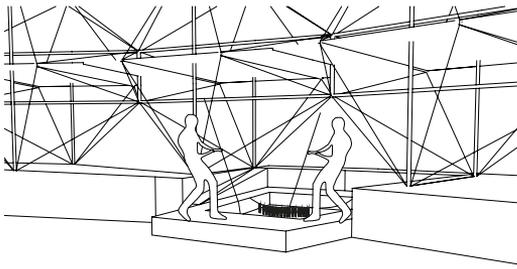


Fig. 27. Tercera estación de trabajo, donde se muestra a trabajadores manipulando alga pequeña en piscinas controladas (fichatching) [Ilustración] Realizado por la autora (2018).

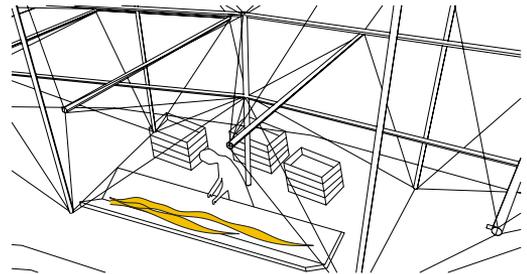


Fig. 28. Cuarta estación de trabajo, donde se muestra a trabajador preparando las algas en el encordado para posterior posicionamiento del long-line. Se decide diseñar mesón especial para facilitar la manipulación del alga [Ilustración] Realizado por la autora (2018).

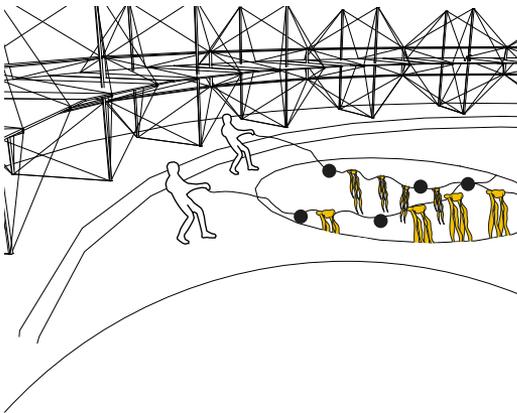


Fig. 29. Quinta estación de trabajo, donde se muestra a trabajadores manipulando y retirando cuerdas de long-line en piscinas de biorremediación, para posterior cosecha del alga. [Ilustración] Realizado por la autora (2018).

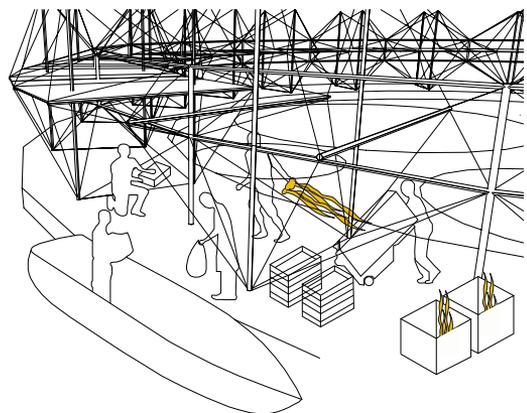


Fig. 30. Sexta estación de trabajo, donde se muestra a trabajadores empacutando y traspasando cosecha de alga a botes transportadores hacia la costa. [Ilustración] Realizado por la autora (2018).



Fig. 31. Vasquéz, R. (2016) [Fotografía]. Recuperado del primer seminario para Comités Paritarios de la Bahía de Mejillones

CAPÍTULO 3: LUGAR

3.1 ELECCIÓN DEL LUGAR

Luego de realizar un mapeo y una breve descripción de las distintas zonas de sacrificio presentes en Chile, es momento de decidir en cuál de ellas se realizará el proyecto arquitectónico.

En primer lugar, la región de Antofagasta se ubica como la segunda mayor economía de Chile, las más emblemática del modelo extractivista sustentado en el sector exportador de recursos naturales, basada mayoritariamente en la minería y particularmente en el cobre. Ésta determina en gran medida los equilibrios macroeconómicos y partidas relevantes del presupuesto de la nación, incluidas las asignadas a seguridad nacional y políticas sociales.

“Chile depende tanto del cobre como de Antofagasta: la sustentabilidad económica del país y sus regiones está estrechamente vinculada al mercado del cobre y a los territorios subnacionales que lo

producen”. (Daher, 2015)

Esta existencia de bonanza en términos macroeconómicos se contrasta con una realidad regional, en la cual estas pujantes cifras económicas no se ven relacionadas con los altos índices de pobreza monetaria, un desarrollo social que no está acorde y con indicadores de pobreza multidimensionales como lo son en salud, educación, vivienda y entorno, trabajo y seguridad y por último redes y cohesión social muy bajos, tal como lo muestra la encuesta CASEN 2017.



Fig. 32. Vista de una calle tipo en la ciudad de Mejillones [Fotografía]. Recuperada de Google Earth. (2018)

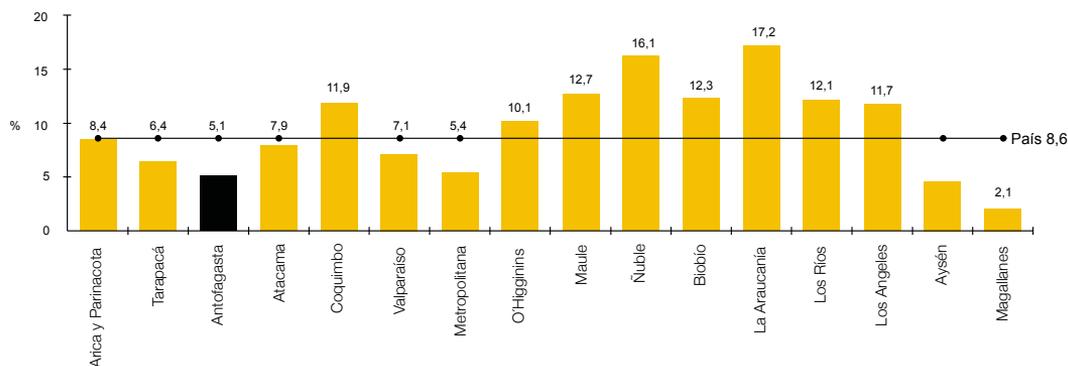


Fig. 33. Gráfico de personas en situación de pobreza monetaria por región en 2017 [Gráfico]. Realizado en base a encuesta CASEN.

En el gráfico se muestra a la región de Antofagasta bajo el promedio país y en el tercer puesto en cuanto a pobreza monetaria se trata. Estas mismas cifras se ven reiteradas en datos sobre pobreza multidimensional, la cual busca medir la promoción social y la igualdad de oportunidades de las personas considerando las áreas más relevantes del bienestar de las comunidades.

donde los medios de comunicaciones no suelen dar cabida, ya que el gran negociado de la explotación del cobre perdería fuerza, porque para que pueda existir el Estado proporciona legislaciones laxas y no pone trabas tanto sociales como medioambientales para el funcionamiento de las diferentes industrias. Es por esto que se propone **ubicar el proyecto en la región de Antofagasta, particularmente en la**

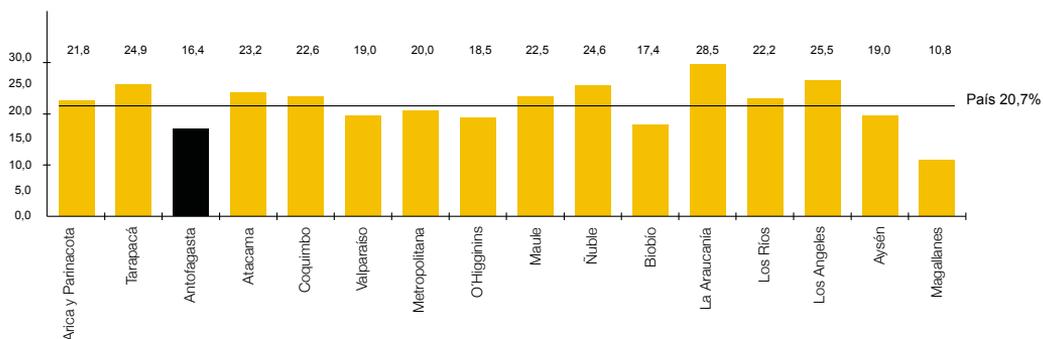


Fig. 34. Gráfico de personas en situación de pobreza multidimensional por región en 2017 [Gráfico]. Realizado en base a encuesta CASEN 2017.

En base a este desequilibrio existente, entre los altos ingresos entregados a nivel país desde la región de Antofagasta y los bajos niveles presentes en cuanto a desarrollo y bienestar de las comunidades de la región, se deduce que este territorio tan solo es explotado y contaminado para responder a grandes inversiones, sin embargo estas ganancias no son utilizadas en la misma región para hacer prosperar y progresar el territorio y en consecuencia la calidad de vida de sus habitantes.

ciudad de Mejillones, ya que siendo una zona de sacrificio, no ha tenido el auge mediático y social que se merece, donde abundan problemas sociales y medioambientales.

En este mismo contexto de gran desarrollo en el cual solemos entender a la región de Antofagasta, se olvida que existe esta trastienda de gran pobreza,

A través de un ejemplo numérico se plasmara la gran contaminación que está viviendo Mejillones, es así, como en la ciudad se ubican 8 termoeléctricas de las cuales todas en algún porcentaje utilizan carbón para sus actividades, si sumamos todos los MW producidos por esta sustancia y los multiplicamos por el valor huella de carbono da como resultado 937.740 kilos de CO2 por hora, este valor es equivalente al CO2 emitido por 101.000 automóviles en

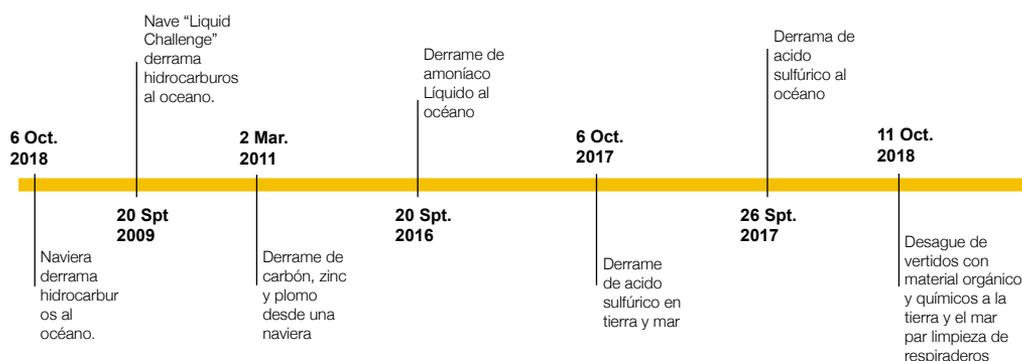


Fig. 35. Línea de tiempo de desastres ocurridos en Mejillones [Gráfico]. Realizado en base a recolección de datos de diversas lecturas.

movimiento en una hora, esto sin considerar otras industrias generadoras tanto de CO₂ como otras sustancias nocivas. En paralelo a esta realidad diaria, durante los años se han registrado diversos desastres ambientales en Mejillones, tal como lo muestra la siguiente línea de tiempo.

Es pertinente determinar que el 30,1% de la energía necesaria para ser utilizada en Chile, es aportada a través del *Sistema interconectado del Norte Grande* (SING) (Ministerio de Desarrollo Social, 2018), es decir, por medio del sistema productivo que abastece de energía mediante el funcionamiento de termoeléctricas ubicadas en distintas localidades estratégicas a lo largo del borde costero desde la XV, hasta la II Región, de las cuales solo dos termoeléctricas cuentan con sistema de evaluación de impacto ambiental, ya que el resto se crearon previas al año 1994, momento en el cual no existía una regulación pertinente para establecer los efectos negativos asociados a este modo de generación de energía. Por lo tanto, en el Norte Grande no existe un historial confiable y oficial por parte del

sector público, lo que propicia una actitud pasiva frente a estas problemáticas por parte del Estado.

Por otro lado, quienes se benefician directamente con el porcentaje de energía mencionado, es la industria extractivista de la minería, que históricamente ha ocasionado desastres medioambientales, en este sentido, no se debería esperar a que se acabe el cobre para darnos cuenta de lo deteriorados que están ciertos territorios. Es por esto, que a través de este proyecto de arquitectura se pretende ubicar en la palestra a la II región y sobretodo a Mejillones, para tomar conciencia de esta problemática y trabajar rápidamente en buscar soluciones a corto y mediano plazo.

La ciudad de Mejillones está ubicada a 65 km. al norte de la ciudad de Antofagasta y tiene una superficie de 3.803 km². Es una comuna que limita con el Océano Pacífico al oeste, al este se encuentra la cordillera de la costa, al sur la ciudad de Antofagasta y hacia el norte la localidad de Hornitos.

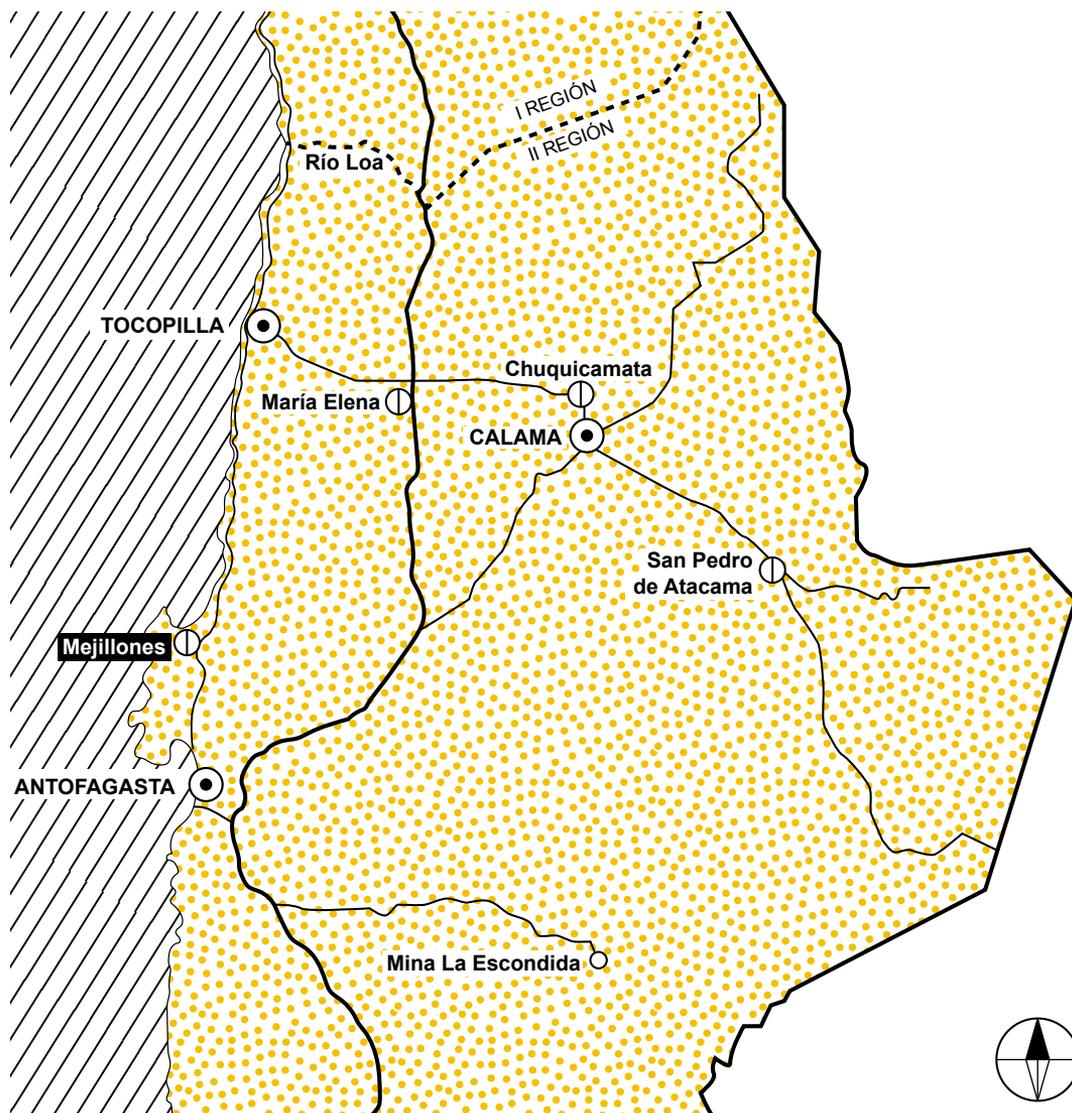


Fig. 36. Ilustración mapa segunda región de Antofagasta. [Ilustración]. Realizado en base a mapa encontrado en internet.

La población de Mejillones es de 26.931 habitantes, según el censo del año 2012. Número que según el municipio, con los nuevos proyectos industriales en marcha, entre el 2012 a la fecha, los cuales “superan los US\$ 4.075 millones en inversión, atrajeron a una población flotante cercana a las 7 mil personas”. (Municipio Mejillones, 2015) Este incremento de habitantes no guarda relación con el desarrollo en infraestructura que tiene la ciudad, contando así, con tan solo un hospital de baja complejidad sin especialistas, cuatro colegios entre privados y públicos, un hotel y baja presencia de áreas verdes siendo 1,4 m²/hab en comparación

al idea sugerido OMS que son 9 m²/hab. “El bajo desarrollo de la ciudad y alta demanda poblacional ha traído externalidades negativas como lo son la saturación de servicios, la no disponibilidad de alojamiento y el alza del 200% en el valor de los arriendos”, afectando a los habitantes regulares y a una posible potencialización del turismo en la ciudad. (Municipio Mejillones, 2015)

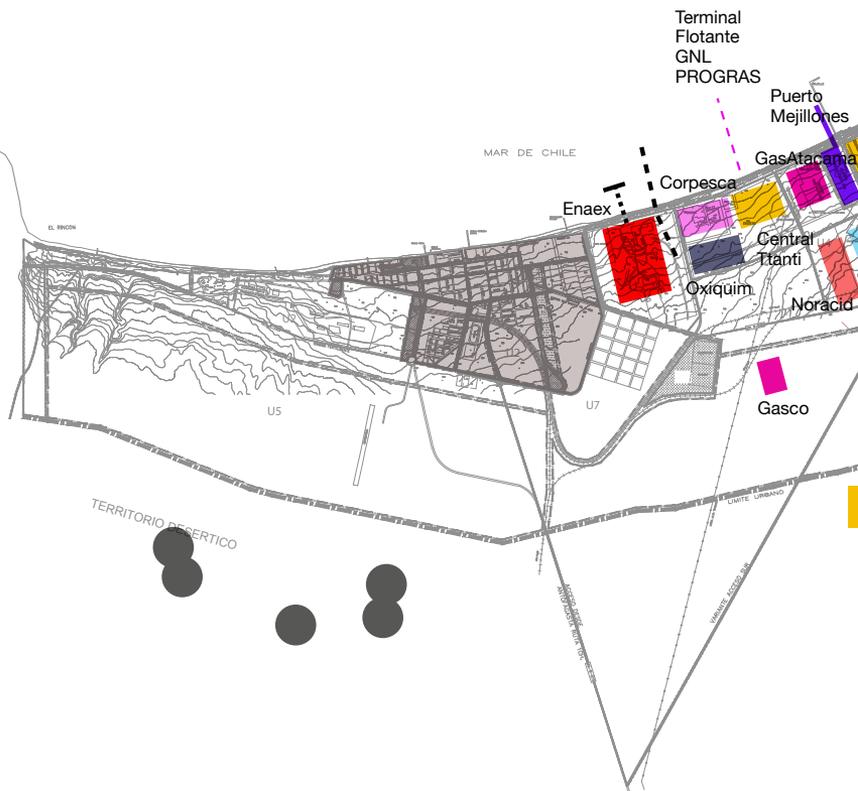
Mejillones es considerada una **Zona de Sacrificio** ya que concentra un polo industrial en la zona norte de la comuna, que tras su funcionamiento altera el medio ambiente y conlleva a una serie



Fig. 37. Ilustración área consolidada y de extensión urbana de la ciudad de Mejillones. [CAD intervenido]. Intervenido en base a planimetría PLADECO (2012).

de problemáticas asociadas. Estas industrias que se han desarrollado en la costa de la ciudad son las que necesitan de la conectividad que entrega el puerto el cual se encuentra instalado desde la época en que Chile era un gran exportador de salitre, este auge industrial se ve aumentado aún más desde la década de los 90, como alternativa a la crisis pesquera de la época. Es así que se instalaron industrias de servicio a la minería, como centrales termoeléctricas, fábrica de explosivos Enaex, Interacid (exportadora de ácido sulfúrico y azufre), además de cementos Polpaico.

- 1 Puertos
- 1 Central eléctrica
- 1 Planta recup. de metales
- 2 Proce. de molibdeno
- 4 Terminal de productos químicos
- 2 Productos bituminosos
- 2 Almac. de insumos químicos
- 2 Plantas de petróleo
- 1 Fáb. de insumos de molienda
- 9 Centrales termoeléctricas
- 4 Ind. de gas
- 1 Ind. pesquera
- 1 Ind. explosivos
- 2 Ind. de ácido
- 2 Planta desaladora
- Zonas de anidación del gaviotín chico



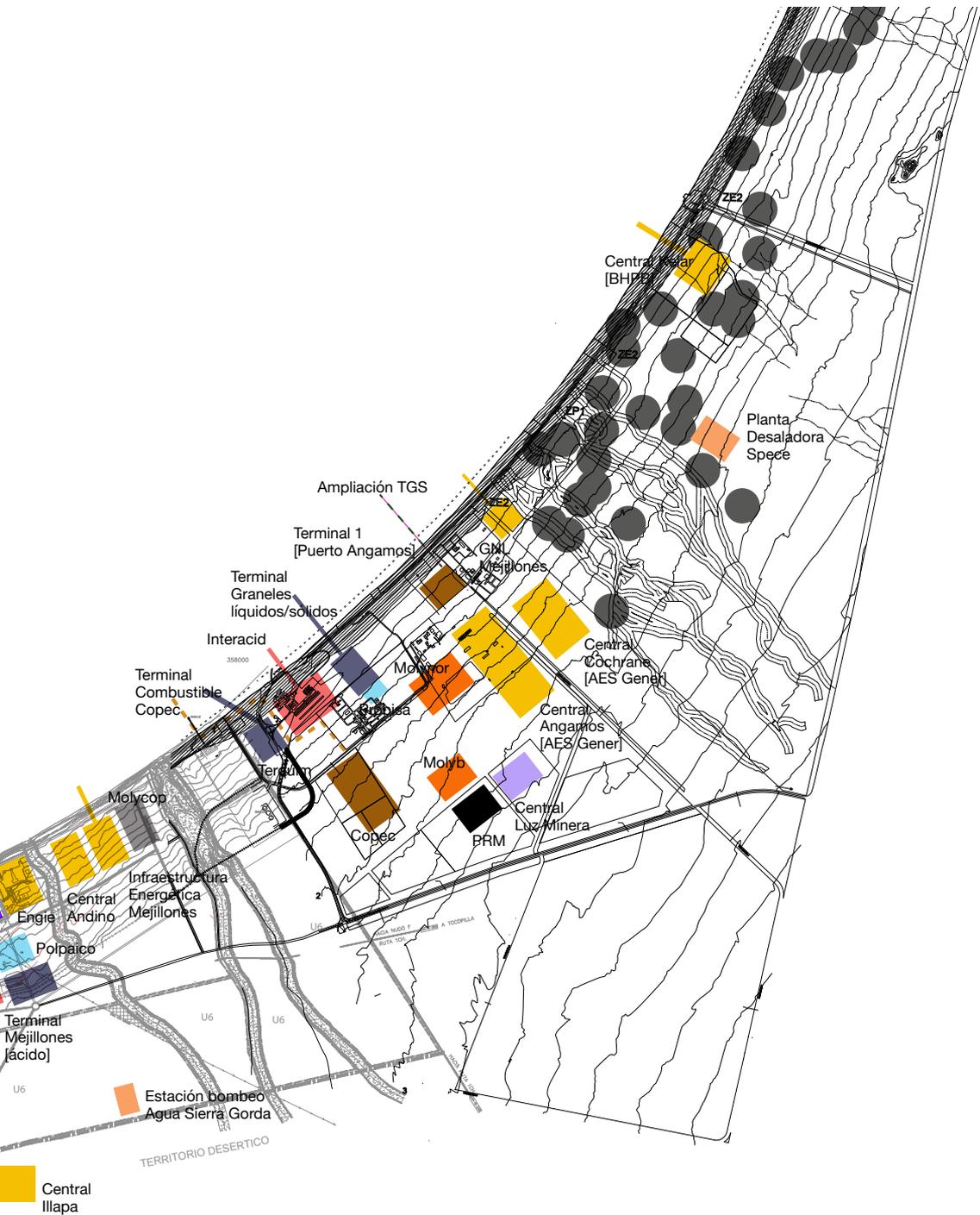


Fig. 38. Plano distribución y presencia de industria en la costa de la Bahía de Mejillones. [CAD intervenido]. Intervenido en base a planimetría PLADECO (2012).





Fig. 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 y 46. Fotografías de Zona especial y Zona portuaria en Mejillones. [Fotografía]. Tomadas por la autora 2018.

Otro factor que se debe considerar respecto a la contaminación es la actividad minera y el transporte ferroviario los cuales constituyen el eje del desarrollo industrial de la II región. Producto de la alta actividad de las industrias, los efectos negativos son apreciados por la población en el día a día. Por otro lado, existe evidencia de metales pesados en el fondo marino de la costa, debido al manejo de los productos mencionados anteriormente. De acuerdo a un estudio de la Universidad de Antofagasta del año 2012, en los sedimentos marinos del sector industrial se registran niveles de metales pesados (níquel, cobre, zinc, cadmio, vanadio y plomo) (Calderón, C., Valdés, J., 2012) que superan con creces la norma internacional. Además se encontró contaminación con metales pesados

en varias especies de crustáceos y moluscos, los cuales luego posteriormente serán ingeridos por la comunidad causando futuras complicaciones.

En Chile no se aplican normas en sedimentos marinos, esto es de suma importancia debido a la presencia de metales pesados en tejidos blandos en los organismos muestreados por el mismo estudio, los cuales entregaron resultados que en varios organismos se supera la norma que impone el Reglamento Sanitario de los Alimentos, el que solo permite de 20mg/kg presentes en las especies. En el gráfico se muestran los valores de concentración de metales obtenidos para las estaciones cercanas a las centrales térmicas y también alejado del sector industrial.

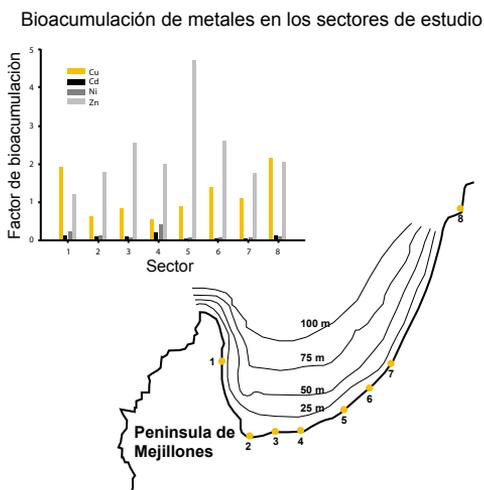
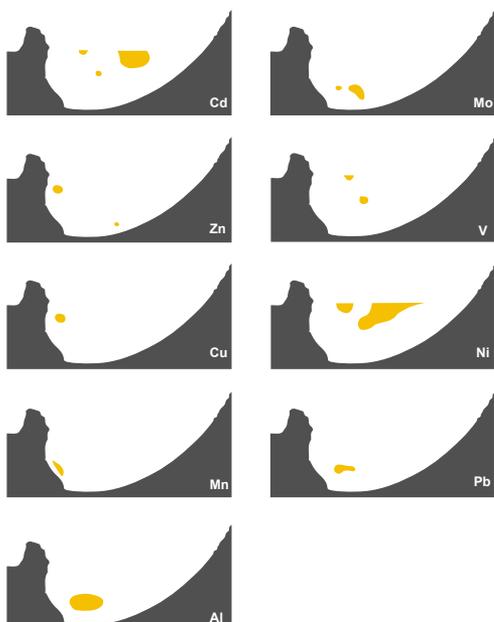


Fig. 47 y 48. Estudio realizado por la Universidad de Antofagasta sobre la bioacumulación de metales pesados en la Bahía de Mejillones [Gráfico]. Intervenido en base al estudio (2012).

3.2 ANTECEDENTES DEL LUGAR

La península de Mejillones constituye la forma geográfica más destacada del Norte de Chile, ya que da origen a dos bahías orientadas en sentidos opuestos; bahía de San Jorge hacia el sur y la bahía de Mejillones hacia el norte. Esta península está formada por una cadena montañosa, en su parte más expuesta al océano, alcanzando los 1000 metros de altitud, y una planicie litoral que se extiende hacia el este, hasta los faldeos de la cordillera de la costera.

Esta formación tiene una extensión lineal de casi 180 Km, lo que ofrece una configuración geográfica con una alta diversidad de ambientes naturales y asentamientos humanos, estos últimos son Antofagasta y Mejillones, conformando ambas el polo industrial-minero más importante de Chile.

Esta multiplicidad de ambientes y sistemas naturales, caracterizan este sector por ser rico biológicamente, es así como se ha dado paso a la primera Reserva Marina del país con el fin de restaurar y conservar el principal banco natural de ostiones del norte. Al norte de la península se ubica el Parque Nacional cerro Moreno, la cual alberga una flora y fauna terrestre y marina muy diversa gracias a la camanchaca presente en sus alturas máximas, así como sitios arqueológicos prehispánicos.

Por otro lado la presencia de cielos despejados y nula presencia de precipitaciones, contribuyen de manera significativa al desarrollo de un clima árido y seco que da lugar al Desierto de Atacama. (ver figura X y X)



Fig. 49, 50, 51 y 52. Paisaje de la Bahía de Mejillones [Fotografía]. Tomadas por la autora (2018).

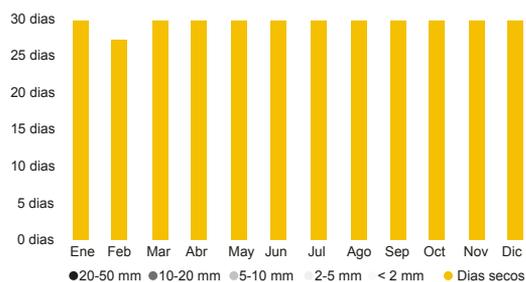


Fig. 53. Gráfico de cantidad promedio de precipitaciones de un año en Mejillones. [Gráfico]. Intervenido en base a WatherChannel.

> CIUDAD DE MEJILLONES: TURÍSTICA E INDUSTRIAL

La bahía de Mejillones constituye sistemas marinos costeros semicerrados, donde las aguas tienen una circulación de mayor restricción, con respecto a las zonas costeras rectilíneas. Estas bahías se deben a la disposición que toma línea de costa, es decir las salientes costeras, como penínsulas, cabos y puntas, dan lugar a la formación de entradas y /o zonas protegidas como las bahías. La bahía de Mejillones está abierta hacia el norte, por lo tanto presenta una mayor protección de los vientos provenientes del sector sur y suroeste, en efecto su circulación interna es de mayor calma.

Esta pequeña ciudad puerto, está situada a 1.440 km. al Norte de Santiago y a 65 Km. de la ciudad de Antofagasta, en la provincia del mismo nombre, II Región. Sus coordenadas geográficas centrales son 23° 20' Sur y 70° 20' Oeste. El límite sur es la ciudad de Antofagasta, el norte la ciudad de Tocopilla, al este el Océano pacífico y oeste la cadena montañosa Cerro Gris. La superficie de la Comuna de Mejillones es de 3.803,9 kilómetros cuadrados

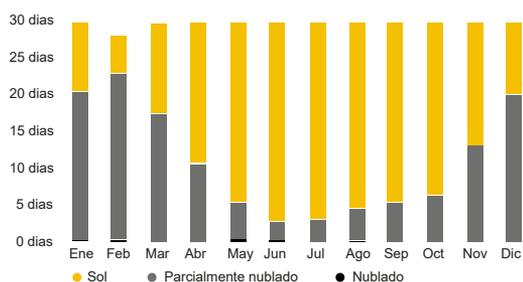


Fig. 54. Gráfico de cantidad promedio de días soleados en Mejillones. [Gráfico]. Intervenido en base a WatherChannel.

y la densidad demográfica es de 2,21 hab/km2 e integra a las localidades de Mejillones, Carolina de Michilla y Hornitos (CENSO 2002).

Según el plan regulador comunal se distinguen 4 zonas demarcadas y con diferentes características según un ordenamiento territorial, definiendo así:

ÁREA CONSOLIDADA

Comprende el área urbana de Mejillones, que cuenta efectivamente con urbanización completa, entendiéndose por tal, la que ha capacitado al suelo para ser dividido y para recibir edificación debidamente conectada a las redes de los servicios de utilidad pública o que cuente con otros sistemas alternativos autorizados.

ÁREA DE EXTENSIÓN URBANA

Comprende aquellos territorios localizados en forma externa y adyacente al área consolidada, con capacidad de recibir el crecimiento en extensión previsto para un horizonte de 15 años a contar de la vigencia del Plan Regulador Comunal.

ÁREAS ESPECIALES

Son aquellas áreas, que en razón a su especial destino o naturaleza, se encuentran sujetas a restricciones de diverso grado en cuanto a su urbanización y edificación.

ÁREA PORTUARIA

Es aquella cuyo uso está destinado a la actividad portuaria (agregar esquema salidas de embarcos y presencia de co2)

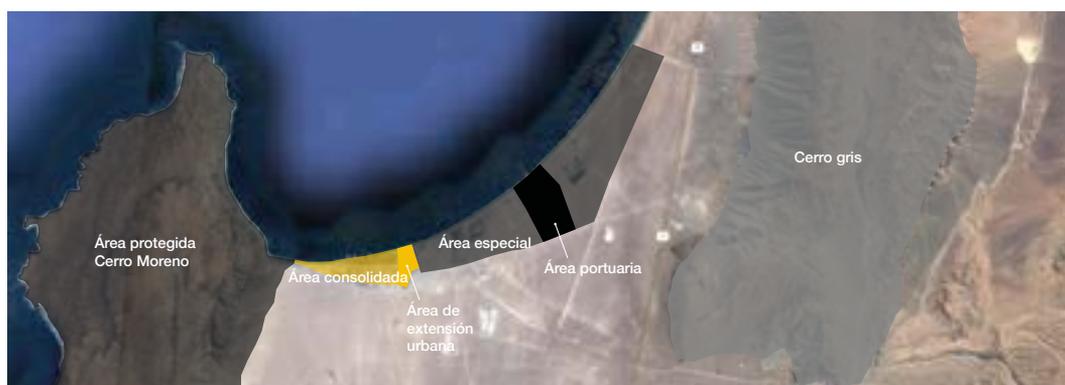


Fig. 55. Zonas demarcadas según plan regulador [Imagen].
Intervenido en base a imagen Google Earth.

En función de lo analizado previamente, se presentan ciertas observaciones a considerar al momento de tomar las decisiones tanto urbanas como arquitectónicas en el desarrollo del proyecto.

FRAGMENTACIÓN DE LAS ZONAS (A)

Inexistencia de un borde costero que relacione las distintas zonas y se integre con el área consolidada en orientación oriente-poniente, manteniendo así, la condición de espalda al mar de la ciudad de Mejillones. A de tener en cuenta, que gran parte del borde costero está concesionado por privados, lo que hace inferir que eso imposibilita aún más la oportunidad de construir uno.

DISCONTINUIDAD (B)

El traspaso desde el área consolidada y la industria, es manejado como un punto de inflexión, en el cual no existe ningún proyecto o propuesta de mitigación para relacionar ambas áreas.

DÉFICIT DE ÁREAS VERDES Y EQUIPAMIENTO (C)

sumando a la inexistencia de un borde costero, al interior de la ciudad tampoco existen algunos equipamientos de primera necesidad como lo son un hospital con todas las especialidades, terminales intermodales, entre otros. En cuanto a las áreas verdes Mejillones cuenta con 1,4 m²/hab, siendo que la OMS aconseja 9 m²/hab. A pesar de las

condiciones extremas de aridez y calor, existen casos de proyectos similares que han llegado a muy buenos resultados, aumentado la cantidad de m2 de áreas verdes a comunidades.

INTERSECCIONES CONFLICTIVAS (D)

Las calles de la ciudad de dirección oriente-poniente no se proyectan hasta la costa, generando que los recorridos solo se desarrollen al interior de la ciudad, la presencia de largos muros ciegos genera una discontinuidad visual lo que se traduce en un transitar conflictivo y desorientado en la ciudad (plano de la ciudad)

MONOFUNCIONALIDAD (E)

Mejillones al volcar su desarrollo a la industria, a lo largo de la historia se ha transformado en una ciudad dormitorio, es por eso, que todos los programas se enfocan en cubrir esas necesidades, en consecuencia no existe desarrollo turismo, principalmente natural, el cual es uno de los grandes fuertes de la comuna. Desde las instituciones tampoco existen estrategias radicales para transformar este enfoque de desarrollo.

En conclusión, estas observaciones antes descritas, tiene una expresión urbano-arquitectónica la cual afecta directamente al ser humano y su forma de habitar. Es claro que en esta ciudad los intereses no están enfocados en brindar un espacio ciudadano propicio y equitativo para vivir, sino que más bien, está destinada en mantener satisfecha los inescrupulosos deseos de empresarios e inversionistas. Es así, que a través de este proyecto de título, no pretende hacerse cargo de todas las problemáticas antes descritas, sino dar un primer paso en resolver

una de las principales, que es la contaminación y desde ese punto de inicio comenzar a tejer las otras soluciones.

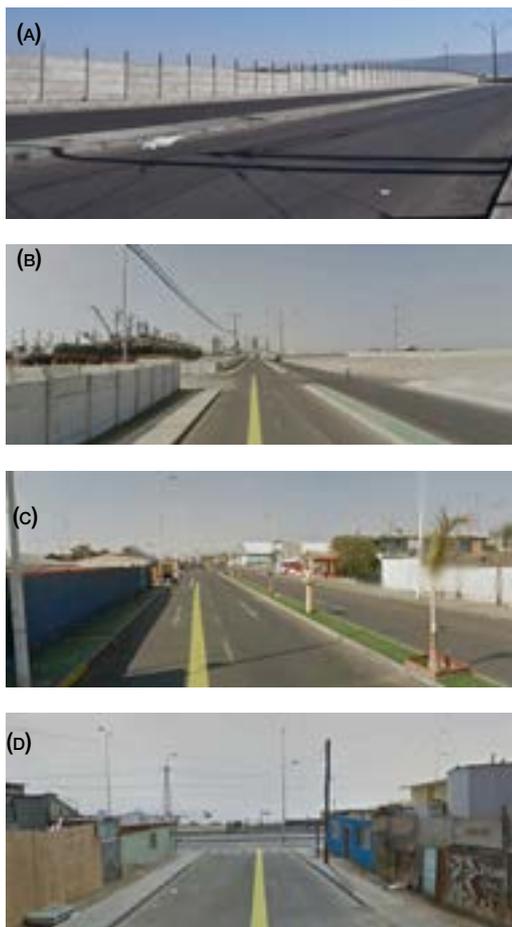


Fig. 56, 57, 58 y 59. Observaciones espaciales de la ciudad de Mejillones. [Fotografía]. Recuperadas de Google Earth. (2018)

> DESARROLLO INDUSTRIAL EN MEJILLONES

A lo largo de toda la historia de Mejillones, esta ciudad ha sido marcada por el auge y bonanza de la explotación de distintos recursos naturales, los cuales en su momento han posicionado a Mejillones como una ciudad de extremo desarrollo, pero que el agotamiento de estos han llevado a la decadencia de esta localidad. Como por ejemplo desde los años 90 a la actualidad la presencia de diversas industrias del ámbito de la energía, los explosivos, los químicos, la minería, la actividad portuaria y el transporte ferroviario, han incidido

en el desarrollo industrial de la comuna (PLADECO Mejillones 2008-2018, 2012). Esta gran variedad de industrias están relacionadas con el área de servicios a la minería, dentro de las cuales destacan las centrales termoeléctricas que proveen de energía a gran parte del Norte grande (SING) y en especial a las actividades extractivas.

La siguiente línea de tiempo gráfica los acontecimientos en cuanto al desarrollo industrial que ha tenido la ciudad de Mejillones a lo largo de su historia.

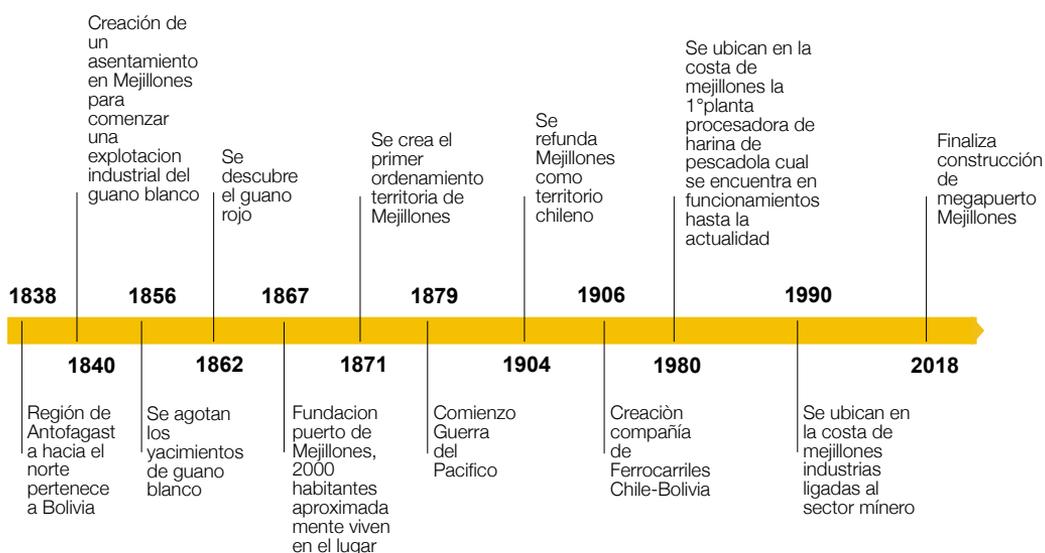


Fig. 60. Línea de tiempo del desarrollo industrial a lo largo de la historia en Mejillones. [Esquema]. Realizado a partir de diversas lecturas por la autora (2018).

> CONTAMINACIÓN EN EL MAR DE MEJILLONES

Todos los recursos minerales tienen el carácter de ser no renovables, de modo que su explotación genera impactos ambientales que perduran tanto en la naturaleza como en el valor de los recursos existentes en el entorno (MMA, 2002).

Una de las principales características de la actividad minera es su alto grado de intervención del medio donde se desarrolla, teniendo como consecuencia un nivel de modificación del entorno, por lo general de carácter irreversible que puede afectar a la atmósfera, el suelo, el agua, la flora y/o fauna del área donde se encuentra en operación.

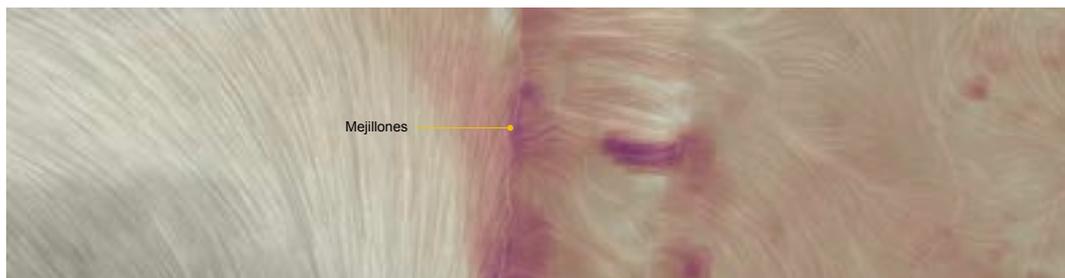


Fig. 61. Imagen a tiempo real de la presencia de CO2 en la atmósfera [Imagen]. Intervenido en base a imagen earth.nullschool.net

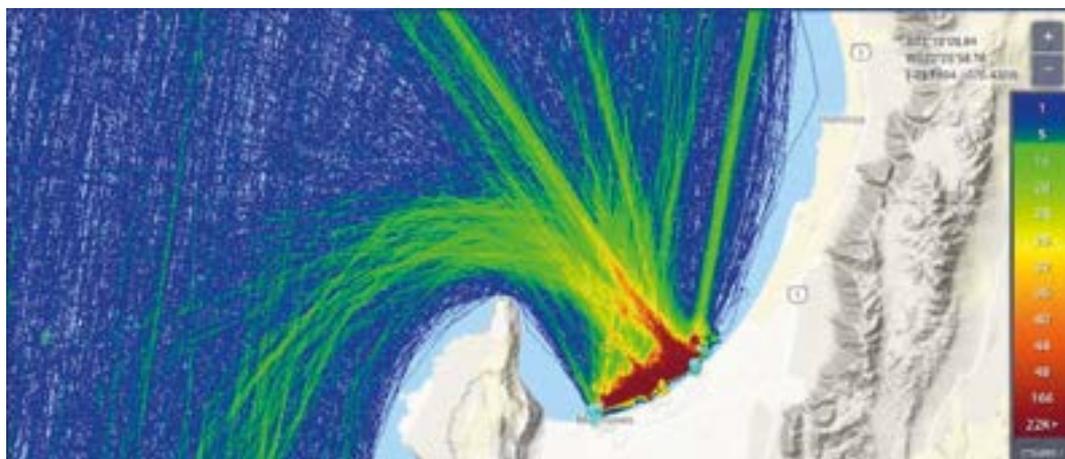


Fig. 62. Tráfico marítimo efectuado en la Península de Mejillones durante un año siendo éste el 3er puerto con más tráfico marítimo de Chile [Imagen]. Recuperado del anuario 2016 de la Asociado de Industriales de Mejillones A.G.

Uno de los impactos de esta actividad, es la contaminación de las aguas marinas, producto de los grandes volúmenes de desechos, tanto sólidos como líquidos, que la minería debe eliminar en la zona de mayor productividad biológica, el océano. El medio acuático es muy sensible a los contaminantes tanto metálicos como no metálicos, los desechos arrojados al mar pueden llegar a la costa por el oleaje. Además, pueden alterar la temperatura del cuerpo receptor, aumentar la turbidez y los sólidos en suspensión del agua, asfixiando a los organismos que viven en el lecho marino (MMA, 2002), alterando la biota acuática (como peces), que son la fuente de proteínas en la dieta humana, ingerida por los seres humanos a través del consumo de los productos del mar (Calderón, C., Valdés, J., 2012), y afectar la fuente del recurso económico familiar como lo es la pesca artesanal.

Según un trabajo realizado por Valdés et al.(2012) quienes a través de la utilización de organismos bentónicos evaluaron la distribución espacial de metales pesados presentes tanto en el piso como en la superficie marina, en varios sectores de la bahía, abarcando zonas dentro del casco urbano, zona industrial y zonas libres de intervención antrópica permanente. La evaluación del contenido de metales en los sedimentos, mostró que el Cu, Cd, Ni, Zn y Pb estarían sobre los niveles admitidos por ley. En cuanto a la presencia de partículas de carbón en las aguas marinas, estas presentaban una alta concentración en la zona industrial de la ciudad, deduciendo que estas se originan de actividades industriales consumidoras de carbón en la zona costera. Tal como lo asevera el ex seremi de Medio Ambiente de la Segunda Región, Hugo Thenoux:

"Existe un enriquecimiento de los sedimentos del fondo marino con metales pesados, producto de operaciones portuarias"

> CORRIENTES Y MAREAS EN MEJILLONES

Para poder proyectar arquitectura en el mar es necesario saber cómo funciona éste, los ciclos de cambio, la dirección, las marejadas. Es por esto que se comenzará por entender conceptos fundamentales, de esta forma las decisiones de diseño serán acordes respecto a la realidad.

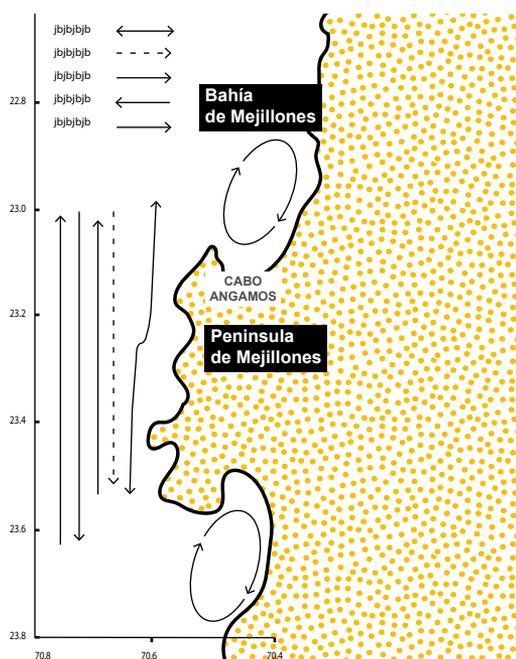


Fig. 63. Corrientes marítimas que afectan a la Bahía de Mejillones [Ilustración]. Recuperado del anuario 2016 de la Asociado de Industriales de Mejillones A.G.

CORRIENTES MARINAS

El agua que se traslada en los océanos y sus principales causas son el movimiento de rotación de la Tierra y los vientos planetarios, estas corrientes se encuentran a distancias alejadas de la costa y su fuerza se despliega a niveles muy profundos del océano.

MAREAS

Son los cambios periódicos del nivel del mar ocasionados principalmente por la fuerza gravitatoria de la luna y el sol, viento y en ocasiones por la presión atmosférica, es decir son movimientos de agua a niveles superficiales, en los cuales las costas tienen mucha incidencia en la dirección de estas.*(falta cita)*

OLEAJE

Son los movimientos provocados por la acción del viento. En Mejillones los valores son los siguiente El 50% del tiempo tiene olas de altura significativa

de menos de 0.5 metros. El 95% del tiempo tiene olas de altura significativa de menos de 1.0 metros Las olas máxima se producen en verano y tienen una altura significativa de menos de 2.0 metros.

Notas:

*Altura significativa: el promedio de un tercio de las olas más grandes.

*Los valores indicados son de zonas más expuestas de la bahía, frente a la ciudad de Mejillones los valores son menores, por que usar estos valores es conservador.

Por tanto, Mejillones al encontrarse en una bahía protegida de las corrientes, son bajas con valores máximos de 0.6 nudos (30 cm/seg). En cuanto a las mareas la mínima son de 0,80 metros y la máxima 1,78 metros, siendo la variación de altura de tan solo un metro cada 6 horas, siendo así, estas aguas de características calmas para navegar

CAMBIO PERIODICO DEL NIVEL DEL MAR

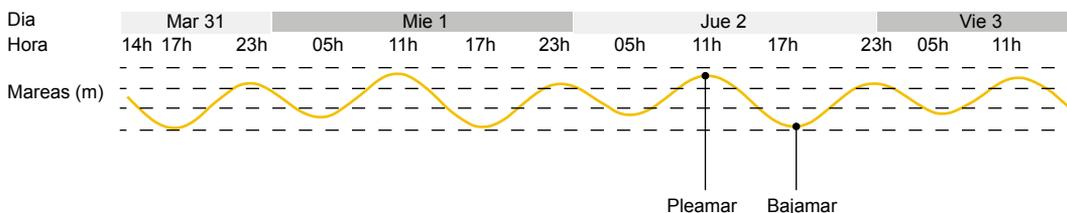


Fig. 64. Cambio periódico del nivel del mar, mostrando diferencia de altura entre pleamar y baja mar [Gráfico]. Recuperado de WeatherChannel.

VIENTO

Predominio de la dirección SW con el 50% del tiempo, el 65% del tiempo mostró valores menores a 4.0 m/seg y los valores máximos muestran valores de 11 m/seg

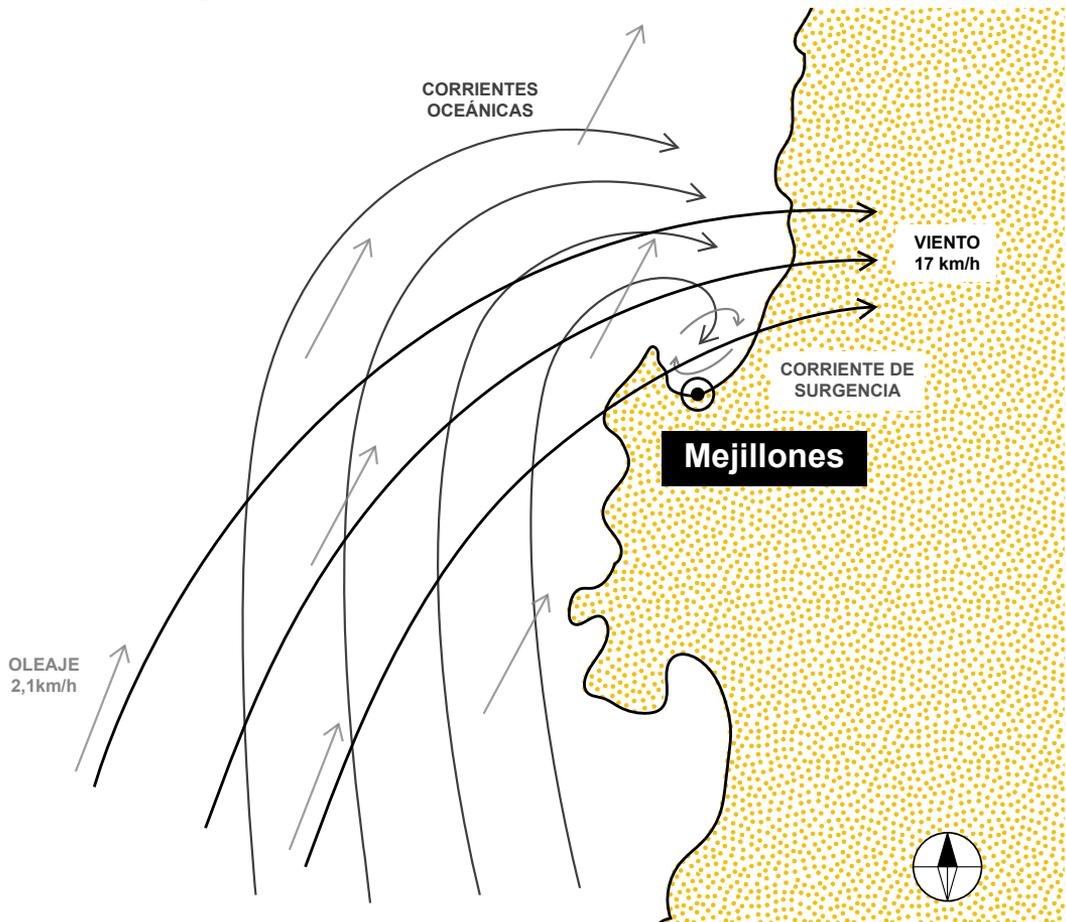


Fig. 65. Corrientes marítimas que afectan a la Bahía de Mejillones [Ilustración]. Recuperado del anuario 2016 de la Asociado de Industriales de Mejillones A.G.

> FLORA Y FAUNA MARINA DE MEJILLONES

Los océanos según el grado de interacción que tengan con el litoral, consecuentemente con la atmósfera y exposición a mayor luminosidad tiene distintas características que dan paso a flora y fauna diferentes una con otras.

Zona intermareal: Franja a lo largo de la costa que queda comprendida entre la más alta de las pleamares y la más inferior de las bajamares. Única parte del ambiente marino que sufre exposición regular al aire. Se caracteriza por ser un ambiente inhóspito y cambiante en la cual -Existe ciclo de humedad y luego desecación

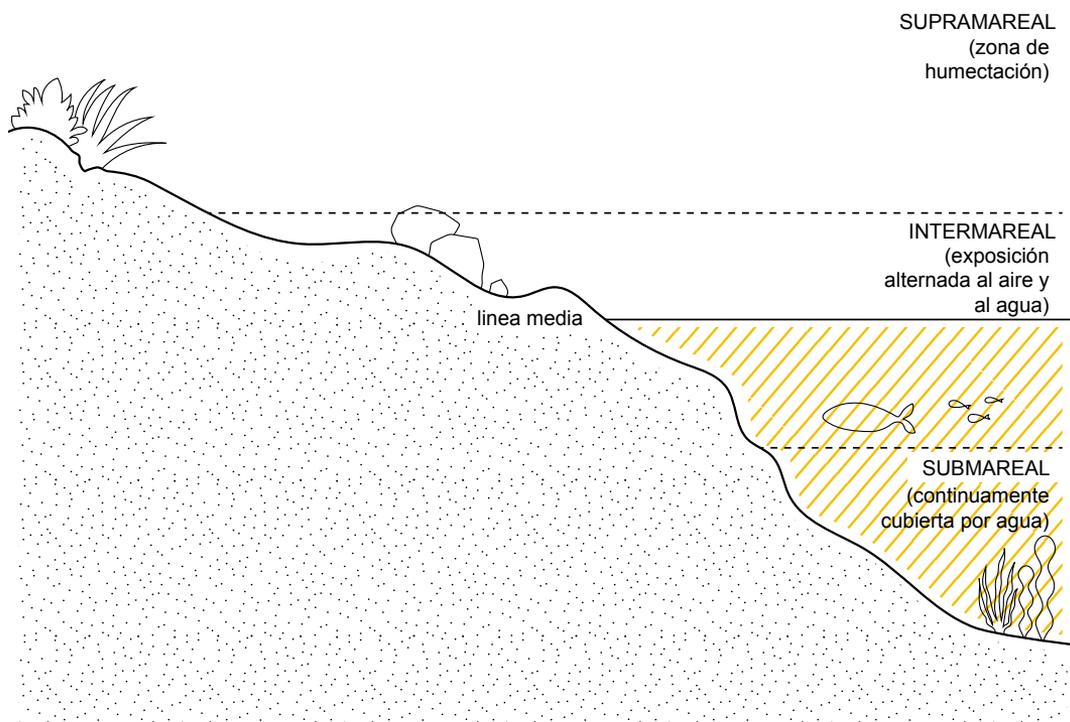


Fig. 66. Ilustración tipo corte de los componentes del litoral marino. [Ilustración]. Intervenido en base a imagen de wikipedia.

Movimiento del agua: Organismos van a estar enterrados en la arena, vivir debajo de rocas, o adherirse a rocas.

Depredadores: En marea alta son consumidos por animales marinos (peces). Cuando la marea está baja son consumidos por animales terrestres (aves). Algunos organismos de esta zona son el Sol de mar, echinolittorina peruviiana, chorito maico, picoroco, piure de antofagasta, chitones, ulva intestinales, codium sp., rizo negro, leptograpsus variegatus

Zona submareal o infralitoral: Por debajo del límite inferior de las bajamares se extiende la zona submareal. Caracterizado por fondos duros cubiertos por rocas, plataformas rocosas y bolone, fondos blandos cubiertos por extensas plataformas de arena y plancton.

La turbiedad de las aguas de mejillones se debe a que son aguas ricas en nutrientes lo que da paso a una extraordinaria abundancia de microorganismos en suspensión conocido como plancton, los cuales son la base de una larga cadena trófica de diversos grupos de organismos. Estos fondos se encuentran cubiertos por continuos parches de macroalgas pardas, las cuales forman densas poblaciones en algunos sectores, constituyendo así, verdaderos bosques submarinos que favorecen a la creación y mantenimiento de la biodiversidad.

Estos bosques están formados principalmente por el huero canutillo (*macrocystis pyrifera*), la cual sobrepasa los 5 metros de altura, estas cumplen el rol al de generar oxígeno tanto para especies marinas, como terrestre y también funcionan como filtros acuáticos.

Algunos organismos presentes esta zona son piures, anémoma naranja, macroalgas, ascidia, esponja amarilla, estrella patria erizo rojo y negro, peces como el apañado solitario, pintacha, lenguado, borrachilla, sargo, burrito, pejechancho, jibia, bancos de jureles, pez luna jaiba panchote, cangrejo ermitaño, pequeños equinodermos entre otros.

El daño causado por la actividad humana a los sistemas marinos es evidente. Los extractores de algas informales utilizan métodos poco convencionales como el continuo barroteo para extraer mayor cantidad de macroalgas pardas al día. Sin un correcto manejo de los sistemas naturales, esta continua actividad podría afectar drásticamente la diversidad biológica y cambiar el sistema hasta un punto donde los bosques no se logre recuperar (Ortiz, 2018)



Fig. 67. Erizo negro de mar presente en la Zona Supramareal. [Fotografía]. Recuperado de www.educarchile.cl

3.3 EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

En un principio se pensó que el proyecto debería actuar como un edificio “anfíbio”, es decir, que tuviera la capacidad de responder tanto en agua como en tierra, es así como se pensaba construir sobre la costa el programa más duro: oficinas, laboratorios, salas, etc. y en el mar solo la plataforma de cultivo, la cual podía ser recorrida públicamente. Esta idea se desechó, ya que el proceso productivo se transformaba muy ineficiente, debido a las grandes distancias que debían recorrer los trabajadores e investigadores varias veces al día. Por otro lado, se complejizaba el proceso de diseño al tener que pensar en dos respuestas arquitectónicas que necesitaban mucho tiempo de desarrollo. En última instancia la posibilidad de desarrollar un proyecto totalmente marino, se transformaba en un desafío académico importante.

Por otra parte, la ubicación del proyecto en primera instancia se planeó sobre la línea proyectada 100 metros dentro del mar a la altura del límite entre la zona consolidada y la zona industrial, entendiendo el proyecto como un *buffer* frente a la contaminación, esta decisión implicaba que el proyecto superará los 150 metros de diámetro, lo cual lo transformaba en un proyecto muy difícil de manejar. En función de esta observación, se decide proyectar tres plataformas más pequeñas en distintos puntos estratégicos de la bahía, manteniendo el primero y sumando dos más.

Esta última decisión fomenta la idea de crear infraestructura de borde costero, a través de la utilización de estos elementos.

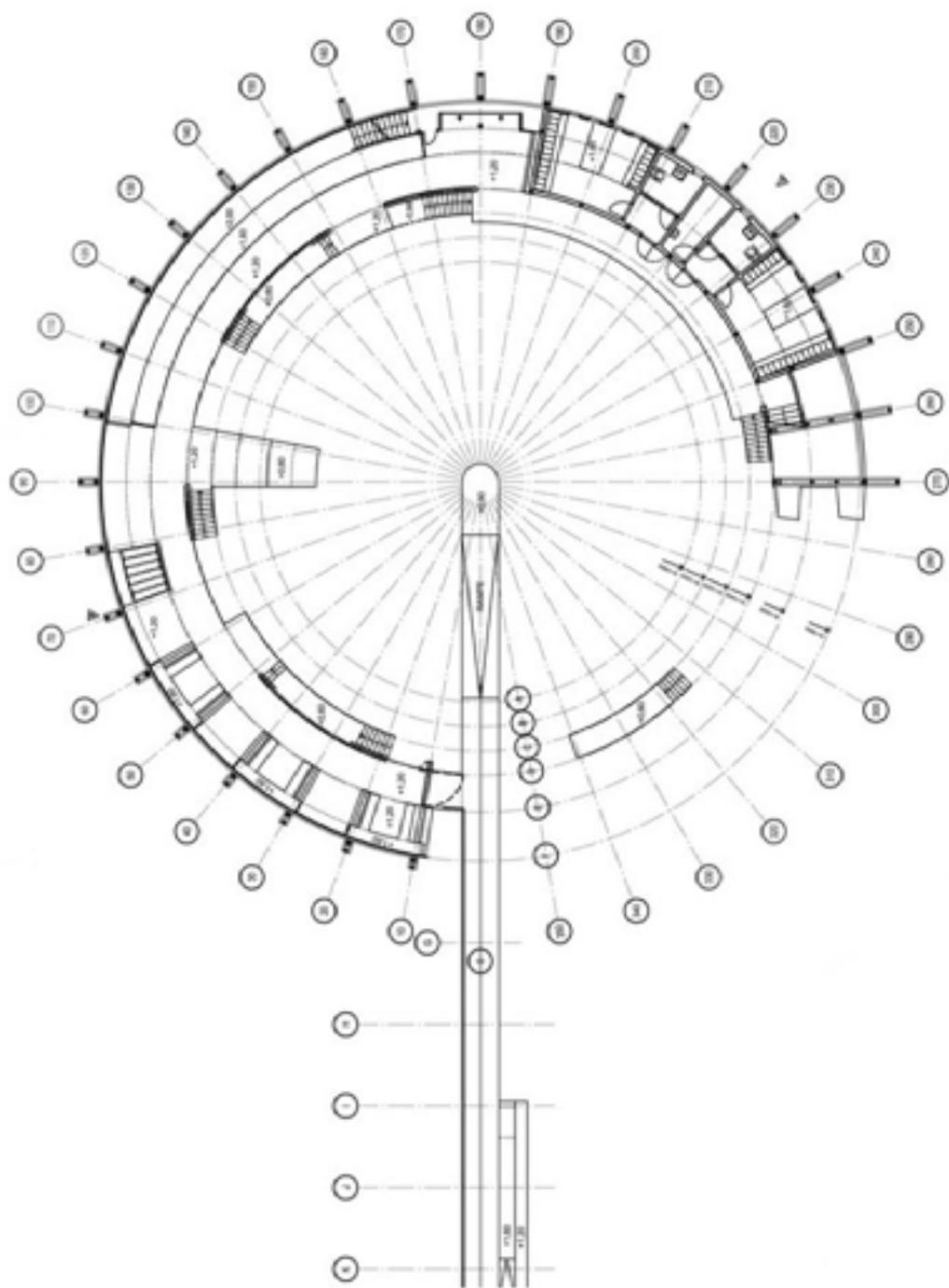


Fig. 68. Imagen aérea de Mejillones mostrando los puntos de ubicación de las plataformas en el mar. [Fotografía]. Recuperado de GoogleEarth e intervenido (2018).



Este vínculo se vería con gran fuerza tanto desde norte a sur, como de oriente a poniente, invitando nuevamente a la ciudad a volcarse y utilizar el mar, ahora ya limpio de contaminación.





CAPÍTULO 4: REFERENTES

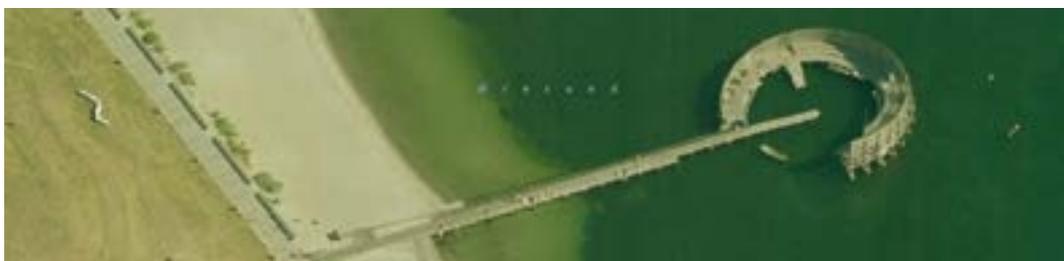


Fig. 69, 70 y 71. Imagen del proyecto desde la playa, del interior y a vuelo de pájaro [Fotografía]. Recuperado de whitearkitekter.com/

1 / **PROYECTO: BAÑOS DE MAR DE KASTRUP**
ARQUITECTO: WHITE ARKITEKTER
UBICACIÓN: KØBENHAVN, DINAMARCA
ETAPA: PROYECTO EN FUNCIONAMIENTO

El proyecto busca transformar un sitio abandonado en una zona industrial abandonada en un espacio público de ocio náutico y de actividades al aire libre inclusivo y popular en Dinamarca al igual que el proyecto que el proyecto que estoy desarrollando.

Me parece interesante, el uso de una geometría simple y discreta, la cual se sustenta en la idea de un interior concentrado el cual brinda protección contra viento, y sea el refugio perfecto para nadar y tomar sol. Los usos ocupan el gesto arquitectónico del muro elevándose, ya que las diferentes alturas entregan diferentes posibilidades de uso. El tramo abierto de la circunferencia se enfrenta a la tierra invitando a su ingreso, en tanto, el tramo más alto da hacia las corrientes de viento.



Fig. 72, 73 y 74. Vista frontal, interior de las piscinas y del espacio de trabajo [Fotografía]. Entregadas por el autor del proyecto.

2 / PROYECTO: GRANJA MARINA FLOTANTE ARQUITECTO: SEBASTIÁN PEZOA OPAZO UBICACIÓN: EN EL MAR FRENTE A LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN ETAPA: PROYECTO DE TÍTULO, GANADOR DEL CNPT 2016

El proyecto se concibe como una plataforma flotante en la Bahía de Concepción, que posibilite las labores de pescadores artesanales para el cultivo integrado de especies marinas, que en su constante crecimiento y desarrollo, favorezcan a la depuración y restauración de la calidad de las aguas contaminadas por nutrientes inorgánicos, problema ambiental conocido como eutrofización.

Es muy sugerente la gran elocuencia y funcionalidad entre forma, distribución de los usos y programas. Tomando como punto de partida la idea de una viga habitable, la cual al funcionar conjuntamente con tres más, conforman un sistema rígido el cual es capaz de recibir el intenso oleaje. La distribución programática se distribuye perimetral y linealmente en función de la cantidad de superficie cultivable requerida y la sucesión de etapas que se necesitan para el proceso.



Fig. 75 y 76. Vista detalle escala y estructura exterior [Fotografía]. Recuperado de plataformaarquitectura.cl

3 / **PROYECTO: CENTRO POMPIDOU** **ARQUITECTO: RENZO PIANO Y RICHARD ROGERS** **UBICACIÓN: PARÍS, FRANCIA** **ETAPA: PROYECTO EN FUNCIONAMIENTO**

El concepto principal de este proyecto, es la exposición de toda la infraestructura del edificio. El propio esqueleto envuelve el edificio desde el exterior, mostrando toda la estructura de los diferentes sistemas mecánicos y no sólo para que pudieran ser entendidos, sino también para liberar al máximo el espacio interior, logrando con esta estrategia crear un edificio de una rica estética hi-tech. La estructura forma una malla de acero que proporciona un marco estable, dentro del cual pueden ubicar y cambiar permanentemente los suelos y tabiques para formar distintos tipos de espacios interiores. El recubrimiento exterior es una curtain wall de acero y vidrio, que incorpora elementos sólidos metálicos. Uno de los elementos más interesantes, es la escalera mecánica en la fachada oeste, la cual funciona como un elemento aparte al edificio, que dialoga constantemente tanto con el espacio interior como con la ciudad.

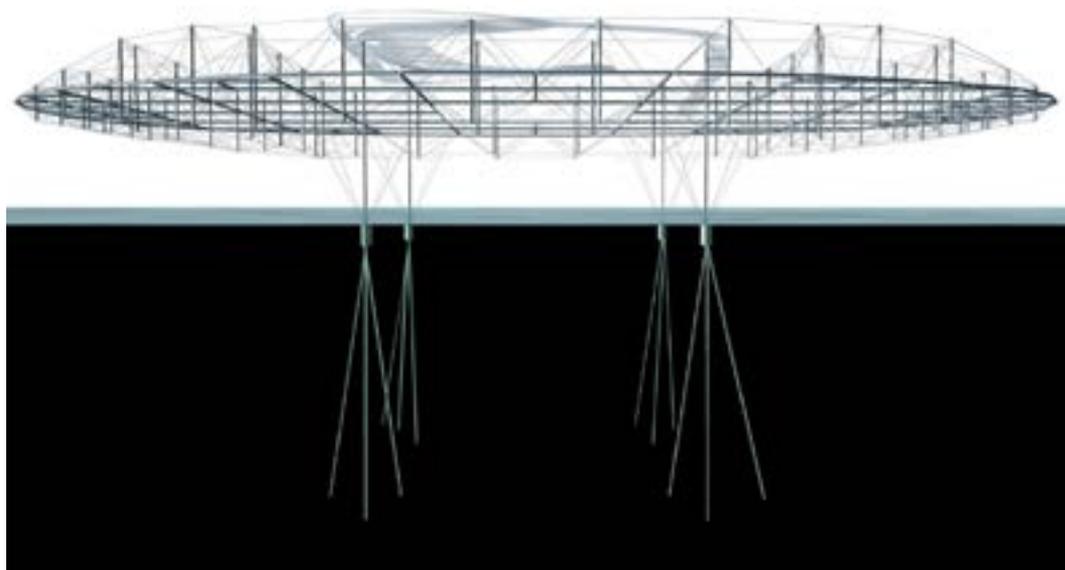


Fig. 77. Vista frontal del modelo del proyecto [Modelo]. Recuperado de <https://dsrny.com>

4 /

PROYECTO: BLUR BUILDING

ARQUITECTO: DILLER + SCOFIDIO

UBICACIÓN: YVERDON-LES-BAINS, SUIZA

ETAPA: PROYECTO ITINERANTE, PABELLÓN EXPERIMENTAL DE SUIZA 2002

El Blur Building es un pabellón itinerante de arquitectura de atmósfera, en donde el agua y el aire son los principales materiales arquitectónicos. Es muy interesante cómo el proyecto está constituido por una estructura ligera de tensegridad sobre pilares, la cual le entrega la total ligereza y liviandad al proyecto, además de que la no existencia de muros verticales pareciera que se ingresa a un lugar de características naturales. A través de un sistema que atomiza agua mezclada con aire, generando una envoltura la cual pareciera una nube. Desde el exterior, cuando dicha nube está en funcionamiento, en ocasiones es posible advertir la estructura y las plataformas, lo que depende del viento y de las condiciones atmosféricas. Generando así, tres niveles de relación con el proyecto



Fig. 78, 79 y 80. Vista frontal, interior de las piscinas y del espacio de trabajo [Fotografía]. Recuperdo de <https://dsmy.com>

1. Mirado desde lejos, no se entiende bien el origen ni el uso del proyecto, ya que no proporciona mucha información
2. Acercándose al proyecto, los visitantes establecen una visión háptica de la nube, con la que empiezan a orientarse y a adquirir confianza con el pabellón;
3. Dentro del proyecto, establece una relación realmente háptica con la niebla, es decir una percepción basada en el sentido del tacto, en la piel y en el movimiento, y no en la visión.

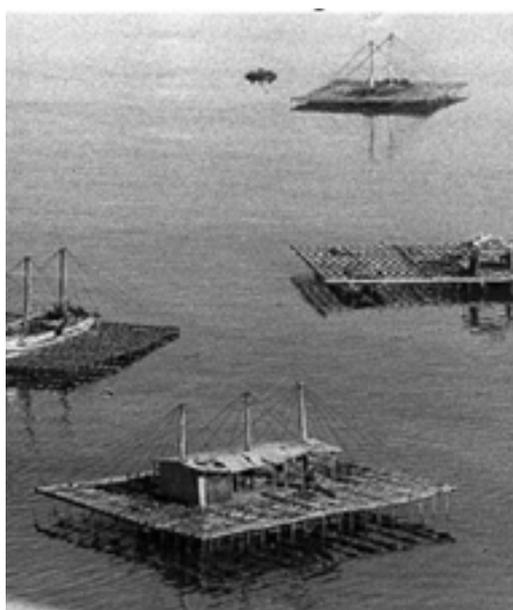
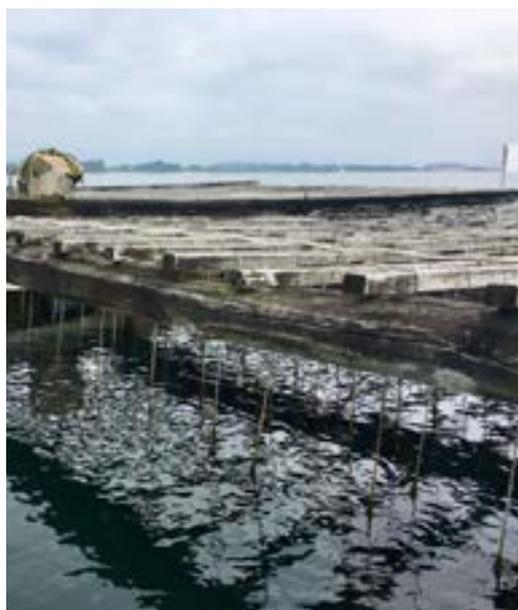


Fig. 81 y 82. Detalle palillaje estructura batea y vista vuelo de pájaro. [Fotografía]. Recuperado de www.guiategalicia.com/.

5 / BATEAS DE CULTIVO DE MEJILLONES

Estructuras flotantes de factura artesanal que son utilizadas como sistema de cultivo de bivalvos en el mar. En sus inicios la estructura provenía de partes de viejos barcos, posteriormente se diseñaron y construyeron bateas con flotadores de madera, luego se utilizaron bateas provistas de chapa de hierro marino. Actualmente se basan en flotadores cúbicos de madera forrados de cemento. Las partes de una batea son las que muestran el siguiente esquema.

Lo interesante de este referente es el acondicionamiento para la habitabilidad que se le entrega a la estructura a través de la chabola, las cuales son pequeños espacios cubiertos, con un banco y una pequeña mesa, dispuestos al centro de la batea con la finalidad de entregar comodidad durante las largas horas de espera.



Fig. 83 y 84. Imagen vista frontal de boyas en el mar.
[Fotografía]. Recuperado de <http://www.rtve.es>

6 / BOYA FLOTANTE

Siendo elementos flotantes anclados al fondo marino utilizados para orientar embarcaciones o la señalización de objetos sumergidos. La capacidad de poder resistir los vaivenes del oleaje, se debe gracias a que su parte inferior tiene una parte estancada denominada casco de forma circular a ovalada. Por otra parte la posibilidad de poder ser avistada en la lejanía es gracias a la torre; la cual es una estructura metálica capaz de soportar distintos elementos de señalización y finalmente los orinques en los cuales se amarran los pesos muertos.

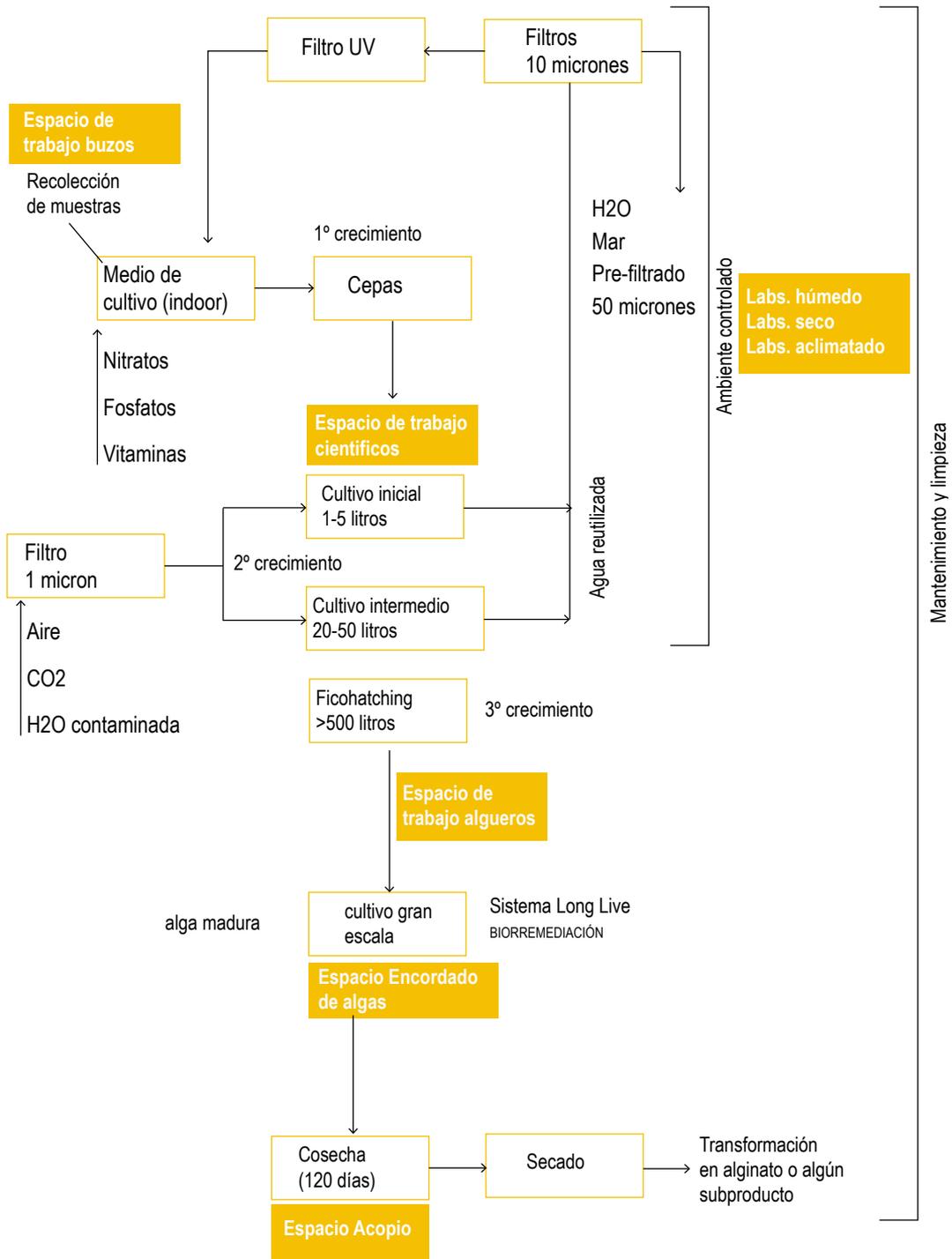


Fig. 85. Esquema secuencial programático del proyecto [Esquema]. Realizado por la autora (2018).

CAPÍTULO 5: PROYECTO

5.1 PROPUESTA URBANA

Entendiendo que el proceso de descontaminación del mar se realiza a través del biorritmo de plantas marinas, se considera que llevara una cantidad de años considerable en lograr el proceso requerido, es así que la propuesta urbana se realizará en etapas a corto, mediano y largo plazo.

Emplazamiento de las 3 plataformas en distintos puntos estratégicos de la bahía y generar una nueva conexión entre el Norte (nodo industrial)- Centro (nodo casco histórico)- Sur (nodo turismo)

CORTO PLAZO

A / Buffer de descontaminación entre la zona consolidada y la zona industrial, presentando esta como una forma diferente de industria sustentable.
 B / Proyección del paseo peatonal del casco histórico hacia el mar, entregando así, al proyecto una escala respecto a la ciudad y obligando al volcamiento de esta hacia el océano, configurando un paseo público mar-tierra (oriente-poniente) que tendrá como remate la segunda plataforma de descontaminación algal.

C / La tercera plataforma se ubicará en la zona sur de la bahía, entre la ciudad consolidada y la zona definida como turística y protegida.

MEDIANO PLAZO

Luego de que las plataformas realicen el proceso de descontaminación, el mar recobrar su importancia como elemento primordial en la configuración de la ciudad, como hito de disfrute y dador de recursos

naturales. En efecto, las tres plataformas serán parte de un proyecto de un nuevo borde mar, el cual unifique a los tres zonas definidas por plan regulador, generando una relación norte-sur.

LARGO PLAZO

Finalmente, luego de que al algas realicen el trabajo de biorremediación, serán utilizadas para la fabricación de alginato o biocombustible, de esta forma replantear el carácter productivo de la zona.

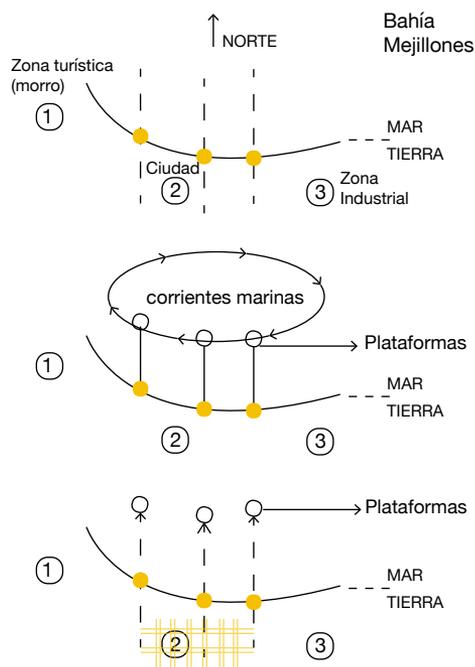


Fig. 86. Esquemas estrategias urbanas de diseño [Esquema]. Realizado por autora (2018).

5.2 CONCEPTO Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO

La idea conceptual del proyecto nace desde el interior del propio mar, de la observación de los sistemas y procesos naturales, en los cuales, cada parte de la estructura es fundamental para que el todo funcione y donde la primacía de una sobre la otra no tiene ningún sentido. Este planteamiento de funcionamiento cíclico, la industria moderna lo ha intentado copiar, planteando la producción de bienes a través de procesos consecutivos, donde es necesaria la existencia de un paso o elemento anterior para completar el producto. La diferencia radica en que la industria no escatima en la sobre utilización de elementos y en la gran liberación de estos al medio ambiente. Ya en el siglo XXI, algunas industrias han cambiado este modo de consumir y eliminar de manera inconsciente, volcándose a una industria cíclica, en la cual no se sobre exige a la naturaleza.

Es así que este proyecto está concebido desde el concepto de industria verde, en el cual cada programa, flujos y usos se organizan de forma coherente y práctica para lograr los resultados requeridos. Al final del proceso de cosecha, las algas se utilizaran para suplir otras necesidades o generar otros elementos, y así transformar a esta nueva industria verde en otro eslabón necesario en el ciclo de la naturaleza, el cual se transformara en un hito que transforme la identidad dañada de una localidad en profunda crisis.

Asimismo, como este hito se plantea como un elemento transmutable y abierto, en donde la

naturaleza sea el primordial elemento constructivo del proyecto, pero que a la vez sea reconocible ya que rompe con la horizontalidad inmutable del mar, interrumpiendolo y generando brillos gracias al intenso sol, los cuales no se perciben como naturales.

El proyecto, es un elemento marino, el cual tiene una vocación tanto terrestre como marina, ya que a través de la descontaminación del mar, pretende reactivar y descontaminar el espacio terrestre, es por esto, que programáticamente el proyecto entiende esa dualidad, dividiendo la circunferencia en dirección oriente-poniente, ubicando los usos marinos al poniente y los relacionados con la tierra al poniente.

Finalmente los diferentes espacios se expresan por sobre el horizonte a través de una estructura liviana, la cual ayuda a no sobreexigir la estructura soportante.

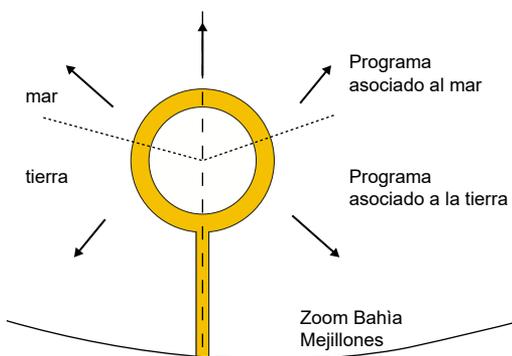


Fig. 87. Esquema estrategia organización del programa en función de la relación de éste con el mar y la tierra. [Esquema]. Realizado por autora (2018).

ESTRATEGIAS DE DISEÑO

> CIRCUNFERENCIA

La estructura flotante del proyecto responde a la forma circular establecida para proporcionar la estabilidad que se requiere, al mismo tiempo al ser una forma simétrica ayuda al equilibrio frente a el constante oleaje. Por otro lado, optimiza la superficie de uso proporcionando la posibilidad de mayor área de cosecha de algas en un menor perímetro, posicionado a éstas en el centro del proyecto, posicionándose como el elemento primordial.

> MODULARIDAD

La posibilidad de generar una estructura primaria y secundaria modular concéntrica, beneficia al transporte, a la construcción y a la réplica de estas, ya que así se proporciona un proyecto de más bajos costos a la vez que puede ser reproducido en otras zonas de sacrificio.

> NIVELES

La distribución del programa arquitectónico, se realiza de forma horizontal ubicando los programas de usos más privados en un primer nivel, generando así un nivel exclusivo de trabajo cercano a los espacios de manipulación de las algas, asimismo, en una segunda altura se desarrollan actividades de características públicas, dando cabida al total y libre tránsito de los visitantes al proyecto.

> LEVEDAD

Entender la levedad tanto como concepto estético, como físico. La elección de desarrollar la estructura a través del concepto de tensegrity apoya los conceptos.

> CONTENEDOR

Se propone diseñar de forma separada de la estructura principal los programas que necesitan estar totalmente cubiertos a través de módulos, a diferencia de los programas exteriores los cuales están en constante contacto con el agua. Esta decisión aportaría también a proporcionar versatilidad de uso programático al proyecto, pensando que esta plataforma podría estar ubicada en otras zonas de Chile. Este mismo gesto ayuda a evitar el calor excesivo de los espacios y aumenta la ventilación al encontrarse estos separados unos de otros y de estos con el nivel superior.

Se propone diseñar de forma separada de la estructura principal los espacios contenedores programáticos, es decir, los para proporcionar versatilidad de uso programático al proyecto, pensando que esta plataforma podría estar ubicada en otras zonas de Chile. Este mismo gesto ayuda a evitar el calor excesivo de los espacios y aumenta la ventilación al encontrarse estos separados unos de otros y de estos con el nivel superior.

> AERODINÁMICO

En concordancia con la búsqueda de levedad requerida, pensar en cómo el proyecto enfrentará el viento, es por esto que sólo estarán cubiertos los espacios exteriores necesarios para proteger del sol, dejando así la libre circulación del viento a través de la estructura.

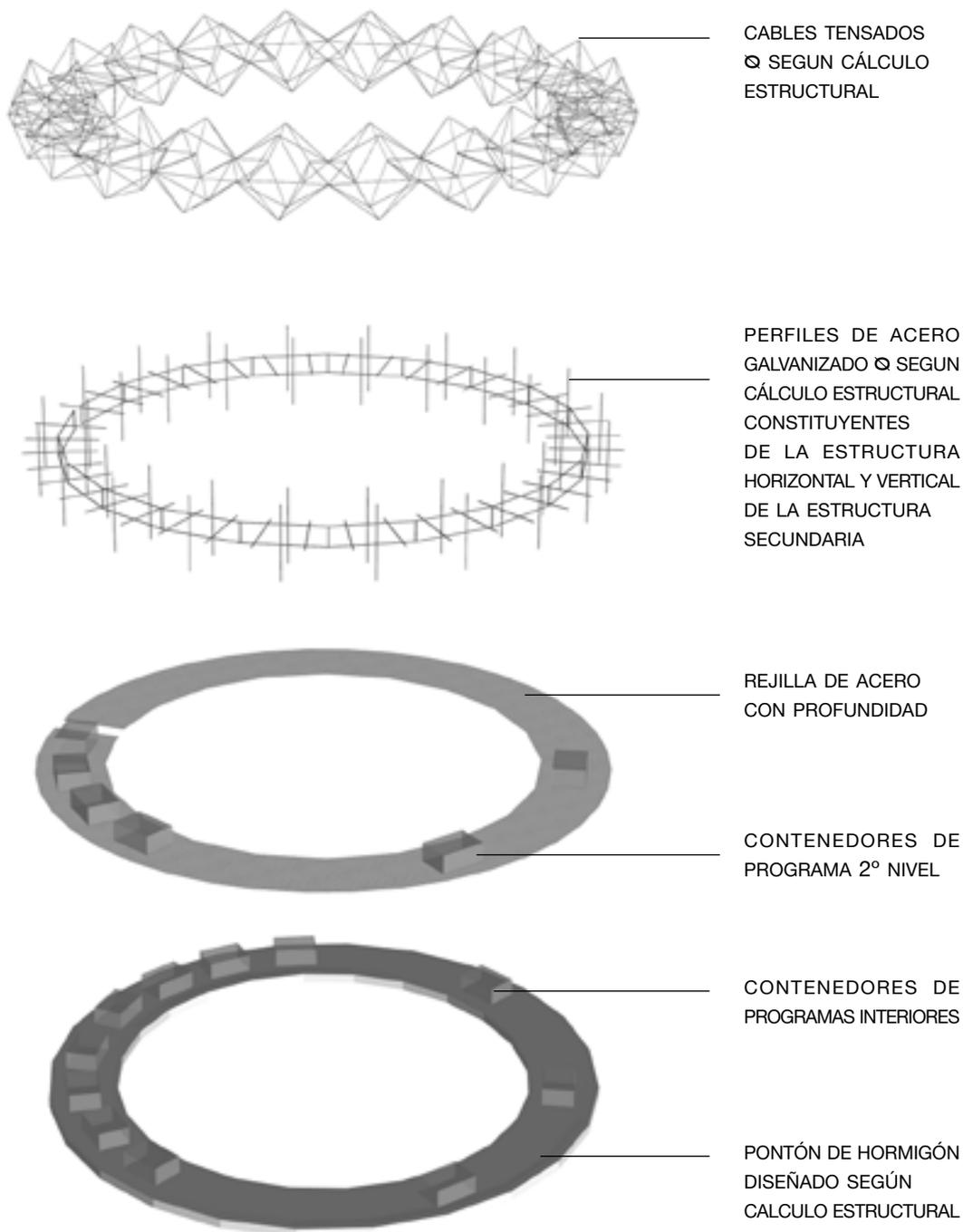


Fig. 88. Esquema explotado del proyecto (falta agregar cubierta)
[Esquema]. Realizado por autora (2018).

5.3 PROPUESTA ARQUITECTONICA

En cuanto al concepto arquitectónico se plantea una **plataforma flotante marina** que comprenda la inmensidad del mar y que a la vez dialogue con la escala de la ciudad, un hito reconocible en la vastedad del mar, pero manteniendo a la vez una escala pertinente al visitante, al mismo tiempo que entrega condiciones de habitabilidad esporádica en el océano, entendiendo las características únicas que entrega el mar, como lo son el movimiento, la lejanía en relación a la tierra, vientos, horizontalidad, humedad, salinidad y fuertes asolamientos. Así mismo, elogiar y poner en valor al océano y

el ciclo de las algas, las cuales son el elemento estructurante y el material arquitectónico primario de este proyecto, ya que sin ellas no existiría excusa para plantear este propósito. Esta biomasa de algas ayudaría a suplir el déficit de áreas verdes presentes en la ciudad, pasando de un índice de 0,6 m²/hab a 2,5 m²/hab. Ya que el aporte sería de 9000 m² de biomasa algal.

Finalmente, conceptos como la contaminación de los ecosistemas, la necesidad continua de la presencia del sol para los ciclos de crecimiento del alga, dirige mis estrategias de diseño a la búsqueda de garantizar este recurso constantemente.

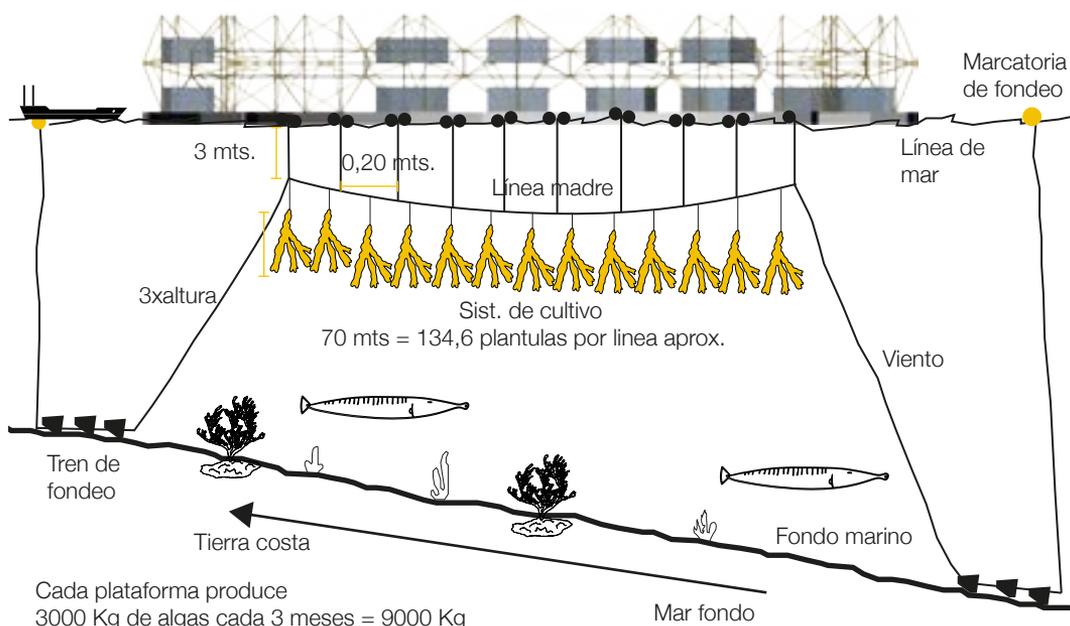


Fig. 89. Medidas y funcionamiento del colgado de algas en plataforma, cifras pueden variar en función del diseño final [Esquema]. Realizado por la autora(2018).

5.4 CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS

Como se mencionó al inicio de este informe el objetivo principal de este proyecto es la biorremediación de contaminantes del mar en mejillones, para lograr este propósito es necesario contar con personas preparadas para este fin, tanto por sus conocimientos, como por sus capacidades físicas para realizar este trabajo. Así también, entregar espacios públicos de ocio y paseo al mejillonino a través de un flujo proyectado a modo de mirador. Es así como los usuarios de esta plataforma están definidos:

INVESTIGADORES Y PERSONAL ADMINISTRATIVO

La academia, en este caso estudiantes e investigadores de las carreras de biología marina, química ambiental y ficología de la Universidad de Antofagasta. Los cuales requerirán equipos técnicos para investigación y los espacios de laboratorio, para toma de muestras y captura de especies (bote de acercamiento para buceo o vehículo operador remotamente) para así evaluar los distintos potenciales a futuro. Adicionalmente se incorpora personal encargado del funcionamiento y mantención de los espacios de trabajo.

TRABAJADORES LOCALES ASOCIADOS AL MAR

La incorporación a este proyecto de trabajadores locales asociados al mar, como son buzos y pescadores artesanales los que realizarán las tareas de mantención, transporte, cosecha, recambio y acopio de las algas.

VISITANTES (HABITANTES Y TURISTAS)

Por otro lado el proyecto presenta una arista edu-

cacional donde se exhiba y sea posible observar en totalidad el proceso de limpieza del mar, difundiendo así un nivel de conciencia respecto al problema que se presenta y la solución. En cuanto al turismo, este proyecto será detonante para la captación de este, así el flujo de turistas en la bahía será mayor y se obtendrán beneficios de esto, los cuales se traducirán en un mayor desarrollo de la ciudad capaz de albergar las necesidades que implica un nuevo turismo. Es por esto que el último nivel de la plataforma será proyectado para un uso público el cual no obstaculice el trabajo realizado por las algas, será entonces necesario proyectar espacios de difusión y exhibición.

5.5 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Para el funcionamiento de la plataforma de biorremediación algal es necesario conjugar tres macro-programas, los cuales funcionaron de manera conjunta, pero a la vez responderán a distintas necesidades propias de un proyecto de esta envergadura tanto en tamaño como en el aporte y desarrollo que se puede obtener de él.

BIORREMIADACIÓN

En este macro-programa se ubicarán todos aquellos programas que tengan relación directa con el trabajo de biorremediación del mar, es decir desde la extracción de las cepas desde el fondo del mar por parte de los buzos hasta el transporte de las cosechas de algas hasta el borde costero.

Los distintos recintos necesarios para llevar a cabo el macro-programa se han organizado según

estaciones de trabajo, las cuales están ordenadas según el avance del proceso necesario para el desarrollo del alga, el siguiente esquema grafica estas estaciones y en cual se ubica cada programa.

INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación es fundamental para seguir mejorando los sistemas de cultivos, estudiar los alcances que puede entregar el desarrollo del ficocultivo (cultivo de macro o micro algas), mejorar la infraestructura y en definitiva poder llegar a los alcances presentados por la FAO.

SERVICIOS A LA COMUNIDAD

Este macro-programa lo que busca es generar un vínculo entre la comunidad y el desarrollo y funcionamiento de la plataforma, se espera que a través de este programa aumente la conciencia sobre el territorio y los recursos existentes en lugar.



Fig. 90, 91, 92 y 93. Fotografías espacio de macroprograma de biorremediación a considerar en el proyecto. [Fotografía] Tomadas por la autora en Quintay y la Universidad de Antofagasta (2018)

PROGRAMA

1. BIORREMEDIACIÓN

	Nº	Mt ²
Laboratorio húmedo	1	65
Laboratorio cepas macroalgas	1	30
Laboratorio químico	2	15
Cultivo 1-5 litros	2	30
Cultivo 20-50 litros	1	150
Fitohatching	8	21
Encordado de algas	2	60
Cultivo gran escala	1	2800*
Acopio y traspaso de algas	4	90
Pañol de buzos	2	25
Camarines	2	140
Baños	1	60

2. INVESTIGACIÓN

	Nº	Mt ²
Laboratorio húmedo	1	65
Laboratorio químico-experimental	1	30
Salas de clases	4	15
Salas de investigación	2	25
Baños	2	30
Kitchenette	1	20
Comedor	1	50

3. SERVICIO A LA COMUNIDAD

	Nº	Mt ²
Administración	1	30
Espacio difusión	1	20
Espacio de exposición	1	137
Oficinas	2	15
Baños	4	30
Escalas	2	15
Ascensor	2	
Miradores	2	45
Cafetería	1	70

INSTALACIONES

	Nº	Mt ²
Salas de máquinas	1	65
Bodegas	1	30
Desalinizador	4	15
Estanque de H ₂ O dulce	2	25
Paneles fotovoltaicos solares	--	--
Filtros de aguas sucias	--	--

4. PRODUCCIÓN DE ALGINATO

	Nº	Mt ²
Próximo proyecto	--	--

Fig. 94. Esquema que muestra el programa del proyecto y sus relaciones. [Esquema] Realizado por la autora (2018).

5.6 PROPUESTA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA

En cuanto a la propuesta estructural y constructiva, es imperante entregar una correcta condición de flotabilidad al proyecto, para esto como estructura principal se propone trabajar con hormigón armado de alta resistencia tipo M30, de espesores de 0,15m, los cuales funcionarían como una cáscara, pues así, son construcciones herméticas, compartimentadas en recintos estancos, los cuales serán utilizados como bodegaje de productos, equipamientos complementarios, agua potable, tratamiento de aguas servidas, generadores, entre otros, es sumamente necesario, tener este distribuido contrapeso ya que así se evita un posible volcamiento o ruptura de la plataforma.

Por otra parte la estructura secundaria funciona bajo el sistema *tensegrity*, el cual se caracteriza por encontrarse en autoequilibrio estable y la utilización de componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red de cables tensados continuos, de tal modo que los miembros comprimidos (barras de acero según cálculo estructural) no se tocan entre sí y están unidos.

Esta clase de construcciones combina amplias posibilidades de diseño junto con grandes ventajas estructurales como son gran resistencia, ligereza, economía de materiales, no presenta puntos de debilidad local, no sufre torsión y pandeo, capacidad de crear sistemas más complejos mediante el ensamble de otros más simples.

Para terminar la cubierta planteada en un inicio, se propone un malla de acero corten, la cual gracias a sus características y al proceso de oxidación que presenta, brinda a la fachada un valor agregado haciendo que esta tenga vida durante el proceso de oxidación. Así mismo, durante dicho proceso se crea una película de óxido impermeable al agua y al vapor de agua que impide que la oxidación del acero prosiga hacia el interior de la pieza, evitando así aplicar algún tipo de protección al acero.



Fig. 95. Puente Almere en Holanda, funcionamiento estructural a través de *tensegrity*. [Fotografía] Recuperado de <http://projects.archiexpo.es/> (2018)



Fig. 96. Proceso de experimentación con modelo constructivo tensegrity. [Fotografías] Tomadas por la autora (2018).

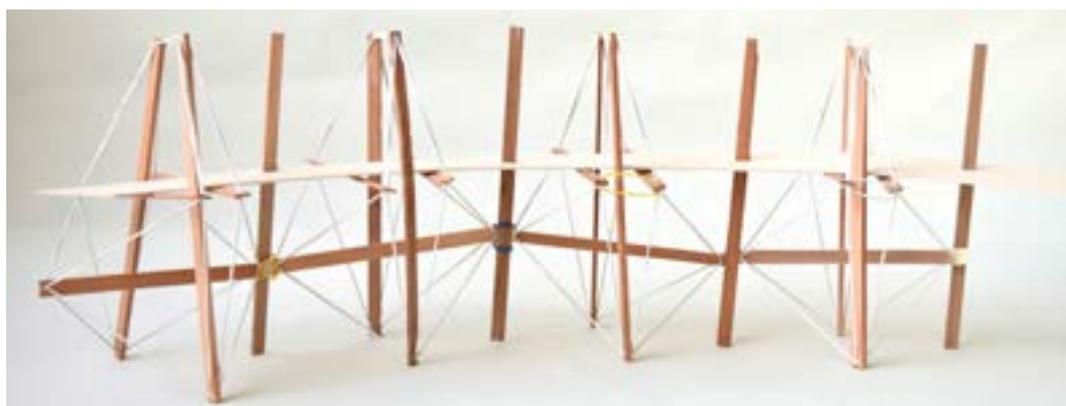


Fig. 97. Proceso de experimentación con modelo constructivo tensegrity, agrupación de uno de los módulos logrando un sistema estructural [Fotografías] Tomadas por la autora (2018).

5.7 MODELO DE GESTIÓN Y FINANCIAMIENTO

A / GESTIÓN ECONÓMICA-ADMINISTRATIVA

El financiamiento del proyecto consta de dos partes. La primera de ellas tiene relación con los gastos asociados a la construcción de la plataforma propiamente tal, mientras que la segunda parte se refiere a la inyección de recursos necesarios para el funcionamiento del proyecto en el tiempo.

En primera instancia el proyecto se ubica en la zona de mar territorial, las cuales en los tres puntos determinados para las plataformas el dueño es el estado, lo cual será entregado con fines de remediación de contaminantes de las zona de sacrificio. En segundo término los recursos monetarios para la construcción de la plataforma serán entregados por la *Asociación de Industriales de Mejillones S.A.*, a modo de impuestos verdes, los cuales se espera que superen los 5 US\$ por cada tonelada y sean por lo menos entre 50 y 80 US\$ por tonelada de CO₂ emitida a la atmósfera. Para este ejercicio se tomará como ejemplo el buque AGS61: Cabo de Hornos, considerando que son construcciones similares, este buque tuvo una inversión estatal de 65 millones de dólares (Mateluna, 2011). Es así, como si a cada tonelada de CO₂ emitida lo multiplicamos por 80 US\$ en un año se obtendrán 24 millones de dólares aprox., en definitiva en 2 años y 8 meses se lograrían los millones de dólares necesarios para construir una de las 3 plataformas. Los mismos industriales se encargan año a año de entregar los recursos necesarios para el funcionamiento del proyecto, en conjunto con el

Fondo Nacional de Desarrollo Regional, que es el principal instrumento financiero, mediante el cual el Gobierno Central transfiere recursos fiscales a cada una de las regiones, para la materialización de proyectos y obras de desarrollo e impacto regional, provincial y local.

Finalmente cuando el proyecto se encuentre en pleno funcionamiento es de esperarse que las ganancias de la exportación del alginato, sea el suficiente para autosustentar el funcionamiento de la plataforma.

En cuanto al funcionamiento administrativo del proyecto este dependerá de la Municipalidad de Mejillones, la cual se encargará de gestionar los desechos producidos por la plataforma y en la búsqueda y dinamización del personal necesario para el trabajo con el alga, del área administrativa y el área destinada a la comunidad.

La administración de la investigación estará a cargo de la Universidad de Antofagasta, la cual se financiará a través de fondos de investigación y desarrollo tecnológico entregados por el estado:

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDECYT) Incentiva la iniciativa individual y de grupos de investigadores financiando proyectos de investigación de excelencia, sin distinción de áreas o disciplinas.

FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDEF) Fortalece y aprovecha las capacidades de innovación de universidades e instituciones de investigación y desarrollo nacionales financiando proyectos de alta calidad, significación

e impacto para mejorar la productividad y competitividad de los principales sectores de la economía y mejorar la calidad de vida de la población.

FONDO DE INVESTIGACIÓN AVANZADA EN ÁREAS PRIORITARIAS (FONDAP) Financia la creación de centros de excelencia abocados a la investigación científica para contribuir al fortalecimiento de la formación a nivel de postgrados de investigadores jóvenes dando la oportunidad de desarrollar actividades dentro del mismo centro.

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA (FIP) Financia estudios necesarios para fundamentar la adopción de medidas de administración pesquera y de acuicultura, para la conservación de los recursos hidrobiológicos, considerando aspectos biológicos, pesqueros, económicos y sociales.

B / GESTIÓN DEL AGUA

En cuanto a la gestión del agua se utilizarán sistemas utilizados en centros de acuicultura, en los cuales se extrae agua del mar, para luego pasar por una serie de filtros que detienen el material orgánico como inorgánico, dejándola en condiciones de ser mantenida y derivada para los diferentes medios de cultivo tanto indoor como outdoor. Luego de su uso investigativo se vuelve a filtrar para poder ser reutilizada hasta el 90% para reiniciar el mismo proceso. (ver figura X)

C / GESTIÓN ENERGÉTICA

Se propone que el edificio y el paisaje trabajen en conjunto bajo sistemas pasivos y activos para

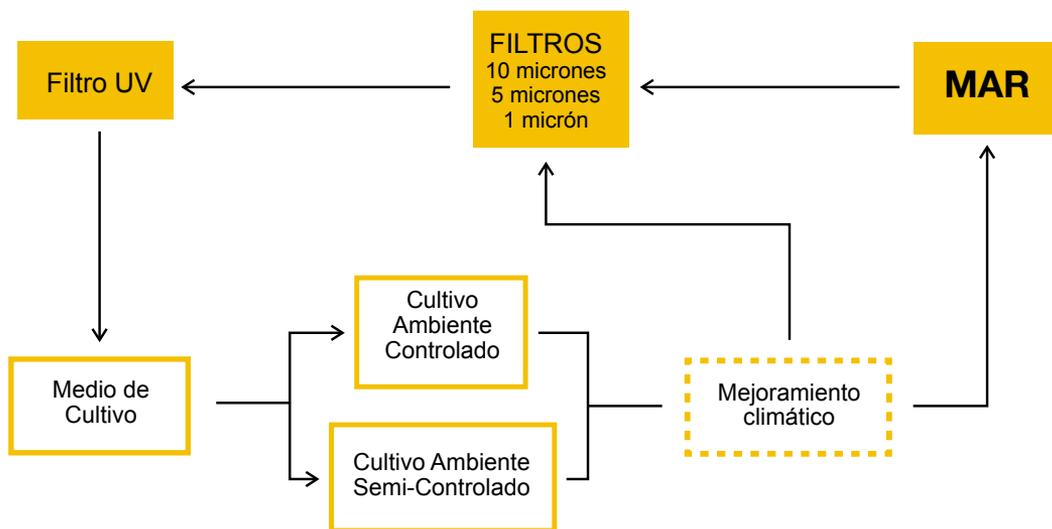


Fig. 98. Esquema que muestra la gestión del agua. [Esquema] Realizado por la autora (2018).

entregar condiciones óptimas de habitabilidad y permitir realizar el cultivo de las algas, logrando un proyecto sustentable. Algunas consideraciones son:

AISLACIÓN DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

El edificio se proyecta con una doble envolvente para generar el efecto chimenea, es decir, entre ambas fachadas el aire circula, desalojando el aire caliente en la parte alta permitiendo la entrada de aire frío. Y así evitar el excesivo calor en los recintos. En paralelo a esta decisión se consideran ventanas con filtro que permitan dejar pasar la luz pero no el calor, mejorando el control de las condiciones ambientales.

VENTILACIÓN Esta se produce mediante dos maneras. En el propio plano de cada ventana, se han dispuesto módulos proyectantes en la parte superior y en la inferior, de manera de producir una corriente ascendente que haga rotar el aire, en este mismo aspecto, en la fachada opuesta también se ha dispuesto del mismo recurso para producir ventilaciones cruzadas que puedan regular las temperaturas en verano.

ORIENTACIÓN La zonas de laboratorios se dispone con orientación Sur, de forma de evitar el excesivo sol. Esto permite controlar mejor la temperatura interior de los recintos a la vez de un ahorro energético.

CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Debido a las radiaciones de Mejillones, se propone utilizar paneles solares que capturen la energía para luego acumularla en baterías que puedan ser ocupadas en todos los recintos necesarios, circulaciones y en las luces de navegación del proyecto.

ILUMINACIÓN Se considera como sistema pasivo considerar una cruzía de proyecto de no más de 6 metros para garantizar la iluminación a todos los recintos. El trabajo en la plataforma se debe realizar durante las horas de luz natural, pero en cuanto a las circulaciones se propone diseñar un sistema de alto rendimiento con automatización de luces exteriores con sistema de domótica.

D / GESTIÓN DE DESECHOS

Una correcta protección ambiental debe considerar una gestión y control de desechos, clasificando tres tipos de desechos:

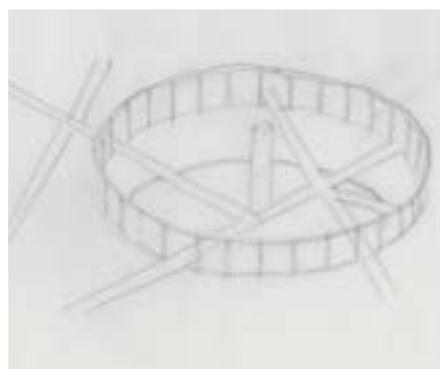
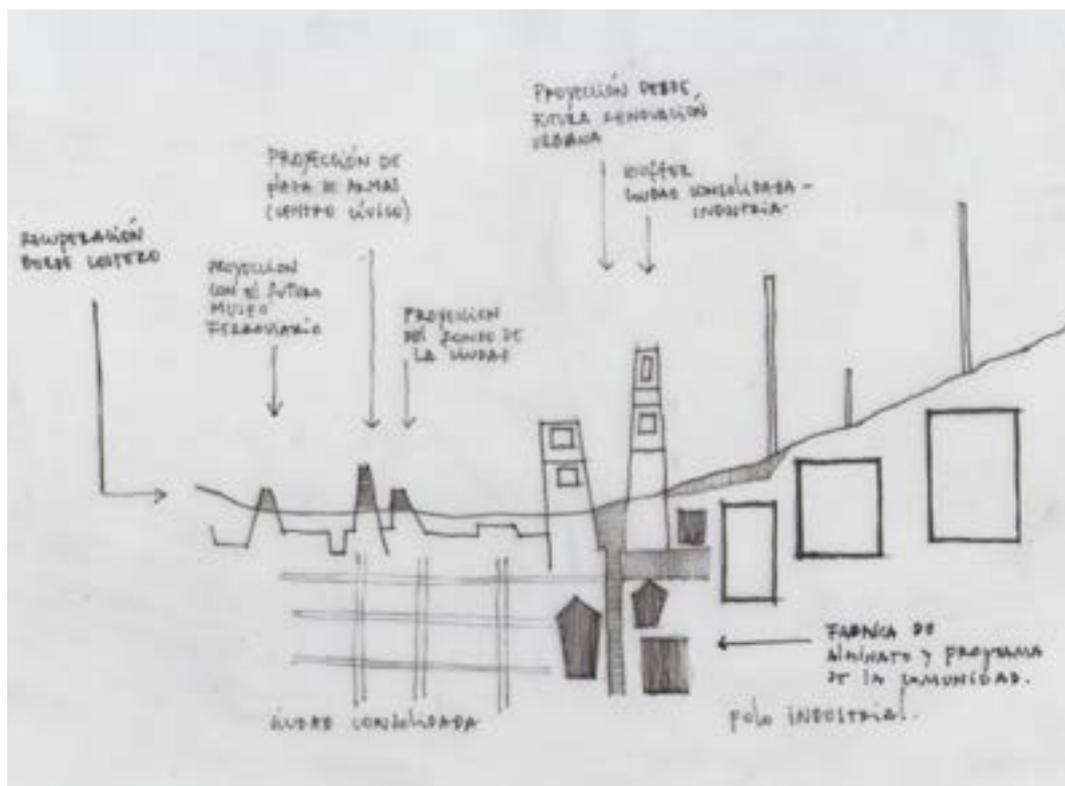
DESECHOS URBANOS papel, cartón, materiales no contaminados, estos se llevarán a la incipiente línea de reciclajes existente en Mejillones.

DESECHOS PELIGROSOS las sustancias químicas o materiales contaminados son recolectados por una empresa privada autorizada que recolecta estos materiales desde las distintas industrias de mejillones

DESECHOS BIOLÓGICOS U ORGÁNICOS para el tratamiento de las algas, propongo unirse al proyecto "Control de riesgos ambientales y sanitarios derivados de residuos y descartes de recursos pesqueros comercializados en Mejillones 2011" de la Corporación administradora del puerto pesquero de Mejillones, con el objetivo de dar valor agregado y desarrollar productos con los residuos orgánicos mediante procesos de compostaje.

5.8 AVANCE DE PROYECTO

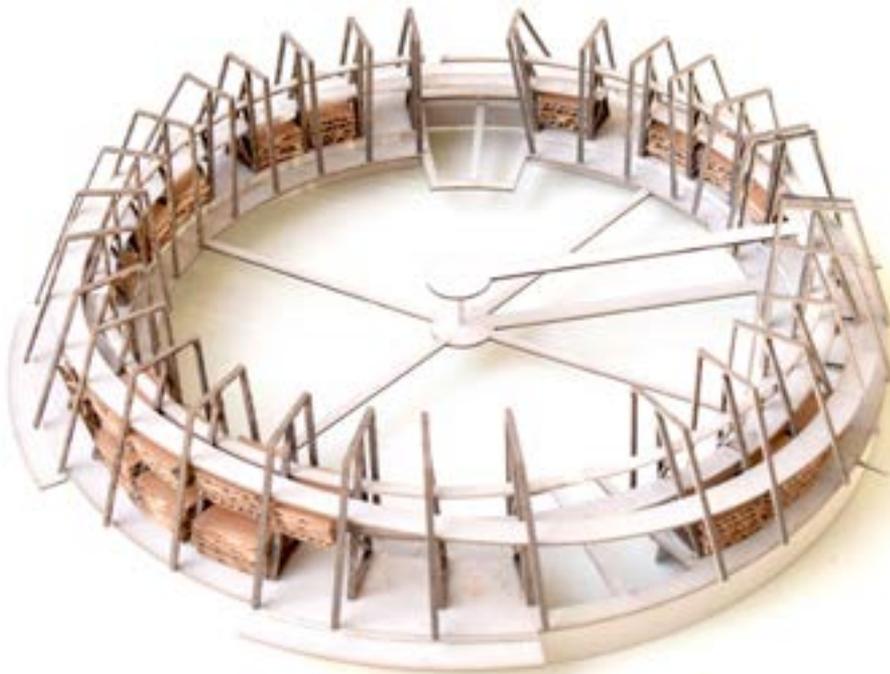
1. Primeros croquis de planeamiento urbano. En la primera fotografía se muestra el **master plan** inicial del proyecto, el cual constaba de plataformas continuas que se conectaban al espacio terrestre a través de entrantes y salientes al mar, el germen de esta idea se mantuvo, pero la forma se desechó ya que las dimensiones de las plataformas era enorme y el proyecto se transformaba en el desarrollo de un borde costero complejo. La segunda fotografía es un croquis que refuerza y representa esta idea.
2. La tercera fotografía es un primer esbozo de lo que sería el proyecto actual, experimentación formal.



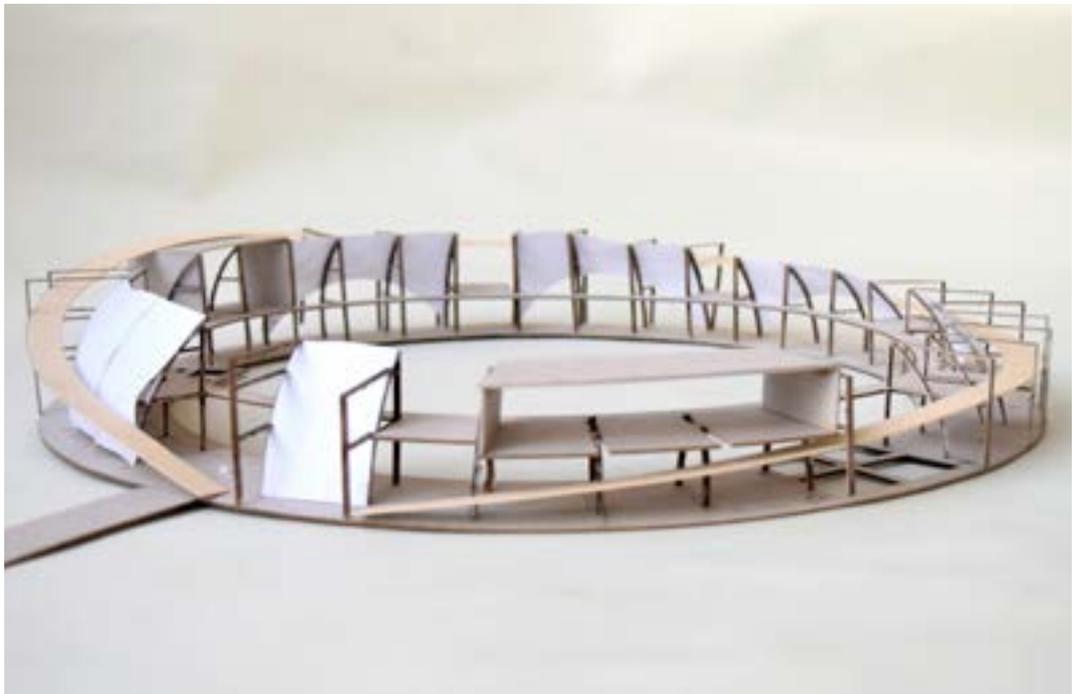
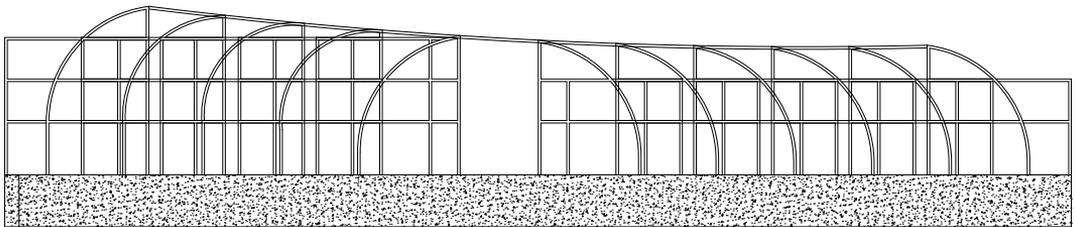
Luego de decidir que formalmente el proyecto sería una circunferencia, comenzó la etapa de experimentación en el cómo sería esta circunferencia, si tendría un centro vacío o si se conectaría a través de pasarelas a un espacio interior. Entender el cómo se vería el proyecto desde la lejanía, es decir, desde la ciudad y en el transitar hacia ellas fue fundamental.



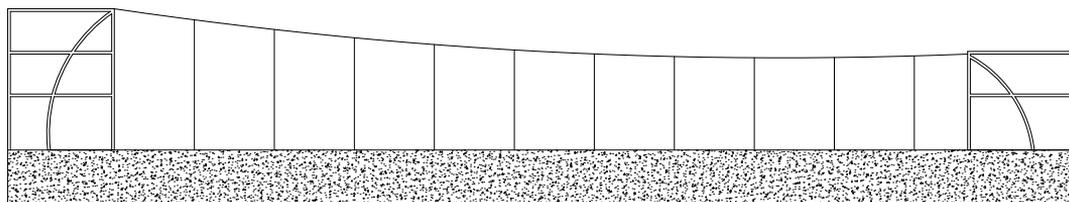
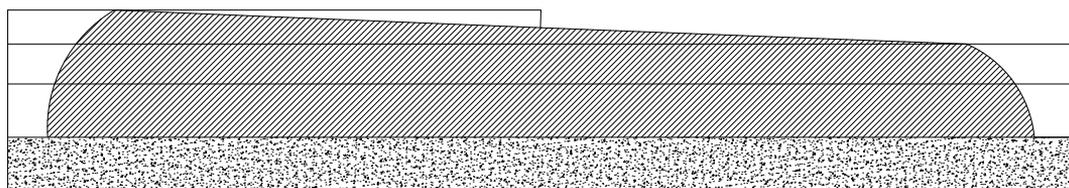
Primer acercamiento a lo que es el proyecto actual, se diseñó una **estructura triangular** en acero, con la idea de que el triángulo es la forma geométrica indeformable a fuerzas horizontales como viento y agua. Se desecha esta idea ya que los niveles 2 y 3 tenían proporciones inhabitables. Por otro lado, el espacio central fue diseñado para manipular desde ese punto todos los encordados de algas, esta idea fue desechada y repensada, ya que el manejo de las cuerdas seguía siendo complicado e ineficiente *Cabe mencionar que en este prototipo la estructura está sobredimensionada.



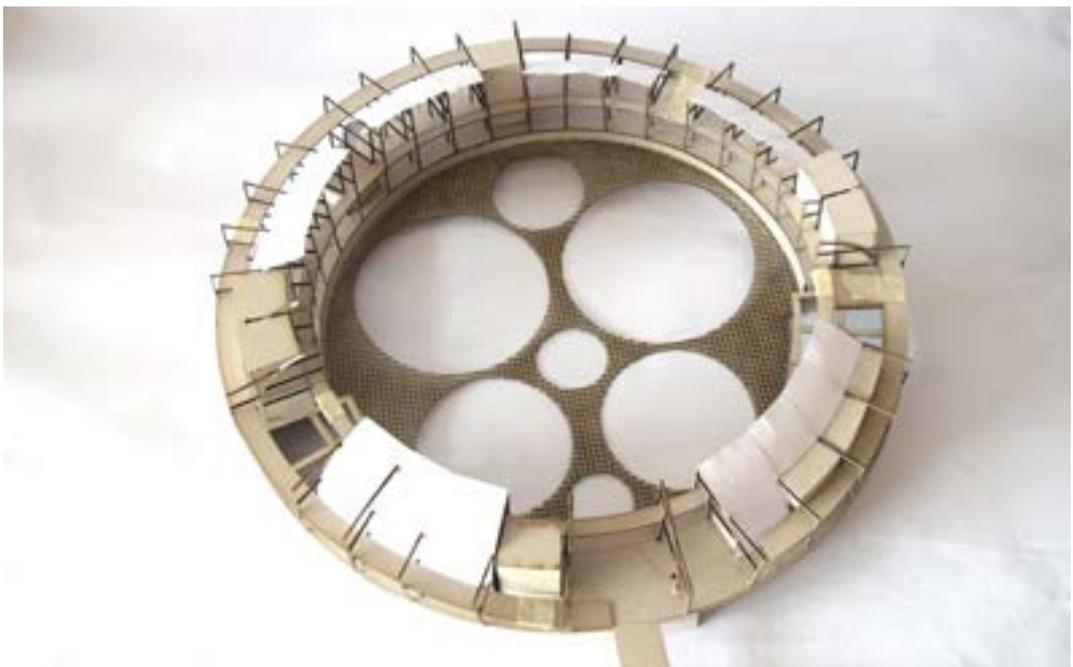
Este prototipo se realizó pensando en la idea de la presencia que tendría el proyecto en el océano y el cómo se vería desde la lejanía, es por eso que se diseña pensando en que el perfil de la estructura forme una onda, estableciendo una concordancia con el espacio marino en donde se encuentra. Se desecha esta forma porque el proyecto se desordena y se complejiza al momento de construirlo, ya que todos los marcos de acero son diferentes y la lectura de una curva continua se pierde al saber que no se deben cubrir todos los recintos. Por otro lado, la **estructura se curva**, en relación a la triangular anterior, pensando en el aerodinamismo que pudiera tener en relación al viento.



En esta maqueta el espacio interior se proyecta como una **rejilla agujereada** en la cual los trabajadores y ciertas maquinarias como grúas pescantes pudieran pisar para poder facilitar el trabajo con el alga. Este espacio interior aún continúa en fase de diseño. En este punto también se estudian los programas interiores (cajas), los cuales en esta estructura en el 2 y 3 nivel dificulta su posicionamiento y conllevaría al diseño particular de estos contenedores dependiendo del piso. Se resalta que la **estructura de la pasarela queda a la vista** lo cual refuerza la idea de estética industrial que ha ido desarrollando el proyecto.



En este mismo modelo, se **normalizan los espacios cubiertos** a través de entender y luego decidir en cuales es indispensable estar cubiertos de los rayos del sol, como son el espacios de encordados y acopio. Finalmente el pasillo-espacios de trabajo interior y el exterior quedan totalmnte liberados para entregar toda la facilidad de manipulacion del alga desde el momento que se ubica en el mar hasta que se cosecha y lleva hasta la costa.



En la siguiente planta, se muestra la **zonificación programática** del proyecto en un primer nivel, dedicado solo al **trabajo directo con el alga**, la cual se organiza con los programas más relacionados con la tierra hacia el oriente, facilitando el traspaso de insumos desde la costa hacia el océano y el programa más marino hacia el poniente, dando todas las facilidades en cuanto a espacio y manipulación de la salida de barcos sin ser entorpecido por otras embarcaciones.

PLANTA 1



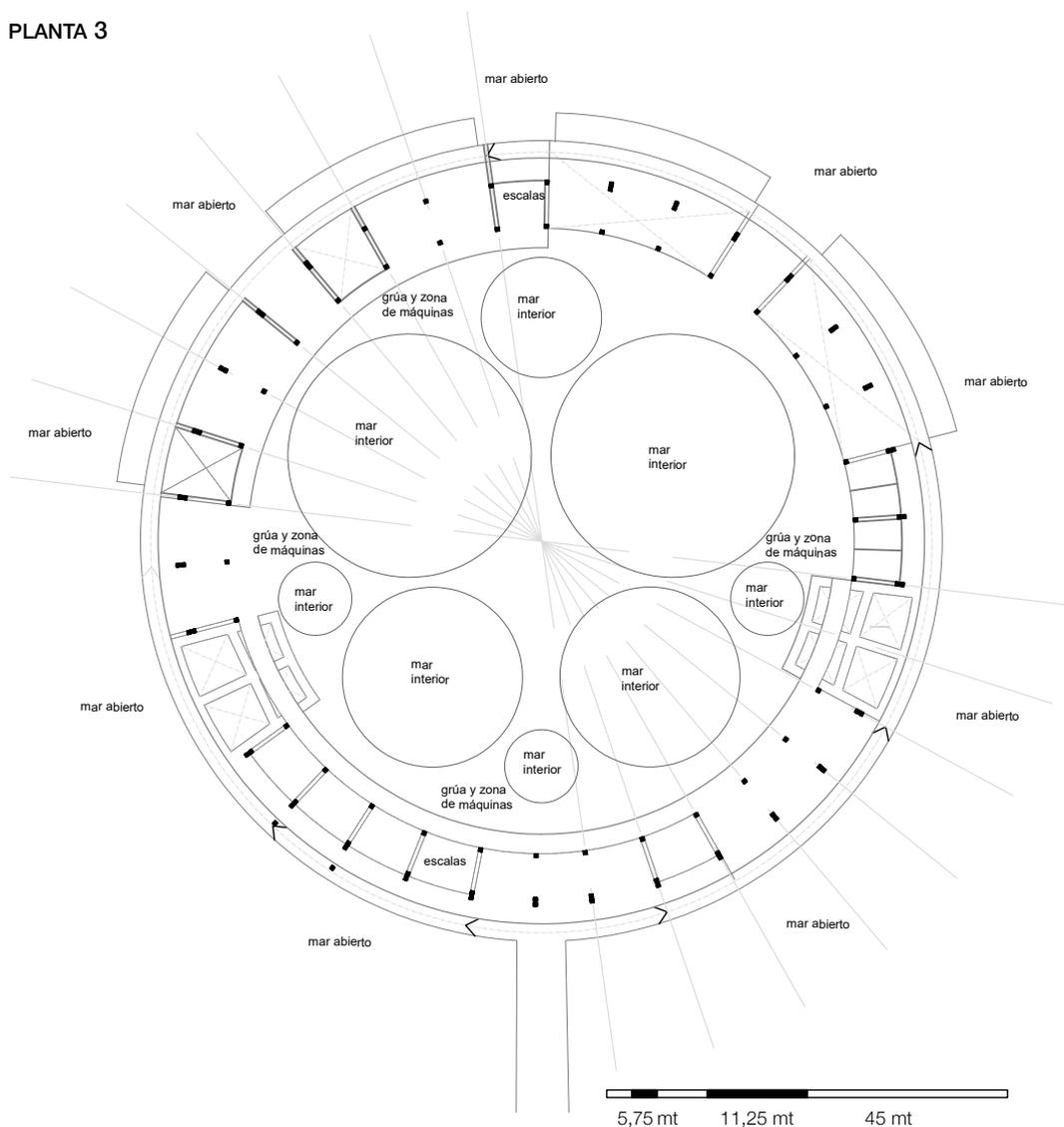
La planta del segundo nivel, está destinada para un **programa público**, el que se configura a través de miradores, mediante los cuales el público puede observar el trabajo que se desarrolla con las algas sin obstaculizar a los trabajadores en el primer nivel. También en este nivel, se propone el programa destinado para la **investigación de algas**.

PLANTA 2

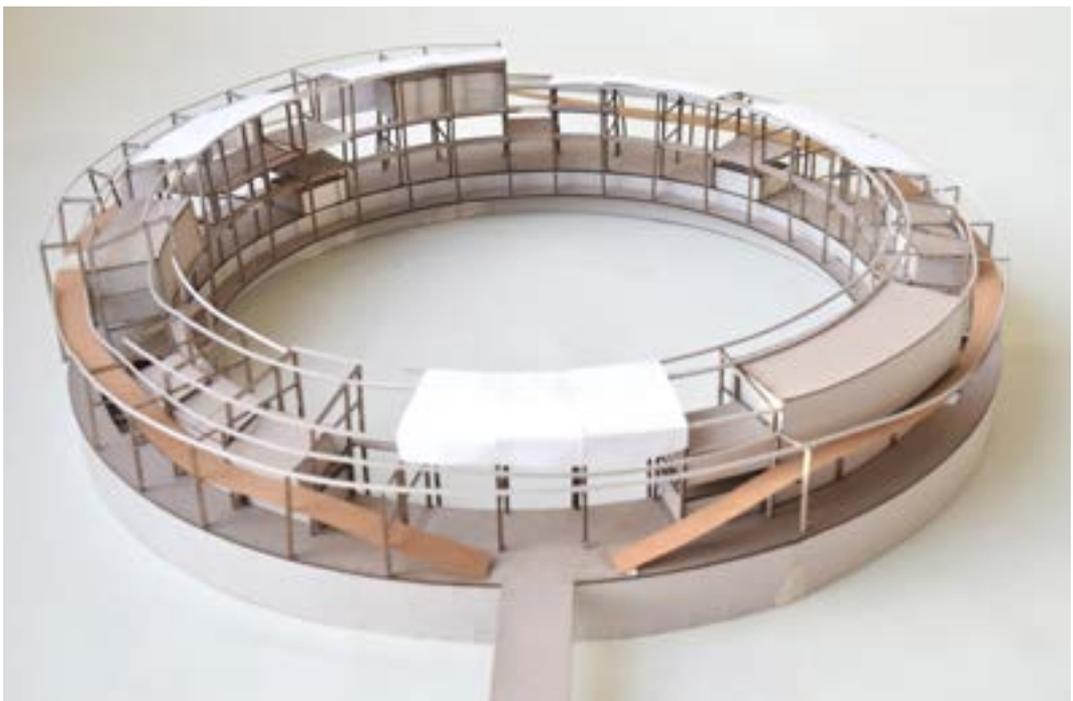


En el tercer nivel de la plataforma, se proyecta espacios entregados en su totalidad al público, programas como una pequeña cafetería y espacios de libre uso. El **3º nivel es descartado** ya que los mts² de los dos pisos anteriores es suficiente para el programa dispuesto, por otro lado la cafetería es un programa que esta en aún en discusión, ya que se sale de la lógica de un proyecto el cual funciona como una industria verde del alga.

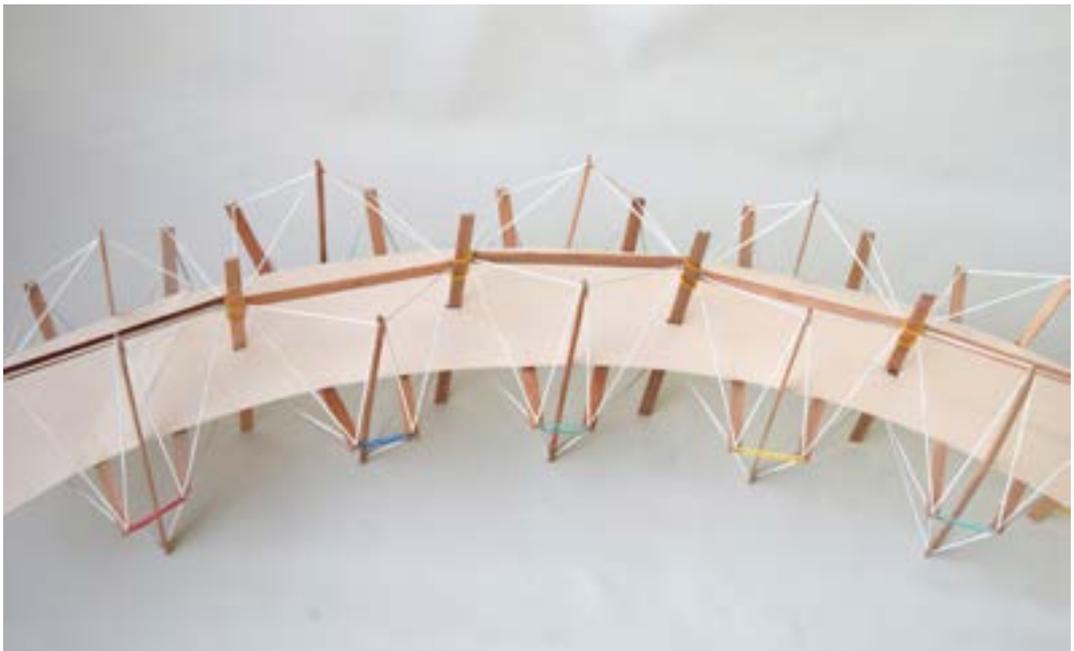
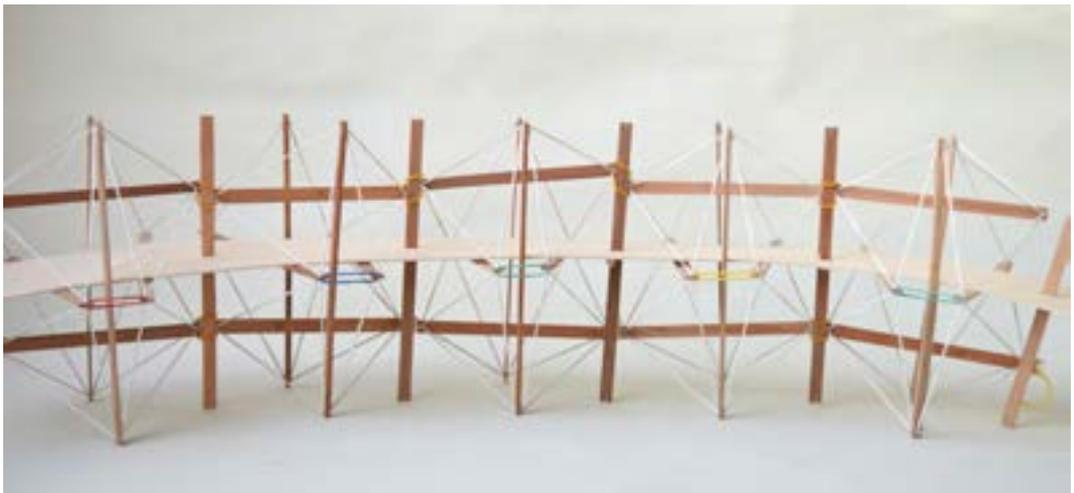
PLANTA 3



Se normaliza la estructura del proyecto, y los contenedores del programa se pueden ubicar con facilidad, por otro lado aún se mantiene el tercer piso. Se mantiene la idea de dejar fuera de la estructura de contenedores la rampla-mirador para entregar seguridad y autonomía de movimiento a los visitantes. Se sigue avanzando por este camino pero la estética lograda es un tanto genérica, ya que si el proyecto no estuviera en el agua, este podría ser un colegio, una cárcel, un estadio o otro tipo de proyecto con otro programa. Se sigue en la búsqueda de una plástica que responda a lógicas marinas.

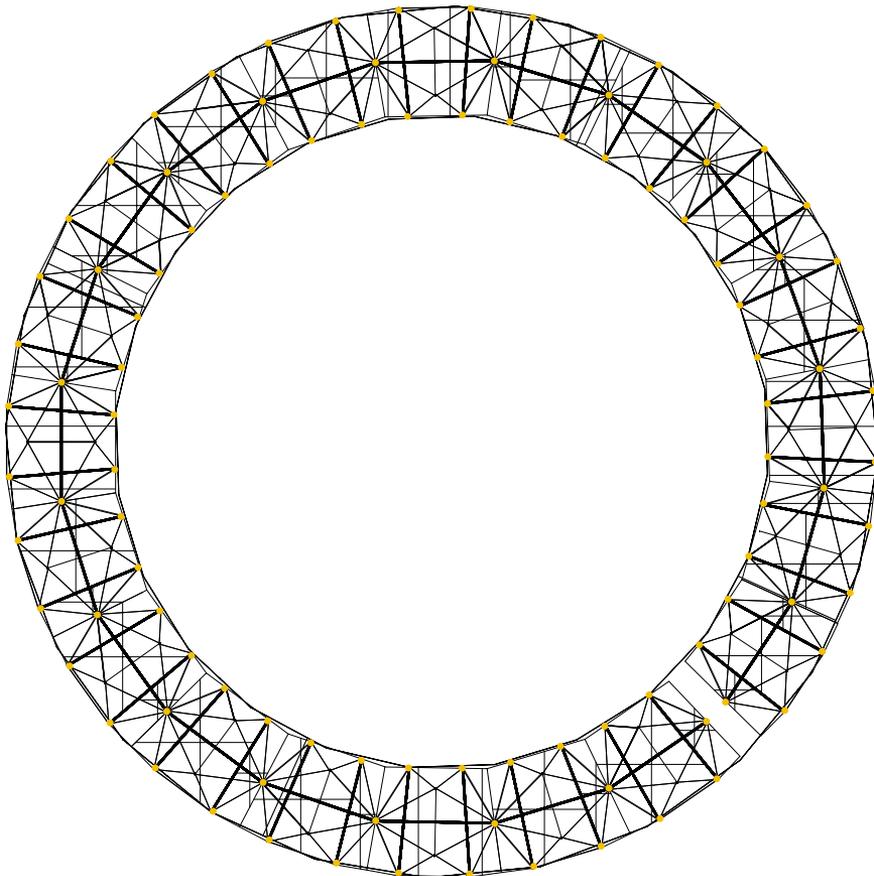
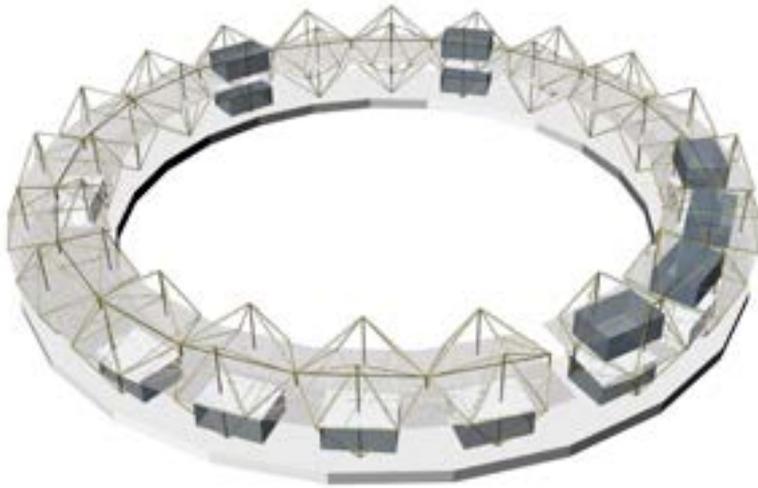


Finalmente se llega a la estructura de **tensegrity**, con la cual se experimentó variadas formas anteriores, hasta llegar a un módulo con el cual se pudiese generar un sistema y en el que se pudieran ubicar los contenedores de programa de una forma correcta. Cabe destacar que la maqueta esta realizada con elásticos a modo de facilitar su factura, esto en la realidad debiera funcionar con cables de acero tensados, los cuales mantendrían la estructura indeformable.



Fotomontaje del proyecto sobre el mar, a de tener en cuenta que dos de las tres plataformas se accedera por medio de botes y solo una, la que se conecta con el casco histórico a través de un muelle flotante a 200 metros de distancia.





Finalmente se llega al último modelo en ejecución, el cual se agrega un tubo mas de acero, para dar mayor veratilidad y aire al espacio interior, pudiendo generar contendores programáticos más altos que otros. Cabe destacar en la planta de abajo que los puntos amarillos son los puntos de apoyo de la estructura a utilizar. finalmente en la imagen objetivo se muestra como se veria el proyecto desde la lejania del mar, y como el paisaje atraviesa y llena el proyecto. Por último falta diseñar los espacios cubiertos, aunque se mantiene la misma idea de que espacios se deben cubrir de los procesos anteriores, pero para este tipo de forma prismática es necesario un estudio mas acabado.



5.9 PREGUNTAS

En el campo de la arquitectura, los arquitectos no pueden pretender realizar un proyecto que solucione todos los problemas que existen en el lugar; sin embargo, se puede escoger responder a las preguntas arquitectónicas más importantes a resolver.

Las preguntas que plantea la metodología, fueron formuladas en base a los principales problemas mencionados anteriormente, los cuales se consideran como los más importantes según el análisis realizado, y que serán evaluados en relación a la propuesta.

¿CÓMO CONTENER Y ESCALAR EL ESPACIO?

Esta pregunta tiene relación con la manera de generar habitabilidad en el proyecto en un contexto inmenso.

¿CÓMO CONSTRUIR EN EL MAR?

Esta pregunta tiene que ver con la factibilidad, durabilidad y resistencia de los distintos materiales de construcción utilizados para el proyecto. La relación que tienen entre ellos y de ellos en relación al ambiente propio existente en el lugar.

¿CÓMO RESPONDER A UNA ESCALA GEOGRÁFICA?

Esta pregunta plantea básicamente el comportamiento que debe poseer el proyecto en relación a su contexto.

¿CÓMO RESPONDER A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS?

Esta pregunta debe ser respondida en relación a las distintas variables de habitabilidad que debe entregar el proyecto en relación a las variables climáticas que nos ofrece el contexto.

CAPÍTULO 6: RESPUESTAS

¿CÓMO CONTENER Y ESCALAR EL ESPACIO?

*“El círculo es la forma que maximiza el área”
(Treibergs A. 2002).*

La pregunta planteada hace alusión a la solución espacial en torno al lleno y el vacío que propone el proyecto como una necesidad. Comprendiendo que el área donde se encuentren las algas será entendido como un vacío (programa que se desarrolla en cierta profundidad del mar) y el espacio del programa habitable se encuentra sobre la línea de mar y se comprenderá cómo el lleno (programa que se desarrolla sobre la línea de alta mar).

En primera instancia, se define la necesidad de crear un espacio interior que pueda ser definido por una forma construida, que a su vez sirva para escalar el lugar conforme a la inmensidad del mar; escalar tanto en su altura como en su amplitud. Teniendo en consideración que esta plataforma estará en constante vaivén generado por las olas del mar, es fundamental entender la relación tierra-mar, ya que según los objetivos esta plataforma debe entenderse como un hito de sustentabilidad y cambio de paradigma en Mejillones, por lo cual es de suma importancia que se visibilice desde tierra.

En segunda instancia, el proyecto debe tener una dimensión acorde al objetivo que se busca realizar, es decir, la cantidad de masa algal debe ser la necesaria para limpiar en alguna medida considerable las aguas marinas de Mejillones, es por esto que en función de esa área crítica necesaria es que se dimensiona el proyecto a través de una geométrica simple, es así que en esta relación tamaño

y área, se descubre que la forma que aporta la mayor cantidad de metros cuadrados con el menor perímetro es el círculo.

Luego de esto, dando más fuerza a la forma circular, se descubre que también es la mejor forma geométrica que responde a las corrientes marinas, evitando vaivenes exagerados, también la posibilidad de volcamiento es muy baja por incidencia del mar y del viento, es decir que esta forma reparte las cargas horizontales a lo largo de la estructura de toda la plataforma, además que puede repartir sus cargas verticales equitativamente al poseer una forma homogénea. Se debe tener en cuenta como se destacó en capítulos anteriores, que las cargas alrededor del círculo deben estar bien distribuidas en todos los sentidos, para así evitar sobrecarga en algunas zonas y posibles trisaduras.

Finalmente, se realizaron distintas pruebas de vacíos interiores dentro del círculo, las cuales consistían en dividir el espacio central de distintas formas y cantidades, desechando la posibilidad de que fuera solo un gran espacio interior, ya que eso afectaba en la eficiencia y eficacia del trabajo, al transformarlo en un proceso muy pesado debido a las grandes distancia entre extremos.

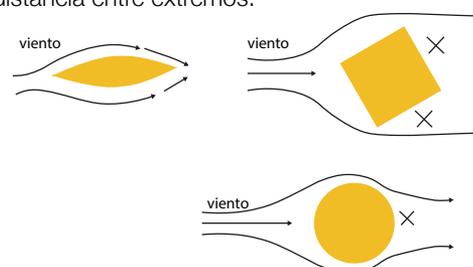


Fig. 99. Como el viento afecta la forma. [Ilustración].

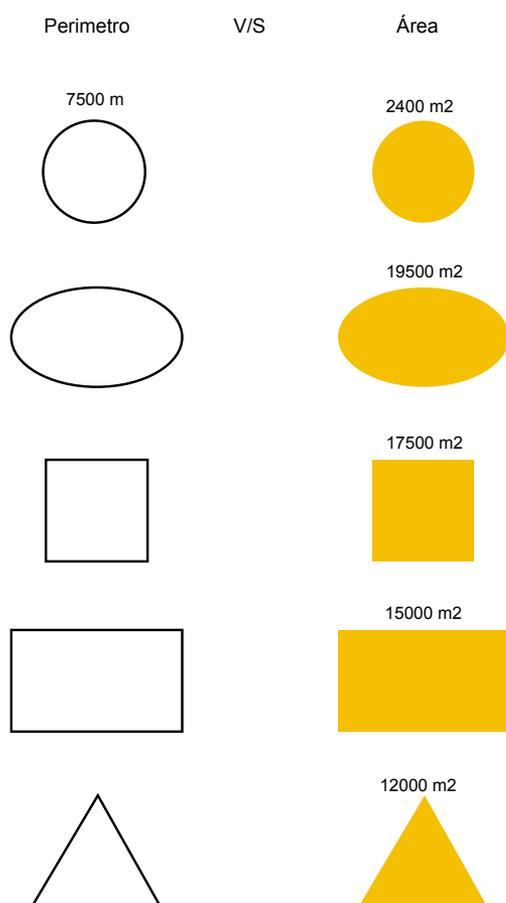


Fig. 100. Relación entre el perímetro y el área de distintas figuras, pensando en la forma que tendrá el proyecto. [Esquema]. Realizado por autora (2018).

¿CÓMO CONSTRUIR EN EL MAR?

“El propósito del diseñador (...) es tener una idea clara de los valores estéticos de las construcciones, con el objetivo de poder entender y valorar las propuestas arquitectónicas y contribuir así al desarrollo de las cualidades funcionales, ambientales y estéticas requeridas.” (Valencia G. 2006)

Para erigir en el mar se analizan las posibilidades básicas de materialidades para construir, ya sea hormigón, acero o madera, todas estas, unas en mayor otras en menor grado presentan problemas frente al agua y la salinidad marina. Sin embargo, el más fácil de proteger frente a estas condiciones es el acero inoxidable dúplex, ya que es dos veces más fuerte que el acero inoxidable común, también es dúctil y el coste es menor porque contiene menos níquel y molibdeno, este material responde a la estructura secundaria que irá sobre la estructura flotante. Esta estructura debe tener característica de levedad, para no generar un sobrepeso sobre la estructura flotante y así, procurar que esta necesite la menor cantidad de material para su construcción. A la vez esta debe permitir la visibilidad a través de su entramado, dejando que el proyecto se funda con la naturaleza.

En cuanto a los sistemas de flotación se pensó abordarlo desde tambores industriales plásticos, estructuras de hormigón tipo pontón, estructura de vigas de acero soldadas entre sí para formar una balsa, estructuras continuas de fibra de vidrio y estructuras de madera. Dando respuesta a la magnitud del proyecto y las características de corrosión que ocasionan los ambientes salinos,

se decide utilizar 16 pontones de hormigón de alta resistencia MO30, tipo pontón de hormigón armado las cuales serán unidas entre ellas hasta formar el diámetro completo del proyecto. Tal como se muestra en la siguiente figura.

La estructura de flotación debe tener la capacidad de flotar ella misma a la vez que sostiene la estructura superior y las cargas de uso propias del proyecto. Es por esto que el proceso de factura de estas piezas de hormigón armado, es similar a la que se aprecia en cualquier edificio armado pero a diferencia de estos las losas y muros se hacen de una vez, generando una caja totalmente hermética la cual puede tener aberturas por la cara superior para utilizar estas como recintos de bodega o estanco.

Finalmente, para evitar el movimiento excesivo de la plataforma se anclan a 8 puntos de la plataforma cadenas de fondeo, las cuales miden de largo tres veces la altura que existe entre el fondo marino y la parte inferior del pontón (3h), estas cadenas tienen en el otro extremo un brazo de ancla el cual se fija al fondo marino.

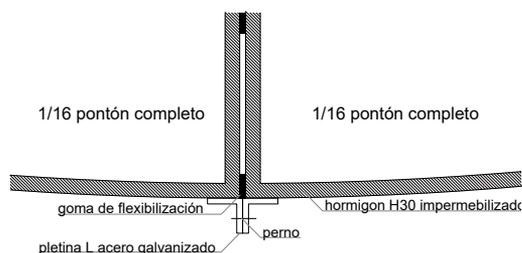


Fig. 101. Detalle de unión entre pontones. [CAD]. Realizado por autora (2018).

¿CÓMO RESPONDER A UNA ESCALA GEOGRÁFICA TAN EXTENSA Y DISTANTE A LA TIERRA?

“La arquitectura conoce dos posibilidades fundamentales de configuración del espacio: el cuerpo cerrado aislado en su espacio interior, y el cuerpo abierto, que circunda un sector del espacio unido al continuo ilimitado.” (Zumthor.P. 2014)

Para que el proyecto contextualmente sea apropiado con el lugar, se debe adaptar a las condiciones geográficas que este posee. Dado que la vastedad del océano es infinita, el proyecto se escala en función de los hitos próximos tanto naturales como construidos que existen en su entorno, es así como, Lynch interpreta el entendimiento del ambiente

“Nada se experimenta en sí mismo sino siempre en relación con sus contornos, con las secuencias de acontecimientos que llevan a ello y con el recuerdo de experiencias anteriores. De esta forma establecemos vínculos con partes de la ciudad y su imagen está embebida de recuerdos y significados.” (Lynch.K.1959)

Es así como, no somos solo espectadores sino actores que compartimos el escenario con todos los demás participantes. Nuestra percepción del medio ambiente no es continua, sino parcial y fragmentaria. Casi todos los sentidos entran en acción y la imagen es realmente una combinación de todos ellos.

Esta fragmentación es entendida ya que no tenemos la capacidad de poder observar todos los elementos a la vez, es por eso que Lynch entiende la imagen

del medio ambiente a través de elementos, siendo el hito uno de estos, los cuales los defino como:

“Claves de identidad a inclusive de estructuras usadas frecuentemente. La característica física clave es la singularidad, un aspecto que es único o memorable en el contexto. Si estos tienen una forma nítida se hace más fácil identificarlos y es más probable que se los escoja como elementos significativos. También si contrastan con el fondo y hay una prominencia en la situación espacial. La actividad asociada con un elemento puede constituirse en un hito, así también las asociaciones históricas u otros significados constituyen poderosos refuerzos” (Lynch.K.1959)

Es así como en la lejanía se hace posible entender los hitos presentes en el lugar como lo son Cerro Moreno, la ciudad, el propio océano y el horizonte de este. Así el proyecto se transforma en un hito arquitectónico como un elemento de naturaleza navegante que interviene en el paisaje con la intención de establecer un punto de partida que cuestiona los paradigmas actuales y se esfuerza por recuperar el mar de la bahía y con esto restablecer las dinámicas propias del territorio, a la vez que es un lente donde se observan e identifican los hitos ya existentes en el territorio. El recorrido de la plataforma da la posibilidad del disfrute de detalles próximos en relación principalmente al trabajo de las algas, lo cual en la lejanía del proyecto no era posible de percibir, en ese sentido, a medida que se va ingresando al proyecto la escala inmensa del territorio se hace propia-humana a través de la vivencia de este, como un hito.

¿CÓMO RESPONDER A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS PARTICULARES?

«Cae sobre la tierra más energía solar durante una hora que toda la energía que consume nuestra civilización durante todo un año. Si pudiéramos aprovechar una minúscula fracción de otros tipos de energía disponible, podríamos satisfacer todas nuestras necesidades energéticas para siempre. Y sin agregarle nada de carbono a la atmósfera.» (Degreasse N.2014)

El proyecto intenta abastecer las necesidades energéticas a través de mecanismos pasivos, como lo son la energía solar a través de paneles fotovoltaicos, energía mareomotriz generada a través de las olas del mar y por último en ciertos sectores existirá una envolvente ligera micro perforada que sea capaz de proteger del sol y permita el paso libre de aire evitando sobrecalentamiento de los recintos, a la vez que esta piel que funciona sólo como un filtro permite la constante relación interior-exterior, es decir, se busca que paisaje y construcción creada, se integran y dialoguen de forma armónica.

En cuanto a la orientación que tendrá el proyecto, hay que tener en cuenta que Mejillones se encuentra justo sobre la línea del trópico de Capricornio (23°5' de latitud sur), esto significa que es el límite donde comienzan las zonas de climas cálidos-tropicales y también es la ubicación planetaria donde en los meses de verano los rayos solares inciden de manera casi perpendicular (90°) respecto a la tierra, por lo cual la radiación solar en esta área es algo lo cual hay que considerar. Es por estas razones es que se decide ubicar todos los programas cerrados

(laboratorios, administracion, salas y biblioteca) hacia el lado sur, evitando sobrecalentamiento de estos y algunos laboratorios que necesitan ciertas características de temperatura y humedad especiales en la parte inferior en el pontón y en cuanto a los programas abiertos se ubican en el área norte, igualmente techados para evitar la exposición solar.

•••

CAPÍTULO 7: SÍNTESIS

7.1 REFLEXIONES FINALES

El proceso de título constituyó todo un desafío; el hecho de salir de las lógicas de la capital a una tan diferente como la de la ciudad de Mejillones, implicó tener que comprender y abordar una serie de variables muy distintas a la de cualquier ciudad o gran ciudad; tanto como escalas, velocidades, proporciones, movimientos, pero por sobre todo significó el tener que comprender otro modo de vivir.

Mejillones es una ciudad, como muchas otras al norte Chile, en las que sus grandes riquezas han traído efectos negativos para estas mismas, como pobreza y abandono. A pesar de que las habitantes están cansados de las constantes injusticias que viven ellos mismos como el territorio, saben que viven en lugar privilegiado, lleno de naturaleza y en donde hace algunas décadas se vivía apaciblemente en contacto con el mar y los cerros. Es así como los hermosos paisajes me atrajeron a este sitio escondido en el norte de Chile, que luego de disfrutarlo comencé a percatarme de la dura realidad que viven, es en este punto que aparece el concepto de Zonas de Sacrificio, desde el cual se proyecta y germina este proyecto de titulación.

Dentro de la perspectiva del proyecto la elección de Mejillones fue sumamente satisfactoria para todo lo que significó el proceso, logrando poder abordar los diferentes objetivos personales a través del lugar.

Junto a esos intereses, al tratarse de un proyecto que responde a una específica y contingente necesidad, la cual desde un inicio sabía que sería compleja y que la respuesta rodearía la experimentalidad,

pero siempre entendiendo que respondería a una realidad sumamente delicada.

Ligar este proyecto con otras disciplinas, sobre todo a la biología de las plantas, me ha confirmado que los seres vivos estamos todos interconectados y que al afectar a uno de nosotros estamos afectándonos a todos, esto me ha hecho reflexionar sobre la responsabilidad que tenemos los arquitectos con sobre cómo proyectamos en el territorio que nos pertenece a todos, y que decisiones como materialidad e impacto que tenemos en el territorio son decisivas en cuanto a cómo los sistemas naturales se desarrollaran, en definitiva debemos ser más cuidadosos en que hacemos y cómo lo hacemos.

Por otro lado, en torno a la experimentalidad que he desarrollado en este proyecto, ha sido muy importante para mi crecimiento como arquitecta, ya que me despoje de miedos sobre el proceso de diseño, dejando volar la imaginación y dándome el espacio de creatividad plena y equivocación, a través de la herramienta de la maquetación sobre todo.

Finalmente, el descubrimiento de un nuevo sistema constructivo me ha entregado un buen gusto por las estructuras, el cual he tenido un tanto vetado durante todo la carrera, pero la cual en este proyecto funciona como elemento de diseño fundamental.

Estoy muy agradecida por tener la oportunidad de llegar hasta esta instancia, con muchas caídas pero muy lindos resultados, mucho crecimiento personal y de darme cuenta de que realmente tengo las capacidades necesarias para poder proyectar arquitectura.

CAPÍTULO 8:

FINAL

8.1 BIBLIOGRAFÍA

La Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente. (2017). Informe de la comisión de recursos naturales, bienes nacionales y medio ambiente recaído en el mandato otorgado por la sala a fin de analizar, indagar, investigar y determinar la participación de la empresa estatal Codelco y empresas asociadas, en la contaminación ambiental en la Zona de Puchuncaví y Quintero. 2018, de La Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente.
Recuperado de: <https://www.camara.cl/sala/doc2.aspx?DOCID=3043>

Dominique Hervé Espejo. (2010, Julio). Noción y elementos de la justicia ambiental: Directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación ambiental estratégica. Revista de derecho (Valdivia), XXIII, 9-36. 2018, Diciembre 12, De Scielo Base de datos.

Servicio de Evaluación Ambiental del Gobierno de Chile. (no se tiene información). ¿Que es SEA Chile?. Diciembre 12, 2018, de Gobierno de Chile. Recuperado de: <http://www.sea.gob.cl/sea/que-es-seia>

Ministerio de Energía de Chile. (2016). Energía 2050: Política energética de Chile. Diciembre 12, 2018, de Gobierno de Chile Recuperado de: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/LIBRO-ENERGIA-2050-WEB.pdf

Universidad Andres Bellos. (2015). Cultivo de alga parda *Macrocystis Pyrifera* en la zona de Quintero y Puchuncaví: Evaluación de la productividad y potencial uso para biorremediación de metales pesados y compuestos orgánicos. Proyecto FIC-ALGAS 2015-2016, I, 95.

Calderón,C.,Valdés,J.. (2012, Abril --). Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 47, 121-133. 2018, Diciembre 12, De Scielo Base de datos.

A. Zertuche González, José, “Situación actual del cultivo de algas agarofitas en America Latina y el Caribe”, Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), 1995

Servicio País, Edición Universia, JM.. (2005). La importancia comercial de las algas pardas para la IV Región. Diciembre 12, 2018, de Universia Chile.Recuperado de: <http://noticias.universia.cl/ciencia-nn-tt/noticia/2005/10/12/336922/importancia-comercial-algas-pardas-iv-region.html>

Revista Gerencia . (Marzo, 2008). Claudio Maggi, Director Ejecutivo de InnovaChile de Corfo:. Diciembre 12, 2018, de Revista Gerencia Recuperado de :<http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=1438&sec=7>

Vásquez,J, Fonck,E.. (1995). Estado actual y perspectivas de la explotación de algas alginofitas en sudamérica. Diciembre 12, 2018, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB483S/AB483S02.htm>

Santelices B. 1982. Bases biológicas para el manejo de *Lessonia nigrescens* en Chile central. Monografías Biol. 2: 135–150

Cerpa, X., & González, J. (2008). Proyecciones de la arquitectura flotante en base al crecimiento de la industria salmonera. Evaluación estrategia territorial, materialización y sistemas constructivos. Santiago: Seminario de Investigación, Universidad de Chile

Concha E. (1981). Estructuras flotantes en el mar: para su aplicación en arquitectura. Seminario de investigación, U de Chile.

Daher, A.. (2015, Diciembre). Clusterminero sin clustersocial: Antofagasta-Chile. Revista de Urbanismo, n°33, 35. 2018, Diciembre 12, De /revistaurbanismo.uchile.cl Base de datos.

Ministerio de Desarrollo Social. (2018). Pobreza y distribución de ingresos. Diciembre 12, 2018, de Mnisterio de Desarrollo Social Recuperado de: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/Presentacion_Sintesis_de_Resultados_Casen_2017.pdf

Minería chilena. (2015). Mejillones vive auge de inversión privada y saturación de servicios. Diciembre 12, 2018, de Minería chilena Recuperado de: <http://www.mch.cl/2015/03/02/mejillones-vive-auge-de-inversion-privada-y-saturacion-de-servicios/>

(MMA, 2002) <http://portal.mma.gob.cl/>

Mejillones: Tras dos décadas de explosión industrial, enfrenta el impacto de la contaminación. Diciembre 12, 2018, de La Segunda Recuperado de: <http://www.lasegunda.com/Noticias/Economia/2012/05/749558/mejillones-tras-dos-decadas-de-explosion-industrial-enfrenta-el-impacto-de-la-contaminacion>

El intermareal. Diciembre 12, 2018, Recuperado de: <http://fcm.ens.uabc.mx/>

Misraji L. (2017). Memoria de Título, TEATRO KÜYEN Teatro itinerante flotante en Chiloé: Universidad de Chile.

Concha E. (1981). Estructuras flotantes en el mar : para su aplicación en arquitectura . Seminario de investigación, U de Chile

Cerpa, X., & González, J. (2008). Proyecciones de la arquitectura flotante en base al crecimiento de la industria salmonera. Evaluación estrategia territorial, materialización y sistemas constructivos. Santiago: Seminario de Investigación, Universidad de Chile.

Gómez, L. (2012). Memoria de título “Plataforma de intercambio red mar y tierra”. Santiago: Universidad de Chile.

Loyola F. (2016). Memoria de título “Estación costera de investigación y difusión marina”. Santiago: Universidad de Chile.

Marrese F. (2017). Memoria de título “Plataforma para la difusión e investigación marina itinerante”.

Santiago: Universidad de Chile.

Silva V. (2014). Memoria de título "Observatorio natural del cosmos". Santiago: Universidad de Chile.

Ramírez J. (2015). Memoria de título "Solar: Observatorio del salar de Atacama". Santiago: Universidad de Chile.

Guzmán N. (2014). Memoria de título "Asentamiento y centro de investigación de la producción del litio". Santiago: Universidad de Chile.

Ivelic B. (2005). Embarcación amereida.

SUBPESCA (2005) Espacios marítimos de Chile asociados a la zona continental e insular.
Recuperado desde el sitio web de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura: <http://www.subpesca.cl>

Texido, A. (2013) Chile y el frente marítimo imposible: Seis barreras institucionales para una ciudad-puerto inclusiva. Recuperado desde el sitio web de Plataforma Urbana: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2013/11/28/chile-y-el-frente-maritimo-imposible-barrerasinstitucionales-para-una-ciudad-puerto-inclusiva/>

Gudmundsson, A. (2009) Prácticas de seguridad relativas a la estabilidad de buques pesqueros pequeños.

Dante. "Poculus. Commentary on the first book of Euclid's Elements." "Lo cerchio `e perfettissima figura."

Degrasse N (2014) - "Cosmos a Spacetime Odyssey"

Valencia G. (2006) "Estructuras de acero, Introducción al diseño"

Zumthor P. (2014) "Pensar la Arquitectura" Ed. GG.

Valdés J.(Ed). (2015). "La península de Mejillones y sus bahías". Santiago, Chile. Andros

Alonso P. (2012). Deserta. Ecología e industria en el desierto de Atacama. ARQ. 92, 344

Aronson S. (2008). Aridscapes. Proyectar en tierras ásperas y frágiles. España, Madrid, Gustavo Gili

Mato A. (2004). Una ética del desierto: investigación desértica. ARQ. 57, 150

Guerra J (2006). Una arquitectura para el desierto. AUS. 2, 10-12

Empresa periodística El Norte S.A, (2016) Conectando el pasado con el futuro. Anuario 2016 de Asociación de industriales de Mejillones A.G. Santiago, Chile, Emelnor impresores

Olguín, E. (2007). CONTAMINACIÓN DE MANGLARES POR HIDROCARBUROS Y ESTRATEGIAS DE BIORREMEDIACIÓN, FITORREMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN. Revista internacional de contaminación

ambiental, [online] (3), pp.139-154. Available at: http://file:///C:/Users/victoria/Desktop/titulo%202018/BIORREMIACION/articulo_redalyc_37023304.pdf [Accessed 13 Dec. 2018].

Treibergs A. (2002) "Inequalities that Imply the Isoperimetric Inequality"

SITIOS WEB

<http://blogs.unlp.edu.ar/planificacionktd/files/2014/04/La-Imagen-de-la-Ciudad-Kevin-Lynch.pdf>

<http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/pontones-flotantes-una-convergencia>

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v47n1/art11.pdf>

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB483S/AB483S02.htm>

https://www.cnnchile.com/lodijeronencnn/ex-fiscal-del-ministerio-de-medio-ambiente-jorge-andres-cash-y-nube-toxica-en-la-v-region-este-problema-no-es-solamente-de-quintero-y-puchuncavi_20180903/

<https://www.nomascarbon.cl/2015/10/union-de-comunas-de-zonas-de-sacrificio-pliego-de-peticiones-comuna-de-puchuncavi-29-y-30-de-mayo-de-2014/>

<https://www.cne.cl/>

<https://www.terram.cl/>

<http://www.nuevamineria.com/revista/la-huella-de-los-conflictos-energeticos/>

<https://www.mejillones.cl/wp-content/uploads/2018/08/PLADECO-FINAL-2008-201811-1.pdf>

<https://brainly.lat/tarea/927346>

<https://whitearkitekter.com/project/kastrup-sea-bath/>

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl>

<https://dsrny.com/>

<http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/pontones-flotantes-una-convergencia>

<http://www.chilesustentable.net/impuesto-verde-un-triste-balance-en-su-primer-ano-de-implementacion/>

