

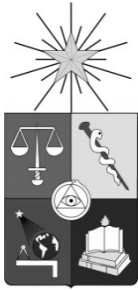
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas

Memoria de Título 2011
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile

Alumno:
Javier Andrés Moya Ortiz

Profesor Guía:
Humberto Eliash





Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Arquitectura

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ALGAS

JAVIER ANDRÉS MOYA ORTIZ

Memoria presentada a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile
para optar al título profesional de Arquitecto.

Profesor Guía:
Humberto Eliash

Santiago, Chile
2011

Profesionales asesores:

Humberto Eliash, Arquitecto, Universidad de Chile.

Sebastián Lambiasi, Arquitecto, Universidad de Chile.

Luis Goldsack Jarpa, Arquitecto, Universidad de Chile.

Francis Pfenniger Bobsien, Arquitecto, Universidad Católica de Chile.

Lou Jing, Chang, Arquitecto, Universidad de Chile.

Julio Vásquez, Bachiller en Biología Universidad de Concepción,

Licenciado en Biología Universidad Peruana Cayetano Heredia,

Doctor en Ciencias mención Ecología Universidad de Chile,

Post-Doctorado Universidad de California.

Alonso Vega R. Biólogo Marino y Magister en Ciencias del Mar.

Cristian Andrés Sepúlveda, Biólogo Marino.

Mauricio Arcos, Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte.

Álvaro Carrasco, Químico Ambiental.

Felipe Saez Rubio, Licenciado en Ciencias del Mar, Biólogo Marino.

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

Índice

CAPÍTULO 1

1.0 Introducción	3
2.0 Motivaciones	4

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

3.0 Contexto económico mundial	7
4.0 Chile hacia el desarrollo	8
5.0 Chile y la innovación	9
6.0 La acuicultura	11
7.0 Las algas marinas	12
8.0 Usos de las algas marinas	15
9.0 Mercado y origen mundial de las algas marinas	17
10.0 Proceso de cultivo	19
11.0 Chile y las algas marinas	25
12.0 Plan de acción FAO	28
13.0 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA)	30

CAPÍTULO 3

UBICACIÓN: COQUIMBO, IV REGIÓN

14.0 Antecedentes generales	33
15.0 Antecedentes geográficos climáticos	34
16.0 Antecedentes económicos	37
17.0 Antecedentes urbanos	38
18.0 Terreno	40

CAPÍTULO 4

PROYECTO

19.0 Objetivos	45
20.0 Modelos de gestión	46
20.1 Económica – administrativa	46
20.2 Territorial	47
20.3 El Suelo	48
20.4 El agua	49
20.5 Energética	51
20.6 Desechos	52
21.0 Programa	53
22.0 Marco conceptual	56
23.0 Idea del proyecto	59
24.0 Imágenes	73
25.0 Planimetrías	79

CAPÍTULO 5

26.0 Referentes	85
27.0 Bibliografía	87



CAPÍTULO 1

1.0 Introducción

Ciencia, Innovación y Tecnología

En esta memoria de título, se presentan los fundamentos del proyecto “**Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas**” (CIDTA), ubicado en la ciudad de Coquimbo IV región, cuyo objetivo busca articular áreas de investigación, estimular y desarrollar el capital humano avanzado para el desarrollo científico del recurso algal en Chile.

Entre los principales ejes del programa de gobierno 2010-2014, se encuentra “**Chile hacia el desarrollo**”, que tiene como objetivo sentar las bases para que nuestro país alcance el desarrollo en el año 2018. Si Chile quiere pasar a formar parte del grupo de países desarrollados debe cumplir con una serie de requisitos, entre los más importantes se destaca el **desarrollo económico**, que requiere pasar de los actuales 15 mil dólares de ingreso anual por habitante hasta alcanzar 20 mil dólares de ingreso anual por habitante, utilizando la **ciencia, la innovación y la tecnología** como medio para cumplir este objetivo¹.

La **innovación científica y tecnológica** son fundamentales para que Chile se transforme en un país desarrollado. Para competir exitosamente en el mundo moderno debemos implementar la **Economía del Conocimiento**, es decir agregar valor a nuestros productos de exportación. Para hacerlo en forma competitiva y aprovechando nuestras

¹ Cfr. Lagos Escobar, Ricardo, “*Chile 2030: Siete desafíos estratégicos y un imperativo de equidad*”, 2011, Chile.

ventajas comparativas debemos desarrollar la ciencia e introducir tecnologías más eficientes en los procesos productivos.

Dentro de los sectores de nuestra economía que poseen un alto potencial de crecimiento, destaca la **acuicultura**, por la estratégica ubicación geográfica-climática de nuestro país, la creciente demanda nacional e internacional y los nuevos desafíos que enfrenta para responder a la explotación sostenible de los ecosistemas. Estos factores hacen de la acuicultura un medio efectivo para la producción de los recursos del mar.

Entre los productos más destacados de exportación de origen marino encontramos las **algas**, estas son un importante **recurso ecológico, social y económico**. A nivel mundial, Chile se posiciona como el primer **explotador y exportador** de este recurso, siendo una actividad altamente desarrollada². La creciente competitividad entre las empresas y los desafíos del mercado del futuro, determinado principalmente por el precio y calidad del producto, exigen la incorporación de nuevas tecnologías que permitan entregar valor agregado a este recurso.

En este contexto, surge la iniciativa de involucrar el proyecto de título con los procesos de investigación y desarrollo tecnológico propios de los recursos marinos, al alero del CIDTA, como la iniciativa más avanzada en términos de investigación, desarrollo y transferencia tecnológica orientada al estudio de las algas.

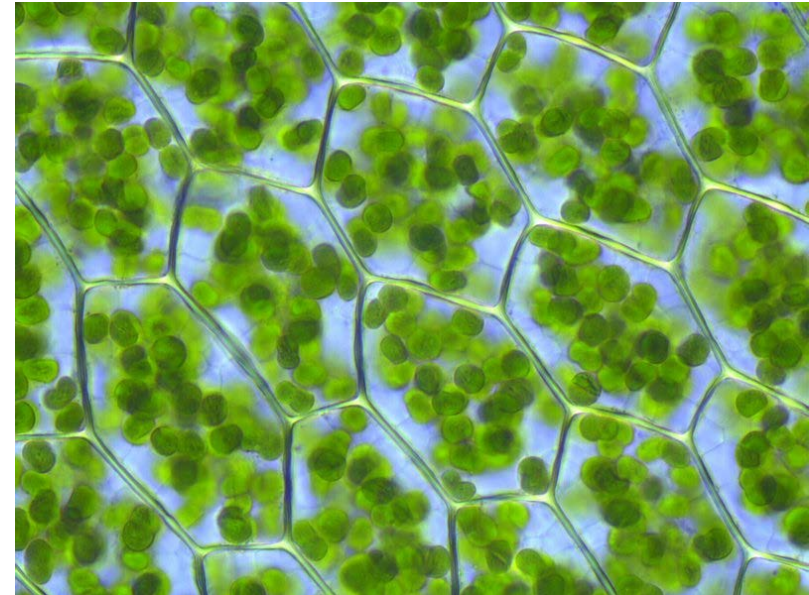
² Cfr. Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), “*El estado mundial de la pesca y la acuicultura*”, 2010, Roma, Italia.

2.0 Motivación

Como estudiante de arquitectura quería utilizar este último ejercicio académico como una **oportunidad** de desarrollar un proyecto enmarcado en una **tesis proyectual**, es decir, una investigación arquitectónica. De esta manera poder experimentar a nivel teórico, conceptual, funcional y formal un proyecto de arquitectura que pueda satisfacer tanto las necesidades de un mandante como mi desarrollo personal.

La elección de la temática se basa en el interés de abordar una problemática de relevancia nacional, surgiendo la posibilidad de involucrarse en la investigación y desarrollo tecnológico del recurso algal, por medio de una propuesta arquitectónica, que aporte en su desarrollo social, económico y ecológico.

Es así, como se presenta la oportunidad de una investigación arquitectónica, que busca explorar los límites difusos del paisaje anfibio o inter-marial, donde la tierra y el mar se complementan para generar el hábitat requerido para el cultivo, crecimiento e investigación de las algas marinas.



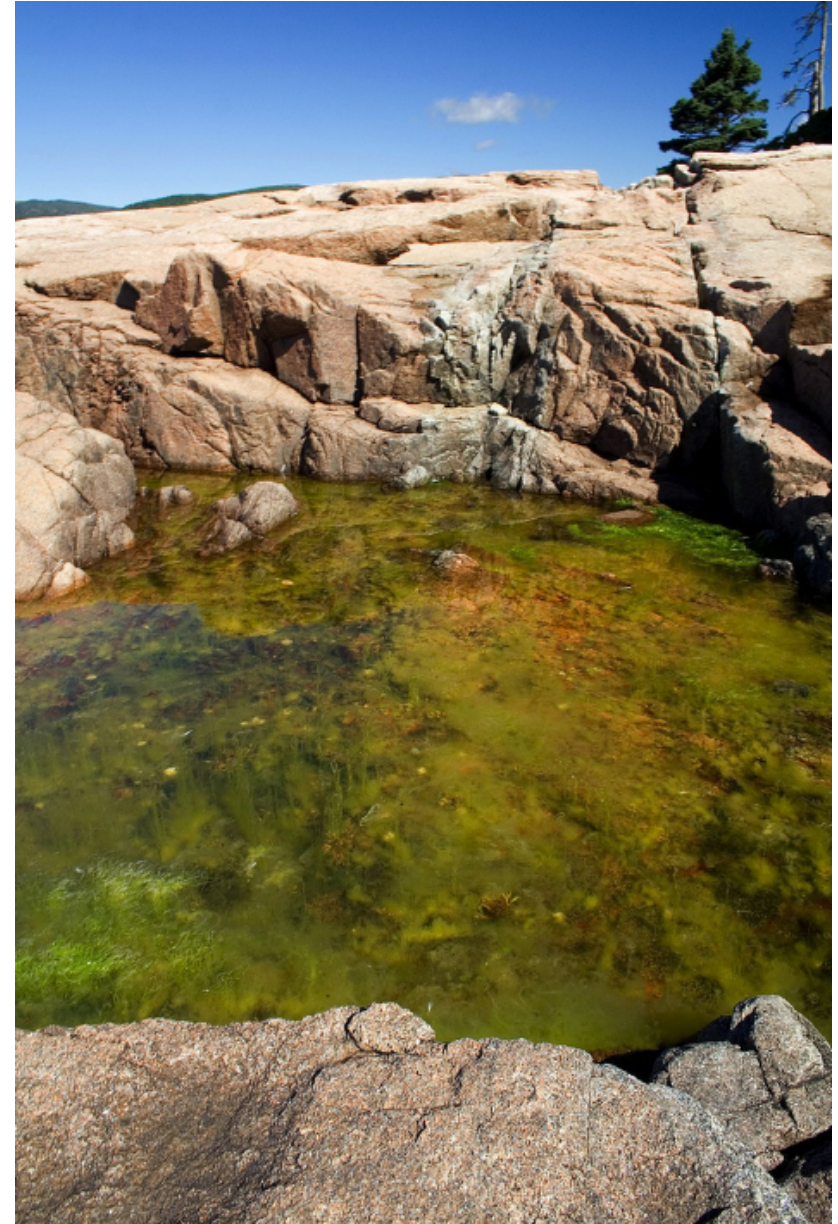
1. Micro Alga Marina

Fuente: <http://www.konozer.es>



2. Macro alga marina

Fuente: <http://www.mundo-geo.es>



3. Paisaje Inter-mareal, Pozones naturales de algas marinas.
Fuente: Robby Edwards, <http://www.flickr.com>.



CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

3.0 Contexto económico mundial

En el contexto del desarrollo económico mundial, el motor del desarrollo se ha desplazado desde Europa y Estados Unidos hacia Asia y China, cambiando el eje en donde se concentran las oportunidades de intercambio comercial, desde el Atlántico Norte al Pacífico.

La economía abierta de Chile, combinada con una activa política de acuerdos comerciales bilaterales, regionales y multilaterales (57 en total), ha significado un aumento sostenido del comercio exterior de bienes y servicios, como también de competitividad internacional del país. Estos programas, junto con los tratados de liberalización de comercio que Chile ha firmado y su bajo nivel de barreras arancelarias, convierten al país en una de las economías más abiertas del mundo.

La negociación e implementación de estos acuerdos refleja la creencia que la creciente **apertura al comercio y la integración internacional son herramientas efectivas para lograr mayores niveles de desarrollo**³.

El TLC de Chile con China, firmado el 18 de noviembre de 2005, tiene como objetivo fomentar la expansión y diversificación del comercio bilateral. China, posicionada hoy en día como una potencia económica mundial, seguirá empujando el crecimiento de la región del Pacífico; cuando este país crece un punto porcentual, países como el nuestro crecen

³ Cfr. Gobierno de Chile, Encuentro Internacional “Chile hacia el desarrollo”, 2010, Santiago, Chile.

al menos un 0,4 %. Ello significa que si China sigue creciendo a un ritmo de 10% anual, Chile tendrá garantizado un crecimiento del orden del 4% anual⁴.

“Chile, enfrentado al Pacífico, está hoy en la primera fila de la platea de la historia, y no podemos dejar pasar la oportunidad. Es clave mejorar conectividad, infraestructura y servicios financieros”

Lagos Escobar, Ricardo, “Chile 2030: Siete desafíos estratégicos y un imperativo de equidad”, 2011, Chile..



4. Nuevo eje económico mundial y miembros de la APEC

Fuente: APEC

⁴ Cfr. Lagos Escobar, Ricardo, “Chile 2030: Siete desafíos estratégicos y un imperativo de equidad”, 2011, Chile.

4.0 Chile hacia el desarrollo

Chile en los últimos 20 años ha tenido un buen y sostenido crecimiento económico, no obstante, **no hemos cambiado significativamente la composición de nuestras exportaciones**, concentrando nuestro comercio básicamente en los productos tradicionales mayormente silvicultura, pesca y la explotación minera.

Nuestro país necesita seguir creciendo para alcanzar el desarrollo, y un camino para conseguirlo es el de la **Economía del Conocimiento**, entendida como la tendencia económica que propone la acumulación de conocimiento proveniente de mejoras en la **calidad de la educación**, el **desarrollo tecnológico** y la **innovación**, como el mecanismo principal en el crecimiento del valor de la producción.

Si se quiere cumplir este objetivo, Chile deberá **aumentar su actividad en investigación y desarrollo**, para esto necesitará subir el nivel de inversión en I+D desde los actuales 0,7% del PIB, hasta alcanzar el 2,4% del PIB a finales del año 2021, desarrollar una alianza estratégica entre el sector público, el sector privado y las Universidades que permita la generación de redes nacionales como internacionales de investigación. Esto permitirá **agregar valor a nuestros productos de exportación**, convirtiendo la investigación en potenciales negocios⁵.

⁵ Cfr. Gobierno de Chile, “Programa de gobierno 2010-2014: Ciencia, Innovación y Tecnología”, 2010, Santiago, Chile.



5. Cepas de micro-alga en laboratorio

Fuente: Universidad Católica del Norte

5.0 Chile y la innovación

“La Innovación es el proceso mediante el cual ciertos productos o procesos productivos, desarrollados en base a nuevos conocimientos o a la combinación novedosa de conocimiento preexistente, son introducidos eficazmente en los mercados, y por lo tanto en la vida social”.

Glosario del Consejo Nacional de Innovación

Todos los países que han dado un salto al desarrollo lo han hecho innovando, la curva de desempeño de esos países ha demostrado que a **mayor innovación, mayor crecimiento**, por lo tanto innovar es una condición necesaria para lograr el desarrollo. Un país es competitivo cuando logra agregar valor a sus procesos productivos por medio de la incorporación de conocimiento, es decir, cuando avanza hacia la **economía del conocimiento**, transformando la **innovación tecnológica en un factor de competitividad**⁶.

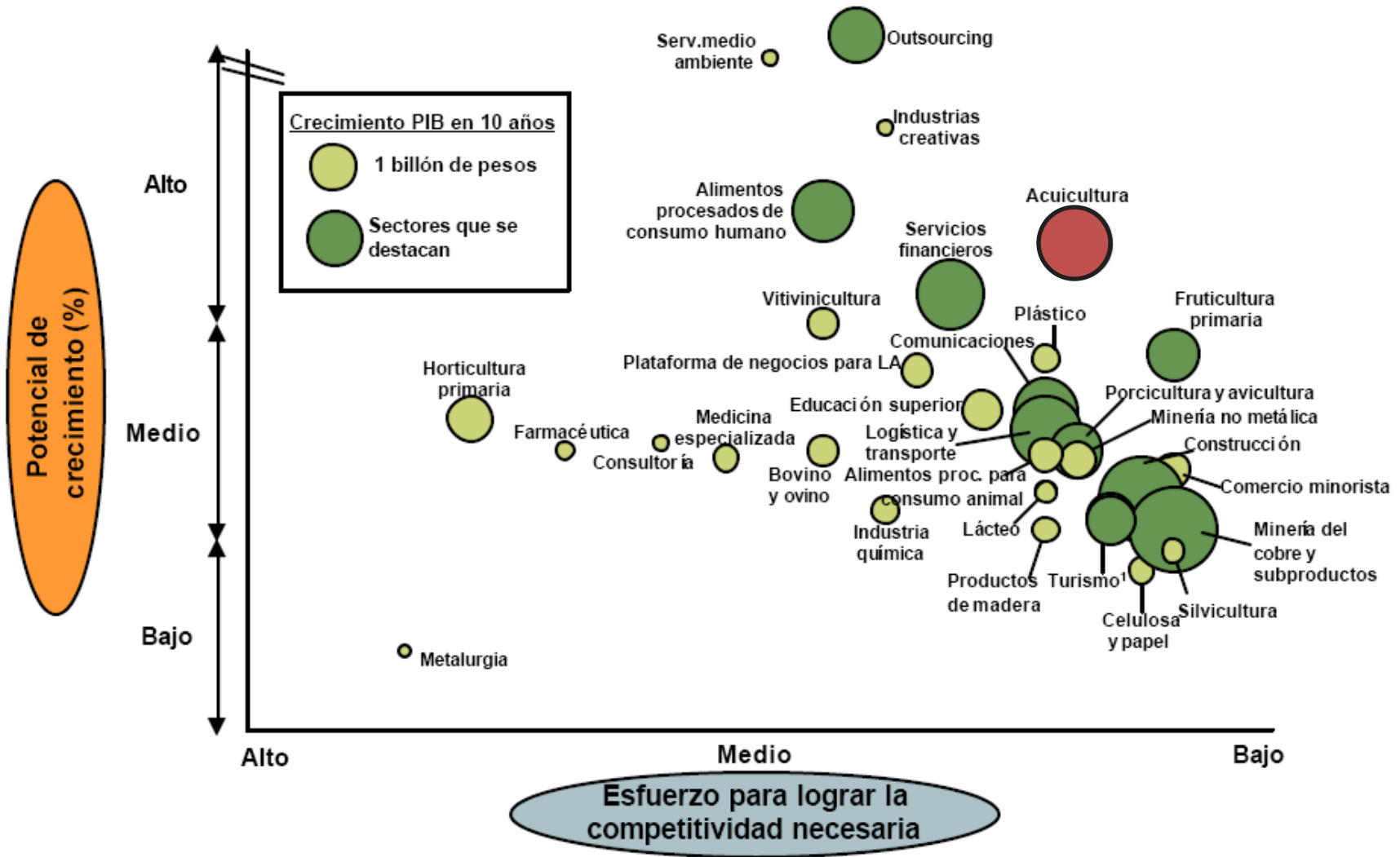
Es por esto que INNOVA Chile, como organización dedicada a promover el emprendimiento, la innovación y el desarrollo de negocios, selecciono 11 sectores de la economía Chilena para potenciar y desarrollar mediante financiamiento, las variables que se consideraron fueron:

- Importancia en el PIB.
- Potencial de crecimiento a 10 años.

- Esfuerzo necesario para crecer en los próximos 10 años (Ubicación geográfica, existencia de RRNN, capital humano, acceso a tecnología, atracción de inversión, infraestructura y logística, asociación y/o conexión, sustentabilidad ambiental, sustentabilidad de ventajas, marco regulatorio).
- Necesidad de intervención del Estado para capturar el potencial del sector.

Analizando los sectores seleccionados en la gráfica adjunta podemos observar que la **Acuicultura** se posiciona como un sector productivo con **gran potencial**, ya que posee **alta capacidad de crecimiento, con un esfuerzo relativamente bajo para lograr su competitividad**.

⁶ Cfr. Lorenzini, Rafael, “*La innovación Tecnológica, un factor de competitividad*”, Innova Chile CORFO, 2007, Chile.



6. Gráfico potencial de crecimiento vs esfuerzo para lograr competitividad

Fuente: "La innovación Tecnológica, un factor de competitividad", Innova Chile, 2007.

6.0 La Acuicultura

La acuicultura, es la actividad que permite obtener producción por medio del cultivo de organismos acuáticos (animales y vegetales). La acuicultura comercial se inició en Chile en la década de los 80' coherentemente con la política económica nacional que incentivó la actividad privada, la apertura al comercio internacional y como respuesta a la situación de aumento de sobreexplotación de stocks pesqueros locales de las especies nativas destinadas al mercado internacional.

La producción exportada total del sector acuicultura en Chile creció desde 64,595 toneladas en 1993 a 430, 976 toneladas en 2004, con un valor de 1,581,444 miles de dólares. El año 2004 el PIB nominal de Chile se calculó que el 3,18 por ciento corresponden al aporte de la actividad de pesca extractiva y acuicultura. Las principales especies en volumen de cosecha y exportación son las salmonídeas, Moluscos bivalvos, cultivo de turbot y cultivo de algas⁷.

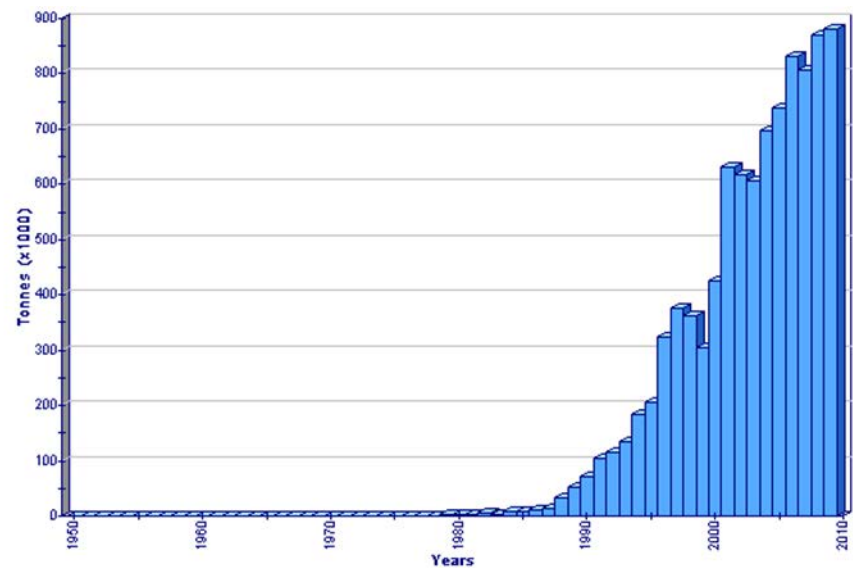
Este sector de la economía tiene una gran capacidad de crecimiento por ser una actividad relativamente nueva, por tener grandes ventajas comparativas con otros países por su ubicación geográfica-climática y acceso a las materias primas, la creación de normas que regulan la extracción de bancos naturales y el creciente desarrollo del mercado en consumo directo, ya que el consumo de productos del mar, es bastante inferior a los consumos de otros tipos de carne.

⁷ Cfr. Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), "Visión general del sector acuícola nacional", Chile, 2011.

Con estos datos podemos observar que la Acuicultura, posee un gran potencial de crecimiento con un mercado nacional e internacional que aún no ha sido completamente desarrollado.

“Los organismos del reino vegetal más cultivados en el mundo, pertenecen al grupo de las Macro Algas Marinas (verdes, rojas y pardas); también existen cultivos comerciales de Micro Algas, como la Spirulina o la Chlorella o bien otras, que se cultivan como alimento de los primeros estados de vida de los moluscos y peces marino”.

Dirección de Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, SAGPyA, Aqunoticias, 2005.



7. Producción de la acuicultura reportada de Chile (a partir de 1950)

Fuente: FAO Fishery Statistic.

7.0 Las Algas Marinas

Las algas marinas son vegetales acuáticos primitivos, compuesto por un grupo grande y variado de especies que incluye desde plantas unicelulares hasta plantas de gran tamaño (50 metros). Las algas marinas pueden ser encontradas en diversos hábitats de agua salada o salobre.

Las algas marinas se diferencian de las plantas superiores porque carecen de tallos, hojas, raíces y sistemas vasculares. En lugar de esto, se anclan a objetos sólidos y absorben los nutrientes directamente del agua, fabricando su alimento a través de la fotosíntesis.

Las algas marinas se pueden dividir en dos grandes grupos, las **macro algas** y **micro algas**, ambos grupos son la base de todas las cadenas alimenticias allí existentes; **ambas con un gran potencial de desarrollo económico**⁸.



8. Banco natural de macro algas en el océano Pacífico.

Fuente: www.anfrifix.com

⁸ Cfr. Educar Chile, “*Flora y Fauna Marina*”, 2005, <http://www.educarchile.cl/>

Macro Algas

Las algas marinas bentónicas o macro algas, son vegetales **pluricelulares** que viven debajo del agua y cuyos procesos vitales están regidos por el equilibrio entre los procesos de fotosíntesis y respiración.

La explotación de las algas a escala mundial, involucra recolección de la biomasa desprendida (varazones) y la biomasa cosechada. En Chile, las macro algas marinas son utilizadas como materia prima para la extracción de alginatos (sustancia química para creación de geles), y en menor grado, consumida como alimento (Cochayuyo). Durante la última década, la creciente importancia económica, por la gran diversidad de usos, ha llevado a las macro algas a niveles de explotación a casi 48.500 toneladas secas por año, con un retorno de más de US \$ 25 millones (Avila & Pavez 2003). Las macro algas marinas, y en particular los huiros, tienen una **importancia social relevante, ya que la recolección involucra a pescadores artesanales y sus familias, quienes dependen total o parcialmente de estos recursos**⁹.

Se pueden clasificar en tres grupos:

- **Algas pardas:** entre estas algas es posible encontrar alrededor de 1500 especies y son las algas de mayor tamaño.
- **Algas rojas:** con este nombre se conocen un grupo de algas con más de 3.000 especies.
- **Algas verdes:** nombre que reciben los miembros de una división de algas que suman entre 6.000 y 7.000 especies.



9. Macro Algas.

Fuente: Presentación Algas y su cultivo, Universidad Católica del Norte, 2009.

⁹ Cfr. Algas Pardas, www.algaspardas.cl

Micro Algas

Las micro algas son individuos **unicelulares** o pluricelulares, cuyas células funcionan independientemente, realizando todas las funciones vitales. Las micro algas son protistas fotosintéticos, en general son los más eficientes conversores de energía solar debido a su sencilla estructura celular. Además al estar suspendidas en agua, tienen un mejor acceso al CO₂ y otros nutrientes. Se encuentran ampliamente distribuidas en la biósfera adaptadas a una gran cantidad de condiciones.

Hasta hoy, existe una alta demanda de micro algas para la producción de alimentos, productos farmacéuticos e industria química. Las investigaciones llevadas a cabo durante los últimos 50 años han demostrado que las micro algas son capaces de producir una amplia cantidad de intermediarios químicos e hidrocarburos que ofrecen la posibilidad de sustituir los productos derivados del petróleo o del gas natural. Tres componentes principales pueden ser extraídos de la biomasa de las micro algas; lípidos, carbohidratos y proteínas. La bioconversión de estos productos en alcoholes, metano, hidrógeno, ácidos orgánicos y la conversión catalítica de parafinas, olefinas y compuestos aromáticos, hacen de la **explotación de micro algas una verdadera industria de bio-refinería**¹⁰.



10. Micro Algas.

Fuente: Presentación algas y su cultivo, Universidad Católica del Norte, 2009.

¹⁰ Cfr. Gonzales Zeman, Benjamín, “Centro de investigación experimental para desarrollar biocombustibles de microalgas”, 2009, Memoria de título, Prof. Guía Leopoldo Prat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

8.0 Usos algas marinas

Las algas marinas tienen **múltiples aplicaciones** en productos que han potenciado su desarrollo. **Esto posibilita la investigación y desarrollo tecnológico del sector en una asociación entre empresas y centros de investigación.** Alguno de estos usos son¹¹:

Agricultura

- Abonos, nutrición animal.

Alimentación

- Crudas comestibles, alginatos, aditivos, aromas.

Cosméticos

- Cuidados antienvjecimiento, cremas hidratantes, protección solar, tratamiento para el cabello y maquillaje.

Producción y cosecha

- Plantaciones marinas y costeras.

Salud

- Productos farmacéuticos, investigación contra el cáncer, nutrición, terapias naturales.

Medio ambiente

- Materiales biodegradables (bolsas plásticas), combustible orgánico, captador de CO₂, eliminación radioactividad, limpieza de aguas.



11. Jabón en base a algas.

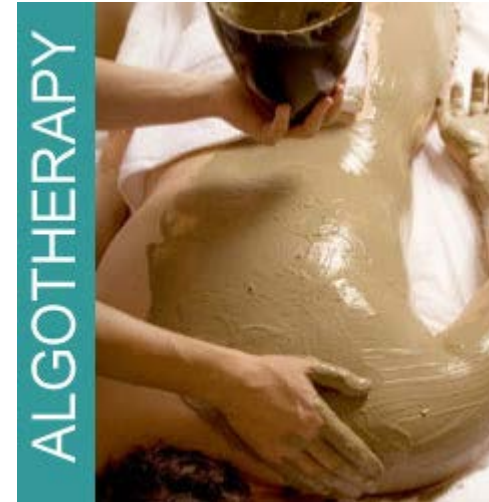
Fuente: Delegación Bretona, “Misión algas alimentarias y bienes de consumo”, 2008.



12. Alimento hechos en base a carbohidratos de algas.

Fuente: Spirulina world food, Robert Henrikson, 2010.

¹¹ Cfr. Delegación Bretona, “Misión algas alimentarias y bienes de consumo”, Bretagne International, 2008, Francia.



13. Productos elaborados mediante derivados de las algas.

Fuente: Delegación Bretona, "Misión algas alimentarias y bienes de consumo", 2008.

9.0 Mercado mundial de las algas marinas

La industria de las algas marinas ofrece una amplia variedad de productos, el valor total anual de producción se estima entre US\$ 5.500 y US\$ 6.000 millones, con un volumen de 11.3 millones de toneladas. De ese total, los productos alimenticios para consumo humano corresponden a US\$ 4.000 millones. Las sustancias que se extraen de las algas, los hidrocoloides (solución natural que da textura, mejoran la apariencia, la sensación y sabor de alimentos procesados), representan una gran parte de los restantes miles de millones de dólares, mientras que el resto corresponde a diversos usos menores, como fertilizantes y aditivos. La industria utiliza entre 7.500 y 8.000 millones de toneladas de algas húmedas al año, que se **recogen del ambiente natural (bancos naturales) o bien, de cultivos (acuicultura)**. A nivel mundial **el cultivo de algas ha crecido rápidamente al superar la demanda a la oferta disponible de recursos naturales**¹².

¹² Cfr. Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “*Visión general del sector acuícola nacional*”, 2011, Chile.



14. **Extracción bancos naturales de algas marinas.**

Fuente: www.mispecies.com



15. **Cultivo de algas marinas.**

Fuente: www.mispecies.com

Origen de las algas marinas

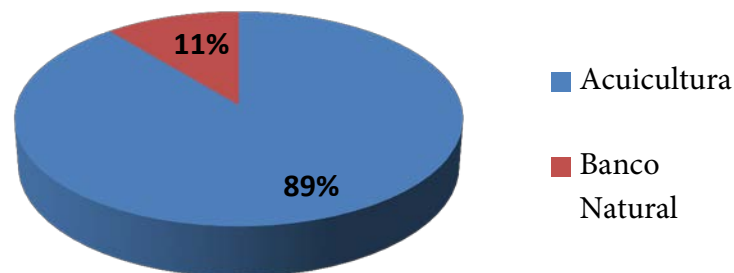
La recolección comercial se realiza en unos 35 países esparcidos entre los hemisferios norte y sur, en aguas que varían de frías, hasta tropicales, pasando por templadas. Divididas entre dos fuentes, la **extracción de bancos naturales (11%)** y la **producción mediante acuicultura (89%)**.

El siguiente gráfico nos permite ver que China se posiciona como la primera potencia mundial en la **producción mediante acuicultura** de algas marinas, en comparación a **Chile** posicionándose como la primera potencia mundial en **extracción de bancos naturales**, esto con **grandes beneficios económicos pero perjudicando de grave manera la sostenibilidad del sistema ecológico**.

Los principales motivos de esta realidad son la estratégica **ubicación geográfica de Chile** que le permite tener una alta presencia de recursos naturales, la alta demanda de los mercados internacionales acompañados por una nula fiscalización por parte de las autoridades, esto ha generado hasta hoy en día un bajo incentivo de los privados por utilizar la acuicultura como medio de producción¹³.

Origen mundial de las algas marinas

Fuente: FAO 2003



País	Extracción	Cultivo	Total	% Total
China	204,290	7,863,540	8,067,830	71
Filipinas	413	656,631	657,044	6
Japón	119,030	528,881	647,911	6
Chile	247,376	33,471	280,847	2
Indonesia	17,916	205,227	223,143	2
Otros (<1% c/u)	646,128	826,573	1,472,701	13
Total	1,235,153	10,114,323	11,349,476	100

16. Origen de la producción de algas por país.

Fuente: FAO- Fisheries Report, 2005

¹³ Cfr. Zamorao, Jaime, "Las algas como recurso y sus productos derivados", Gelymar S.A., 2006, Santiago, Chile.

10.0 Procesos de cultivo

Muchos factores contribuyen al crecimiento y desarrollo óptimo de los cultivos de algas, entre ellos están el agua, los nutrientes, la intensidad lumínica y la temperatura.

El cultivo para la investigación de algas presenta dos etapas claramente diferenciadas, una de ellas denominada **indoor**, que corresponde a la fase inicial de cultivo desarrollada en laboratorio y donde es posible **controlar las condiciones ambientales**, cuya finalidad es generar los inóculos necesarios para la masificación exterior (outdoor) de los cultivos, siendo esta la última etapa del proceso.

En esta fase indoor se distingue el trabajo con distintos contenedores de creciente capacidad, en el cual las algas se multiplican desde cepas hasta alcanzar las máximas concentraciones posibles en cada etapa. Una vez que se alcanzan la mayor concentración en los contenedores indoor, la biomasa se traslada a los cultivos outdoor para completar su proceso de masificación.

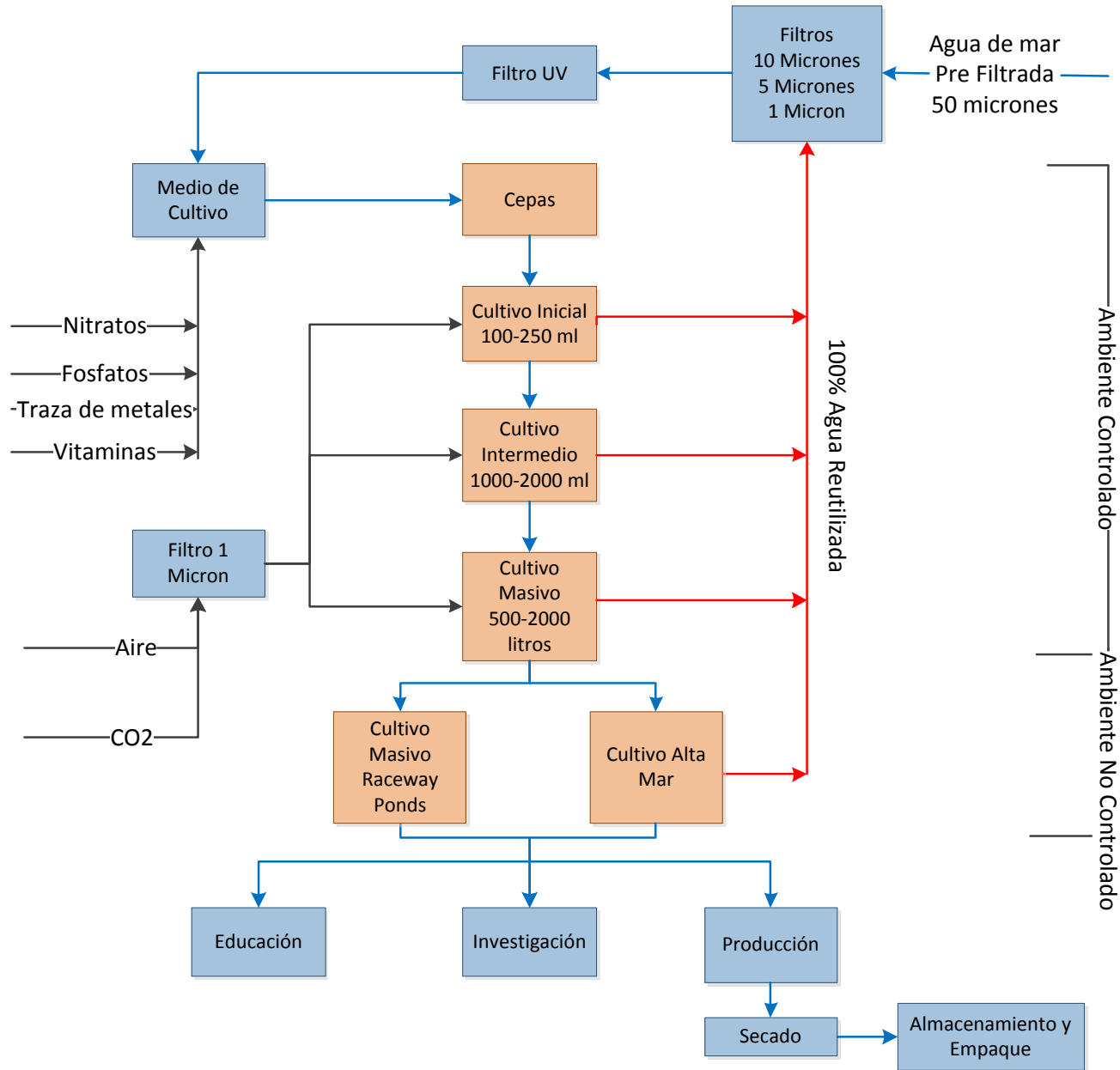
La etapa de cultivo masivo **outdoor** se realiza con las **condiciones climáticas (temperatura y luz) de campo (exterior)**, en donde se busca la mayor cantidad de luz disponible. En esta etapa se utilizan distintos medios que permiten cultivar gran cantidad de biomasa alcanzando su máxima concentración, permitiendo someterse al proceso de decantación y cosecha¹⁴.

Diferencia del cultivo macro y micro alga

El proceso de cultivo de las algas es básicamente el mismo, notando dos diferencias:

- Existe una combinación óptima de agua, nutriente, intensidad lumínica y temperatura que será específica para cada especie.
- El cultivo masivo exterior de micro algas debe ser hecho en tierra, en cambio el cultivo masivo de macro algas se hace en tierra o en mar.

¹⁴ Cfr. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), *“La producción de alimento vivo y su importancia en la acuicultura”*, Departamento de pesca, 1989, Roma, Italia.



17. Proceso para el cultivo de macro algas.

Fuente: Elaboración propia en base a: Felipe Sáez Rubio, Laboratorio de macro algas, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.



18. Primera etapa cepas macro algas.
Fuente: Julio A. Vasquez, CEAZA.



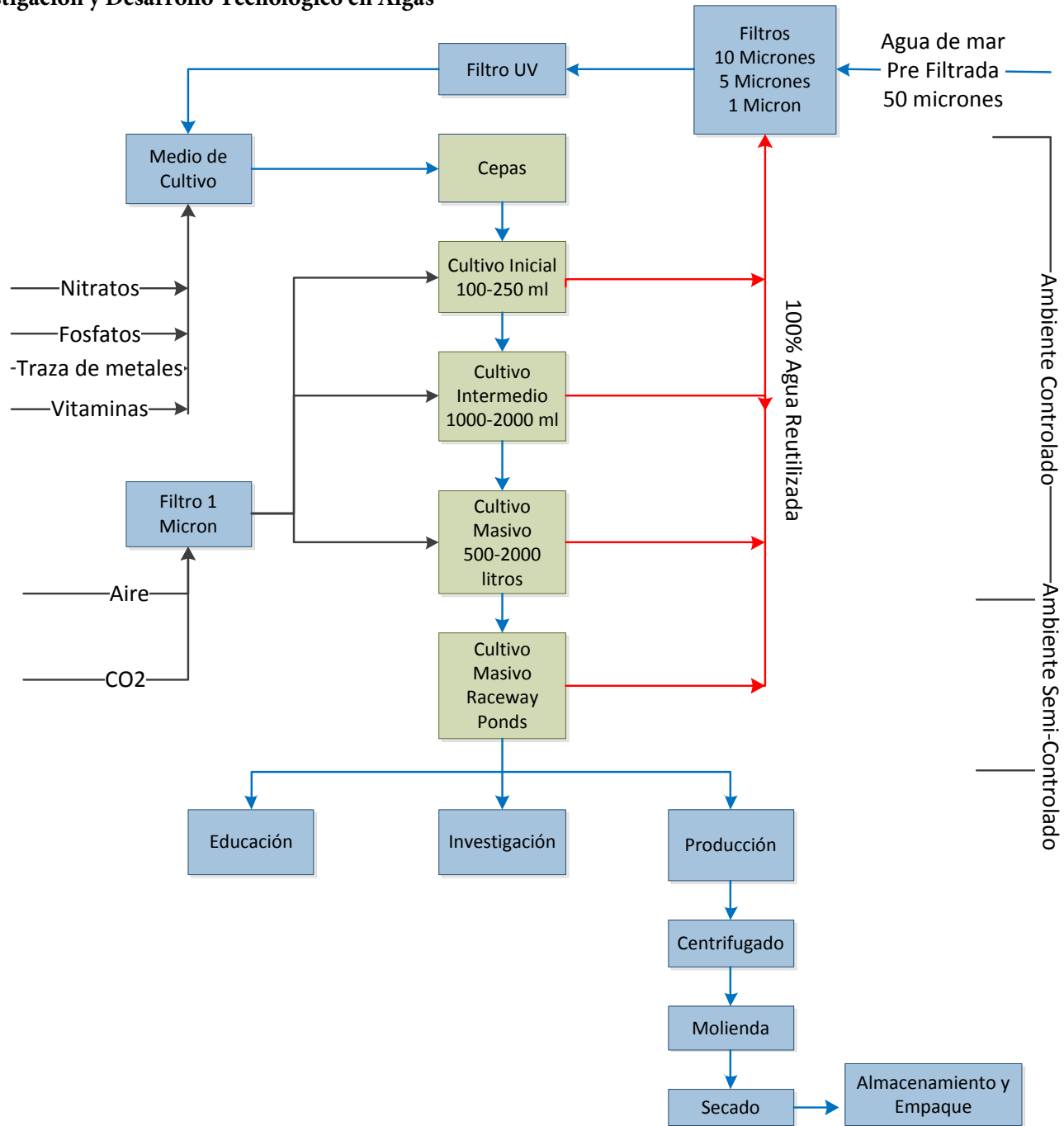
20. Cultivo inicial macro alga.
Fuente: Julio A. Vasquez, CEAZA



19. Cultivo intermedio macro alga.
Fuente: Elaboración propia.



21. Cultivo masivo macro alga en alta mar.
Fuente: Julio A. Vasquez, CEAZA



22. Proceso para el cultivo de micro algas.

Fuente: Elaboración propia en base a: Mauricio Arcos, Laboratorio de micro algas, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.



23. Primera etapa cepas micro algas.
Fuente: Elaboración propia.



25. Cultivo inicial micro alga.
Fuente: Elaboración propia.



24. Cultivo intermedio micro alga.
Fuente: Universidad Católica del Norte.



26. Cultivo masivo micro alga en ponds.
Fuente: Benjamín González Z.,

Requerimiento de Instalaciones

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para la investigación y desarrollo tecnológico de algas, es necesario contar con un laboratorio básico de grupo 1¹⁵, en el cual los agentes biológicos, químicos y físicos, constituyen un bajo riesgo para los individuos y la comunidad, lo que posibilita su ubicación en centros urbanos¹⁶. Este laboratorio deberá contar con:

- **Cuarto de Siembra:**

Cabina dentro del laboratorio en donde se genera la inoculación de las algas para la creación de cepas.

- **Sala o laboratorio de cultivo indoor:**

Mantenimiento de cepas, crecimiento de cultivos en pequeños y medianos volúmenes. Los contenedores de cultivo comúnmente usados en los procesos indoor, son de materiales plásticos no tóxicos que permiten flexibilidad en el espacio para los distintitos experimentos posibles a realizar.

La sala deberá contar con las siguientes características:

- Temperatura controlada 18–25 °C.
- Instalaciones de lámparas de luz blanca fría fluorescente (20W– 37W).

¹⁵ Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Gobierno de Chile, “Manual de normas de Bioseguridad”, Segunda Edición, 2008, Chile.

¹⁶ Cfr. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), “La producción de alimento vivo y su importancia en la acuicultura”, Departamento de pesca, 1989, Roma, Italia.

- Instalaciones con ventanas de cristal para la mejor captación lumínica.
- Superficies lavables.

- **Cultivo Outdoor:**

Para cultivos en grandes volúmenes, se recomiendan recipientes no tóxicos de plástico, madera o concreto. Los medios más usados en climas templados son estanques o lagunas enterrados en la tierra y sistemas raceways, en estos últimos el agua está en constante movimiento mediante un motor que mejora la rotación de la biomasa para captar luz solar y nutrientes. Ambos medios son enterrados en la tierra con profundidades que van desde los 50 cm hasta 1 metro, esto para mejorar la captación solar de toda la biomasa cultivada.



27. Instalaciones industriales outdoor tipo raceway para biodiesel de algas.

Fuente: Cyanotech, Hawaii.

11.0 Chile y las algas marinas

La industria de las algas en América Latina juega un papel importante a nivel mundial en donde aproximadamente el **17% de las algas que se industrializan** provienen de esta región. Las algas son un importante **recurso ecológico, social y económico** en toda la costa del Pacífico Sur y en especial en toda la costa de Chile continental.

Chile es el único país de la región donde el cultivo de algas marinas es una actividad altamente desarrollada, ya que a diferencia de Argentina, Brasil y México que cuentan con plantas procesadoras para la producción de algas, solo en Chile se explota y procesa.

Chile aporta el 13% de las algas que se procesan a nivel mundial y es el país de mayor producción de Agarofitas (21%) y el mayor productor de Gracilaria (50%).

A nivel nacional, el 80,4% de los desembarques anuales de macroalgas provienen de las costas de la **III y IV región**, existiendo también una diferencia de precio debido a la calidad del producto y costos de producción. Los costos de toneladas secas de algas en el sur de Chile son de US\$800, en cambio en el norte tienen un valor de US\$1,600 (valores FOB).

Esta diferencia se debe principalmente al clima, en donde la III y IV región tienen una temperatura cálida constante, permitiendo el secado de las algas mediante el sol, por lo que se tiene una producción más constante, de bajo costo y de mejor calidad¹⁷.



28. Recolectores de algas, Playa Changa, Coquimbo.

Fuente: Gobierno Regional de Coquimbo

¹⁷ Cfr. A. Zertuche González, José, “Situación actual del cultivo de algas agarofitas en América Latina y el Caribe”, Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), 1993.

Medidas de protección

En la actualidad la sostenibilidad del sistema ecológico se encuentra en peligro debido a que las exportaciones son **constituidas por la explotación de bancos naturales y no por cosechas de plantas vivas mediante acuicultura**, como también la inexistencia de una regulación de las extracciones que permita cuantificar los niveles de producción de este recurso.

A partir del 29 de septiembre del 2010, la Subsecretaría de Pesca dispuso el ordenamiento de las pesquerías de algas y la aplicación de una veda extractiva para este recurso en el área marítima comprendida ente la **I y la IV Región**, extendiéndose por un período de 18 meses. En dicha zona se concentra alrededor del **90% de esta actividad productiva**. Debido a la falta de regulación de las extracciones y por la creciente demanda nacional e internacional, se han generado situaciones de sobreexplotación, dejando un incierto panorama en el sector ligado a esta actividad.

“Para las macro algas pardas, estamos en el momento adecuado y con el conocimiento científico básico para establecer medidas de administración consensuadas entre las autoridades pesqueras, los usuarios directos (pescadores artesanales), industriales y la contraparte técnica (biólogos y ecólogos marinos)”

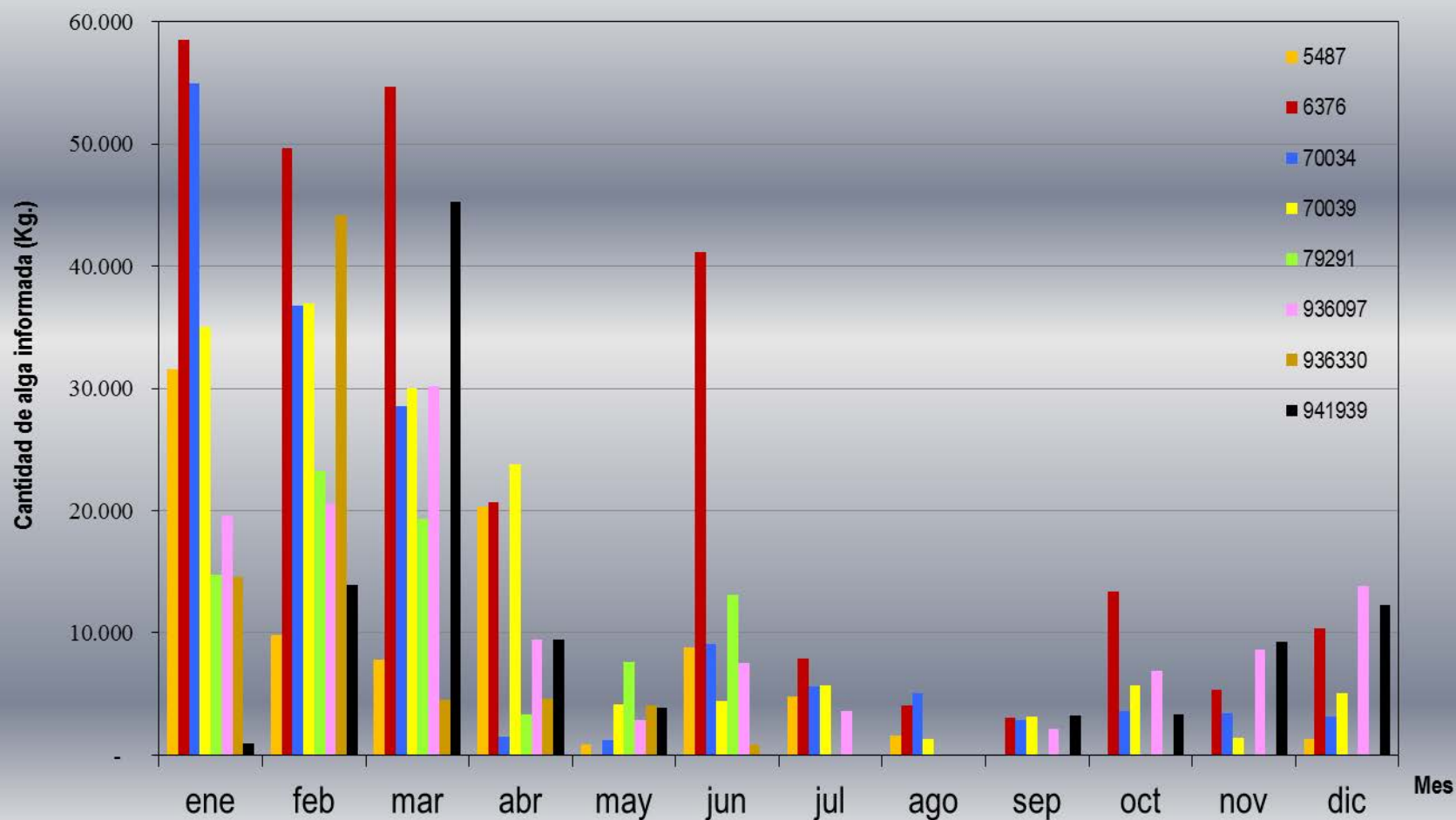
Dr. Vásquez, del CIDTA quien trabaja en dos proyectos que contribuirán a entregar información biológica y medidas de administración para este recurso. Gobierno Regional de Coquimbo, Abril 2011

El servicio nacional de pesca (SERNAPESCA) es el organismo encargado de fiscalizar el cumplimiento de la normativa pesquera y de acuicultura, nacional e internacional. Lanzó el año 2011 un programa de **“Fiscalización integrada en pesquería de Algas”**, en la región de Coquimbo, con el objetivo de poder regular la extracción de algas en la región, obteniendo nueva información estadística del recurso, capacitando a los pescadores recolectores y generando nuevos planes de manejo, ordenamiento, extracción y cultivo¹⁸.

En el gráfico a continuación se puede observar la aplicación de este nuevo programa en las caletas registradas de la región, obteniendo muy buenos resultados, bajando los volúmenes de extracción a números que hacen sostenible el ecosistema.

Como la demanda del recurso algal está en aumento y la extracción ha disminuido se ha incentivado un cambio en el mercado nacional, pasando de la extracción de algas en banco naturales a el cultivo de alga por medio de la acuicultura, haciendo este mercado sostenible en el tiempo.

¹⁸ Cfr. Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, *“Fiscalización integrada en pesquería de algas”*, IV Región de Coquimbo, 2011, Chile.



29. Cantidad de alga extraída informada (Kg.) por caletas en la región de Coquimbo.

Fuente: SERNAPESCA, “Fiscalización integrada en pesquería de algas”, Región de Coquimbo, 2011

12.0 Plan de acción FAO

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 adecuado. Existe un **gran vacío de información sobre la disponibilidad de mantos naturales y la calidad de los mismos** y se han identificado un sin número 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 algas¹⁹:

- **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.**

¹⁹ Cfr. A. Zertuche González, José, “*Situación actual del cultivo de algas agarofitas en América Latina y el Caribe*”, Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), 1993.

- **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.**



30. **Capacitación práctica a pescadores de la caleta Guayacán por la Universidad Católica del Norte, 2010.**

Fuente: Cristian Andrés Sepúlveda, Nodo Acuícola.

Contraste de realidades

De acuerdo a la información expuesta, he seleccionado dos citas de expertos que demuestran claramente la problemática existente en nuestro país con el recurso de las algas marinas.

“Tenemos las mejores algas pardas a nivel mundial, estas producen los mejores alginatos en los mercados internacionales”

Dr. Julio Vásquez, Líder del grupo de Acuicultura y Oceanografía del CEAZA, 2005.

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

Claudio Maggi, Director Ejecutivo INNOVA Chile, 2009.

Estas dos citas representan la idea principal que he querido destacar en esta investigación, demostrando que tenemos 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.

13.0 CIDTA

Centro de investigación y desarrollo tecnológico en algas

Para poder cumplir todos los desafíos que el recurso de las algas marinas nos deja en términos de investigación y desarrollo tecnológico, el año 2007 se funda el **Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas de la Universidad Católica del Norte (CIDTA)** ubicado en el Campus Guayacán de la Universidad Católica del Norte (UCN) en Coquimbo. Tiene como **misión articular áreas de investigación multidisciplinarias** consolidadas en Química Farmacéutica, Medicina, Nutrición, Botánica Marina y Ecología en la UCN y otras instituciones de investigación y empresas, **apoyando el desarrollo sustentable y agregar valor al recurso algal** mediante nuevos productos de aplicación en la industria alimentaria, agrícola, farmacológica, cosmetológica, de cultivos marinos y otras, **contribuyendo a la formación y el fortalecimiento de capacidades y el mejoramiento de la competitividad tanto a nivel regional como nacional.**

Sin duda el CIDTA representa la iniciativa más avanzada en términos de **investigación, desarrollo y transferencia tecnológica orientada al estudio de las algas**, encontrándose abierto a trabajar en forma conjunta con empresas de todos los sectores productivos que deseen generar nuevos negocios relacionados con el recurso algal²⁰.

²⁰ Cfr. CIDTA, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas, www.cidta-ucn.cl

Empresas Asociadas:

- Universidad Católica del Norte
- Algas Marinas
- Acex
- Frunor
- Tricahue

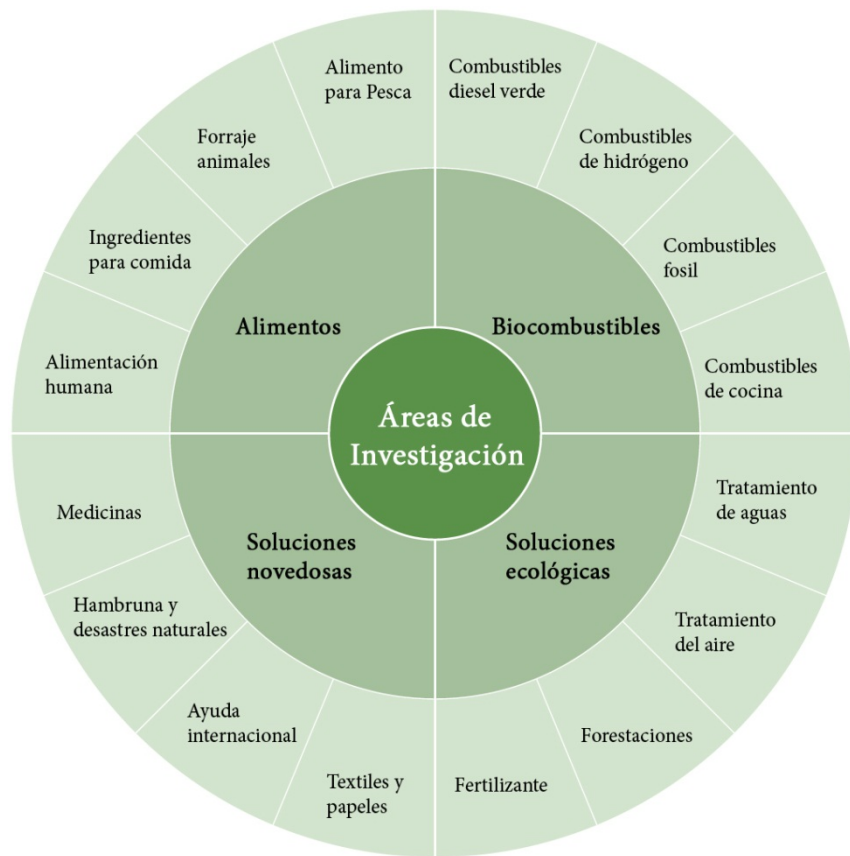


31. Logo CIDTA

Fuente: <http://www.cidta-ucn.cl/home.php>

Áreas de investigación

Diferentes ramas de investigación realizadas por el CIDTA.



32. Gráfico de áreas de investigación CIDTA

Fuente: Elaboración propia en base a: Álvaro Carrasco, investigador CIDTA.

Problema Arquitectónico

La importancia del rol que cumple el CIDTA a nivel regional como nacional, basado en la creciente competitividad de las empresas y el requerimiento de sus servicios tecnológicos ha sido **limitado por un problema de infraestructura técnica**, como laboratorios propios (hoy compartidos con las facultades de ciencias del mar, medicina y ciencias), acceso a muelle, centro de difusión, salas de capacitaciones y granjas de cultivo experimental, fundamentales para el creciente desarrollo del producto algal en Chile. Es por esto que el CIDTA necesita la **creación de un nuevo edificio que cuente con la infraestructura adecuada a las condiciones técnicas, arquitectónicas y urbanas que la investigación y el desarrollo de las algas requieren**. Es ahí donde yo como arquitecto puedo aportar con un proyecto especializado que acoja las necesidades futuras de este centro de investigación.

Usuarios

El proyecto se plantea para **dos tipos de usuarios**, el primero es el **personal estable del centro de investigación**, aproximadamente 20 investigadores de la Universidad Católica del Norte y el segundo usuario serian los **investigadores nacionales o internacionales de posgrados** que rotan en el tiempo durante 2 a 4 años, que serian 40 investigadores aproximadamente.

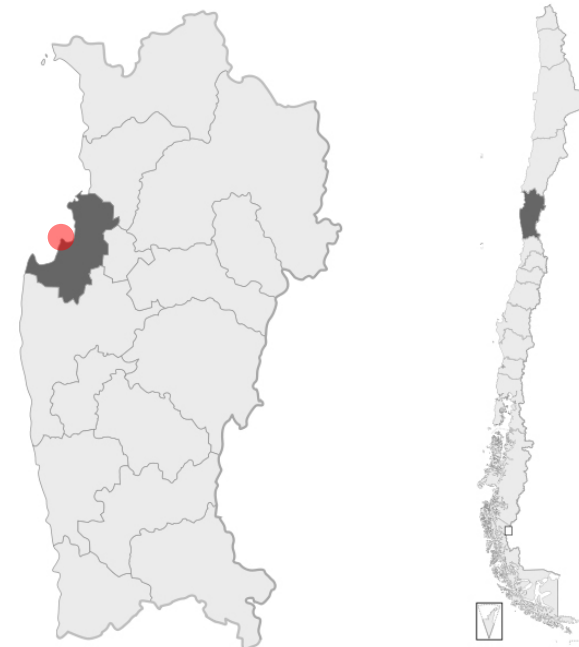


CAPÍTULO 3 UBICACIÓN COQUIMBO, IV REGIÓN

14.0 Antecedentes Generales

- **Región:** IV Región de Coquimbo
- **Provincia:** Elqui
- **Ubicación:** 29°57'11"S 71°20'36"O
- **Superficie:** 1.429 km²
- **Fundación:** 5 de mayo de 1867
- **Población:** 203.036 hab.
- **Densidad:** 114,1 hab./km²
- **Límites:** Al oeste con el océano Pacífico, al norte con la comuna de La Serena, al este con la comuna de Andacollo, y al sur con la comuna de Ovalle.

Para instalar un centro de investigación en algas marinas, se deben **considerar elementos geográficos, climáticos, económicos y urbanos** que son de importancia al momento de elegir el terreno. Algunos de estos elementos son el acceso al agua de mar, compatibilidad con el Plan Regulador Intercomunal Costero, pendiente de los terrenos, accesibilidad, disponibilidad de mano de obra y un clima templado con radiación intermedia son elementos necesarios para el cultivo de algas, es por eso, que se analizarán los distintos antecedentes de la ciudad de Coquimbo²¹.



33. Coquimbo, IV región de Coquimbo.
 Fuente: Elaboración Propia.

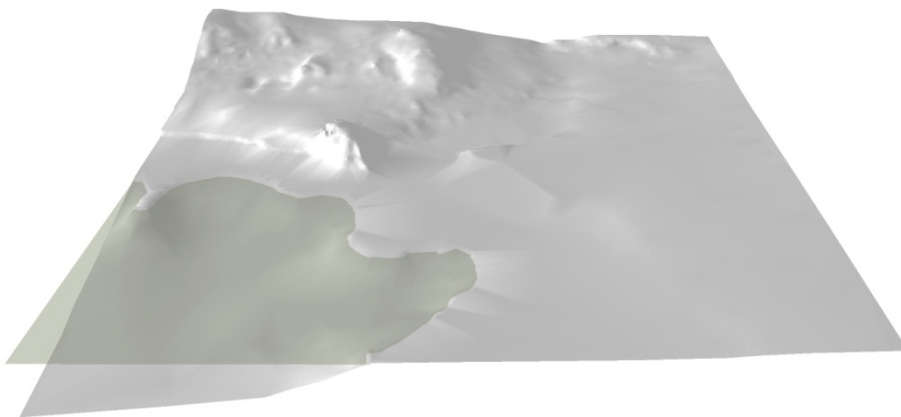
²¹ Cfr. Zuñiga, Sergio; Acuña Enzo, Bodini Andrés, “Un modelo para la localización óptima de cultivos acuícolas en estanques”, 2006, Escuela de Ingeniería Comercial, Universidad Católica del Norte, Chile.

15.0 Antecedentes Geográficos Climáticos

El clima presente en Coquimbo es estepárico costero, con influencia marítima, este se caracteriza por una alta luminosidad y radiación con cielos despejados en la mayor parte del año, entregando condiciones adecuadas para el cultivo de algas.

Geomorfología

Coquimbo está emplazado sobre una península de forma triangular formada por suelos de rocas ingeas (magma que se enfría y se solidifica), este material rocoso se desprende por erosión de las pendientes de los cerros, agrupándose en las faldas de estos. La bahía permite tener el puerto protegido del oleaje del mar abierto, posibilitando la actividad pesquera y acuícola.



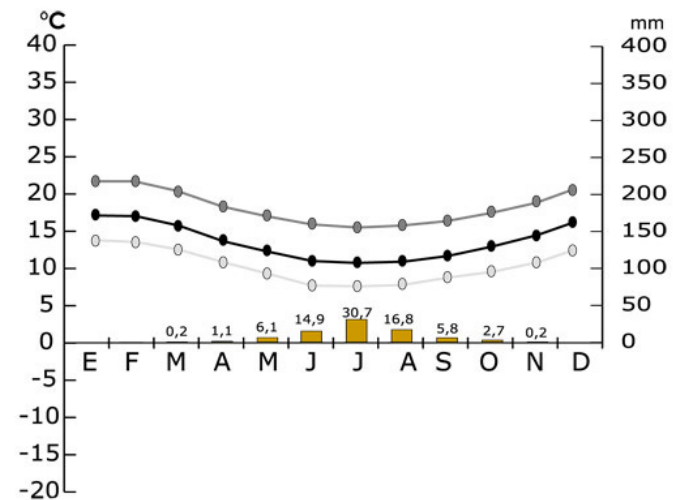
34. Topografía sector Guayacán, Coquimbo.

Fuente: Elaboración propia.

Temperatura

Las temperaturas de verano fluctúan entre los 17 °C hasta los 28 °C, aproximadamente. En invierno las mínimas rondan los 13 °C hasta máximas de 17 °C, aproximadamente. Estas son temperaturas óptimas para el cultivo de algas (entre 18 °C hasta los 25 °C), que podrán ser controladas con medios pasivo por la arquitectura, bajando costos operativos.

Estación La Serena-La Florida
29° 54' S; 71° 12' W; 142 m.s.n.m



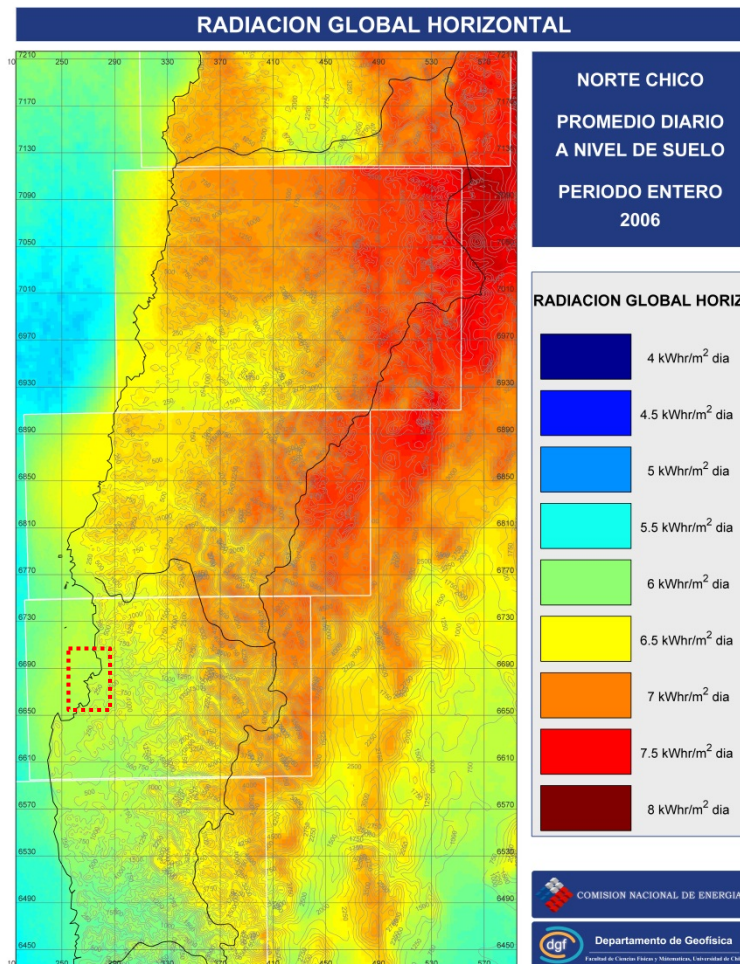
● Promedio mensual temperaturas máximas diarias
 ● Promedio mensual temperaturas promedio diarias
 ○ Promedio mensual temperaturas mínimas diarias
 ■ Milímetros de agua caída al mes

35. Climograma ciudad de Coquimbo.

Fuente: www.educarchile.cl

Radiación

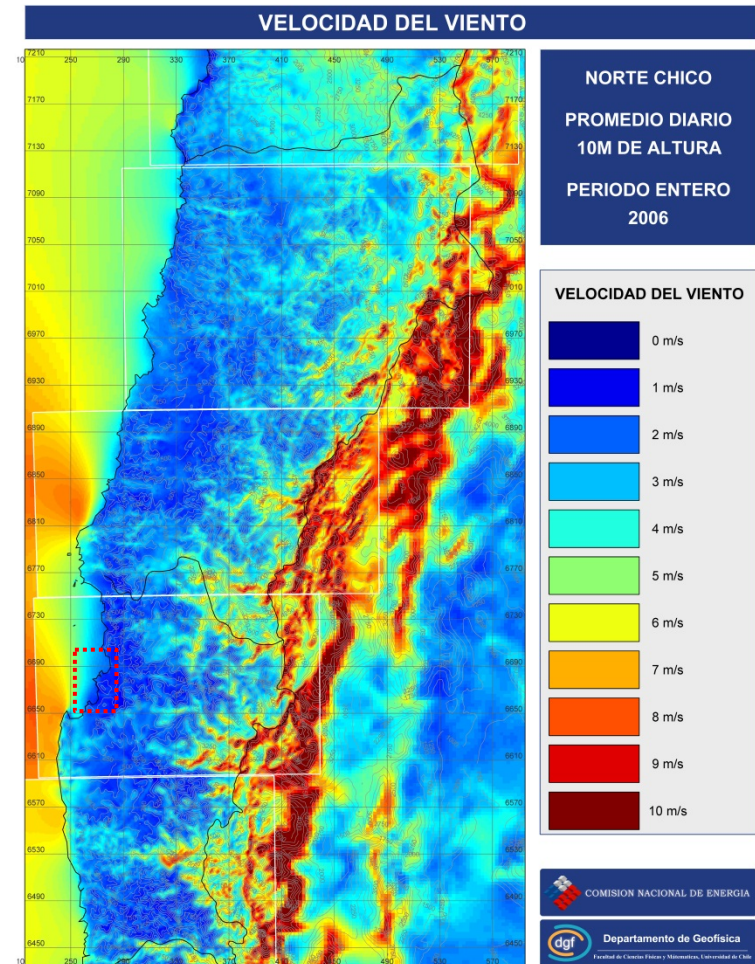
La ciudad de Coquimbo dispone de una radiación intermedia de 6.5 kWhr/m² día, permitiendo óptimas condiciones para el cultivo de algas tanto indoor, como outdoor. Una radiación extrema como las que dispone el norte grande aumentan la mortalidad de las algas y una baja radiación en el sur de Chile, reduce la reproducción y aumenta los tiempos de cultivo.



37. Radiación global horizontal norte chico, Chile.
 Fuente: Comisión nacional de energía.

Vientos

Los constantes pero moderados vientos de la costa, con velocidades de 2 m/s aproximadamente provenientes desde el Oeste o Sur-Oeste permiten regular las condiciones de habitabilidad humana y las zonas de cultivo interior mediante ventilación cruzadas.



36. Velocidad del viento norte chico, Chile.
 Fuente: Comisión nacional de energía.

Flora y Fauna

La región cuenta con una vegetación arbustiva nativa de plantas perenne de mediana altura, de tallo leñoso y corto, además de la presencia de espinos (Té de Burro, Varillas, Retortón fortuna). Esta vegetación es adecuada para la incorporación al proyecto ya que tienen bajos consumos de agua y su baja altura es compatible con el cultivo de algas ya que no arroja grandes sombras que impedirían la captación solar de las algas.

Al ser el agua de mar un elemento fundamental en este proyecto, propongo que sea utilizada mediante canales y posones, esto para generar un ecosistema intermareal permitiendo la vida de algas, peces, moluscos, crustáceos y aves que completaran el paisaje del proyecto.



38. Gaviotas caleta Huasco.
Fuente: www.panoramio.com



39. Crustáceo.
Fuente: www.educarchile.cl



40. Moluscos y algas marinas.
Fuente: www.educarchile.cl

16.0 Antecedentes económicos

Coquimbo y la Acuicultura

La comuna de Coquimbo se relaciona activamente con el mar, tanto en un sentido económico como cultural. Es así como dentro de las fuentes de ingreso importantes para esta comuna se encuentra **la pesca, la acuicultura y la actividad portuaria.**

La acuicultura se ha desarrollado rápidamente en la comuna convirtiéndose en una de las principales del país, dando trabajo a parte importante de las localidades aledañas a estas. La comuna, reúne condiciones naturales con sus bahías, playas de calidad, aguas limpias libres de contaminación y condiciones bióticas que permiten el desarrollo de cultivos marinos como el ostión, abalón, turbot y las algas.

Según los registros del Servicio Nacional de Pesca este sector de la economía se encuentra **altamente desarrollado.** La comuna de Coquimbo al año 2000 contaba con 32 Centros de Acuicultura (18 de Moluscos y 14 de Algas) las que produjeron un total de 7.809 toneladas, **desde el punto de vista social, alrededor de 10.000 personas dependen directa o indirectamente de este rubro.** Si bien esta actividad se está desarrollando desde hace algunas décadas, sólo los últimos 25 años ha significado un real aporte y alternativa a la pesca nacional²².

La creciente competitividad entre las empresas de la región, determinada principalmente por el precio y calidad del producto, exige la incorporación de nuevas tecnologías, nuevos conceptos de organización y división del trabajo, haciéndose cada día más especializados.

Es en este punto que el CIDTA, trabaja para lograr los nuevos objetivos sociales, ecológicos y económicos que se han planteado para el recurso algal a nivel regional como nacional.

²² Cfr. Gobierno regional de Coquimbo, “*La importancia comercial de las algas pardas para la IV región*”, 2005, Chile.

17.0 Antecedentes urbanos

El sector de Guayacán se fundó en 1846 como un centro marítimo, minero y pesquero, este se encuentra ubicando en la herradura de Coquimbo, al sur oeste de la ciudad. El sector cuenta con buena conectividad al estar ubicando a pocas cuadras del centro de Coquimbo, lugar de equipamiento y servicios, la ruta panamericana La Serena-Coquimbo y una conexión mediante su bahía al Océano Pacífico.

La forma de su bahía hace que sus aguas sean prácticamente una laguna, por el carácter tranquilo de ellas, esto genera las óptimas condiciones de temperatura para el cultivo de algas mediante acuicultura, hoy explotadas por la caleta de Guayacán.

En el sector se encuentra la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo, que tiene su campus en el borde costero. En ella se encuentran las facultades de Ciencias del Mar (Biología Marina, Ingeniería en Acuicultura e Ingeniería en prevención de riesgos y medio ambiente) además de las facultades de medicina y derecho.

La consolidada red de infraestructura educacional y productiva, dedicada a la acuicultura y en especial a las algas, me permite incorporar al CIDTA como centro de investigación, logrando consolidar al sector de Guayacán como centro de educación, investigación y producción del mar, entregando un nuevo polo de interés para la ciudad de Coquimbo y su comunidad.



41. Guayacán, Coquimbo.

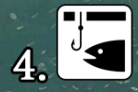
Fuente: tonymava2001, <http://www.flickr.com>.

Coquimbo Centro



8. Concesión marítima
Pesquera San José

Concesión marítima investigación
Universidad Católica del Norte



4. Concesión marítima
Caleta Guayacán

4.



2.



3.



1.



6.



5.



10.



7.

Concesión marítima
CMP

Sector Guayacán

- 1. Terreno seleccionado CIOTA
- 2. Universidad Católica del Norte
- 3. Liceo técnico
- 4. Caleta Guayacán
- 5. Viviendas
- 6. Iglesia Guayacán
- 7. CMP
- 8. Pesquera San José
- 9. Conexión Coquimbo centro
- 10. Ruta Panamericana

18.0 Terreno

Características

- Se propone utilizar dos terrenos colindantes separados por una altura de 6 m². La terraza superior se comunica con la Universidad Católica y la terraza inferior con la Caleta de pescadores de Guayacán.
- La cercanía de la Universidad Católica del Norte, permite vincular una investigación multidisciplinar entre facultades de ciencias del mar y otras como medicina, nutrición y comercial.
- La caleta de pescadores de Guayacán permite aplicar la investigación del CIDTA en un centro productivo, mediante venta de paquetes tecnológicos, capacitaciones y difusión.
- **Consolidar un centro dedicado a la educación, investigación y producción marina** (CIDTA, UCN, Caleta pescadores)
- Tamaño del terreno de acuerdo a las necesidades del programa, escala intermedia de experimentación (16.000 m²)
- Acceso directo al mar con la utilización de la zona marina de la Universidad para usos de investigación.
- Contexto urbano mejorable, los objetivos del futuro plan regular consideran el actual uso del terreno como industria molesta por lo que deberían ser trasladadas al nuevo parque industrial en las afueras de Coquimbo.
- Uso permitido en zonificación de borde costero.
- Ubicado en zona típica de Guayacán, sin ordenanza especial, por lo que el proyecto busca tener relaciones con el contexto de alturas, vistas, programa, resuelto en una propuesta de arquitectura contemporánea.
- En el terreno se encuentra una ex casona de la ENAMI, no protegida, pero que propongo mantener por su valor arquitectónico y vinculante con la comunidad.
- El precio del terreno es 2,5 UF m² lo cual es accesible para el uso de investigación.



Universidad Católica del Norte

Acceso privado desde Universidad
120 metros



Liceo técnico

100 metros



CIDTA
+6.0

90 metros
Ex Casona Enami



Plaza del mar
+-0.0

110 metros

Acceso Plaza pública desde Coquimbo centro

Nuevo acceso Universidad

80 metros

B

D

C

E

A

F



Caleta Guayacán



Viviendas



42. Vista A: terraza inferior del terreno.

Fuente: Elaboración propia.



43. Vista B: terraza superior del terreno.

Fuente: Elaboración propia.



44. Vista C: ex casona ENAMI ubicada en la terraza inferior del terreno.
Fuente: Elaboración propia



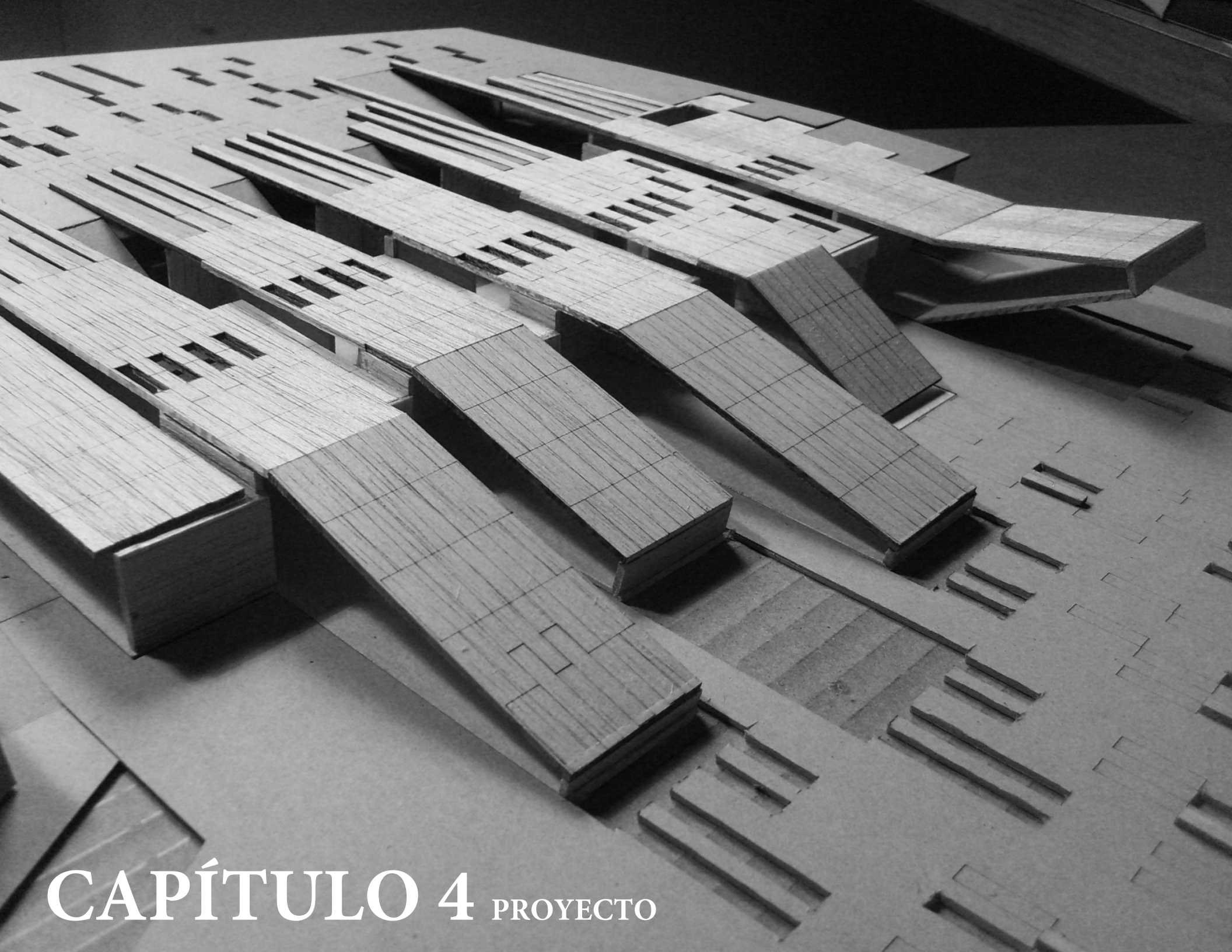
46. Vista D: Muro divisor entre terrazas (6 metros)
Fuente: Elaboración propia.



45. Vista E: calle interior caleta Guayacán.
Fuente: Elaboración propia.



47. Vista F: caleta Guayacán.
Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO 4 PROYECTO

19.0 Objetivos

Objetivos Generales

- Utilizar la investigación como el nexo que podrá acercar la brecha existente entre la educación y la producción, acortando los tiempos de investigación hacia las necesidades de los privados.
- La creación de un proyecto común, concretado en un nuevo edificio científico tecnológico, apoyarán los proyectos de cada sector de manera individual, como también fomentarán la creación de proyectos conjuntos.
- Contar con un proyecto de arquitectura que responda a las necesidades técnicas (agua, luz y aire como componentes fundamentales de la producción de algas), tecnológicas, climáticas, sociales, urbanas y de sustentabilidad que permitan el mejor desarrollo de la educación, investigación y producción de algas en la región.

Objetivos Específicos

- Articular áreas de investigación con las facultades de la Universidad Católica del Norte, Instituciones de investigación y empresas.
- Agregar valor al recurso algal mediante el desarrollo de nuevos productos de aplicación en la industria alimentaria, agrícola, farmacológica, cosmetológica, de cultivos marinos y otras.
- Mejoramiento de la competitividad tanto a nivel regional como nacional, apoyando el desarrollo sustentable, la diversificación de nuevos productos de origen algal nativo y agregando valor a los mismos, en beneficio de empresas acuícolas, agroindustriales, farmacológicas y médicas.



48. **Grafico Educación – Investigación - Producción.**
 Fuente: Elaboración propia.

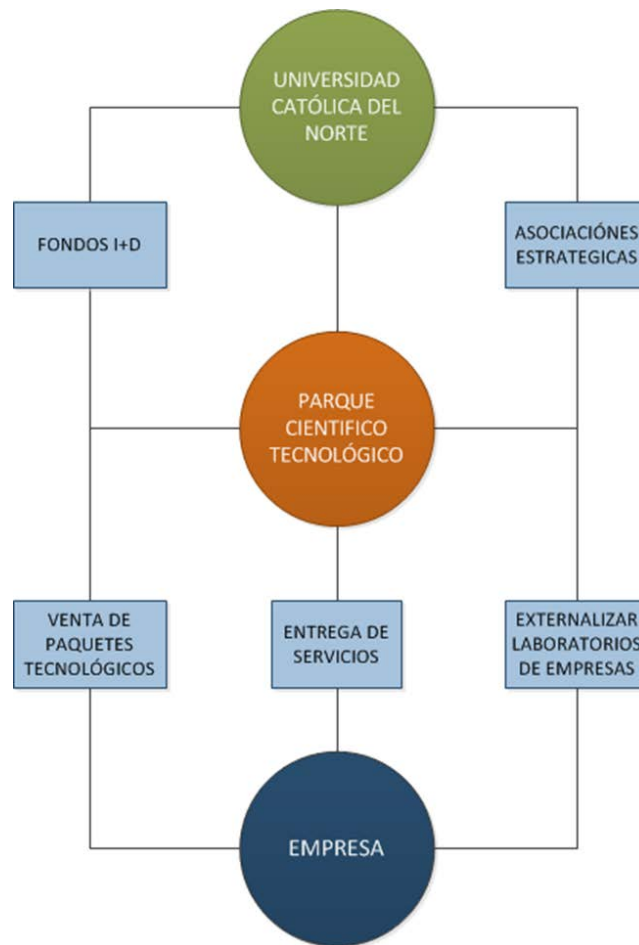
20.0 Modelos de gestión

Propongo definir los modelos de gestión del proyecto como estrategias que permitirán cumplir con un manejo integral de las variables que componen un desarrollo sostenible en su aspecto social, ecológico y económico.

Los modelos de gestión propuestos son económica-administrativa, territoriales, del agua, del suelo, energética y de los desechos.

20.1 Gestión económica - administrativa

El proyecto se haría a través de un encargo directo, por la Universidad Católica del Norte, como institución privada sería quien pone los recursos económicos para la compra de los terrenos y la construcción del edificio, una inversión de 225.160 UF aproximadamente. La Universidad sería el dueño del suelo y del edificio, convirtiendo al CIDTA operador del proyecto. El proyecto administrativamente dependería de la Universidad Católica del Norte formado parte del Parque Científico Tecnológico de la Universidad. Para el financiamiento de proyectos de investigación utilizaría los crecientes fondos de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones estratégicas con empresas, universidades y el gobierno. El CIDTA se vincularía con la empresa privada mediante la entrega de servicios ya sea por la venta de paquetes tecnológicos o la externalización de los laboratorios de las empresas del rubro.



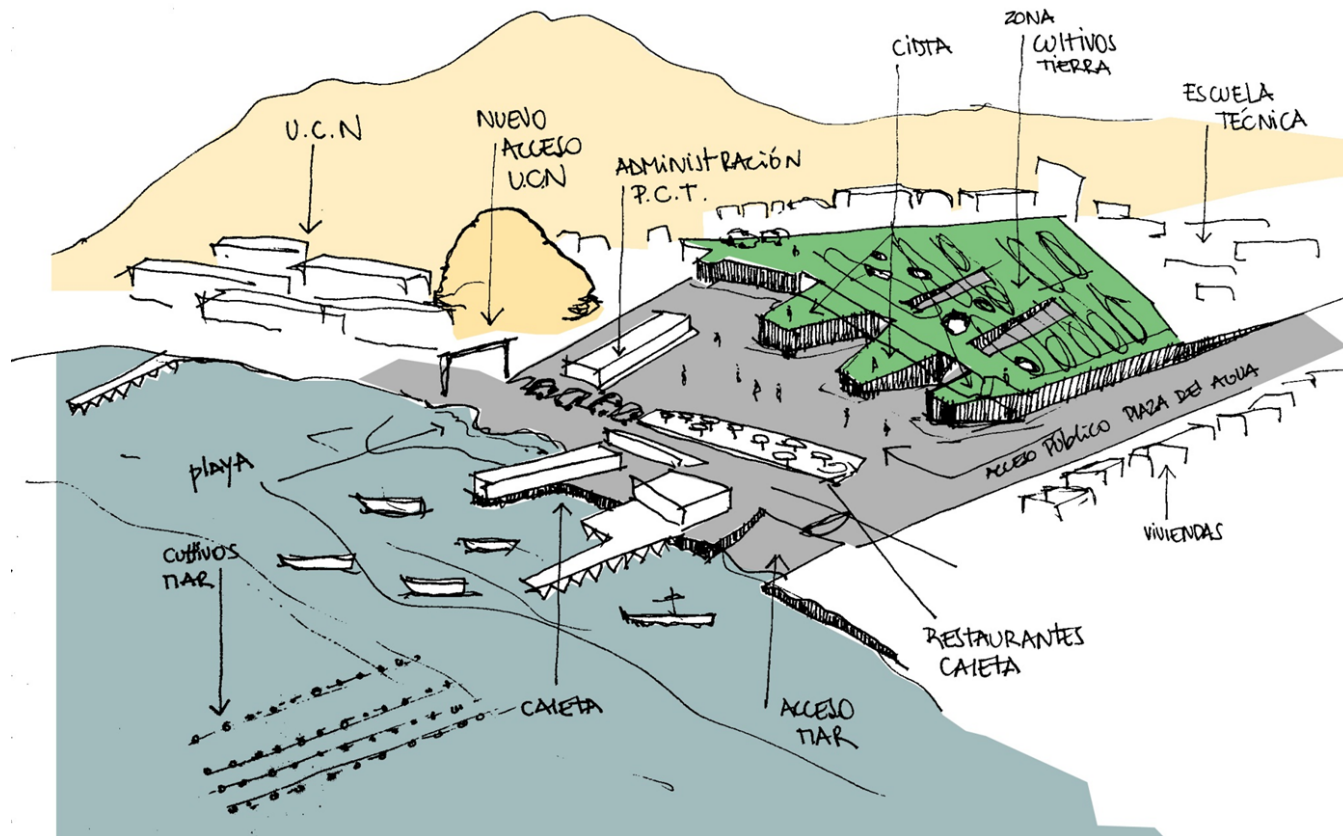
49. Modelo de gestión

Fuente: Elaboración propia.

20.2 Gestión territorial

Se propone que el terreno se encuentre en un ambiente urbano consolidado, de esta manera poder generar vínculos y beneficios hacia la ciudad y su comunidad. La **consolidación de un sector dedicado al mar**, con la educación en la Universidad Católica del Norte, la investigación en el CIDTA y la producción en la caleta de pescadores de Guayacán, me permitiría vincular tanto física, programática y paisajísticamente el proyecto en su contexto, potenciando tanto los elementos del paisaje inmediato y lejano.

Es fundamental la conexión con el centro de la ciudad de Coquimbo, ya que el Centro de Investigación requiere para su funcionamiento una red de servicios y equipamiento consolidada.



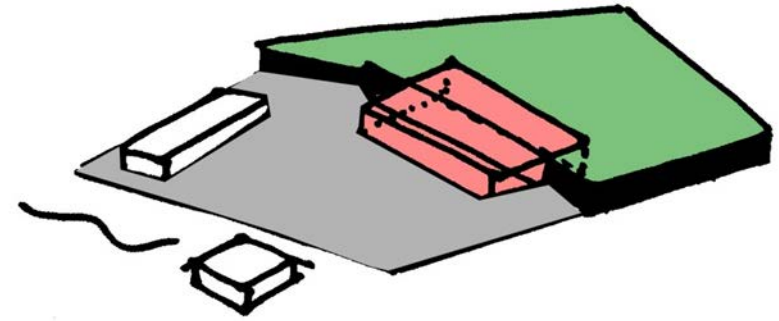
50. Croquis propuesta territorial.

Fuente: Elaboración propia.

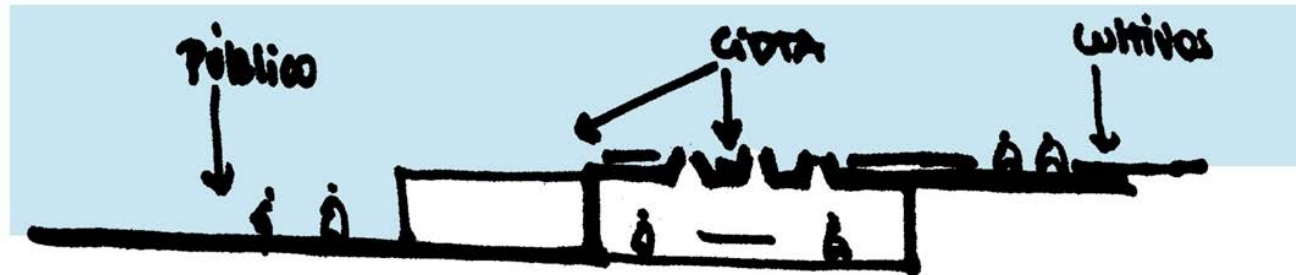
20.3 Gestión del suelo

La gestión del suelo en este proyecto tiene gran importancia ya que en un centro de investigación acuícola las zonas de cultivo ocupan la mayor parte del programa.

Es por esta razón que propongo utilizar el muro de 6 metros que diferencia los dos niveles para generar un **proyecto semi-enterrado**. Los espacios interiores aprovechan el control ambiental que necesitan los laboratorios químicos, dejando hacia el exterior los cultivos, programas que buscan captar luz solar. De esta manera libero la mayor cantidad de suelo para los cultivos exteriores de investigación, en la explanada superior que da hacia la universidad, dejando la explanada inferior como acuario y centro del sector dedicado al mar con un uso público.



52. Croquis ocupación del muro y liberación de superficie.
Fuente: Elaboración propia.

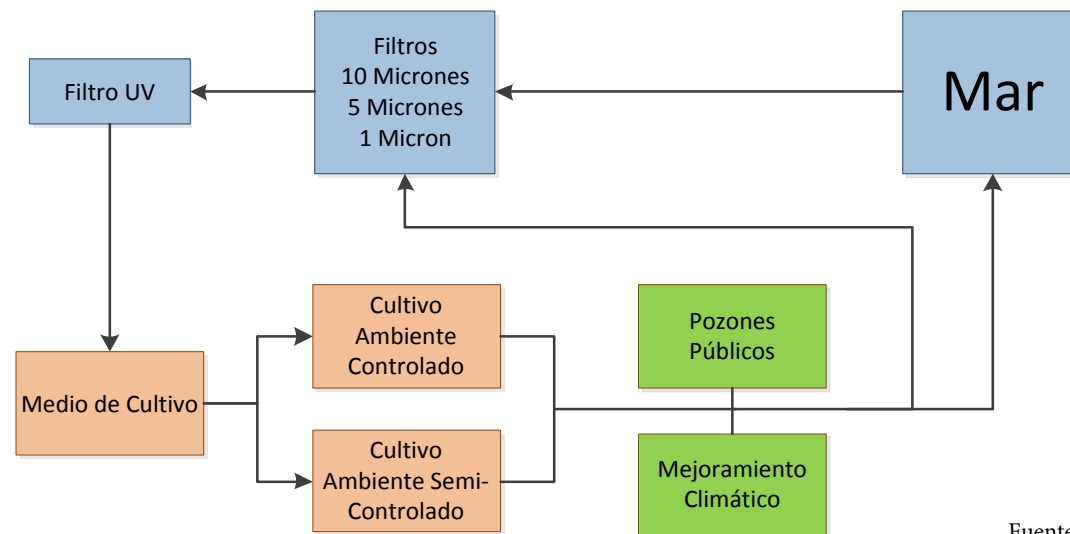


51. Croquis división público-privado mediante diferencia de nivel.
Fuente: Elaboración propia.

20.4 Gestión del Agua

Este proyecto tiene un programa anfibia por lo cual la tierra y el agua tienen la misma importancia. En los centros de acuicultura 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 proceso²³.

Por la importancia del agua en este proyecto, propongo utilizar la gravedad como medio pasivo para el movimiento del agua, reduciendo costos operativos. Otra propuesta es poder darle nuevos usos a esta agua antes de ser recirculada, una de ellas es hacer que el agua pase a través del interior del edificio **mejorando las condiciones térmicas de éste**, para que luego sea entregada a la comunidad en forma de un **acuario exterior** (educativo-lúdico) como remate de este centro dedicado al mar, para luego ser recirculada para la investigación.

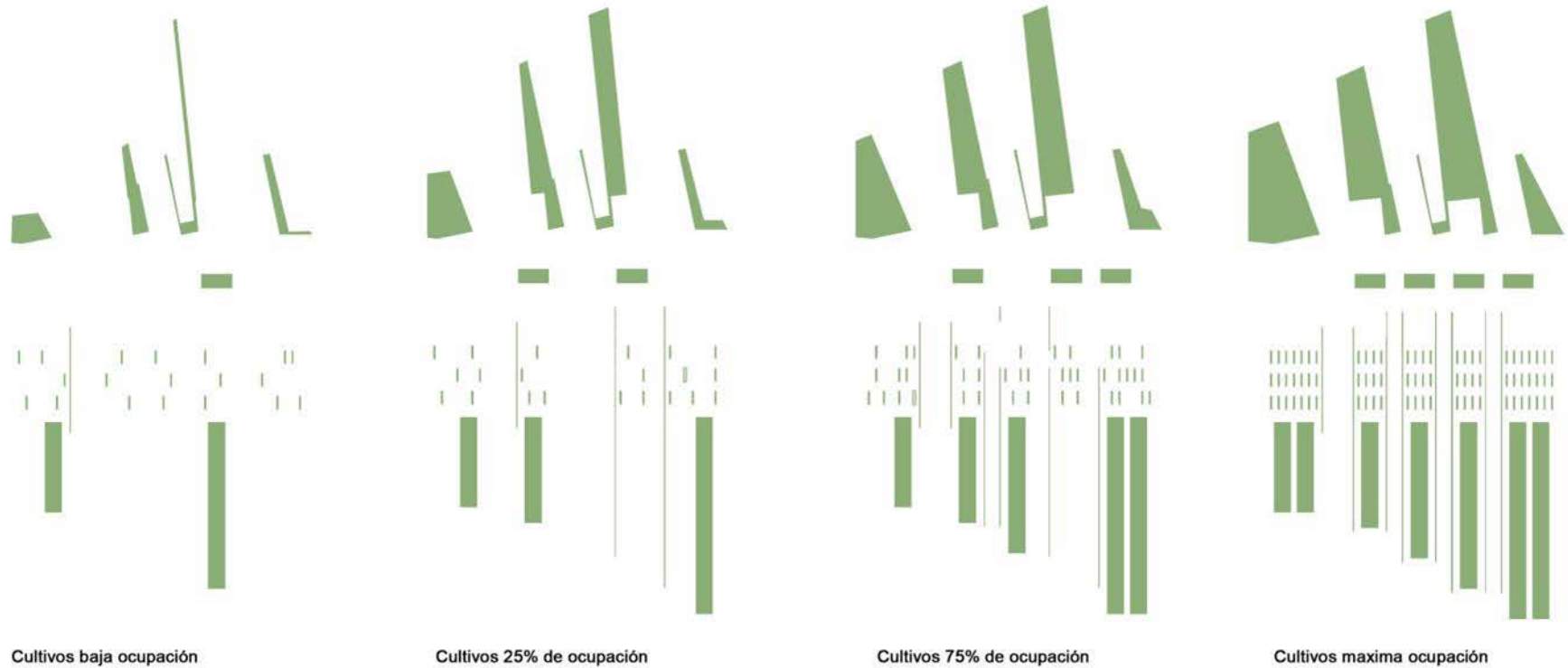


53. Gestión del agua.
 Fuente: Elaboración propia.

²³ Cfr. Costasur Consultores Asociados, Alimtec S.A. “Declaración de impacto ambiental, proyecto Cultivo de micro alga *Haematococcus pluvialis*,” 2008, IV región de Coquimbo, Chile.

Niveles del agua

El cambio en la ocupación del agua en el centro de investigación convertirá el proyecto en un **paisaje anfibio o inter-mareal**, el cual al **cambiar el nivel del agua transformará la flora y fauna del paisaje.**



54. Niveles de agua y cambios en el paisaje.

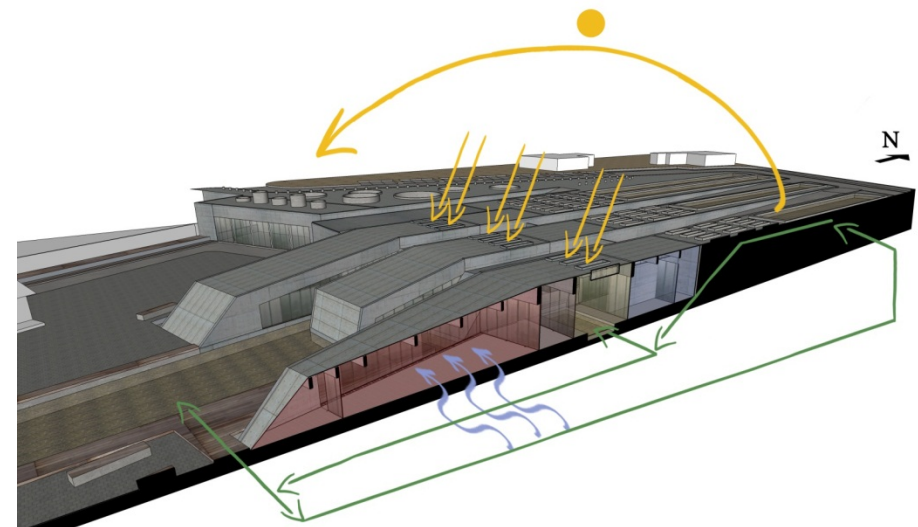
Fuente: Elaboración propia.

20.5 Gestión energética

Propongo que el **edificio y el paisaje trabajen en conjunto bajo sistemas pasivos y activos** para 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:** Se entierra el proyecto, se aíslan térmicamente los techos que son la mayor fuente de radiación, y 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 de manera de producir ventilaciones cruzadas, que puedan regular las temperaturas en verano.
- **Orientación:** La zona de cultivo se dispone en la terraza superior con orientación Norte, que dispondrán de máxima soleamiento sin sombras. Se alinean los volúmenes al Norte para captar la mayor cantidad de luz natural y aprovechar el calor del sol en invierno. Esto permite controlar mejor la temperatura interior de los recintos a la vez de un ahorro energético.
- **Calefacción:** Se utilizara la energía geotérmica con distribución de agua caliente mediante tuberías Pecs de alta densidad para terminar en losas radiantes o radiadores según sea el recinto.

- **Captación de energía solar:** Debido a las radiaciones de Coquimbo, se propone utilizar paneles solares que capten la energía para luego acumularla en baterías que puedan ser ocupadas en las salas de cultivo interior, en los procesos nocturnos.
- **Iluminación:** Se considera diseñar un sistema de alto rendimiento con automatización de luces interiores y exteriores con sistema de domótica.
- **Movimiento del agua:** Se propone utilizar la diferencia de cota y la gravedad para hacer el movimiento del agua a través del edificio que permita un mejoramiento térmico y remate en un acuario exterior para la comunidad.



55. Esquema flujo del agua, ventilaciones y radiación.

Fuente: Elaboración propia.

20.6 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 línea de reciclajes existente en Coquimbo.
- Desechos peligrosos: las sustancias químicas o materiales contaminados son recolectados por una empresa privada autorizada que recolecta estos materiales desde hospitales, laboratorios y centros de educación de Coquimbo.
- 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 Bahía Coquimbo 2011”** de la Corporación administradora del puerto pesquero de Coquimbo, con el objetivo de dar valor agregado y desarrollar productos con los residuos orgánicos mediante procesos de compostaje.



56. Ecoleños hechos de desechos orgánicos vegetales.

Fuente: Taller Amulén, Innova 2011.

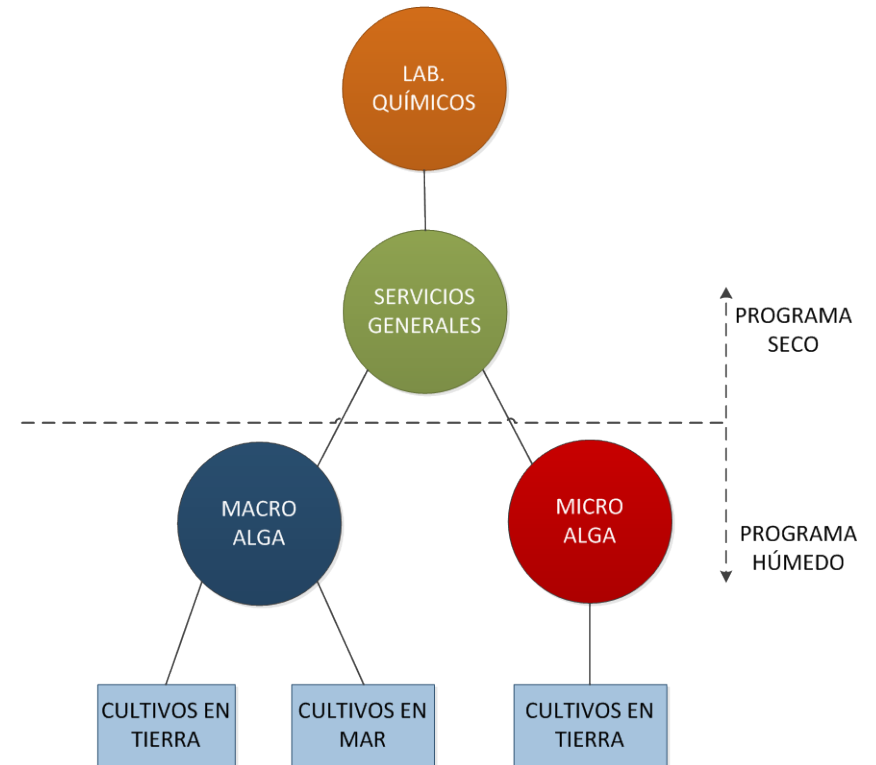


57. Clasificación de desechos orgánicos en caleta artesanales.

Fuente: [www. http://www.gorecoquimbo.gob.cl/](http://www.gorecoquimbo.gob.cl/)

21.0 Programa

Para la formación del Centro de investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas, se debieron unir tres departamentos de investigación de la Universidad Católica del Norte, el primero es el **departamento de laboratorios químicos** (programa seco de ambiente controlado), el **departamento de investigación en macro algas** y el **departamento de investigación de micro algas** estos dos últimos se definen como un programa húmedo por el uso del agua en sus laboratorios de cultivo. Propongo la incorporación de un cuarto programa “**servicios generales**”, con el objeto de ser el vínculo entre los tres departamentos entregando espacios comunes para la integración efectiva de proyectos multidisciplinarios y acercando a la comunidad mediante la educación de un recurso de importancia social, económica y ecológica como lo son las algas en Coquimbo con la incorporación de librería, auditorio, espacios de difusión y un acuario exterior que permita obtener beneficios sociales a partir de este proyecto.



58. División programática
 Fuente: Elaboración propia.

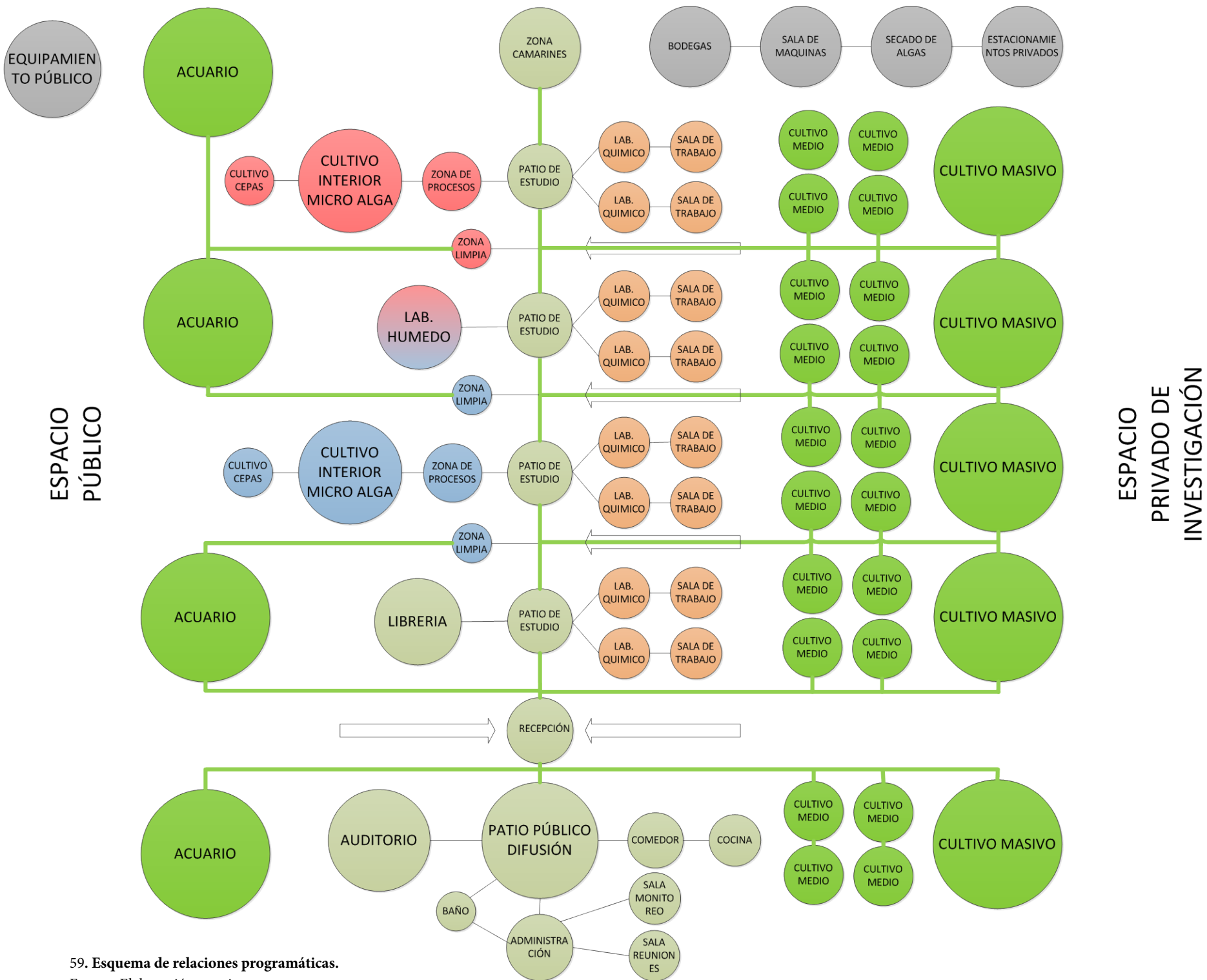
PROYECTO CIDTA

CUADRO SUPERFICIES M2				
CANTIDAD	PROGRAMA	INTERIOR	EXTERIOR	TOTAL M2
DEPARTAMENTO DE MICRO ALGAS				
1	Sala de Cepas macroalgas	30		30
1	Laboratorio cultivo macro algas	150		150
1	Zona de trabajo	37		37
1	Laboratorio humedo	65		65
3	Zona de lavado	30		30
1	Cultivos exteriores		1500	1500
DEPARTAMENTO MACRO ALGAS				
1	Sala de Cepas microalgas	30		30
1	Laboratorio cultivo micro algas	150		150
1	Zona de trabajo	37		37
1	Laboratorio humedo	65		65
3	Zona de lavado	30		30
1	Cultivos exteriores		1500	1500
DEPARTAMENTO QUIMICO				
8	Laboratorios quimicos	32		32
8	Sala de trabajo	16		16
SERVICIOS GENERALES				
1	Librería científica	130		130
1	Auditorio	250		250
1	Espacio de difusión	250		250
1	Administración	100		100
1	Baños	60		60
1	Camarines	140		140
1	Sala de maquinas	100		100
3	Bodegas	100		100
1	Cocina	32		32
1	Comedor	32		32
1	Zonas comunes	650	5000	5650
1	Acuario		1000	1000
TOTAL M2 PROYECTO		3172	9000	12172
COSTO APROX. PROYECTO EN UF		95.160	90.000	185.160
COSTO TOTAL APROX. PROYECTO EN PESOS			4.106.889.535	

Costo aprox. obra nueva 30 UF m2

Costo aprox. obra exterior 10 UF m2

UF del 21-11-2011 22180,22



59. Esquema de relaciones programáticas.
Fuente: Elaboración propia.

22.0 Marco conceptual

El presente proyecto de título se inserta dentro de una línea de investigación de la arquitectura contemporánea, llevada a cabo por Federico Soriano en su libro “Sin tesis”, y se plantea como una continuación y puesta en práctica de conceptos desarrollados por él.

Al ser esta una oportunidad de investigación arquitectónica, podré profundizar teorías que son de mi interés y que sean congruentes con el problema arquitectónico planteado.

Entre los seis conceptos planteados por Federico Soriano he querido profundizar el concepto “**Sin Planta**”, definido como un proyecto en donde los límites entre el interior y el exterior mediante sus cerramientos, estructura y particiones se hacen difusos y ambiguos, en donde el espacio fluye entre diversos planos, que al extenderse más allá de techos y suelos, diluyen la diferencia entre el interior y el exterior, en donde Federico Soriano propone intervenir el espacio utilizando los tiempos contemporáneos y su actual orden arquitectónico inherente basado en despliegues dinámicos. Frente a la composición cerrada y al espacio horizontal abstracto e infinito, optar por la distribución abierta y la organización diagonal de espacios fenomenológicos y su frágil acomodo en el conjunto. Frente a espacios con usos, lugares donde los programas pueden desarrollarse, donde es **más importante la conexión entre ellos, la percepción entre sí que su propia forma.**²⁴



60. Parque de Mollet del Valle, Enric Miralles, Barcelona, 1992-1999.

Fuente: The Architect's Studio, Sketches & Drawings, Mollet del Valles Park and Civic Center, Spain.

²⁴ Cfr. Soriano, Federico, “Sin tesis”, 2004, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona.

“Más ahora, aquello parecía retroceder ante él; era exactamente como una de esas ilusiones ópticas, cuando un objeto tridimensional puede, por un esfuerzo de la voluntad, parecer volverse de dentro afuera..., intercambiándose de súbito sus partes próximas y distante. Eso es lo que le estaba ocurriendo a aquella inmensa y aparentemente sólida estructura. De manera imposible, increíble, ya no era un monolito elevándose sobre una lisa llanura. Lo que había parecido ser su techo se había hundido a profundidades infinitas; por un fugaz momento, le pareció como si estuviese mirando a su fuste vertical..., un canal rectangular que desafiaba las leyes de la perspectiva, pues su tamaño no sufría disminución con la distancia”.

Clarke, Arthur C., *Una odisea espacial*. 2001, Salvat, Barcelona, 1970.



23.0 Idea del proyecto

Al entender que el proyecto tiene una relación programática importante tanto en la tierra como en el mar, en donde ambos programas se interpelan y modifican, busqué una idea conceptual que pudiera dar los lineamientos generales para el desarrollo arquitectónico, en su relación programática, funcional, formal y técnica. Al recorrer el sector de Guayacán en Coquimbo, lugar donde se ubica el proyecto, me llamó la atención **la morfología característica de la zona, formaciones rocosas que nacen de los cerros que mediante la erosión se desprenden hasta caer al mar.**

Esta observación del lugar me permitió entender el **límite difuso y temporal entre la tierra y el mar**, en donde el agua mediante una relación dinámica erosiona la tierra formando canales, grietas y posones, generando un paisaje anfibio o inter-mareal con características morfológicas que permiten la vida de flora y fauna.

El proyecto busca utilizar la tierra y el agua como componentes fundamentales tanto en su funcionalidad como formalmente, en donde el **agua erosiona el terreno** permitiendo generar un programa semi-enterrado. Se utiliza el agua estancada para el cultivo investigativo de las algas y un acuario exterior para la educación de la comunidad. También utilizar canales y flujo del agua para mejorar climáticamente el edificio, dejando de ser proyecto para convertirse en paisaje que permite la vida de la flora y fauna local.

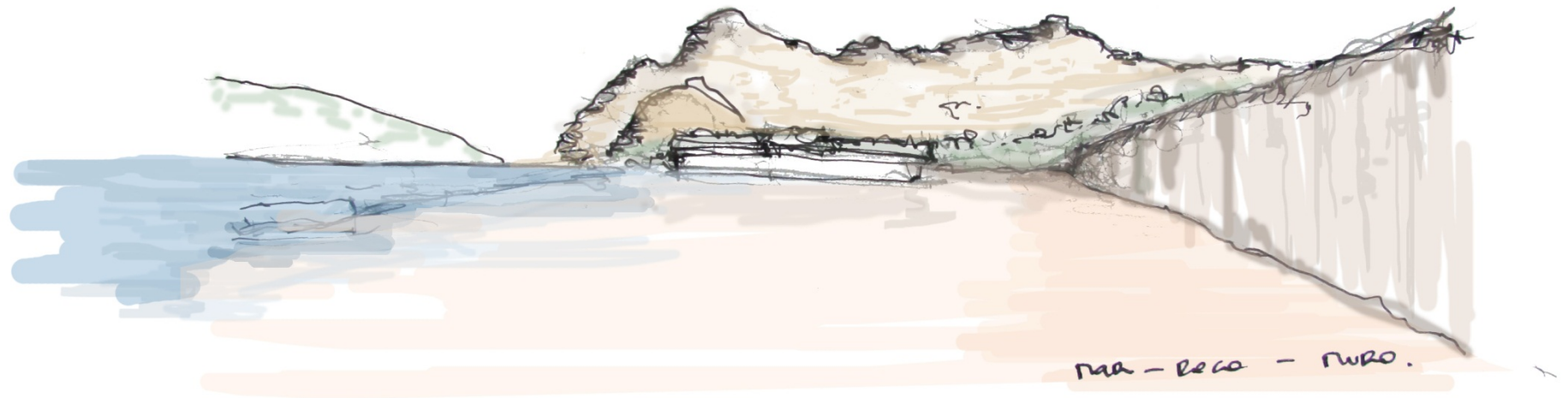


61. Contexto Universidad Católica del Norte, Guayacán, IV región Coquimbo.
 Fuente: Elaboración propia.



62. La Pampilla desde la Universidad Católica del Norte, Guayacán, IV región.
 Fuente: Elaboración propia.

La roca compuesta por el gran muro y su contexto, desembocan en el mar.



63. Croquis elementos del terreno.

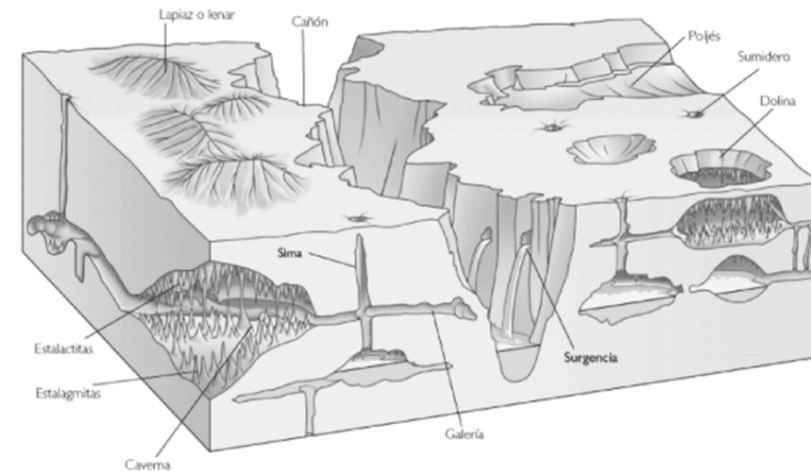
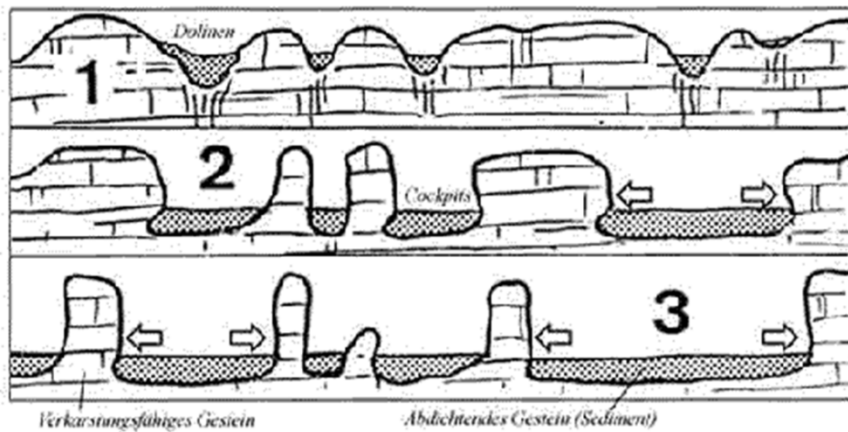
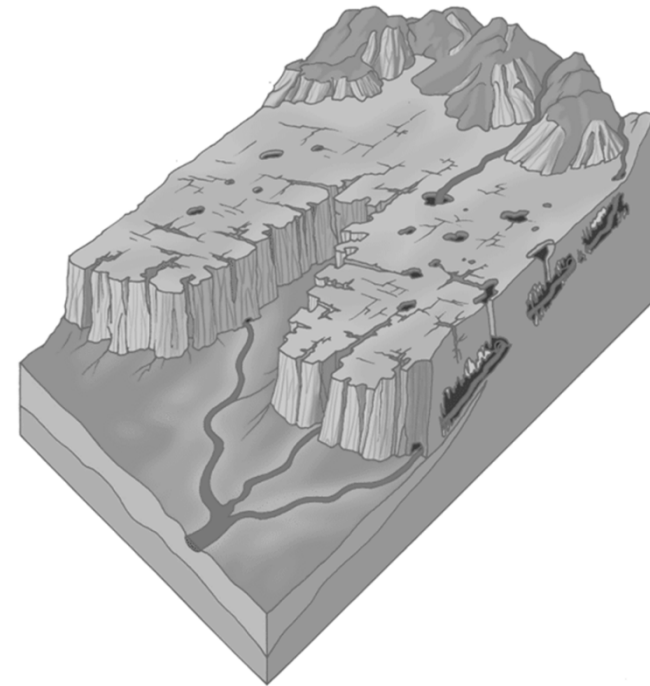
Fuente: Elaboración propia.

Idea Conceptual

Los Acuíferos

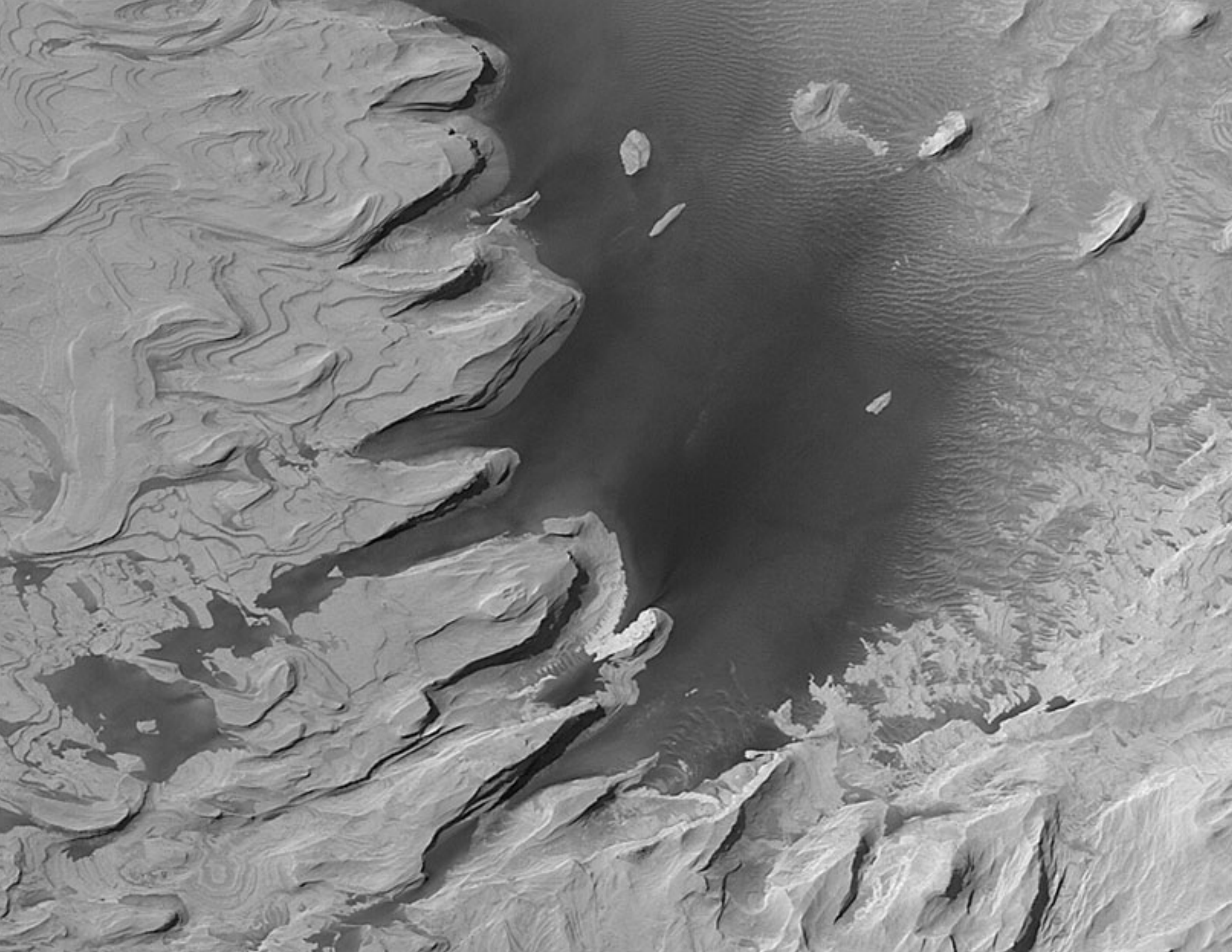
Relación entre la tierra y el agua.

La idea conceptual fue tomada desde los acuíferos, lugar en donde se expresa de mejor manera la relación dinámica, funcional y formal entre la tierra y el agua. Estas formaciones rocosas son erosionadas por el agua que pasa a través de ellas desde una superficie alta hasta una más baja en sentido de la gravedad, creando volúmenes de tierra erosionada, perforaciones, luz, sonidos, humedad, canales, pozones que almacenan el agua.



64. Esquemas morfológicos y funcionales de los acuíferos.

Fuente: H. Eicher 1999, <http://ar.kalipedia.com/>





65. Percepción auditiva del agua.



67. Morfología de la erosión por agua.



66. Iluminación cenital.



68. Espacialidad y humedad.

Estos paisajes anfibios dados por las variaciones de mareas generan un entrelazamiento de la tierra y el mar, en un límite difuso y temporal, mediante canales y posones el agua se acumula permitiendo la generación de vida.

Ese es el objetivo que quiero lograr con mi proyecto, buscar transformar un proyecto de arquitectura en un paisaje, que a semejanza de la naturaleza, la tierra y el agua se interpelen en función y forma, posibilitando los cultivos investigativos de algas marinas y la creación de un nuevo ecosistema para la comunidad.



69. Rocas y mar, Pichidangui, IV Región.

Fuente: Lua Soleil, <http://www.flickr.com>



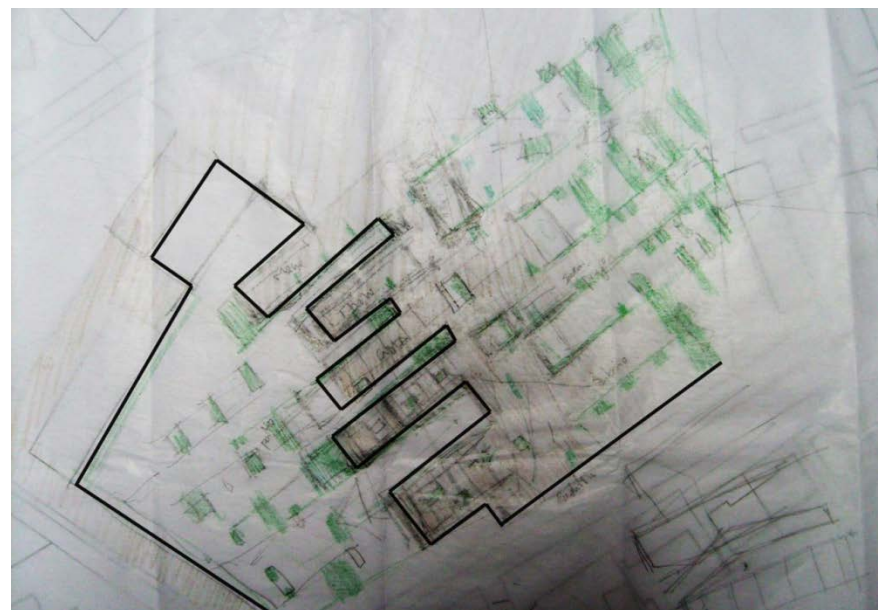
Desarrollo del proyecto

Después de estudiar los paisajes inter-mareales y los acuíferos, pude comprender mejor sus componentes y las relaciones función-forma que los rigen, en donde los límites entre la tierra y el agua son difusos y temporales, amarrándose el uno con el otro en un paisaje global.

Los componentes de diseño que seleccioné para poder iniciar el proyecto fueron:

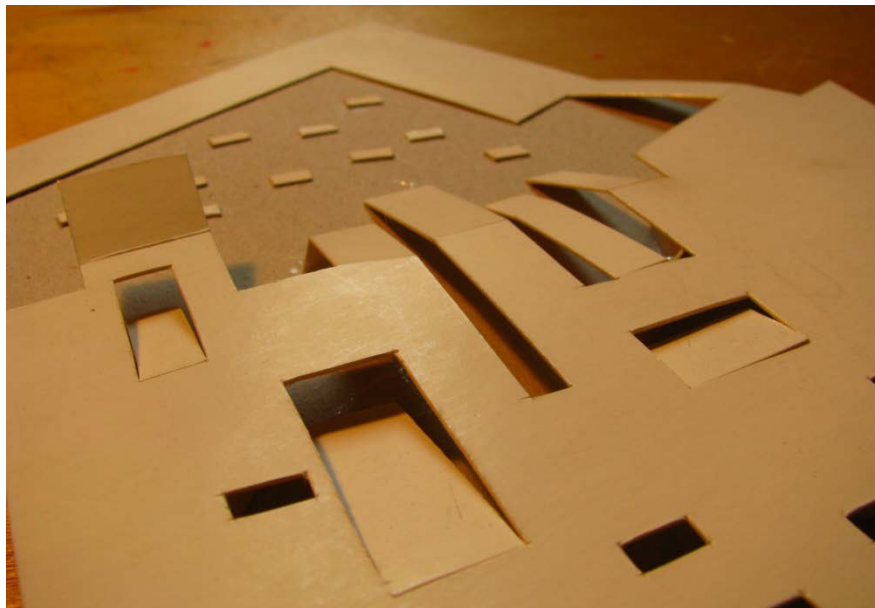
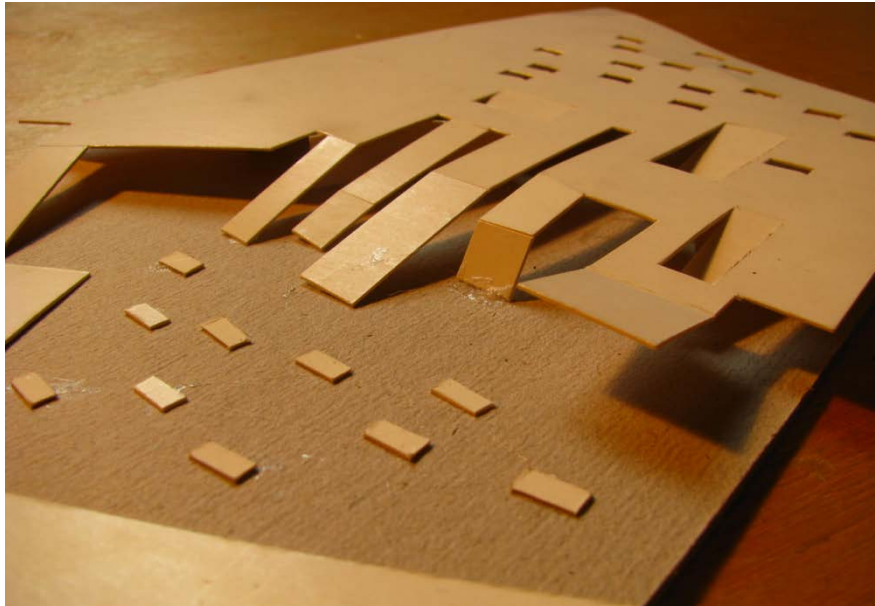
- El muro divisor entre los terrenos.
- El agua como fuente de cultivo.
- Ambos relacionados por la erosión que formaría rampas, escaleras, entradas de luz, posones, consolidando patios y canales que recorrerían el proyecto.

Para llegar al proyecto final, utilicé una evolución lógica desde el croquis, pasando por modelos conceptuales para terminar en un proyecto que transformará el concepto en arquitectura.



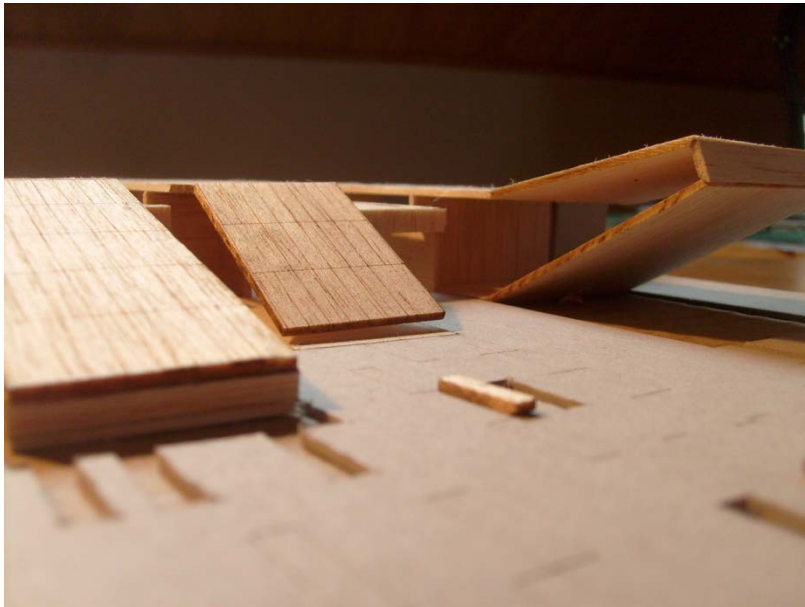
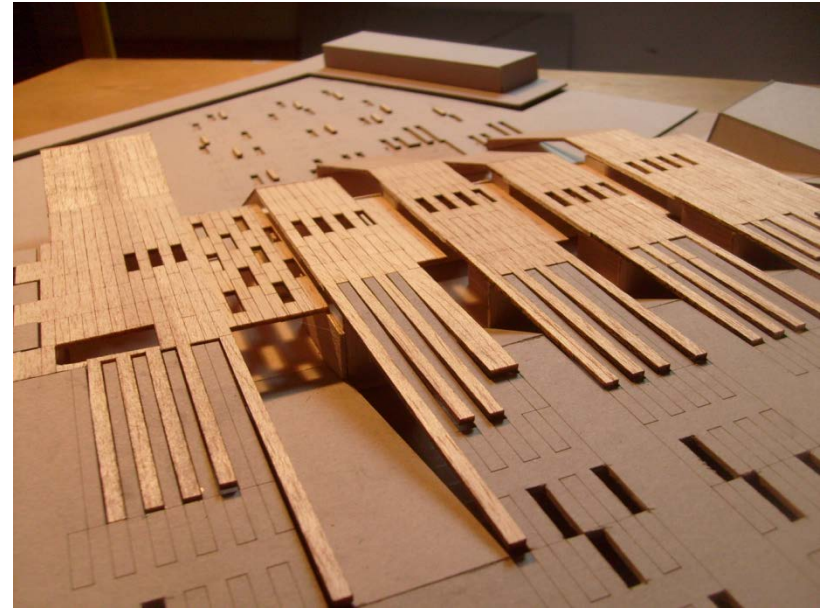
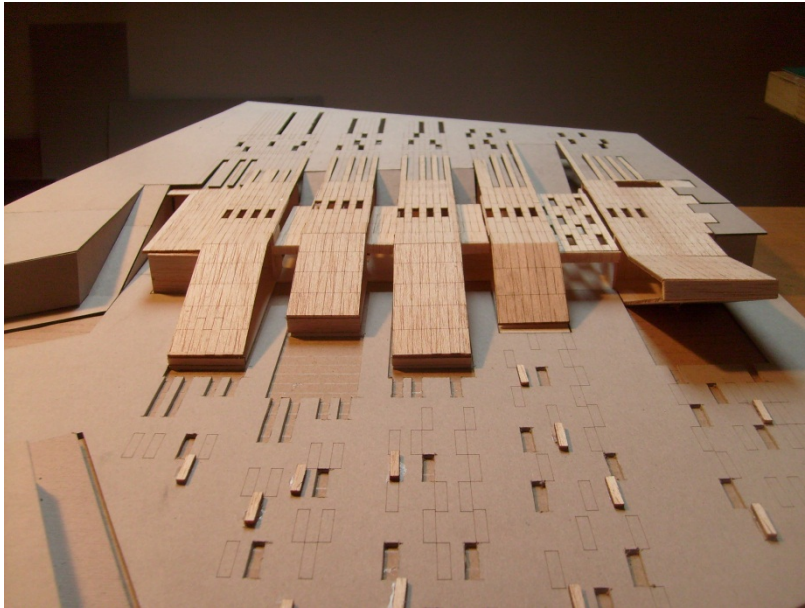
70. Croquis de estudio conceptual.

Fuente: Elaboración propia.

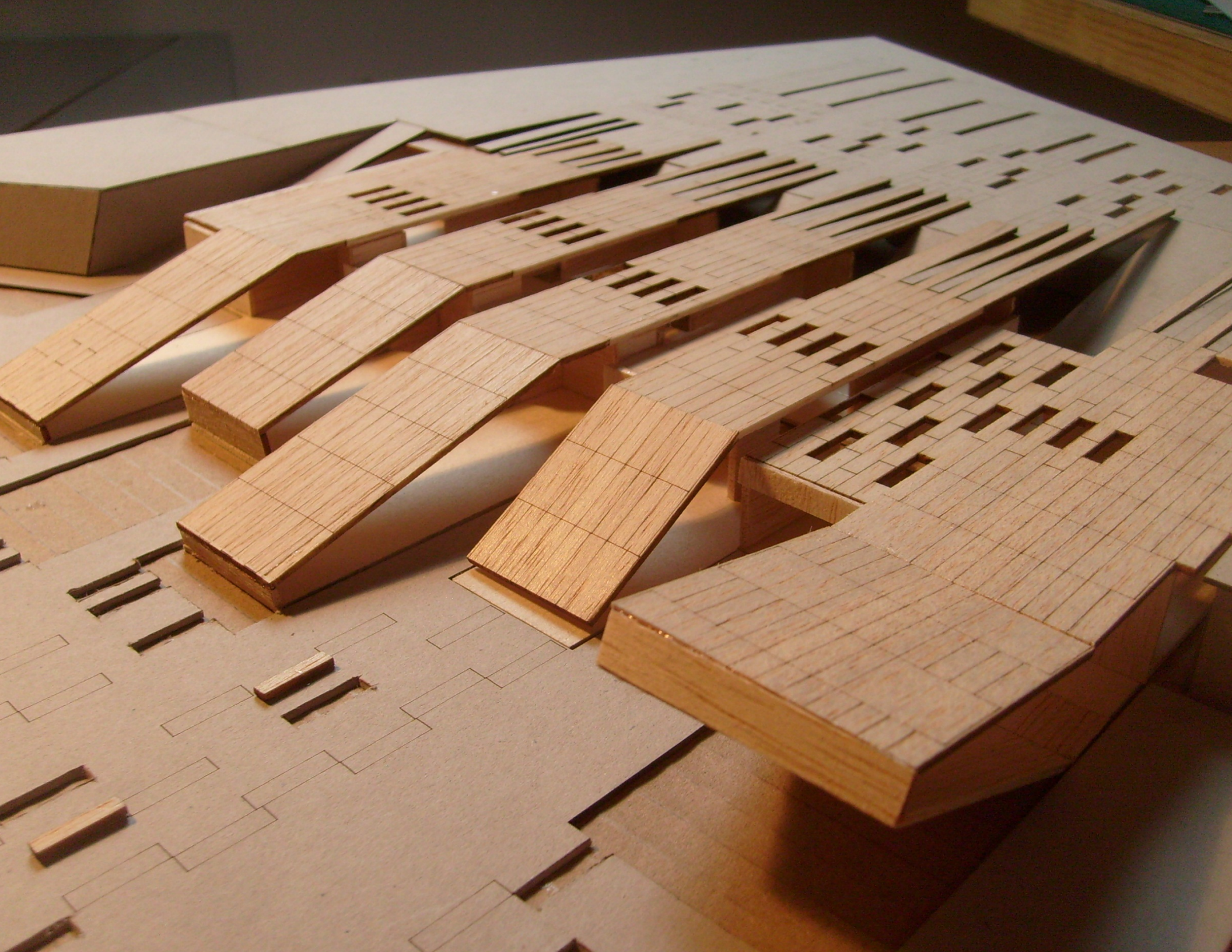


71. Primer modelo conceptual de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

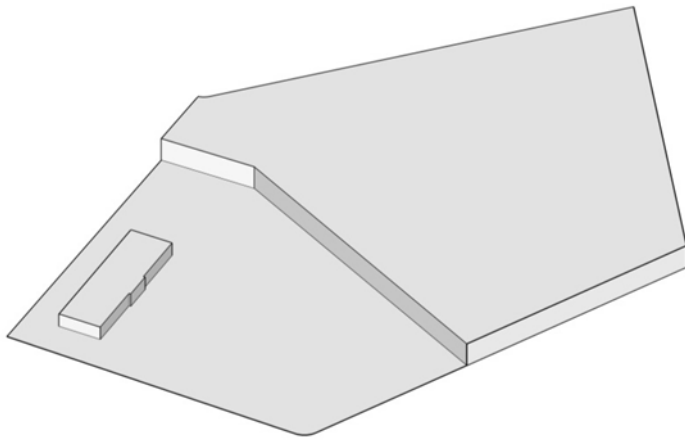
72. Erosión de una masa, segundo modelo conceptual de estudio.
Fuente: Elaboración propia.



73. Tercera maqueta arquitectónica de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

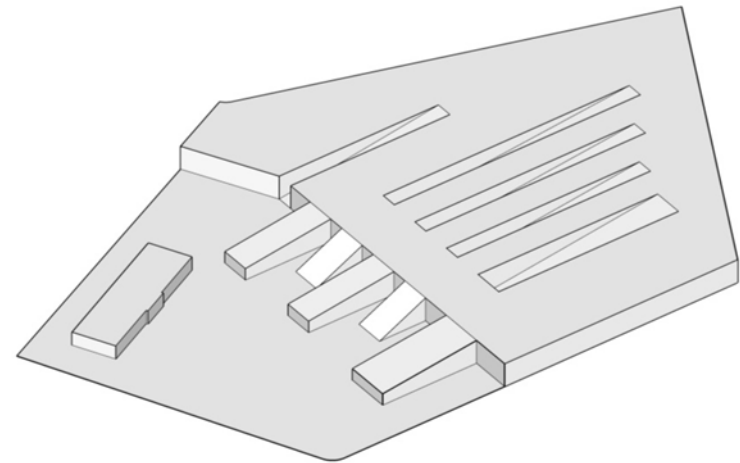


Esquemas de desarrollo del proyecto



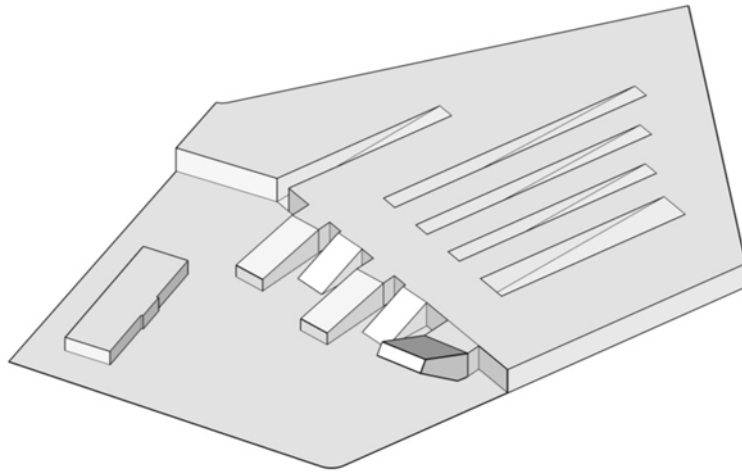
Estado inicial:

Dos plataformas separadas por 6 metros de altura, la superior colindante a la Universidad y la inferior colindante a la caleta y el mar, con una casona industrial no protegida, se propone mantenerla por el valor histórico y social, con un programa de servicios para el sector.



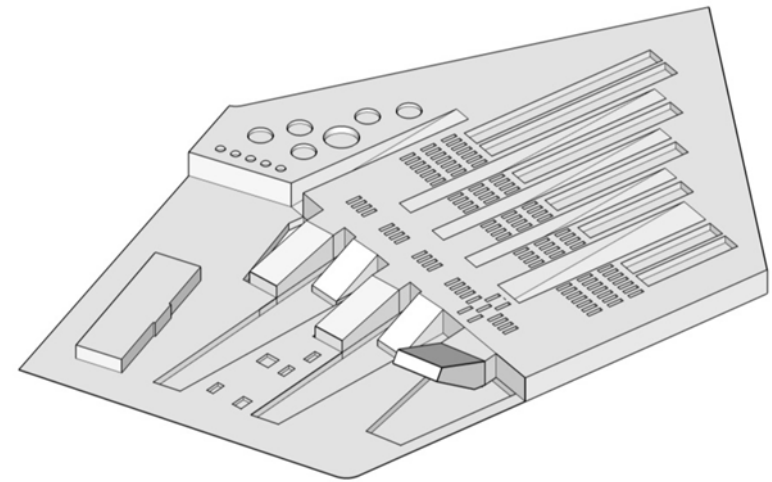
Segunda etapa:

Los terrenos se erosionan, formando rampas y volúmenes que nacen desde el muro para alojar el programa que necesita luz solar, dejando hacia el interior del terreno el programa de ambiente más controlado.



Tercera etapa:

Los volúmenes giran, para poder relacionarse con la plaza, la caleta y el mar, otros se alinean al norte para poder captar la mayor cantidad de luz y el último se eleva marcando el acceso al proyecto.



Cuarta etapa:

El agua se acumula en la parte superior de manera racional para generar los cultivos investigativos, luego de su uso, el agua pasa a través del proyecto brotando en forma de acuario exterior que consolida la plaza pública al mar.

Esquema de capas del proyecto

Vegetación

Árboles vinculan el proyecto con el contexto, arbustos nativos en los deslindes y vegetación acuática en posones.

Agua

Posones de investigación alimentan a través de canales utilizando la gravedad, zonas interiores de mejoramiento climático y posones educativos en plaza pública.

Cubiertas

Losas de hormigón permiten el uso de la cubierta para recreación e investigación.

Tabiques

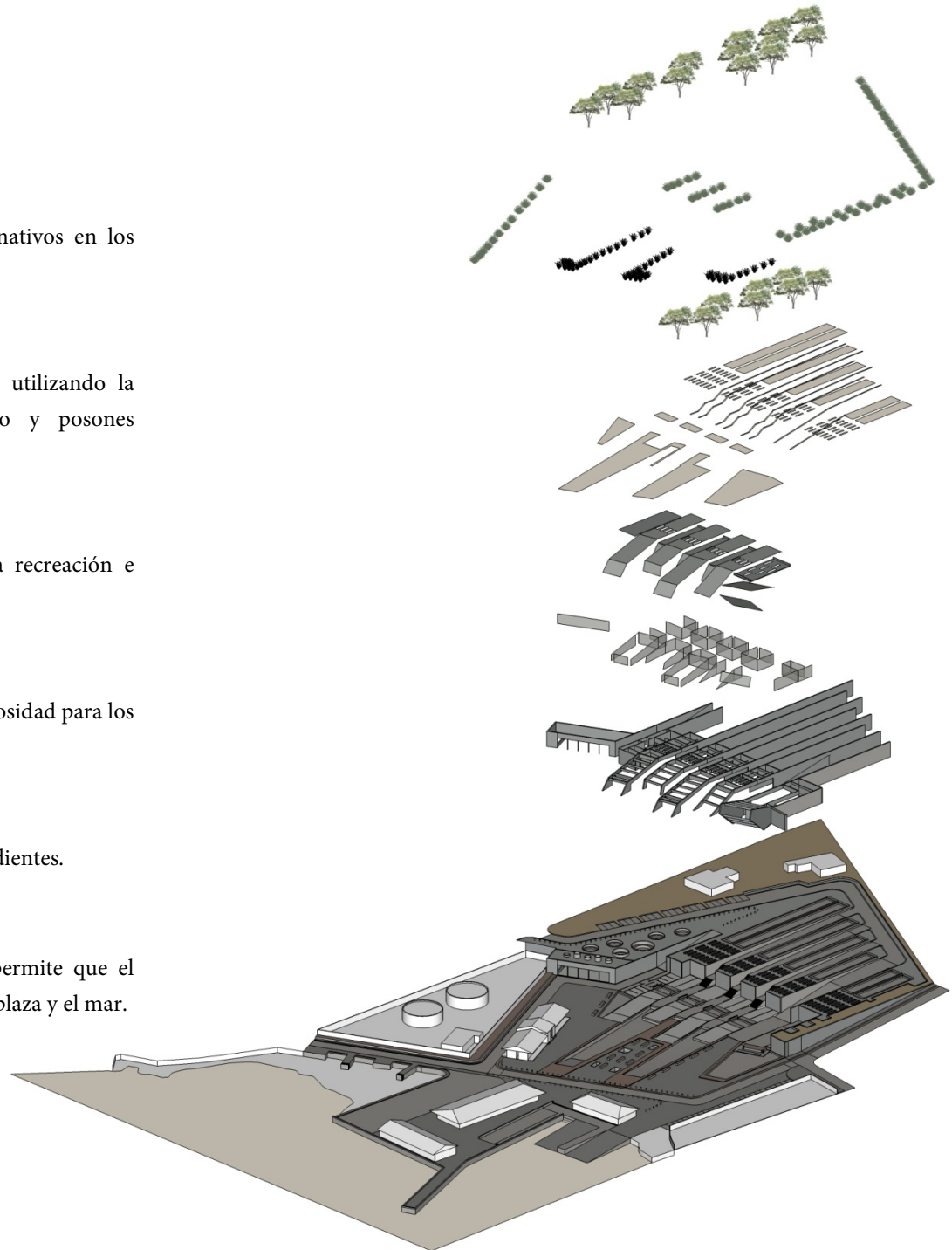
Los tabiques interiores vidriados generan amplitud y luminosidad para los laboratorios.

Estructura

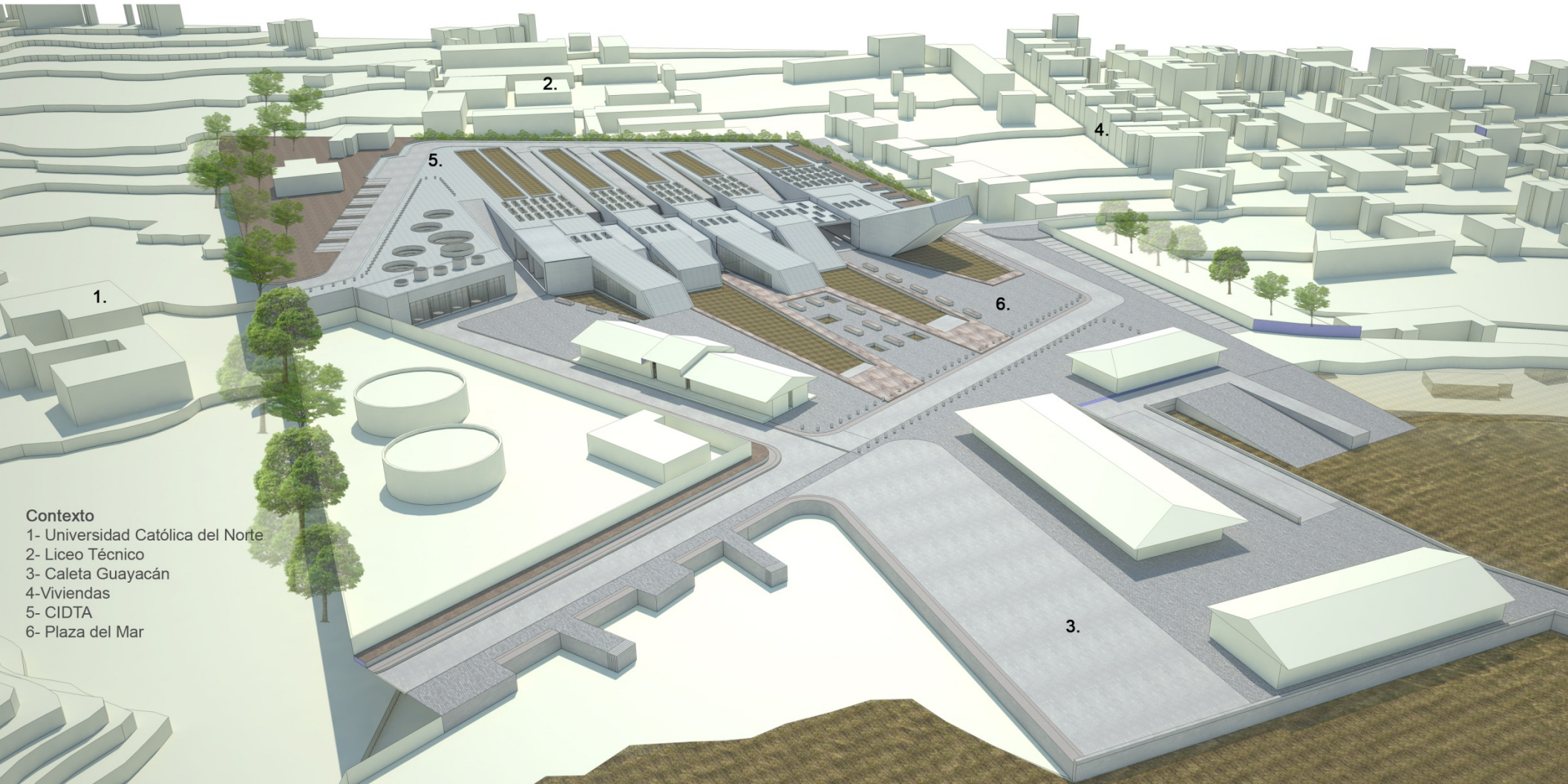
Vigas que recorren el proyecto en marcos y brazos independientes.

Contexto

La diferencia de 6 metros de altura entre los terrenos permite que el proyecto emerja del muro y vincule la planicie superior, la plaza y el mar.



24.0 Imágenes



Contexto

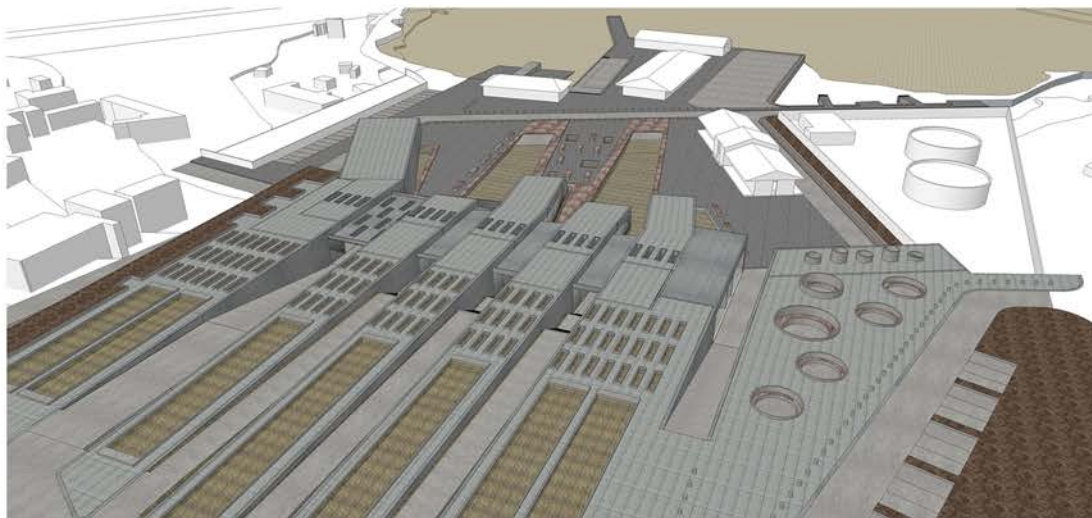
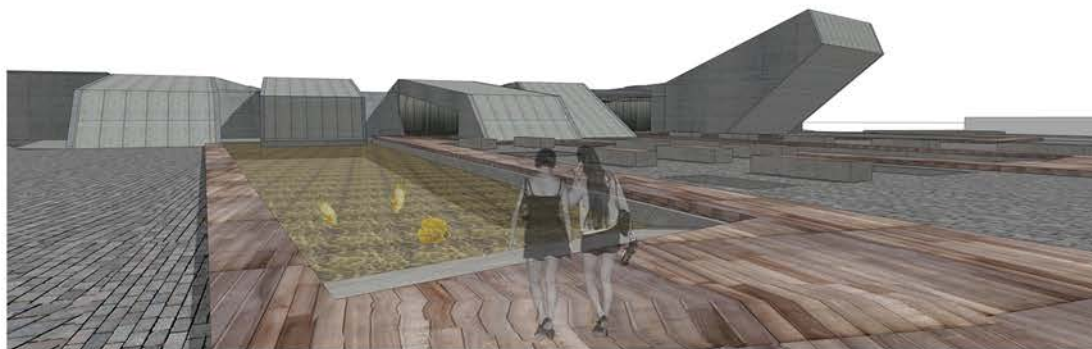
- 1- Universidad Católica del Norte
- 2- Liceo Técnico
- 3- Caleta Guayacán
- 4- Viviendas
- 5- CIDTA
- 6- Plaza del Mar



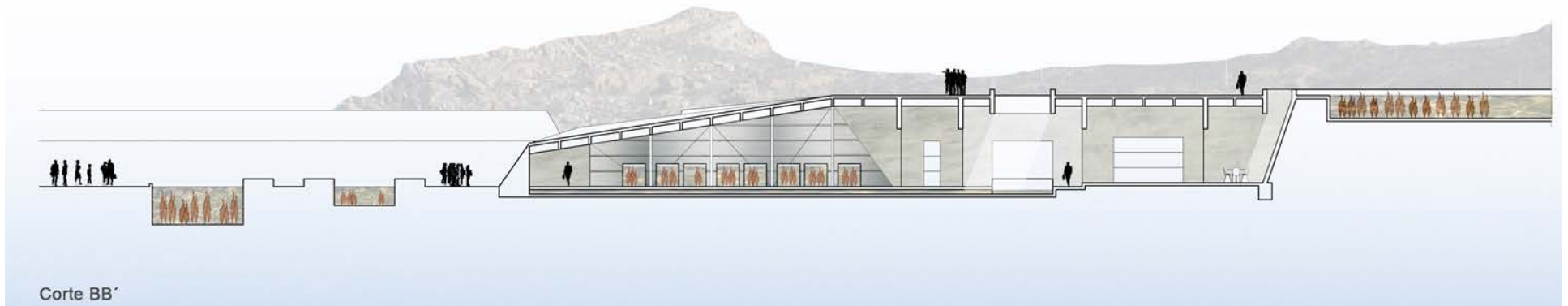
74. Imagen Plaza del mar.



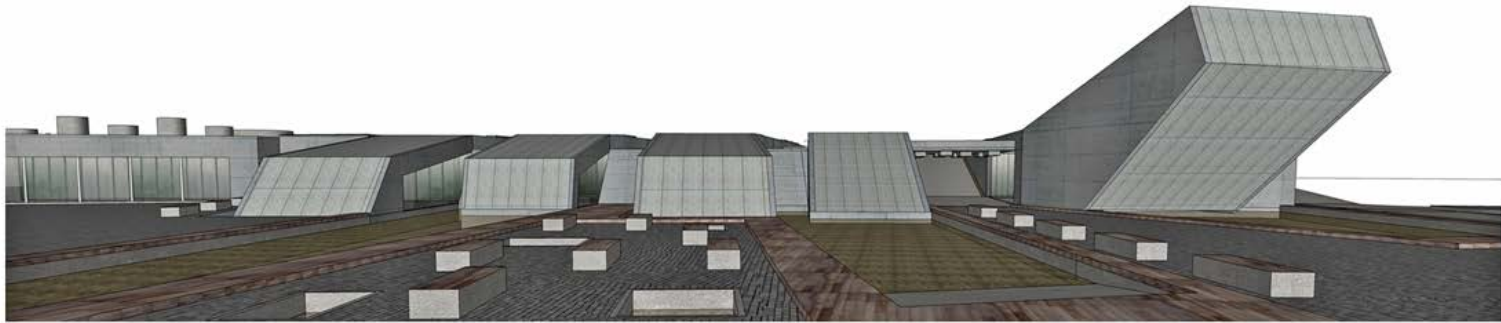
75. Imagen zona de cultivos superior.



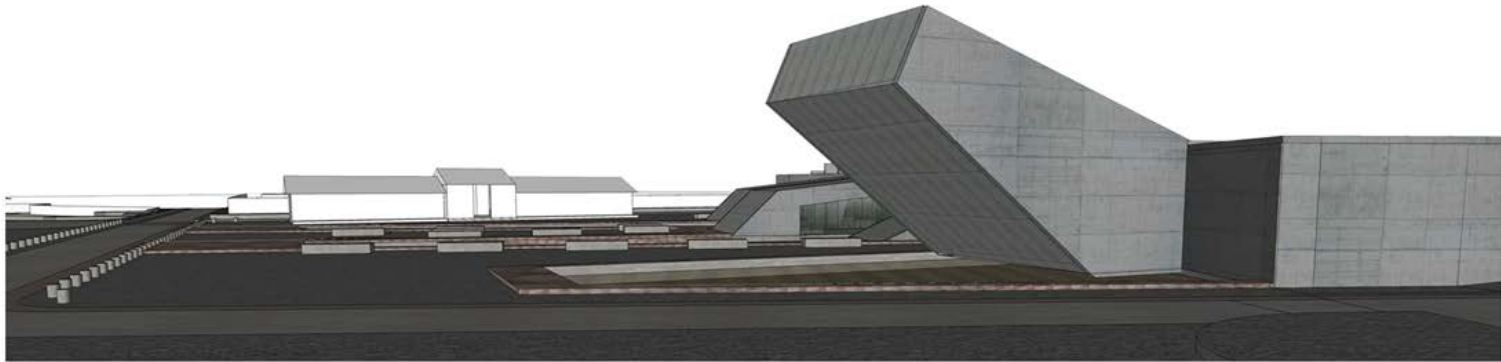
76. Imágenes



77. Imágenes interiores y corte transversal.



Elevación frontal.



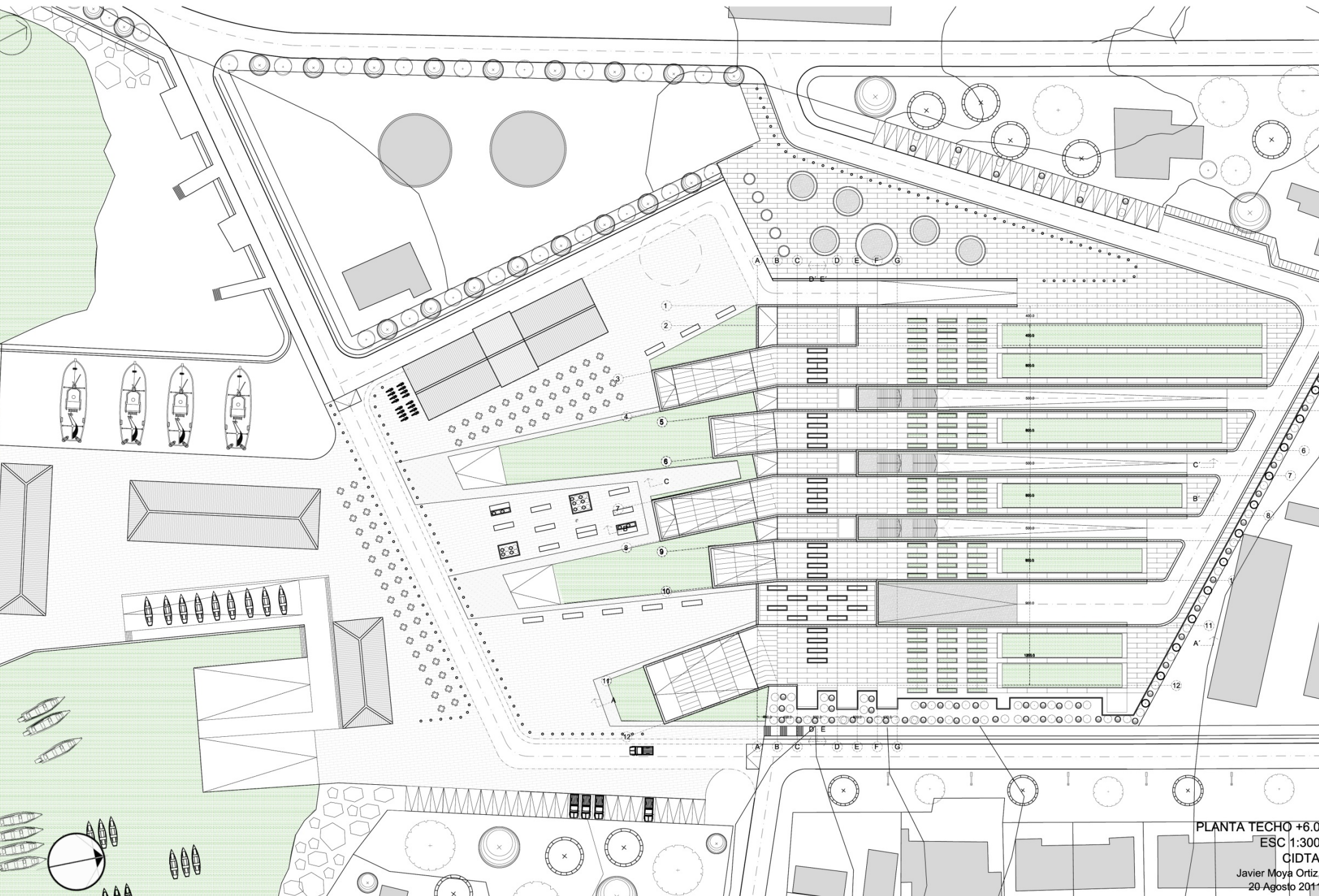
Elevación oriente.



Elevación poniente.

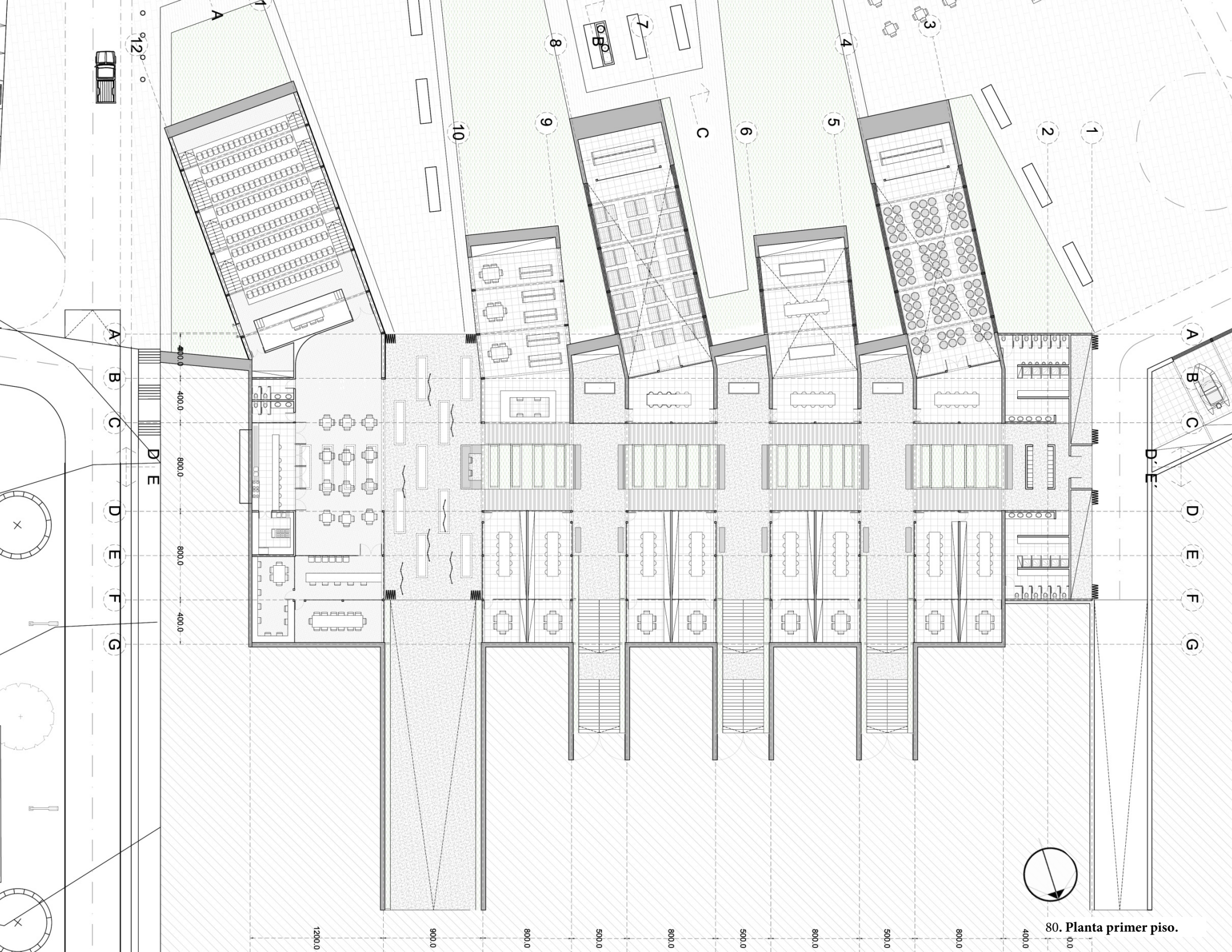


25.0 Planimetrías

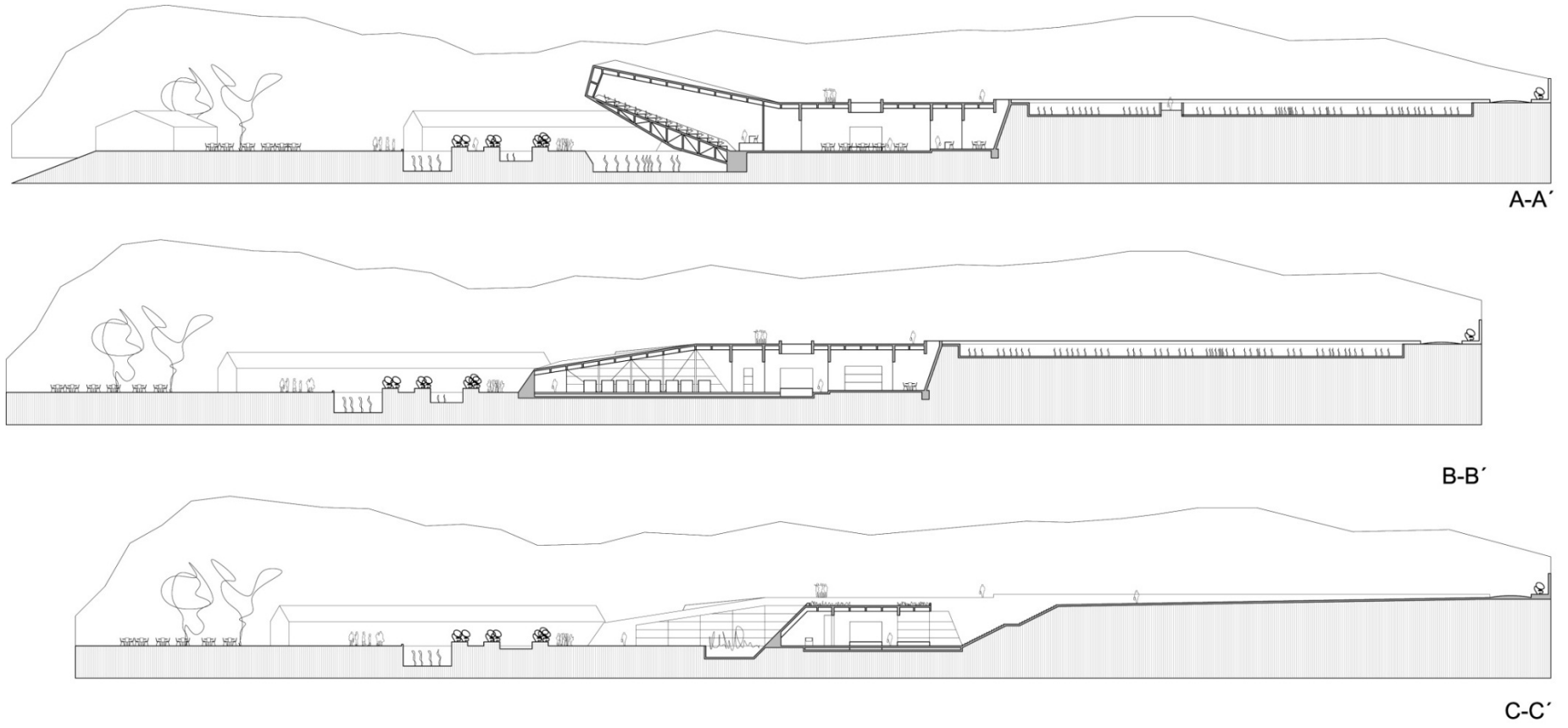


78. Planta superficie.

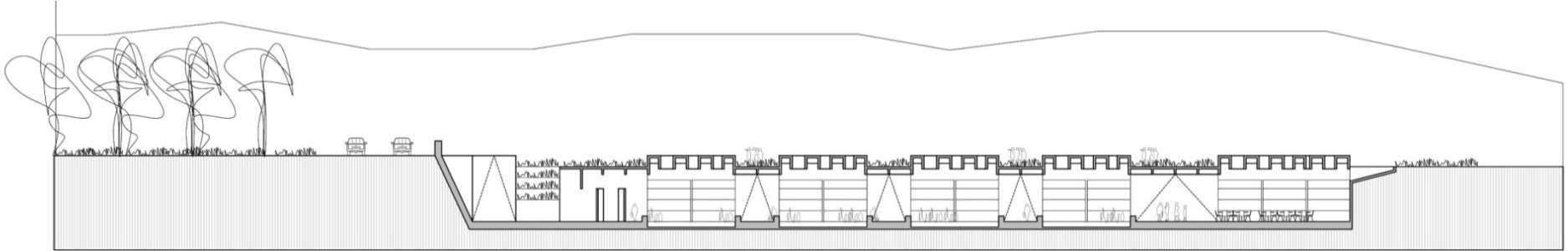
PLANTA TECHO +6.0
ESC 1:300
CIDTA
Javier Moya Ortiz
20 Agosto 2011



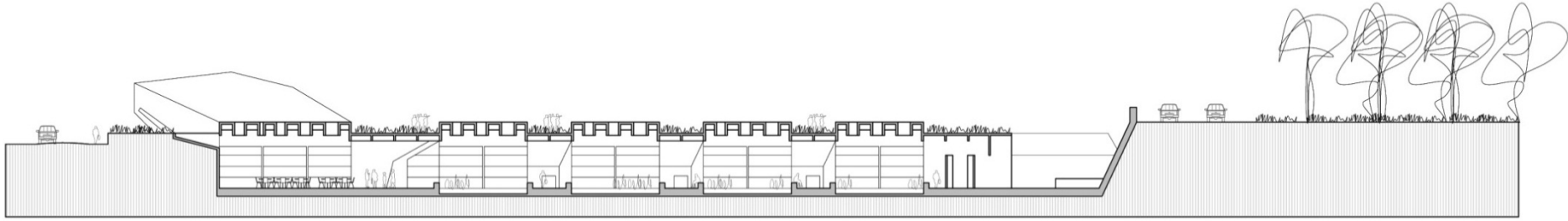
80. Planta primer piso.



81. Corte transversal.



E-E'



D-D'

82. Corte longitudinal.

Recolector de “Pelillo” en Coihuin

Manuel Gómez (76), recolector del alga "Pelillo" (Gracilaria Chilensis) desde los 12 años, Puerto Montt, Chile.

Fuente: Afp Photo/Ariel Marinkovic, 7-12-2010.

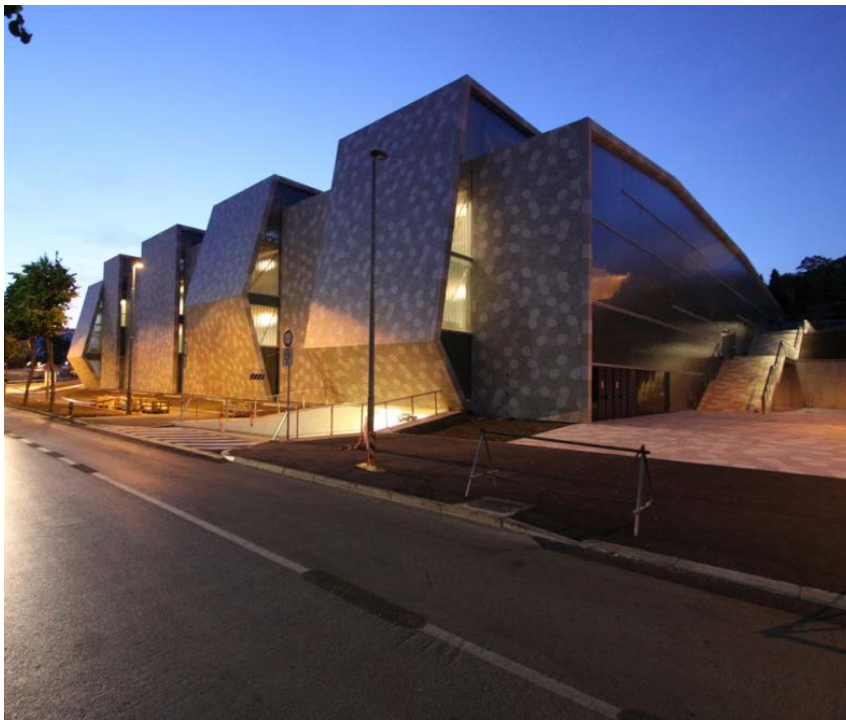
CAPÍTULO 5



26.0 Referentes Arquitectónicos



84. Primer Lugar concurso Alianza Francesa, Chicureo, 2001.
Mas Fernández Arquitectos.



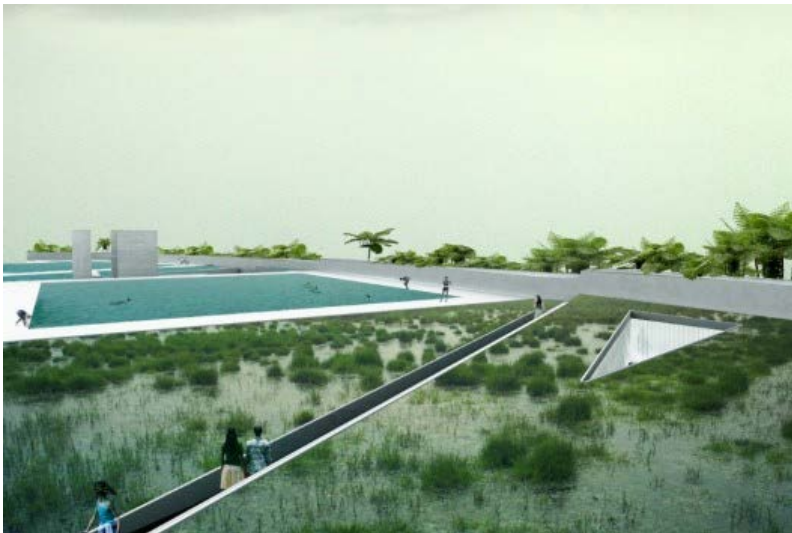
83. Centro Zamet, 2008
3LHD Architects



85. Vivienda en la colina Pachacamac.
Longhi Architects.



86. Proyectos en hormigón.
Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



87. Complejo Acuático Juegos Panamericanos
Paisajes Emergentes Arquitectos.



88. Piscina Leça de Palmeira (1961)
Álvaro Siza Arquitecto.



89. Museo del desierto de Atacama, Monumento ruinas de Huanchaca.
Coz, Polidura y Volante, Arquitectos.

27.0 Bibliografía

Proyectos de Título

- Gonzales Ternan, Benjamín, “*Centro de Investigación Experimental para Desarrollar biocombustibles de micro-algas*”, 2009, Memoria de título, Prof. Guía Leopoldo Prat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Schmidt Escobar, Valentina, “*CIEM Centro de investigación y extensión Los Molles : Parque de conservación ambiental Púquen*”, 2010, Memoria de título, Prof. Guía Emilio Duhart, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Bustamante Serrana, Cristina “*Parque Politécnico Sustentable*”, 2008, Memoria de título, Prof. Guía Gustavo Munizaga, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Campos, Benjamín, “*Centro de Educación e Interpretación Ambiental (MNCÑ)*”, Memoria de título, Prof. Guía Jorge Iglesias, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

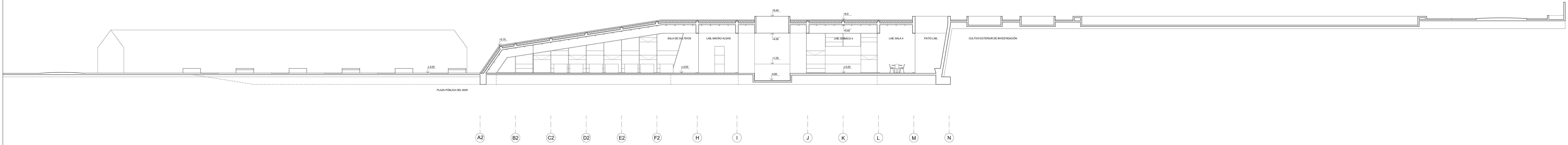
Documentos

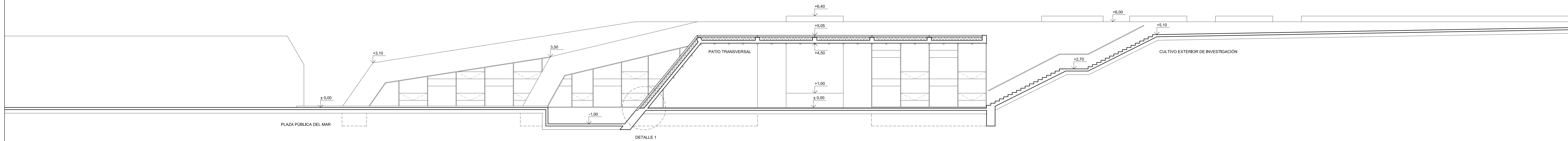
- Gobierno de Chile, “*Programa de Gobierno 2010-2014: Ciencia, Innovación y Tecnología*”, 2010, Santiago, Chile.
- Lagos Escobar, Ricardo, “*Chile 2030: Siente desafíos estratégicos y un imperativo de equidad*”, 2011, Chile.
- Lagos Escobar, Ricardo, “*Chile 2030, sigamos conversando*”, 2011, Chile.
- Lorenzini, Rafael, “*La innovación Tecnológica, un factor de competitividad*”, Innova Chile CORFO, 2007, Chile.
- Gobierno regional de Coquimbo, “*Estrategia regional de desarrollo 2020*”, 2011, Región de Coquimbo, Chile.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, “*Informe pesquero artesanal, Región de Coquimbo*”, 2009, Chile.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, “*Fiscalización integrada en pesquería de algas*”, IV Región de Coquimbo, 2011, Chile.
- Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección de Acuicultura, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, “*¿Qué es la acuicultura?*”, 2005, Chile.

- Gobierno regional de Coquimbo, “*La importancia comercial de las algas pardas para la IV región*”, 2005, Chile.
- Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), “*Visión general del sector acuícola nacional*”, 2011, Chile.
- Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) “*El estado mundial de la pesca y la acuicultura*”, 2010, Roma, Italia.
- Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO), “*La producción de alimento vivo y su importancia en la acuicultura*”, Departamento de pesca, 1989, Roma, Italia.
- 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), 1993.
- Ileana Ortegón Aznar, Yolanda Freile Pelegrin, Daniel Robledo, “*Biodiversidad y Desarrollo Humano, Capítulo 4: Especies Diversidad vegetal, Algas*”, 2010, Yucatán, México.
- Delegación Bretona, “*Misión algas alimentarias y bienes de consumo*”, Bretagne International, 2008, Francia.
- Zamorao, Jaime, “*Las algas como recurso y sus productos derivados*”, Gelymar S.A., 2006, Santiago, Chile.
- Edwards, Mark, “*Green Solar Gardens, Algae’s Promise to end hunger*”, 2008, Arizona State University, Estados Unidos de América.
- Henrikson, Robert, “*Spirulina world food: How this micro algae can transform your health and our planet*”, Sexta edición, 2010, Hawaii, Estados Unidos de América.
- J.P. Jourdan, “*Manual de cultivo artesanal de Spiruline*”, 2000, Francia.
- Costasur Consultores Asociados, Alimtec S.A. “*Declaración de impacto ambiental, Proyecto cultivo de micro alga Haematococcus pluvialis*”, 2008, IV región de Coquimbo, Chile.
- Zuñiga, Sergio; Acuña, Enzo; Bodini, Andrés, “*Modelo para la localización óptima de cultivos acuícolas en estanques*”, 2006, Escuela de Ingeniería Comercial, Universidad Católica del Norte, Chile.
- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Gobierno de Chile, “*Manual de normas de Bioseguridad*”, Segunda Edición, 2008, Chile.
- Soriano, Federico, “*Sin tesis*”, 2004, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona.

Páginas Web

- **Gobierno de Chile**
<http://www.gob.cl/>
- **Gobierno Regional de Coquimbo**
<http://www.gorecoquimbo.gob.cl/>
- **Fundación Democracia y Desarrollo**
<http://www.fundaciondemocraciaydesarrollo.cl/>
- **Programa Chile Sustentable, Propuesta ciudadana para el cambio**
www.chilesustentable.net/
- **Innova Chile CORFO**
<http://www.corfo.cl/>
- **Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO).**
<http://www.fao.org/>
- **Chile Potencia Alimentaria**
<http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/>
- **Mundo Acuícola**
<http://www.mundoacuicola.cl/>
- **Aqua**
www.aqua.cl/
- **Educar Chile**
<http://www.educarchile.cl/>
- **Comisión Nacional de Energía (CNE)**
www.cne.cl/
- **Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA)**
<http://www.cidta-ucn.cl/>
- **Algas Pardas**
<http://www.algaspardas.cl/>
- **Algae: the new biofuel**
<http://algaetobioenergy.wordpress.com/>
- **Algae Link, Algae Growing Systems**
<http://www.algaelink.com/>
- **Biofuel a partir de algas Blogspot**
<http://biofuel-de-algas.blogspot.com/>
- **Carbon Capture Corporation: Algae for a Sustainable Tomorrow**
<http://www.carbcc.com/>
- **San Diego Center for Algae Biotechnology**
<http://algae.ucsd.edu/>
- **Microalgae Research Center, Wageningen University.**
<http://www.algae.wur.nl/UK/>





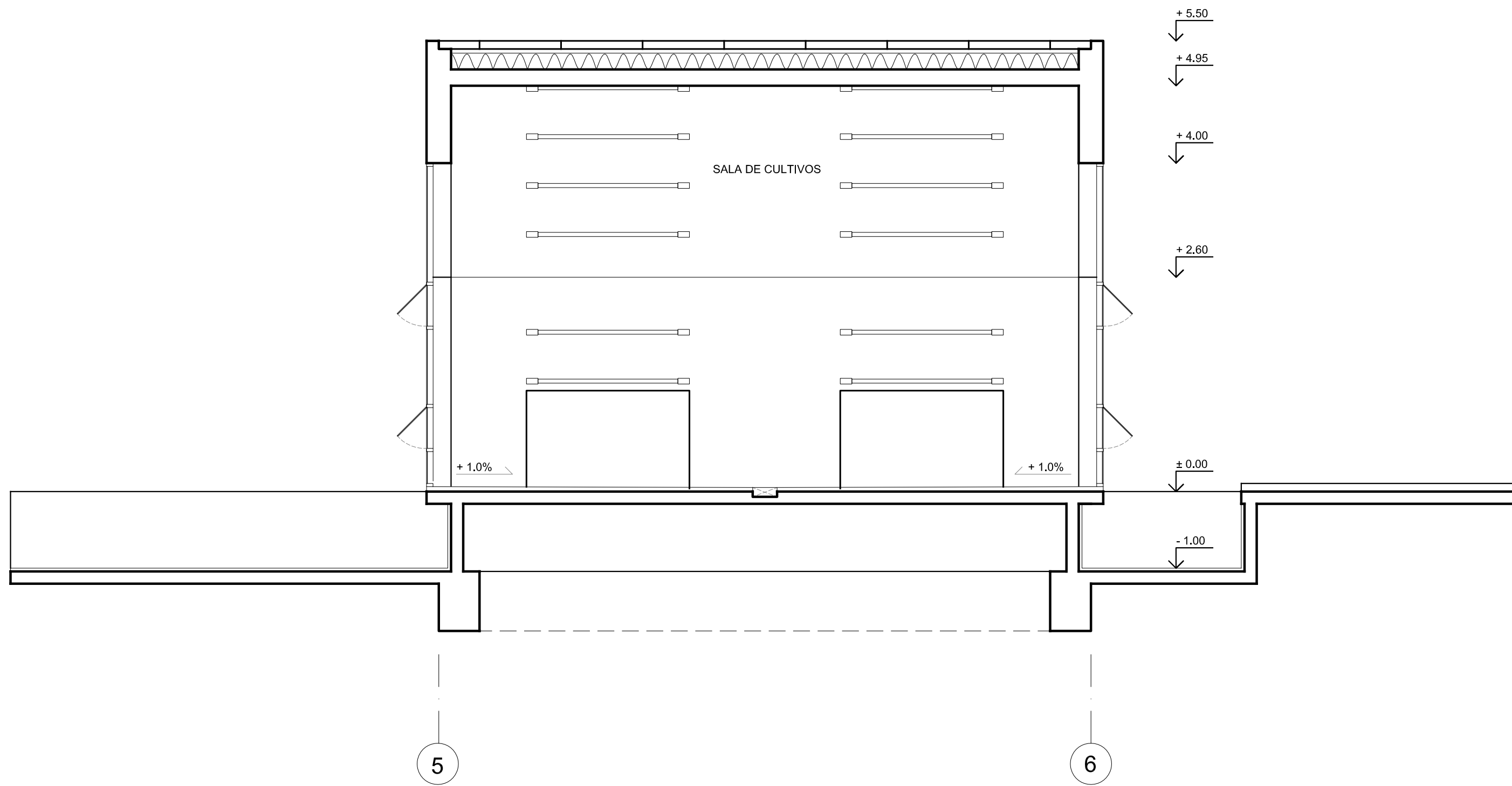
PLAZA PÚBLICA DEL MAR

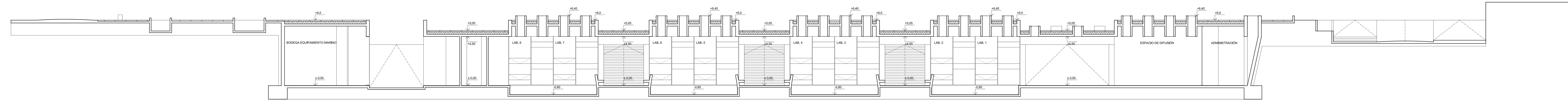
PATIO TRANSVERSAL

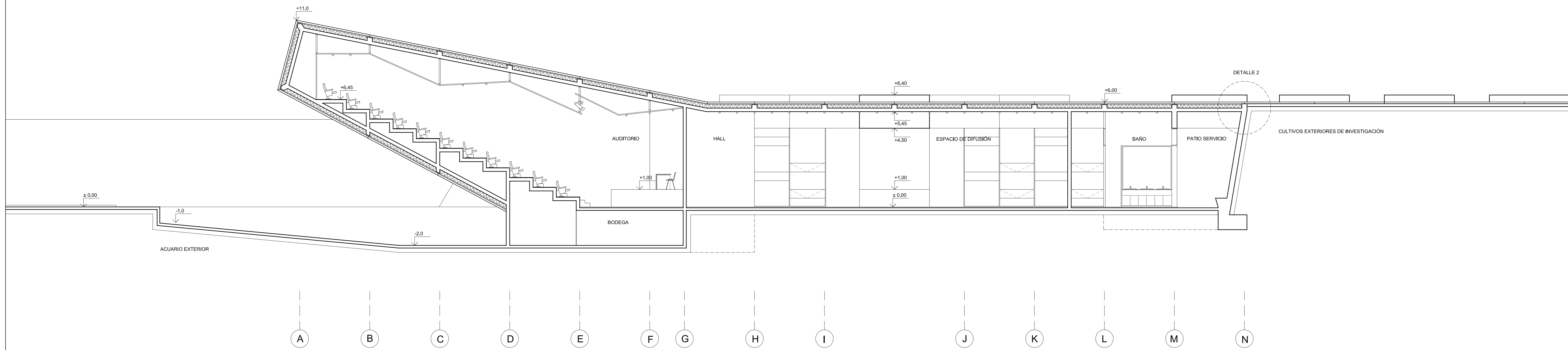
CULTIVO EXTERIOR DE INVESTIGACIÓN

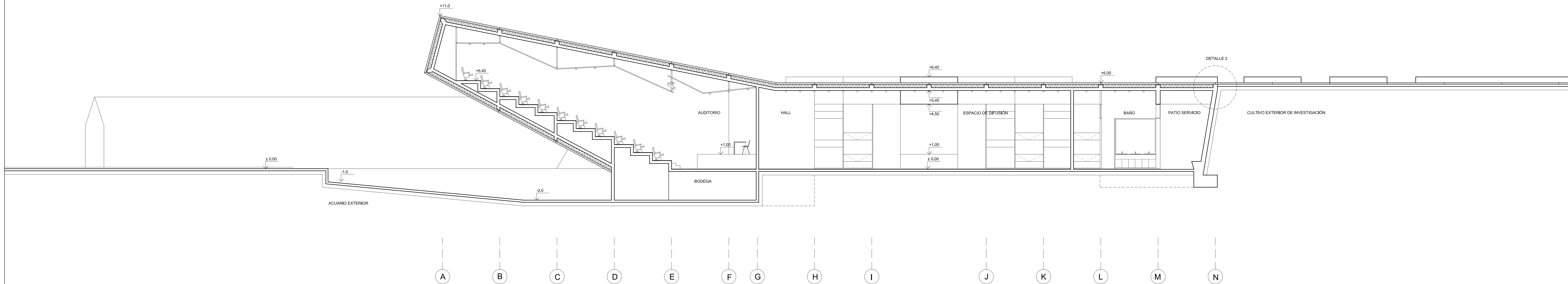
DETALLE 1







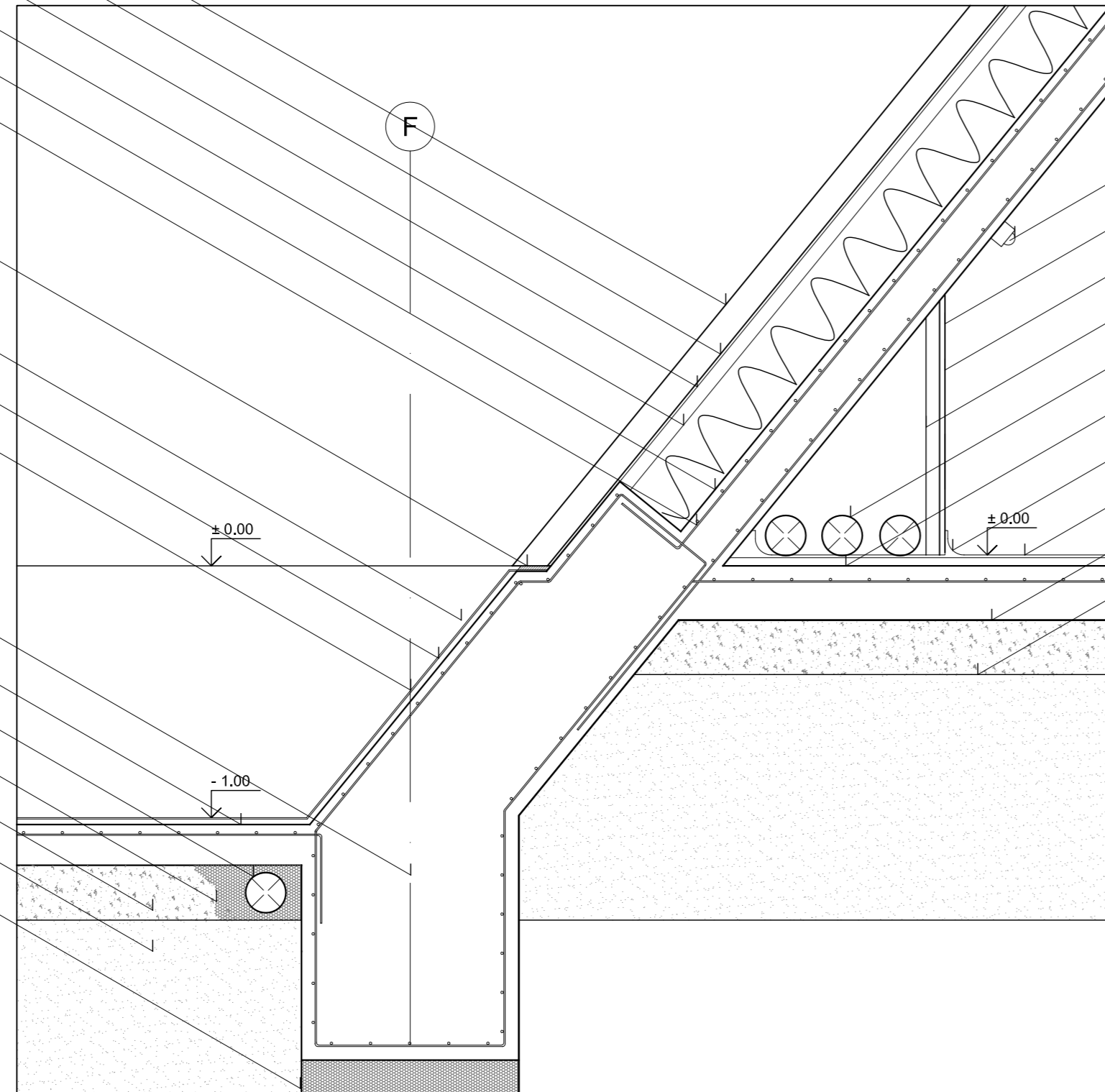




PASTELONES H. PREFABRICADO 1X4 METROS
 IMPERMEABILIZANTE FIELTRO ASFÁLTICO
 LOSETA H. CON MALLA TERMOSOLDADA 50 MM
 POLIETILENO EXPANDIDO ALTA DENSIDAD
 LOSA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 ARMADURA ACERO ESTRUCTURAL S / CÁLCULO

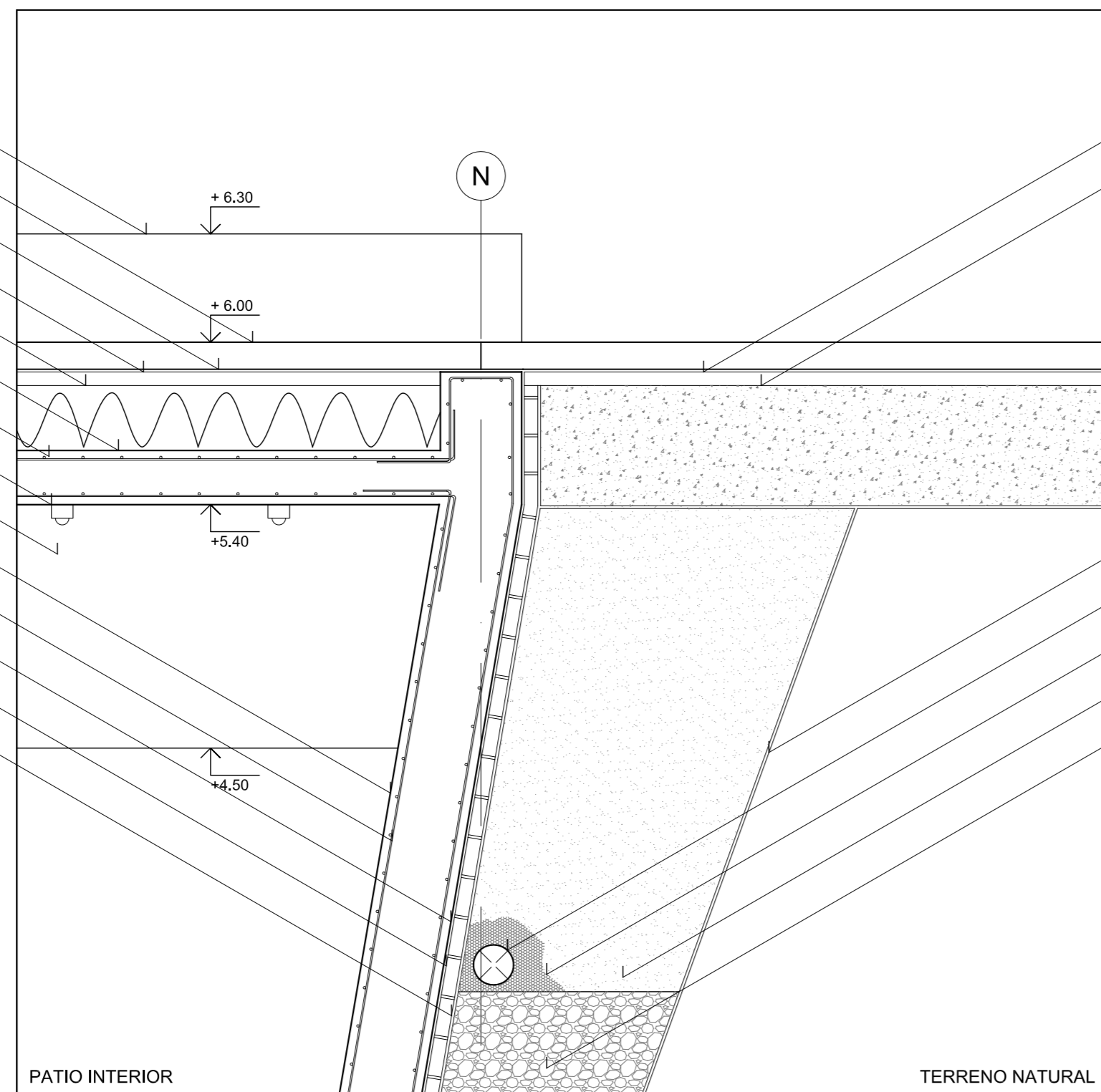
JUNTA DE DILATACIÓN
 ACUARIO EXTERIOR
 MORTERO IMPERMEABILIZADOR
 RECUBRIMIENTO EPÓXICO LIGHT GRAY

FUNDACIÓN HORMIGÓN S / CÁLCULO
 LOSA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 PVC HIDRÁULICO
 ASIENTO DE HORMIGÓN
 CAPA RIPIO 20 CM
 TERRENO COMPACTADO
 EMPLANTILLADO HORMIGÓN



FLUORESCENTE BLANCO 20 W
 ZÓCALO TÉCNICO REVISABLE
 PLACA OSB 20 MM
 PERFIL ALUMINIO VERTICAL
 PVC HIDRÁULICO
 LOSA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 RETORNO PAVIMENTO VINILICO 10 MM LIGHT GRAY
 PAVIMENTO VINILICO 10 MM LIGHT GRAY
 CAPA RIPIO 20 CM
 TERRENO COMPACTADO

LUCARNA DE HORMIGÓN
 PASTELONES H. PREFABRICADO 1X4 METROS
 IMPERMEABILIZANTE FIELTRO ASFÁLTICO
 LOSETA H. CON MALLA TERMOSOLDADA 50 MM
 POLIETILENO EXPANDIDO ALTA DENSIDAD
 LOSA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 ARMADURA ACERO ESTRUCTURAL S / CÁLCULO
 FLUORESCENTE BLANCO 20 W
 VIGA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 MURO HORMIGÓN ALTA COMPACIDAD S / CÁLCULO
 ARMADURA ACERO ESTRUCTURAL S / CÁLCULO
 IMPERMEABILIZANTE FIELTRO ASFÁLTICO
 BLOQUES POROSOS DE HORMIGÓN
 MEMBRANA GEOTEXTIL



LOSETA H. DE NIVELACIÓN
 TERRENO COMPACTADO

MEMBRANA GEOTEXTIL
 COLECTOR DE DRENAJE PVC
 ASIENTO DE HORMIGÓN
 GRAVA DE BAJO DIÁMETRO
 GRAVA DE ALTO DIÁMETRO

PATIO INTERIOR

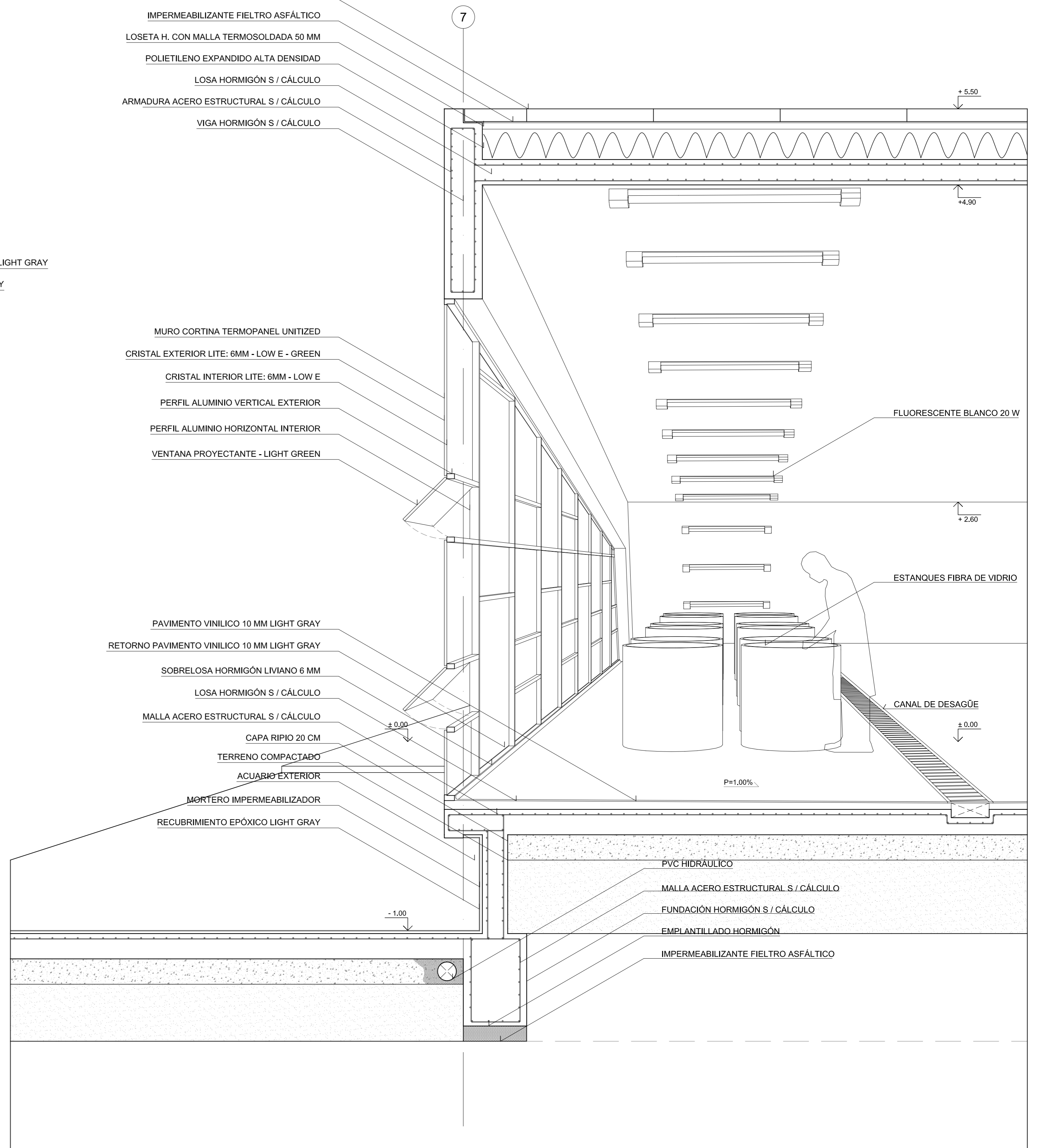
TERRENO NATURAL

PASTELONES H. PREFABRICADO 1X4 METROS
 IMPERMEABILIZANTE FIELTRO ASFÁLTICO
 LOSETA H. CON MALLA TERMOSOLDADA 50 MM
 POLIETILENO EXPANDIDO ALTA DENSIDAD
 LOSA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 ARMADURA ACERO ESTRUCTURAL S / CÁLCULO
 VIGA HORMIGÓN S / CÁLCULO

MURO CORTINA TERMOPANEL UNITIZED
 CRISTAL EXTERIOR LITE: 6MM - LOW E - GREEN
 CRISTAL INTERIOR LITE: 6MM - LOW E
 PERFIL ALUMINIO VERTICAL EXTERIOR
 PERFIL ALUMINIO HORIZONTAL INTERIOR
 VENTANA PROYECTANTE - LIGHT GREEN

PAVIMENTO VINILICO 10 MM LIGHT GRAY
 RETORNO PAVIMENTO VINILICO 10 MM LIGHT GRAY
 SOBRELASA HORMIGÓN LIVIANO 6 MM
 LOSA HORMIGÓN S / CÁLCULO
 MALLA ACERO ESTRUCTURAL S / CÁLCULO
 CAPA RIPIO 20 CM
 TERRENO COMPACTADO
 ACUARIO EXTERIOR
 MORTERO IMPERMEABILIZADOR
 RECUBRIMIENTO EPÓXICO LIGHT GRAY

PVC HIDRÁULICO
 MALLA ACERO ESTRUCTURAL S / CÁLCULO
 FUNDACIÓN HORMIGÓN S / CÁLCULO
 EMPLANTILLADO HORMIGÓN
 IMPERMEABILIZANTE FIELTRO ASFÁLTICO



FLUORESCENTE BLANCO 20 W

ESTANQUES FIBRA DE VIDRIO

CANAL DE DESAGÜE

P=1.00%

