



fau

FACULTAD DE ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD DE CHILE

INTEGRACIÓN INDUSTRIA CIUDAD PLANTA DESALADORA DE AGUA CALDERA

PAZ RIVERA MARTÍNEZ

Memoria presentada en la Facultad de Arquitectura y
Urbanismo de la Universidad de Chile para optar al título de Arquitecta

Profesor Guía:
Manuel Amaya Díaz

Santiago, Chile
2012

A mi familia y a mi querido Felipe por acompañarme durante todo este proceso. Gracias por entenderme y creer siempre en mí

“Las nuevas plantas deben ponerse a la vanguardia de la Arquitectura Industrial incorporando tecnologías bioclimáticas y geotérmicas, eólicas, lumínicas, acústicas, tanto a los edificios como a los procesos productivos, asumiendo un real compromiso con la sustentabilidad, el ahorro de energías, la calidad de vida y la protección del medio ambiente”.

*TRADICIÓN, EFICIENCIA, TECNOLOGÍA, SUSTENTABILIDAD, DISEÑO Y VANGUARDIA.
Guillermo Hevia. Memoria proyecto Cristal Chile.*

ÍNDICE

1.0 _ PRESENTACIÓN

1.1	Introducción	8
1.2	Motivaciones	9
1.3	Problemática	10
1.4	Objetivos	12
1.5	Validación	12

2.0 _ MARCO TEÓRICO

2.1	Agotamiento de los Recursos Naturales	16
2.2	La Crisis del Agua	22
2.3	Industria de la Desalación	26
2.4	Agua, Ciudad y Arquitectura	34
2.5	Arquitectura Industrial	36

3.0 _ CONTEXTO

3.1	El desierto de Atacama	42
3.2	La Crisis Hídrica de la III Región	44
3.3	Iniciativas Locales	48
3.4	Agua Potable en la Provincia de Copiapó	50
3.5	Elección del Lugar	51

4.0 _ LUGAR

4.1	Caldera	54
4.2	Situación Urbana	58
4.3	Red de Agua Potable	62
4.4	Elección del Terreno	63

5.0_ PROYECTO

5.1 Planteamiento de la Propuesta	68
5.2 Modelo de Gestión	70
5.3 Propuesta Urbana	74
5.4 Idea Conceptual	80
5.5 Referentes	84
5.6 Programa	88
5.7 Estructura y Materialidad	89
5.8 Planimetrías	90

6.0_ PROCESO DE DISEÑO

6.1 Idea 1	94
6.2 Idea 2	96
6.2.1 Propuesta 1	
6.2.2 Propuesta 2	
6.3 Idea 4	102

BIBLIOGRAFÍA

106

ANEXOS

109



1.0_ PRESENTACIÓN

1.1_INTRODUCCIÓN

Desde algún tiempo, se ha hecho presente en el ámbito científico una notoria preocupación por la inminente capacidad de nuestra especie de sobrepasar los límites naturales de sostenibilidad de nuestro planeta. En una época donde la humanidad crece de forma globalizada, ha surgido el entendimiento de que los recursos de nuestro planeta son limitados, y por ende, mientras más rápido los consumamos, menos tiempo tendremos para desarrollar nuevas formas de distribuir dichos recursos.

Surge a partir de esto una pregunta: ¿Cuánto tiempo tenemos para hacer sostenible nuestra presencia en la tierra antes de que esta se vuelva rotundamente insostenible? Para numerosos especialistas y estudiosos de las relaciones entre nuestra especie y el planeta, no nos queda mucho tiempo, y al parecer tenemos una agenda bastante ajustada. Este siglo XXI puede resultar decisivo para encaminar nuestro desarrollo en vías de hacer progresar nuestra civilización más allá, sin comprometer los mecanismos básicos del medio natural que la mantienen en pie.

Ahora bien, en el último tiempo la sociedad en su conjunto se ha hecho consciente de la degradación ambiental que vive el planeta, y

esta buscando resolver dichas problemáticas por medio de diversas vías de cuidado y reparación del medio, sin impedir el desarrollo económico y social de la humanidad.

En el año 1987 se elaboró el informe “Nuestro Futuro Común” encabezado por la doctora Brundtland (1), en el marco de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, que populariza el concepto de **desarrollo sostenible**, desde entonces la ONU ha puesto sus esfuerzos en abordar el tema de la degradación ambiental, invitando a participar a las naciones en las llamadas **Cumbres de la Tierra**, donde se establecen principios y planes de acción conducentes a abordar la protección del medio Ambiente.

Sin embargo el Agotamiento de los Recursos Naturales que vive el planeta va en aumento, siendo la desertificación y **la crisis mundial del agua** una de las problemáticas ambientales más graves.

En el 2050 la escasez de agua afectará a 7.000 millones de personas, Naciones Unidas advierte de la gran crisis del siglo XXI, agravada por el cambio climático. (2)

El Agua es el más importante de todos los recursos naturales y uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva. Sin embargo, este recurso ha sido sobreexplotado y contaminado a lo largo de la historia, y hoy en pleno siglo XXI esta en crisis.

Actualmente, Chile se ve afectado por distintos procesos de degradación ambiental, siendo las de mayor preocupación; la Desertificación de los suelos, la **degradación de cuencas hidrográficas y la inminente escasez de agua** que se da en las Zonas Áridas y Semiáridas del norte y centro de nuestro territorio, producto de las actividades mineras y agrícolas a gran escala.

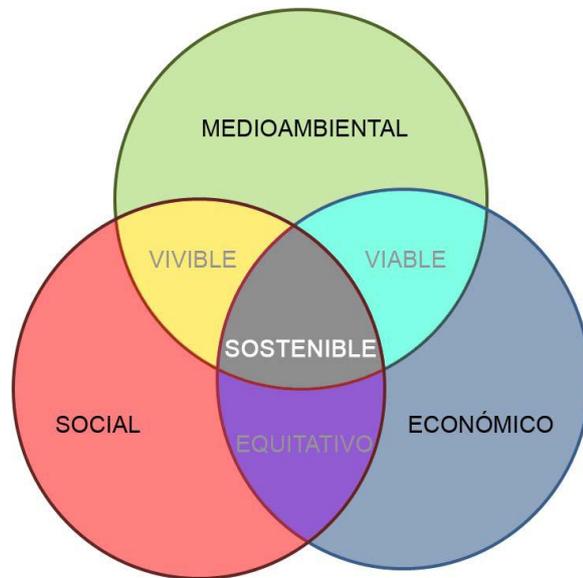
Esto hace necesario buscar nuevas tecnologías que permitan explotar el recurso natural del agua de forma sostenible y frenar estos procesos de deterioro ambiental.

(1) Política Noruega miembro del Partido Laborista. Ocupó el cargo de primera ministra de Noruega en tres ocasiones (1981, 1986-1989, y 1990-1996).

(2) Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, “Agua para todos, agua para la vida” NACIONES UNIDAS, 2003/ <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

1.2_ MOTIVACIONES

La elección del tema, nace del interés personal de la relación directa de **Arquitectura e Ingeniería**, temática abordada en mi seminario de investigación a raíz del terremoto del 27 de febrero del 2010, (*"Influencia de la Configuración Arquitectónica en la Vulnerabilidad sísmica de un edificio en Altura, lecciones sismo 2010"*) y de la **tecnología aplicada en la Arquitectura**. Este estudio enfatiza la importancia de un desarrollo sostenible, y del compromiso interdisciplinario como respuesta a la vulnerabilidad del país frente a desastres naturales.



Desarrollo Sostenible: Es el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987)

La búsqueda de una problemática a abordar nace por lo tanto de esta interacción del medio natural frente al medio social y construido, y de cómo en las últimas décadas la sociedad se ve enfrentada a una serie de problemáticas ambientales que afectan a diversos centros urbanos del mundo y del país, donde las actividades productivas y el desarrollo urbano han tenido serias repercusiones en los ecosistemas donde se han desarrollado tales asentamientos. **Estos procesos socio-económicos pueden deteriorar a tal punto un ecosistema, que imposibilitan la utilización de un determinado recurso natural por parte de la**

sociedad.

Por otra parte, existe el interés propio de abordar el proyecto de arquitectura con una visión de carácter más territorial, donde exista la posibilidad de involucrarse en temas de **sostenibilidad ambiental** y recuperación de espacios degradados en el borde costero, desde la mirada de la **Arquitectura Industrial contemporánea y su relación con la ciudad**. Además en la actualidad uno de los más importantes escenarios en los que la propuesta arquitectónica ha sido significativa a nivel nacional corresponde a la **Arquitectura Industrial**, por el aporte en el concepto de imagen corporativa, por el aporte en la generación de una arquitectura parte del paisaje o del lugar, y por el aporte en la absorción de nuevos materiales y tecnologías sustentables.

1.3_ PROBLEMÁTICA

PROBLEMÁTICA SOCIAL

Nos vemos enfrentados al surgimiento de una serie de problemáticas ambientales que están afectando a los centros urbanos, principalmente aquellos asentados en tierras áridas y que están siendo dañadas por la desertificación de los suelos, debido entre otras cosas a un desarrollo urbano no sostenible y actividades productivas que han sobreexplotado ciertos recursos naturales escasamente renovables, lo que ha generado serias repercusiones en los ecosistemas.

Estos procesos de desarrollo urbano y sobreexplotación, han deteriorado a tal punto el ecosistema que han imposibilitado el uso de algunos recursos naturales, como es el caso del agua. Los recursos hídricos no sólo se ven afectados por las fuerzas naturales sino también por nuevas actividades humanas que se han convertido en los principales “motores” de la presión de los sistemas hídricos de nuestro planeta.

“Los desafíos y retos que supone la escasez de agua para las poblaciones de las tierras secas se van a ver incrementados tanto en magnitud como en alcance. Dado que la población mundial es ya superior a los 6.000 millones de personas, algunos países han superado los límites de sus recursos acuíferos. Con el escenario actual de cambio

climático, casi la mitad de la población mundial habitará áreas con grandes problemas de agua antes del 2030... Además, la escasez de agua en algunas tierras áridas y semiáridas forzará el desplazamiento de entre 24 y 700 millones de personas.” (3)

En la actualidad la industria de la desalación del agua de mar se presenta como alternativa a la escasez de agua potable. “Obtener Agua dulce de mar, es para todos la mayor esperanza tecnológica de que resuelvan las crisis hídricas que se avecinan” (4)

Dentro de este contexto el presente proyecto abordará la problemática social ambiental de la escasez de agua presente en nuestras ciudades a través de una Arquitectura Industrial.

Ahora bien desde la problemática arquitectónica nos vemos enfrentados a una temática urbana compleja y es, como en pleno siglo XXI, frente a todas las crisis ambientales existentes, repensamos la relación de la Industria con la ciudad, aún cuando sabemos que por años los procesos productivos han sido los principales causantes de la contaminación ambiental.

PROBLEMÁTICA ARQUITECTÓNICA

La relación ciudad e industria a lo largo de la historia está marcada por constantes cambios.

Vivir en la ciudad industrial de finales del siglo XIX y principios del siglo XX era compartir lo urbano, lo residencial y lo industrial en un mismo espacio, con el paso del tiempo lo industrial comenzó a trasladarse a la periferia a medida que la ciudad comenzó a desarrollar actividades terciarias y de servicios, esto generó que la ciudad extendiera sus límites urbanos.

Sin embargo luego de décadas de rechazos entre lo industrial y lo urbano, en la actualidad comienzan a aparecer proyectos que buscan hacer volver la Industria en la ciudad. Principalmente por los requerimientos de localización, y de imagen corporativa que quieren entregar estas nuevas industrias, y por sus características no contaminantes que apelan a un desarrollo sustentable y amigable con el medio ambiente. (Fuente: Art. Ecosistema Urbano “Repensando la relación entre la industria y la ciudad”_ Autor; Arkaitz Fullaondo, Sociólogo Urbano, Doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña e investigador en Tecnalia-Sistemas de Innovación.)

A partir de esto surgen las siguientes interrogantes.

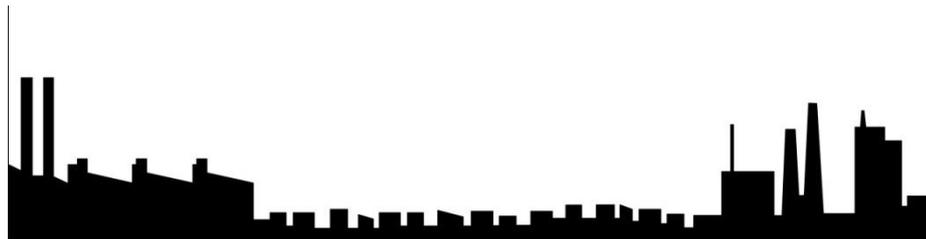
(3) Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, “Agua en un mundo en cambio” NACIONES UNIDAS, 2009/ <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

(4) ¿Es la desalación el futuro del agua en el mundo?, Diario digital Nueva Tribuna / Madrid, EDMUNDO FAYANÁS ESCUER, 30.05.2012

¿CÓMO DEBE INTEGRARSE LA INDUSTRIA EN LA CIUDAD DEL SIGLO XXI?



Industria Siglo XIX – XX
En la Ciudad



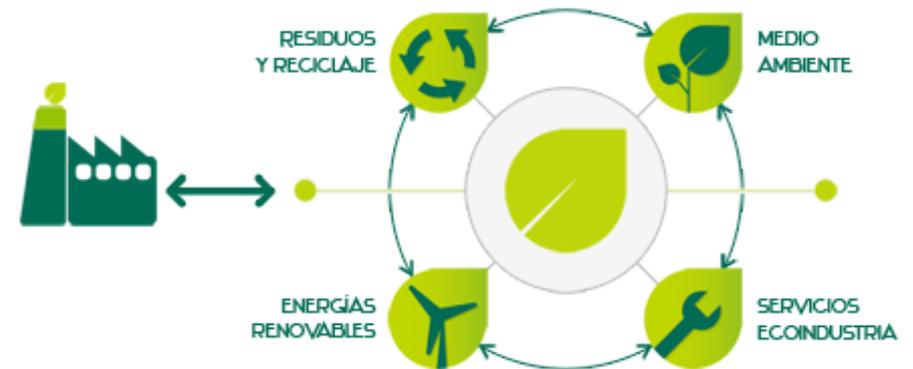
Industria mitad del Siglo XX
Fuera de la Ciudad
(Periferia)

?

Industria Siglo XXI
Desarrollo
Sostenible

¿CÓMO HACER UNA INDUSTRIA EN UN CONTEXTO URBANO CON UN APOORTE ARQUITECTÓNICO Y SUSTENTABLE?

SOLUCIÓN = **ECO INDUSTRIA**
Sustentabilidad Ambiental



SOLUCIÓN =

?

Sustentabilidad Ambiental
+
Sustentabilidad Social
+
Sustentabilidad Urbana

1.4_ OBJETIVOS

Desde el enfoque de la Problemática Ambiental de la crisis del Agua el proyecto busca:

- Evaluar si la crisis del agua y del medio ambiente en general puede ser una estrategia de acción de la nueva ciudad del futuro, pensando en las nuevas generaciones que se verán enfrentadas a las crisis globales por la sobre explotación y escases de recursos naturales, y a la necesidad de hacer a la ciudad como consumidor mas amigable con el medio ambiente.
- Tomar el caso de las ciudades del Valle de Copiapó, considerando la crisis hídrica que vive la región, el recurso es escaso y esta generando repercusiones en el desarrollo urbano.

Desde el enfoque propio de la arquitectura donde se integran los factores estéticos surgen los desafíos propios de abordar un tema que involucra diversas dimensiones:

- Involucrar el proyecto de arquitectura en una problemática urbana mayor, en el contexto de la relación de la ciudad y la Industria en el borde costero.

- Lograr integrar en un todo coherente los aspectos ambientales, urbanos, productivos y estéticos que requiere la intervención.

- La reconversión de los espacios degradados del borde costero, dándoles una nueva presencia en el paisaje urbano, creando así nuevos modos de relación con el habitante.

Por otra parte, es importante considerar que en un proyecto de estas características se hace fundamental el conocimiento de diversas disciplinas ocupadas en las problemáticas del territorio y el manejo de los recursos hídricos, es decir, requiere de equipos interdisciplinarios, aspecto que sobrepasa los alcances de este proceso proyectual, que se constituye más bien como una oportunidad para explorar estas temáticas desde la arquitectura. Sin embargo, para poder enfrentar este aspecto de la investigación, se ha optado por discutir los diversos alcances del proyecto con profesionales y expertos pertinentes a cada tema (geografía y recursos naturales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Hidráulica, etc.), con el fin de recoger la visión de diversas disciplinas relacionadas con los problemas que se enfrentarán en el desarrollo proyectual.

1.5_ VALIDACIÓN

El proyecto aborda una problemática social de la cual se desprende una problemática arquitectónica, profundizando en temas que van desde la crisis ambiental y el agotamiento de los recursos naturales, y la importancia de un desarrollo sostenible, hasta como debiese relacionarse una Arquitectura Industrial contemporánea, que implique todos los factores de sustentabilidad, en la ciudad. Reconociendo la necesidad de hacer a la ciudad como consumidor mas amigable con el medio ambiente.

CUADRO DE APROXIMACIÓN AL PROYECTO





2.0_ MARCO TEÓRICO

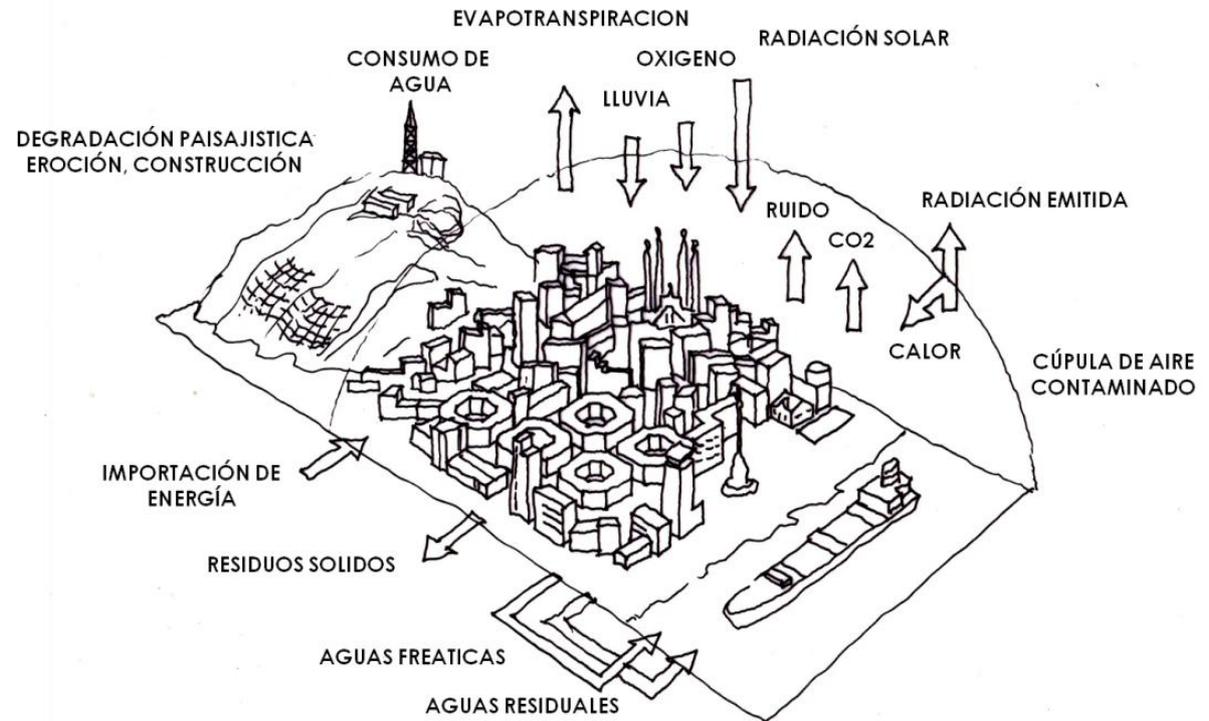
2.1_ AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

IMPACTO DE LA CIUDAD EN EL MEDIO AMBIENTE

Históricamente, las concentraciones humanas en territorios determinados, han derivado en una relación conflictiva entre el hombre y la naturaleza. Los efectos de la intervención humana sobre el medio ambiente son cada vez más perjudiciales, ya que esta continuará creciendo en escala e intensidad.

La percepción general respecto de la relación ciudad-medio ambiente, es que el crecimiento urbano es sinónimo de profunda transformación o destrucción del medio natural.

Los problemas ambientales de las áreas urbanas derivan principalmente de la concentración demográfica en un espacio reducido. La cantidad de recursos naturales necesarios para la población y la actividad urbana es enormemente superior al que la ciudad es capaz de producir. Por eso, los sistemas urbanos importan grandes cantidades de recursos que son transformados en bienes y servicios y parcialmente restituidos al ambiente en forma de residuos y emisiones.

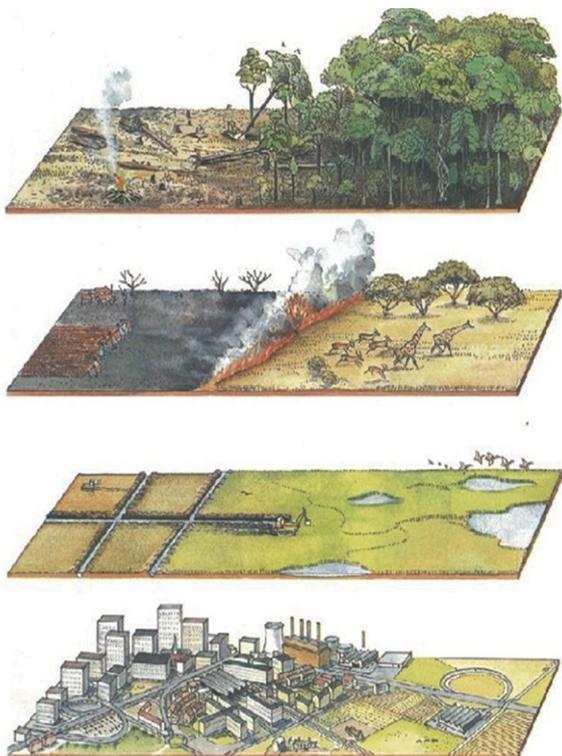


IMPACTO DE LA CIUDAD EN EL MEDIO AMBIENTE

Elaboración propia

“Los principales problemas ambientales asociados a las ciudades son el elevado consumo de los recursos naturales y territoriales, la contaminación y los residuos que se generan”

El elevado consumo de los recursos naturales y territoriales, viene de la mano de una serie de fenómenos; grado de urbanización, demanda energética y **consumo del agua**.



ESQUEMA DEL CRECIMIENTO URBANO Y MEDIO AMBIENTE

El Crecimiento Urbano conlleva un elevado uso de suelo que destruye vegetación natural, las tierras con vocación agrícola, las masas forestales, los humedales, los cauces fluviales, etc. Esto provoca la fragmentación y a veces la pérdida de los hábitats de especies faunísticas y vegetales. En definitiva desestructura los ecosistemas y crea importantes desequilibrios naturales.

La elevada demanda energética de las ciudades, ya sea para el abastecimiento de sus habitantes o para poder mantener su funcionamiento exige de la producción externa (centrales nucleares y eléctricas), lo que requiere además una explotación de las fuentes de energía (petróleo, gas natural o carbón) que en su mayor parte, son recursos naturales no renovables.

En las ciudades se consumen grandes cantidades de recursos hídricos. Para su abastecimiento es necesario la construcción de embalses, la captación de agua de acuíferos subterráneos, con estos procedimientos el agua del subsuelo se agota y la superficial rompe su ciclo natural y pierde su calidad.

Por otra parte las ciudades son los lugares donde se encuentran los valores de

contaminación más altos, sobre todo de contaminación atmosférica; el Dióxido de Carbono (gas invernadero), es el principal causante del Cambio Climático. El CO₂ es emitido en su mayoría por los vehículos pero también en un porcentaje muy importante por las calefacciones y aires acondicionados.

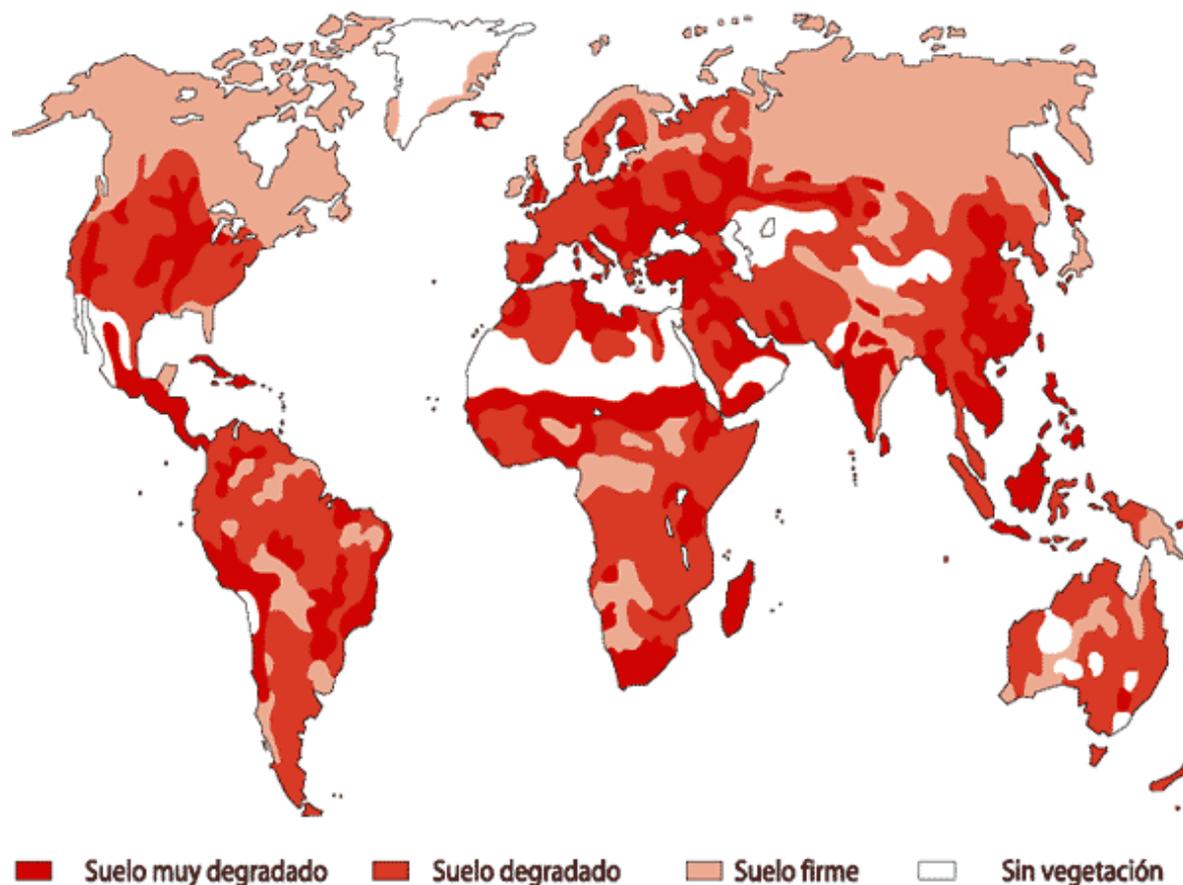


Dzerzhinsk, Rusia. Una de las ciudades más tóxicas del planeta. Durante la década de los noventa se desecharon más de 300 mil toneladas de residuos químicos sin tratamiento apropiado para reducir su peligrosidad. (Instituto Blacksmith, 2009)
Fuente: <http://quintogradomav.wordpress.com>

DEGRADACIÓN AMBIENTAL

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de la historia, en gran medida para resolver las demandas crecientes de alimento, **agua dulce**, madera, fibra y combustible. Esto ha traído como consecuencia considerables beneficios para el bienestar del ser humano y el desarrollo económico, pero también grandes costos ambientales a los ecosistemas explotados y a los diversos grupos de personas que se han visto perjudicadas por este proceso. La degradación ambiental puede ser definida como el conjunto de procesos que deterioran o impiden la utilización de un determinado recurso (el agua, el suelo fértil, el paisaje) por parte de la humanidad. De esta forma los procesos de degradación ambiental son entendidos como procesos socio económicos en tanto que imposibilitan la adecuada utilización de un recurso determinado.

“La degradación de los servicios de los ecosistemas (es decir, la merma persistente de la capacidad de un ecosistema de brindar servicios) está contribuyendo al aumento de



Mapa de degradación de suelo (GRID Arendal, 2001).
Fuente: <http://www.unep.org>

las desigualdades entre los grupos de personas, lo que, en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza y del conflicto social.” (5)

Los principales problemas relacionados con la gestión inadecuada que se está llevando a cabo de los ecosistemas del mundo son:

- El 60% de los ecosistemas se está degradando o se usa de manera no sostenible, **con inclusión del agua dulce**, la pesca de captura, **la purificación del aire y el agua**, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes.
- Las alteraciones hechas en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en los mismos (cambios acelerados, abruptos y potencialmente irreversibles), como son la aparición de enfermedades, **las alteraciones bruscas de la calidad del agua** o los cambios en los climas regionales.

En la actualidad, la mayoría de los generadores directos del cambio en los ecosistemas se mantienen constantes o están creciendo en intensidad en la mayor parte de los ecosistemas. Dentro de los principales

generadores directos de cambio en los ecosistemas, encontramos las alteraciones en los suelos y ríos, la sobreexplotación, las especies exóticas invasoras, la contaminación y el cambio climático.

Es importante señalar que Chile es considerado un país social, ambiental y económicamente vulnerable a estos procesos de deterioro ambiental y cambio climático,

por presentar zonas costeras bajas, áridas y semiáridas; áreas susceptibles a la deforestación o erosión, a los desastres naturales, a la sequía y desertificación; áreas urbanas altamente contaminadas, y ecosistemas frágiles. (6)



Santiago, Chile. Vista del valle en día de pre-emergencia ambiental debido a la contaminación del aire (2007) Fuente: <http://www.elpais.com>

(6) Ministerio del Medio Ambiente, 2da Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Chile, 2011.

DESERTIFICACIÓN

La desertificación es la degradación de tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, producto de la interacción de diferentes y complejos factores derivados de las actividades humanas y las variaciones climáticas. De acuerdo con esta definición, la desertificación no corresponde a la extensión de los desiertos, sino a la degradación de las tierras secas, que cubren más de la tercera parte de las tierras firmes del mundo, producto de su extrema vulnerabilidad a la sobreexplotación y al aprovechamiento inadecuado de la tierra.

Este fenómeno afecta aproximadamente a un 40% de la masa terrestre de nuestro planeta. De hecho, un 70% de todas las tierras secas están afectadas por la desertificación; los países menos adelantados son los más afectados por este fenómeno. (7)

En Chile, la desertificación ha sido catalogada como uno de los problemas socio-ambientales más agudos del país. Los territorios áridos y semiáridos, afectados por estos procesos, superan el 60% del territorio nacional, donde se concentran los mayores daños a los suelos, a la biodiversidad y a la productividad

silvoagropecuaria en general.

La huella más marcada de estas situaciones está en las cordilleras longitudinales y el Norte Chico (III y IV regiones).

La desertificación, la degradación del suelo y la sequía provocan impactos negativos en la disponibilidad, cantidad y calidad de los recursos hídricos, lo que se traduce en escasez de agua.

Los desafíos y retos que supone la escasez de agua para las poblaciones de las tierras secas se van a ver incrementados tanto en magnitud como en alcance. Dado que la población mundial es ya superior a los 6.000 millones de personas, algunos países han superado los límites de sus recursos acuíferos. Con el escenario actual de cambio climático, casi la mitad de la población mundial habitará áreas con grandes problemas de agua antes del 2030, lo que incluye a una población de entre 75 y 250 millones de personas en África. Además, la escasez de agua en algunas tierras áridas y semiáridas forzaría el desplazamiento de entre 24 y 700 millones de personas (WWDR 2009).



Mapa preliminar de zonas áridas en América del sur (AGRIMED 2004).
Fuente: <http://www.cazalac.org>

(7) Holtz, Uwe, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. CNUCLD, 2003.

DETERIORO DE CUENCAS

Los ríos son sistemas naturales enormemente dinámicos y complejos. Su principal función es el transporte del agua, sedimentos, nutrientes y seres vivos; pero además conforman corredores de gran valor ecológico, paisajístico, bioclimático y territorial, que enlaza montañas y tierras bajas. Es por ello que las redes fluviales constituyen un elemento clave en la dinámica ambiental y en la planificación territorial.

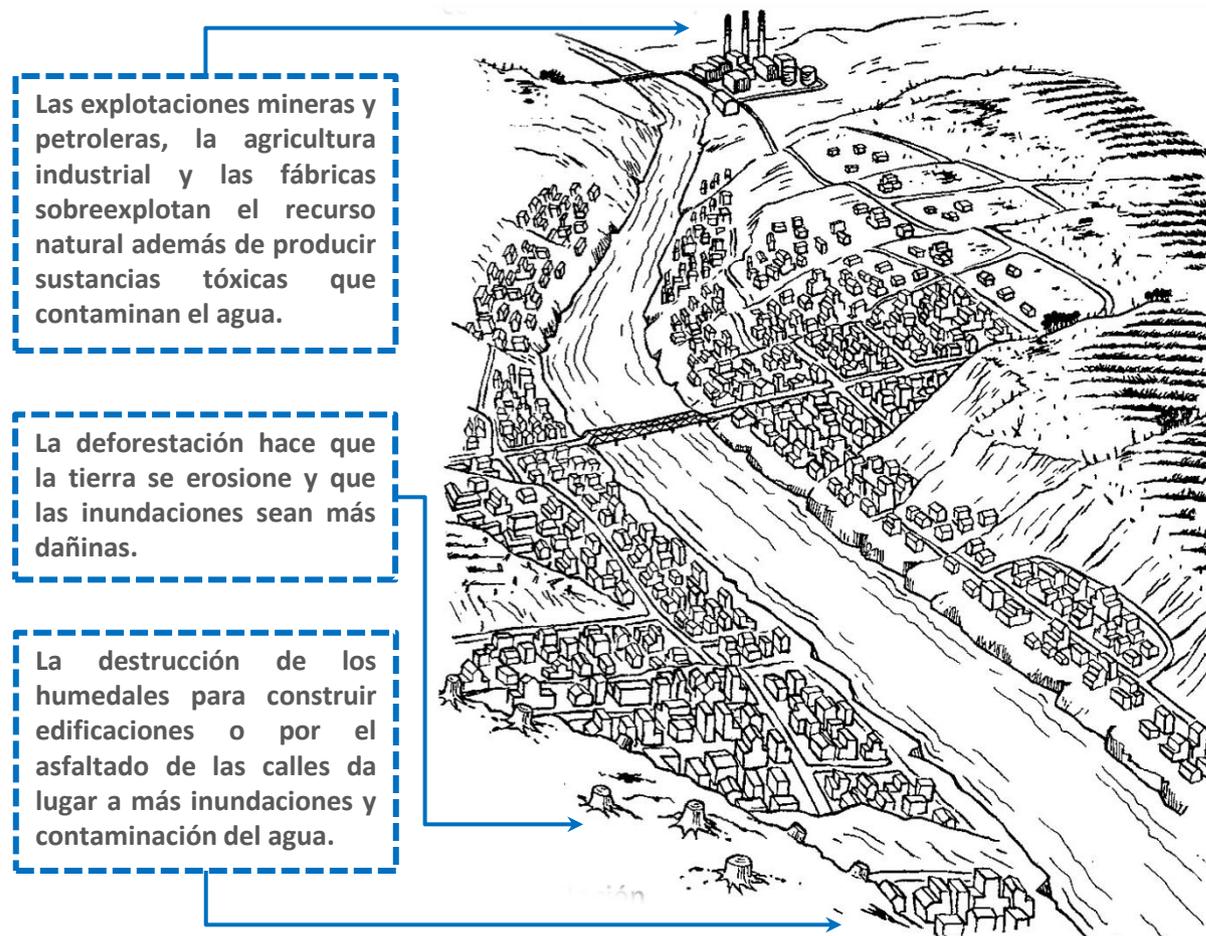
Para algunos expertos, los ríos y corredores ribereños son los espacios más dañados y amenazados del planeta.

En la actualidad, se calcula que el 80% de la población mundial, unos cinco mil millones de personas, vive en zonas donde los ríos sufren importantes amenazas. Debido a esto, el abastecimiento de agua dulce de gran parte de la humanidad está en riesgo, y además, el 65% de la biodiversidad que reside en los ríos también sufre las consecuencias de dicha degradación ambiental.

En el caso de Chile, el sostenido crecimiento económico y el desarrollo social experimentado por el país a partir de la

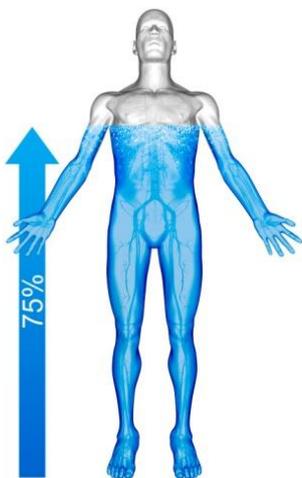
década del 90, ha generado demandas cada vez mayores sobre los recursos hídricos, así de

la Región Metropolitana al norte, las demandas superan el caudal disponible.



2.2_ LA CRISIS DEL AGUA

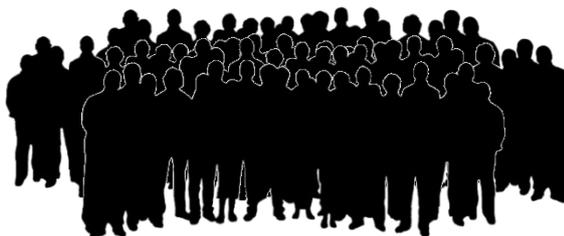
El Agua es el más importante de todos los compuestos y uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva, **sólo nuestro cuerpo esta conformado por un 75% de agua.**



“SIN AGUA NO HAY VIDA”

El agua es necesaria día tras día, no sólo para producir alimentos, tomar y mantener el cuerpo hidratado, sino además para mantener vivo el ecosistema que nos proporciona los recursos naturales que necesitamos para desarrollarnos como sociedad.

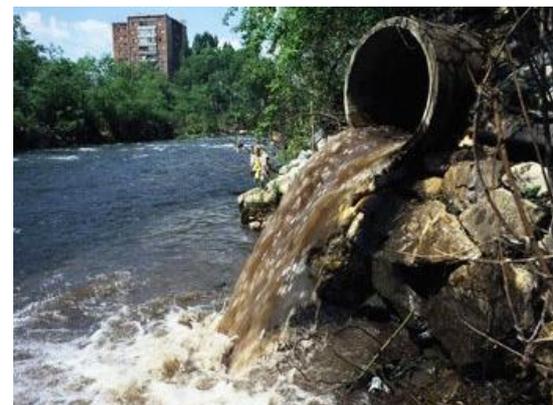
La Tierra, con sus diversas y abundantes formas de vida, que incluyen a más de 6.000 millones de seres humanos, se enfrenta en este comienzo del siglo con una grave **crisis del agua.**



En el 2050 la escasez de agua afectará a 7.000 millones de personas, Naciones Unidas advierte de la gran crisis del siglo XXI, agravada por el cambio climático. (8)

La tierra no tiene más agua que 2.000 años atrás, sin embargo estaba habitada por menos del 3% de la población actual. Con el crecimiento de la población en el mundo, la demanda de agua se esta elevando diariamente. Hoy en día los suministros de agua dulce son limitados y además existe sobre ellos la amenaza de la contaminación, **afectando directamente sobre la vida cotidiana de las personas, y sobre el crecimiento y desarrollo normal de las ciudades.** Por esta razón muchos países en el mundo enfrentan decisiones difíciles , ya que la demanda creciente de agua para regadío en la agricultura, el consumo domestico, la minería y la industria, esta imponiendo una dura competencia por la adjudicación de los escasos recursos hídricos.

Paradójamente las tres cuartas partes de nuestra superficie terrestre están cubiertas de agua, sin embargo sólo el 2,53% del total de agua existente en el planeta es dulce, de ese total aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentra inmovilizada en glaciares y en nieves perpetuas, sin contar además que otra gran parte los recursos de agua dulce se ven reducidos por la contaminación. **“Asimismo las estimaciones mas recientes sugieren que el cambio climático será responsable de alrededor del 20% del incremento de la escasez global mundial.”** (9)



CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Unos dos millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos. Con un 50% de la población de los países en desarrollo expuesta a fuentes de agua contaminadas.

(8) Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, “Agua para todos, agua para la vida” NACIONES UNIDAS, 2003/ <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

(9) Holtz, Uwe, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. CNULD, 2003.

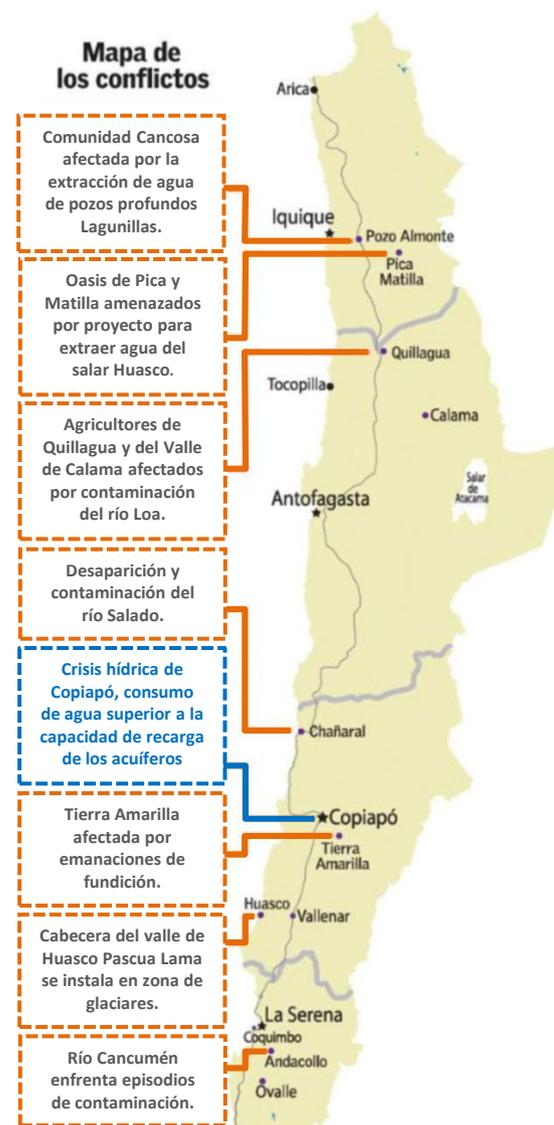
LA SITUACIÓN EN CHILE

Chile es un de los países privilegiados en cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos superficiales a nivel mundial, y cuenta con una de las mayores reservas de este recurso en Campos de Hielo Norte y Sur, en la zona austral. **Sin embargo, el agua está irregularmente distribuida a nivel nacional, debido a la diversidad geográfica y climática del territorio.** Mientras la zona norte del país es muy árida, con una disponibilidad de recursos hídricos menor a 500 (m³/habitante/año), en la zona sur existe gran abundancia, alcanzando en algunas regiones niveles de disponibilidad hídrica que superan los 160.000 m³/habitante/año.

Los actuales conflictos de acceso al agua en el país están estructuralmente vinculados a la aplicación del actual modelo de gestión, el cual centra los criterios de asignación de las aguas en criterios de oferta y demanda, poniendo a los recursos hídricos bajo fuerte presión, especialmente en las zonas donde estos son más escasos. El sistema de “libre competencia” entre los diferentes usos del agua, ha tenido como consecuencia la concentración de la propiedad sobre ellas en el sector eléctrico, minero y exportador, en

perjuicio muchas veces, del acceso al recurso para la mayoría de la población.

En Chile, en el desierto, especialmente el más árido del mundo, el recurso mas escaso y preciado es el agua. Es gracias al agua que conviven la minería, la agricultura y los asentamientos humanos. La escasez de agua en la zona norte del país, ha confrontado en las ultimas décadas, a las comunidades locales y campesinas con las empresas mineras, cuyas explotaciones y faenas se concentran en esas áridas regiones. De no solucionarse estos conflictos en los próximos años, cuando se prevé mayor precio del cobre y por tanto mayor expansión minera; ciertamente **se agravaran los impactos que hoy afectan a Tarapacá, Antofagasta y Atacama,** impactando también al crecimiento de las ciudades, e impidiendo el desarrollo de actividades locales en base áreas protegidas y a los notables valores paisajísticos de la zona. En la Provincia de Copiapó la situación es de extrema gravedad, debido a que el consumo de agua es superior a la recarga de los acuíferos. **El Gobierno en Septiembre del 2011 declara Zona de Escasez a la Cuenca del Río Copiapó.**



Fuente: Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales

SOLUCIONES

Frente a este contexto mundial, es de suma importancia formular y aplicar políticas y estrategias apropiadas para la conservación y mantención de las escasas reservas de agua dulce que existen hoy, regulando el uso del agua por medio de un consumo responsable y sustentable en el tiempo a través de una adecuada **educación ambiental**.

“El rol de la educación ha sido destacado en numerosas iniciativas de organismos internacionales, tanto para el logro de una mejor calidad de vida de las personas, como en sus niveles de satisfacción personal, pero sobre todo como una de las herramientas con que cuenta la sociedad para transformar su realidad. En este momento, donde la viabilidad del planeta y de sus especies se encuentra amenazada, la educación surge nuevamente como el mejor medio para superar los problemas sociales, económicos y ambientales existentes.” (10)

La Educación Ambiental es una herramienta fundamental para lograr el éxito de los procesos de gestión ambiental, ya que a través de ella se generan las capacidades y habilidades, y se transmiten los conceptos

necesarios para que la sociedad tenga un rol participativo en estos procesos.

En Chile se define como un: *“Proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía*

que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio físico circundante.” (11)

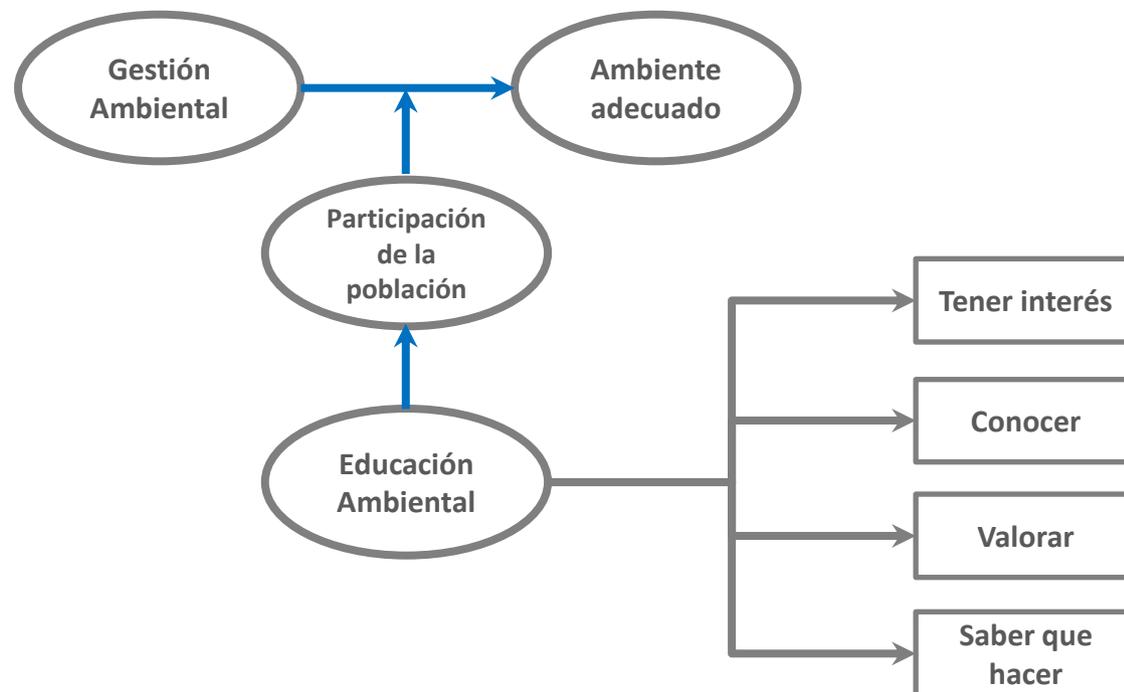


GRÁFICO DE RELACIONES GESTIÓN AMBIENTAL / EDUCACIÓN AMBIENTAL

Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA, Balance y perspectivas de la Educación Ambiental en Chile e Iberoamérica, 2010.

(10) UNESCO, Políticas, estrategias y planes regionales, subregionales y nacionales en educación para el desarrollo sostenible y la educación ambiental en América Latina y el Caribe –Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014, Santiago, 2009.

(11) Ley N°19.300 de bases Generales del Medioambiente, www.mma.gob.cl.



EL AGUA EN UN MUNDO EN CAMBIO,
Fuente Esquema: 3er Informe de las Naciones
Unidades sobre el desarrollo de los recursos
hídricos en el mundo.

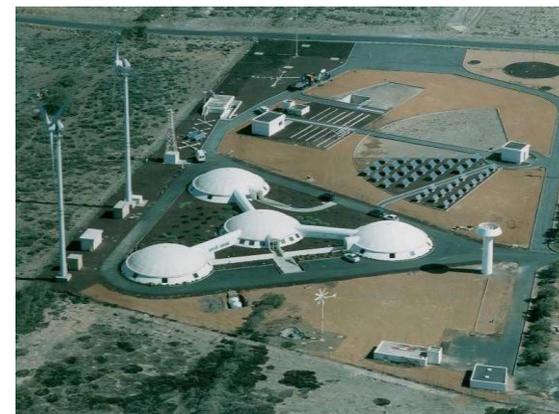
Sin embargo, por ir la población mundial en fuerte alza es oportuno buscar nuevas soluciones que aseguren el abastecimiento al ser humano en el futuro. Países como España, Arabia Saudí, EE UU, entre otros, donde la escasez de agua ya ha comenzado a notarse, se vieron obligados a buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable.

La solución fue aprovechar las aguas que son consideradas saladas en el mundo, 97,5% y convertirlas en agua dulce a través de plantas desaladoras.

En España por ejemplo, la ex-ministra del Medio Ambiente, Elena Espinoza aseguró que la desalación del agua del mar constituye un recurso hídrico de importancia estratégica, y es una solución efectiva, sostenible y modular en calidad y en cantidad. **Hoy en España 3 millones de personas consumen agua desalada y se triplicara en los próximos años.**

La producción de agua desalada sitúa a España en cuarto lugar a nivel mundial, detrás de Arabia Saudí, EEUU y Emiratos Árabes, con una producción de 5 millones de metros cúbicos al día, que se destinan al

abastecimiento de la población y a la agricultura. (12)



Planta desaladora Autosuficiente de Canarias, España. Con una capacidad de 5.000 m³/día, impulsada por energía eólica y paneles fotovoltaicos.

(12) <http://blog.securibath.com/?p=8760>

2.3_ INDUSTRIA DE LA DESALACIÓN

DESALACIÓN

Tecnología que consiste en retirar la sal del agua marina o salobre, para convertirla en un recurso aprovechable tanto para el abastecimiento humano, como para riego o usos industriales, es una técnica que puede aumentar significativamente los recursos hídricos y en consecuencia aminorar déficits de la demanda.

Tecnología de desalación

Las tecnologías de desalación son muy variadas, pero en términos generales se pueden clasificar en 2 tipos:

- **Técnicas basadas en la Evaporación** por acción de los procesos térmicos o de los procesos por compresión.

- **Técnicas de separación de las sales mediante membranas semipermeables** que puede ser a través de diálisis, electrodiálisis o microfiltración, esta última llamada también Osmosis Inversa.

La técnica que se describe en este proyecto utiliza la tecnología de desalación por osmosis inversa, ya que las centrales que se basan en

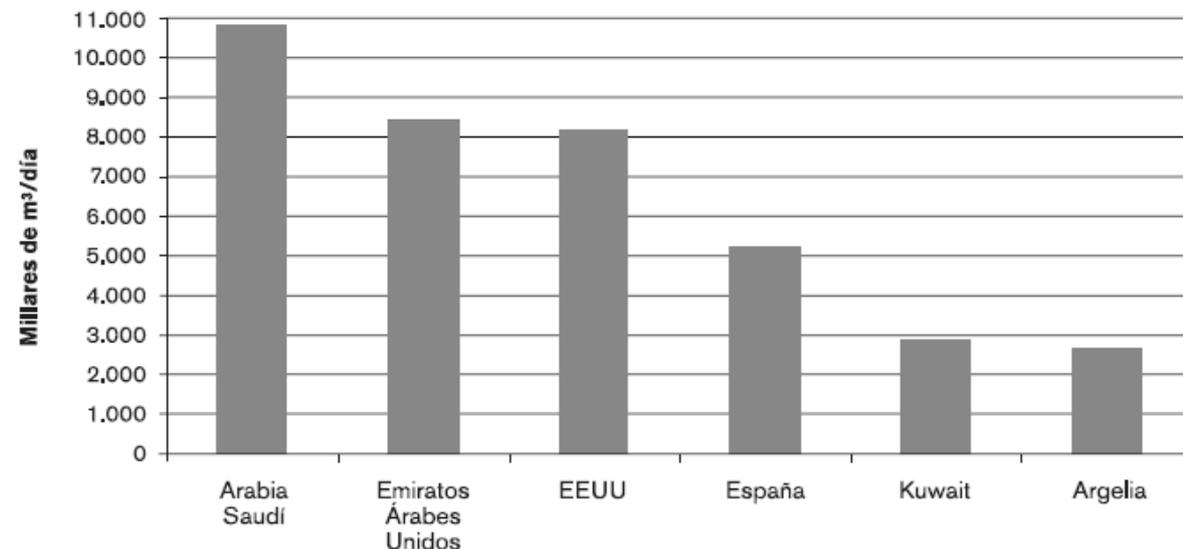
el uso de esta técnica son mucho más eficientes en producciones de agua desalada. En cambio las tecnologías de evaporación utilizan cantidades de energía mucho más elevadas y sólo son rentables si producen cantidades de agua desalada muy grandes.

SITUACIÓN MUNDIAL

El crecimiento mundial de las tecnologías de desalación para producir un suministro fiable de agua dulce ha sido muy notable en los

últimos años, lo que indica que esas tecnologías se han empleado más que nunca para hacer frente a la gran sequía mundial y a la búsqueda de nuevas fuentes de agua dulce.

Además el 39% de la población mundial vive a una distancia inferior a los 100 km del mar. Por esta razón, la desalación se ha convertido en una alternativa para el abastecimiento de agua en las zonas urbanas con elevada demanda y recursos escasos. En el año 2009, la capacidad de desalación del planeta fue, aproximadamente, de 52.000.000 m³/día.



CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE AGUA DESALADA DEL PLANETA
Fuente: <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/71/350/a350.pdf>

DESALACIÓN EN CHILE

La tecnología de la desalación en Chile, si bien es pionera a nivel sudamericano, esta recién comenzando, y se sitúa en el norte del país. En la actualidad hay plantas ya construidas como también en etapa de proyecto. En el mapa siguiente se puede observar por región las plantas de las que se tiene conocimiento ya construidas o en etapa de diseño, y se puede observar que el tamaño de las plantas van desde los 100 l/s hasta los 3.200 l/s. Este último valor corresponde al proyecto de Minera Escondida que es el proyecto más ambicioso de toda América del Sur.

La ciudad de Arica cuenta con una planta desaladora de aguas salobres, es decir de aguas subterráneas de alta concentración mineral. Antofagasta por su lado, cuenta con dos plantas desalinizadoras de agua de mar, una para el consumo de agua potable de la ciudad y la otra exclusiva para la minería, proceso que requiere gran cantidad de agua. Actualmente se están desarrollando los diseños de una planta en Tocopilla y otra en Taltal.

En la tercera región en cambio se esta implementando esta tecnología para los procesos mineros, siendo la minera Candelaria la pionera en la actual construcción de una planta de Osmosis Inversa al norte de la

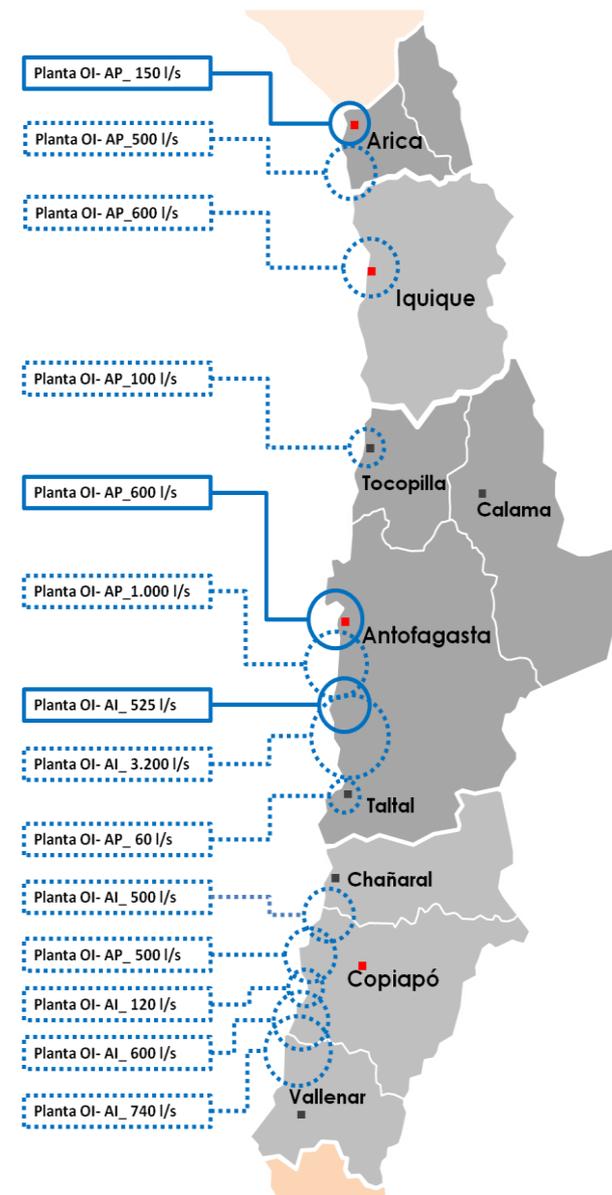
comuna de Caldera. En el futuro se piensa la construcción de una planta desaladora para el consumo de Agua Potable, dependiente de Aguas Chañar, y subsidiada por el Gobierno, debido a la crisis hídrica que vive actualmente la región. Esta última es la abordada por el presente proyecto de título.



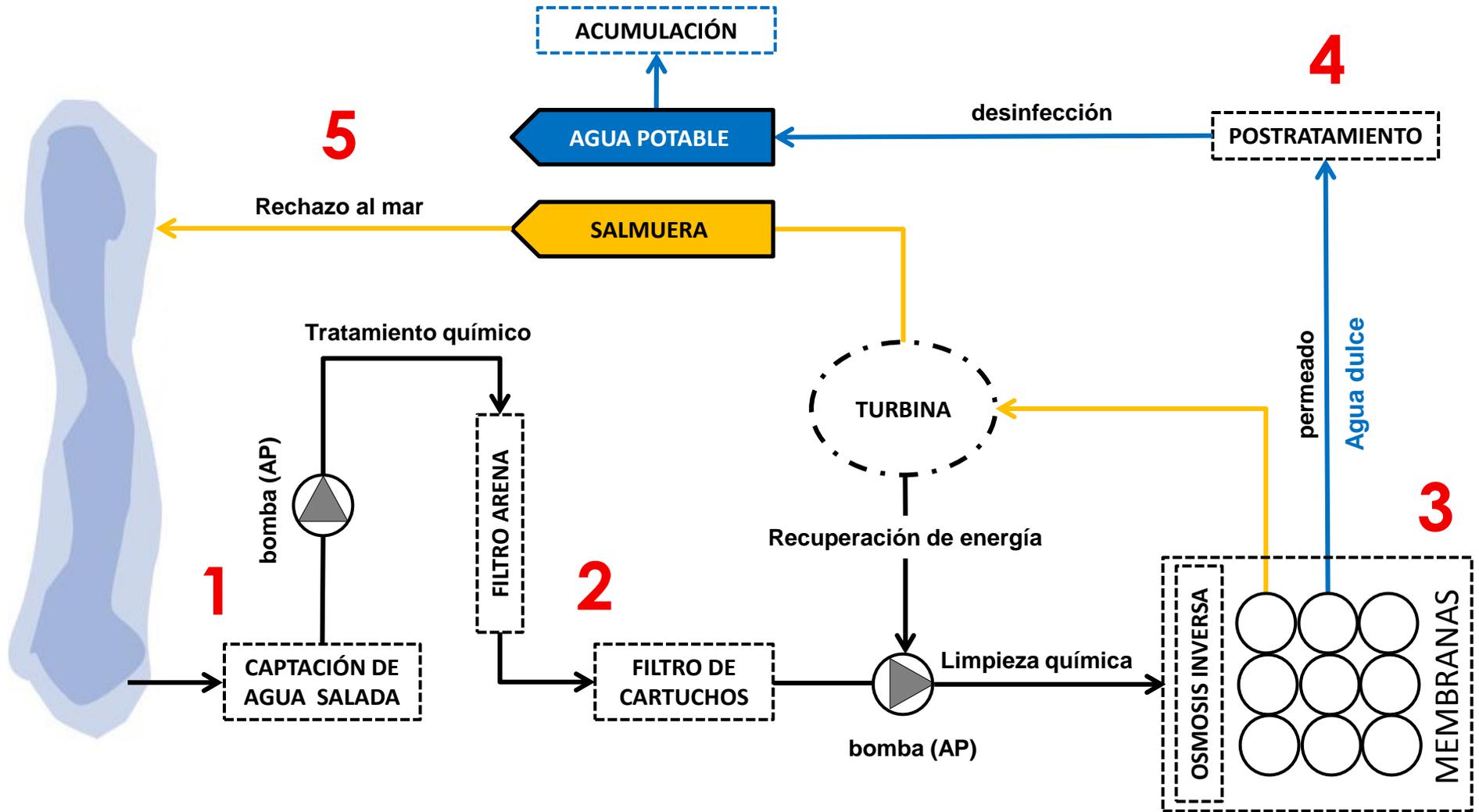
Planta Desaladora de Agua Antofagasta para el consumo de Agua Potable, sector la Chimba.

SIMBOLOGÍA MAPA: DESALACIÓN EN EL NORTE DE CHILE

	PLANTA CONSTRUIDA
	PLANTA EN ETAPA DE DISEÑO
AP	PARA CONSUMO DE AGUA POTABLE
AI	PARA CONSUMO DE AGUA INDUSTRIAL



FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DESALADORA



1. CAPTACIÓN DE AGUA DESDE EL MAR

Se realiza a través de un emisario de aducción de agua de mar, el cual está compuesto por una tubería de 1m de diámetro aproximadamente, (imagen A) que en un extremo conecta la sala de impulsión de agua de mar y en el otro con una estructura de hormigón armado, denominada “chupador” (imagen B). Este último se debe construir entre 100 y 200 metros de la costa y a una profundidad de hasta 30m para evitar succionar agua contaminada. La sala de impulsión debe contener las bombas de alta presión que llevaran el agua hasta el inicio del proceso de desalación.



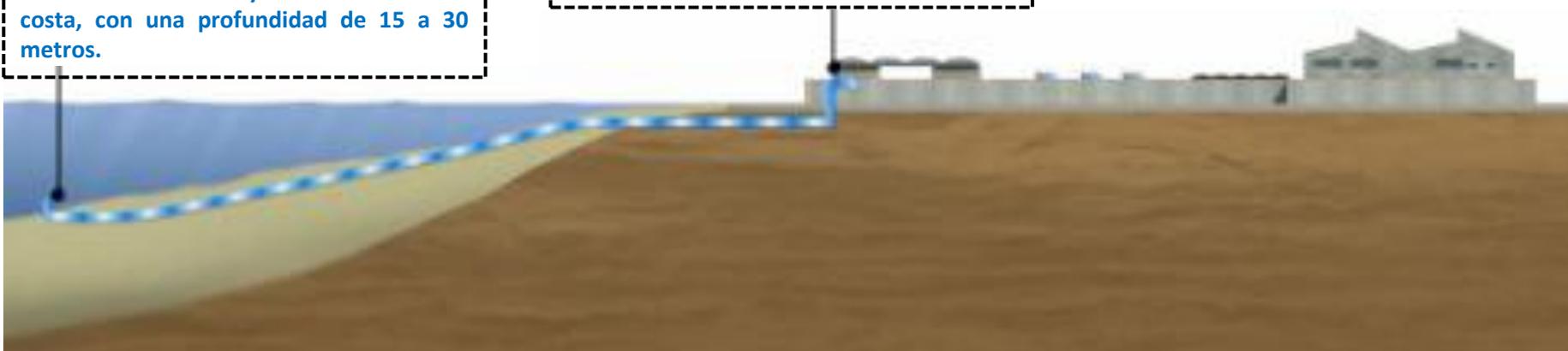
A



B

Toma de agua: Se encuentra a una distancia entre 100 y 200 metros de la costa, con una profundidad de 15 a 30 metros.

El agua llega a la planta a una temperatura de 15 a 20 grados C



2. TRATAMIENTO INICIAL

Pre tratamiento químico:

El agua de mar se almacena de manera temporal en grandes depósitos, donde se analiza y se mezcla con cloro y coagulante.

Tratamiento físico:

Este se realiza mediante dos procesos, filtros de arena y filtros de cartucho.

Los **filtros de arena** (imagen C) son depósitos metálicos dispuestos horizontalmente y en cuyo interior se encuentra un lecho filtrante de arena de cuarzo. Su función es retener las partículas de mayor tamaño provenientes del agua de mar, éstas principalmente son de origen orgánico.

Los **filtros de cartucho** (imagen D) son depósitos metálicos dispuestos verticalmente, y cuyo interior contienen 116 cartuchos cilíndricos de polipropileno (imagen E). Su función es retener las partículas que no han sido retenidas en los filtros de arena. En los cartuchos quedan retenidas todas las partículas superiores a 5 micras, con esta filtración el agua está en condiciones para entrar en las membranas de osmosis inversa.

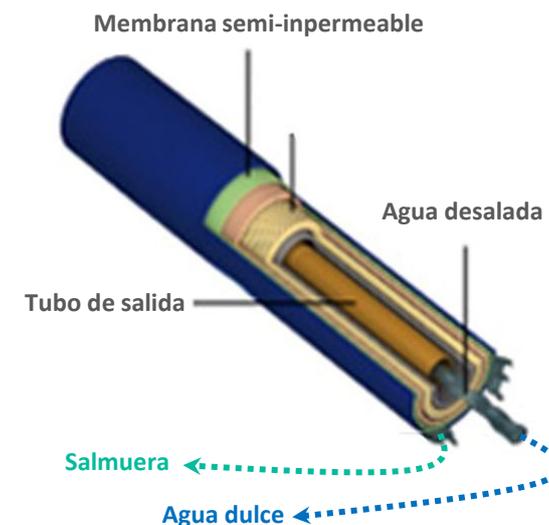


3. PROCESO DE OSMOSIS INVERSA [OI]

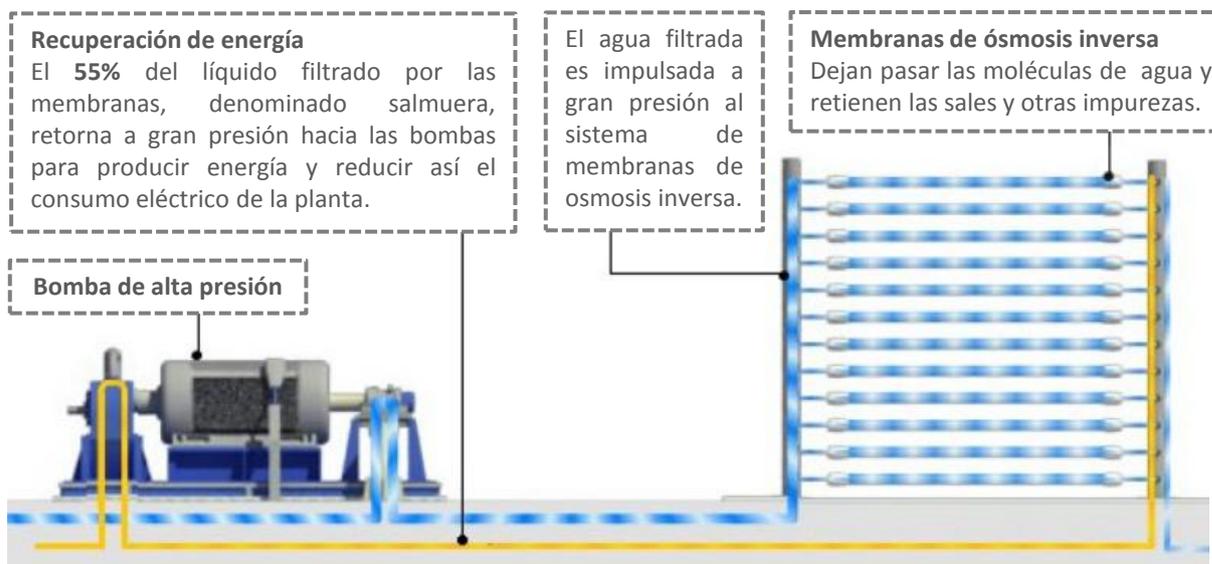
La osmosis es un proceso natural que equilibra dos sustancias que contienen elementos sólidos separados por una membrana. es decir, si se hace pasar agua salada naturalmente a través de una membrana, se dividirá en dos partes iguales, con exactamente la misma salinidad.

La osmosis inversa, en cambio, es el proceso donde se invierte esta tendencia de equilibrio. Esto se logra al ejercer una alta presión al proceso natural, por lo tanto, el agua salada al momento de pasar a través de la membrana tenderá a separar a un lado el agua salada y al otro el agua dulce.

Una vez que el agua ha pasado por las etapas de pretratamiento químico y tratamiento físico, comienza el proceso de Osmosis Inversa que se genera en dos etapas. El agua salada pasa por una bomba de alta presión que la acelera para pasarla por los bastidores donde se produce la desalación (imagen F). Después de pasar por estas dos máquinas, el agua queda dulce. Una parte de la energía necesaria para hacer funcionar la bomba de alta presión es suministrada por una turbina de recuperación de energía, conocida como Pelton. Esta aprovecha la alta presión a la que sale la salmuera para mover una rueda con alabes que suministra energía de soporte para hacer funcionar la bomba de alta presión.



El consumo eléctrico de los bastidores más las bombas suman el 40% del gasto total del proceso de desalación



4. POSTRATAMIENTO Y ACUMULACIÓN DE AGUA POTABLE

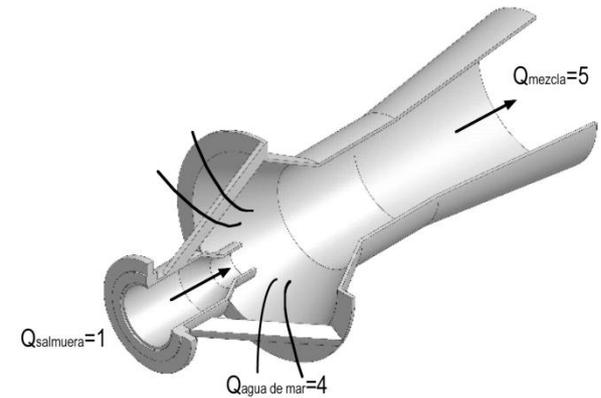
El agua obtenida del proceso de Osmosis Inversa es agua totalmente destilada. Para convertirla en agua potable se debe decantar por medio de estanques de dolomita (imagen G). Estos tienen la función de ajustar el Ph final del agua osmotizada, mediante la adición de calcio y magnesio, los depósitos que componen los filtros contienen la dolomita, y al pasar el flujo de agua a través de ellos disuelve gradualmente la piedra de naturaleza cálcica, logrando ajustar la calidad final del agua de acuerdo a la norma establecida (1). Posteriormente se acumula en el estanque principal, el cual esta conectado directamente a la red de agua potable (imagen H).



5. LA SALMUERA ES DILUIDA EN EL MAR

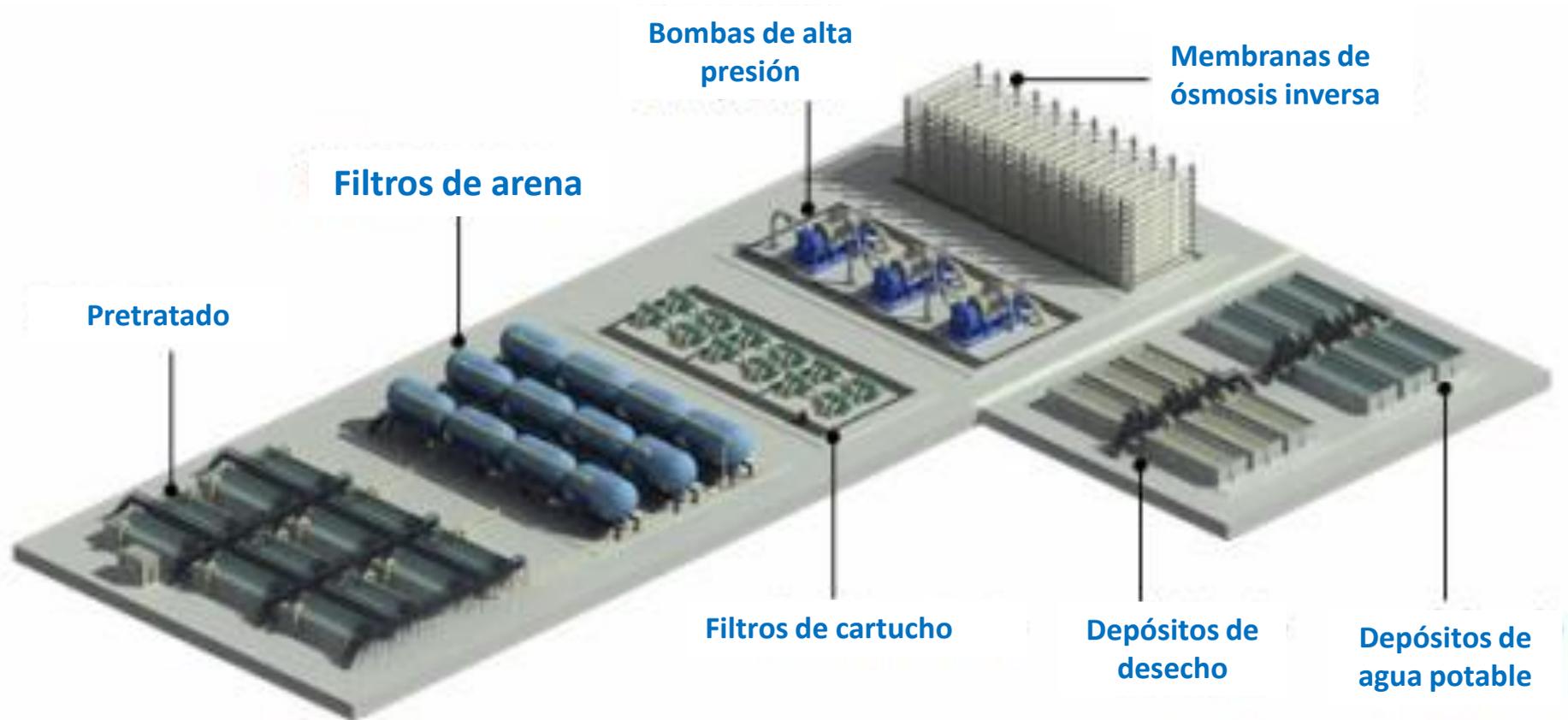
El proceso de osmosis inversa genera dos tipos de aguas, las blandas y duras. Se denomina blanda al agua con poco o cero concentración de minerales y duras a las que contienen minerales en alta cantidad. De todo el proceso, 1/3 del total de agua que ingresa a la planta se desaliniza y los 2/3 restantes absorben esa sal. Esa agua dura con alta concentración de sal se denomina salmuera, la

que es devuelta al mar por un emisario especialmente construido. Sin embargo, estudios en diversas zonas han demostrado que la mayor densidad de la salmuera hace que ésta se extienda por el fondo del mar causando importantes daños en el ecosistema marino. Este efecto perjudicial de la salmuera se soluciona actualmente buscando zonas alejadas lo que conlleva un considerable costo de infraestructuras. Otra alternativa son los eductores que generan un rápido aumento de la velocidad del agua en la boca del eductor lo cual produce un descenso de la presión y por tanto un efecto de succión conocido como efecto Venturi, mezclando de forma equitativa la salmuera con el agua de mar, generando cero impacto ambiental.



ESQUEMA GENERAL DE UNA PLANTA DESALADORA DE OSMOSIS INVERSA

Las plantas desaladoras de osmosis inversa, como se explica anteriormente, se compone de varios depósitos, bombas y filtros por los que fluye el agua para su potabilización.



2.4_ AGUA, CIUDAD Y ARQUITECTURA

El agua en la arquitectura es un elemento dinamizador que forma parte con su presencia ineludible. El desarrollo de una ciudad puede medirse por la forma como se relaciona con el agua. La presencia de esta en sus diferentes formas puede determinar el carácter de una ciudad a través del diseño urbano o de los recursos arquitectónicos, ingenieriles o urbanísticos que emplea en resolver los problemas técnicos que genera la domesticación de los cursos de agua, su distribución y su tratamiento. Ciudades como Venecia o Amsterdam han debido ingeniárselas para habitar entre confusos y laberínticos canales para poder desarrollar su ciudad. O ciudades como Paris y Praga desarrollar una imponente y magnífica arquitectura de borde río y puentes para generar un borde costero. O los romanos, que a través de acueductos y fuentes públicas espectaculares proporcionaron a su población agua potable.

“Una ciudad debe reunir cinco condiciones: agua corriente, tierras fértiles, bosque cercano, murallas sólidas y un jefe que mantenga la paz y la seguridad de los caminos. Pero la más primordial es el agua.”(13)



CANALES DE VENECIA

ACUEDUCTO ROMANO

(13) Ibu Abn Zar. Agua, Ciudad y Arquitectura. Humberto Eliash 2006

Fuente Imágenes: Memoria Proyecto de Título, Universidad de Chile_ Facultad de Arquitectura y Urbanismo “Planta Desaladora para Arica” Joaquín Riesco, 2009



CIUDAD DE VENEZIA / VISTA AÉREA

2.5_ ARQUITECTURA INDUSTRIAL

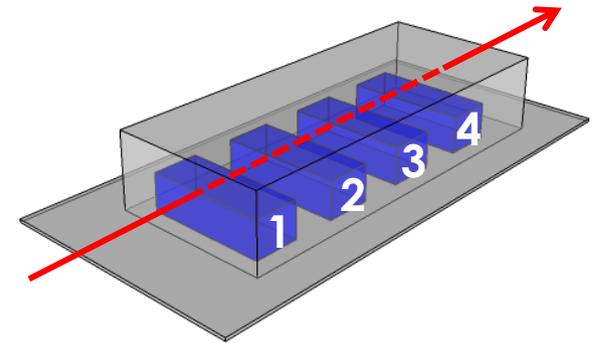
ARQUITECTURA INDUSTRIAL COMO EDIFICIO

La arquitectura industrial se concibió durante gran parte del siglo XX a partir de la funcionalidad, según la cadena de producción y tipo de maquinaria, creando una tipología de largos edificios de planta simple con estructuras metálicas de grandes luces. En la actualidad con la inclusión de la sostenibilidad y apertura a la transversalidad con otras disciplinas, la arquitectura industrial se diseña como un contenedor de actividades, que no necesariamente se define por estas.

Cada vez es más común ver industrias abiertas, que incorporan a la comunidad que las rodea. Complejos industriales preocupados tanto de las condiciones ambientales de su edificio como de la producción interior. **Por lo tanto el desafío arquitectónico no es solo dar cabida al *layout programático* que tiene una industria, sino que también lograr que el edificio represente las virtudes de la industria, a través de su arquitectura.**

Dentro de esta búsqueda y una nueva percepción de la Arquitectura Industrial una condición primordial es no modificar, ni alterar por medio del diseño las solicitaciones programáticas, sino asumir las nuevas tendencias en la Arquitectura Industrial que tiene que ver con:

- 1. Aporte a la integración del edificio en el contexto** donde se emplaza el proyecto, incorporando variables culturales, económicas y espaciales específicas al momento de proyectar.
- 2. Una exploración material y estructural**, que permita aprovechar las nuevas tecnologías con tal de diseñar de una manera óptima, aprovechando al máximo las capacidades de los materiales e incorporando un carácter propio al edificio y su proyección.
- 3. Exploración del espacio urbano y su impacto en la ciudad.** El edificio industrial deja de ser un objeto introvertido, sino que dialoga a través de su extensión, escala y morfología.

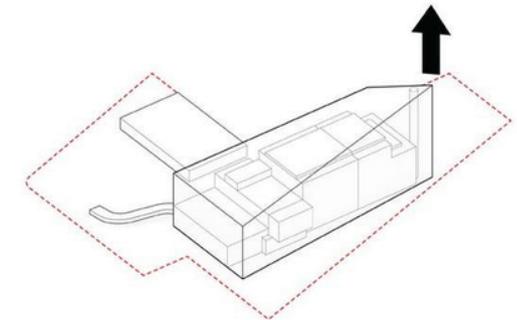
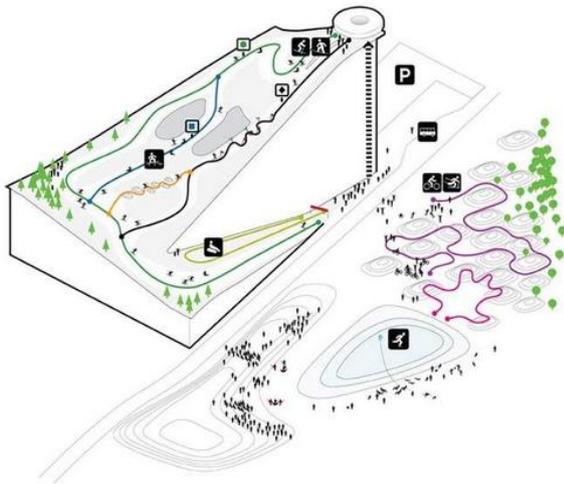


Esquema industria contenedora de actividades
Fuente: Elaboración propia

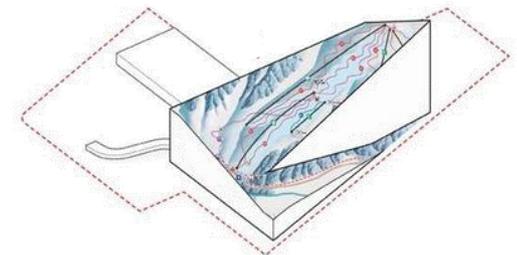
**GRUPO BIG ARQUITECTOS / CONCURSO 1º
LUGAR: PLANTA DE ENERGÍA DE RESIDUOS Y
ESQUÍ EN COPENHAGUE**

Este proyecto de arquitectura industrial plantea la idea de que la sostenibilidad no es una carga, sino que una ciudad sostenible pueden mejorar la calidad de vida. La planta de generación de energía de residuos con una pista de esquí es el mejor ejemplo de una ciudad y un edificio que son ecológicos, económicos y socialmente sostenibles.

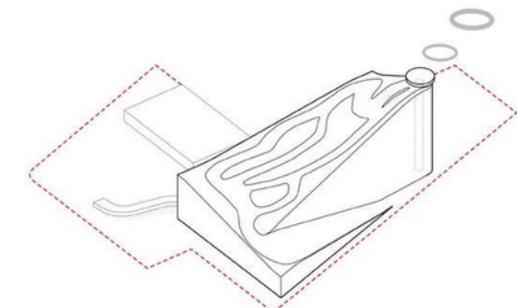
Desde la educación ambiental, la chimenea de la planta se ha modificado para que emita bocanadas de anillos de humo cada vez que una tonelada de residuos es quemada, generando una conciencia colectiva.



**LAYOUT INDUSTRIAL Y FORMA
ARQUITECTÓNICA**



PISTA DE ESQUÍ EN LA CUBIERTA



CHIMENEA

ARQUITECTURA DEL PAISAJE

“La actual renovación del paisajismo utiliza enfoques de realidad muy diversos, categorías en principio muy heterogéneas –diseño del espacio público, medio ambiente, ordenación territorial, gestión agroforestal, control de los recursos naturales– que se superponen para intentar definir un nuevo modelo de espacio libre para una ciudad sostenible.” (14)

En términos generales, diremos que la Arquitectura del Paisaje se constituye como una **plataforma metodológica, conceptual y técnica, capaz de mediar entre los desafíos ambientales y culturales del territorio que habitamos, tanto a nivel local como global, desde una posición integradora entre diversas disciplinas derivadas de las ciencias sociales, las ciencias naturales y el arte.**(15)

Las tendencias contemporáneas en el diseño y manejo de espacios urbanos dan cuenta del valioso aporte de la Arquitectura del Paisaje a la gestión sustentable del territorio, **pretende de algún modo el:**

- a. **Mejoramiento de la calidad de vida del hombre.**
- b. **Una relación equitativa entre el hombre y**

el medio natural.

Por otra parte, las tendencias más recientes hacen énfasis en la **eficiencia energética y la sustentabilidad ecológica, estableciendo**

estrategias de actuación orientadas hacia una estética ambiental coherente con la biogeografía de los climas mediterráneos y semidesérticos, propios de países como Chile.(16)



Germán del Sol, Termas de Puritama, San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta.

Fuente: <http://www.germandelsol.cl/fotospuritama.htm>

(14) Batlle I Durany, Enric, Los nuevos paisajes de la metrópoli, en Paisaje y Territorio, Abada editores, Madrid, 2008.

(15) Moreno, Osvaldo, Arquitectura del Paisaje, una disciplina transversal e integradora, Revista Ciudad y Arquitectura Nº 147, Santiago, 2011.

(16) Moreno, Osvaldo, Arquitectura del Paisaje: Retrospectiva y prospectiva de la disciplina a nivel global y latinoamericano. Enfoques, tendencias, derivaciones, Revista de Arquitectura Nº 19, Santiago, 2009.

ARQUITECTURA Y BORDE COSTERO

Chile como un país inminentemente costero posee grandes extensiones de borde mar. Para las ciudades que cuentan con mar, los terrenos que se enfrentan al agua, y en particular los puertos han sido desde años lugares estratégicos de gran importancia.

El borde costero es un espacio territorial de tierra y mar definido y delimitado. Legalmente es un Bien de Uso Público, por ello y desde la mirada arquitectónica y urbanística el BC es un espacio público por excelencia. De aquí la importancia paisajística a la de hora de proyectar en el borde costero, al mismo tiempo es importante reconocer:

1. **El borde costero como un espacio integrador;** esto permite entender que el BC no es una línea o límite, sino un espacio que conecta y es el soporte de diferentes actividades.
2. **El borde costero como un espacio de transición;** el BC es un punto de entrada y salida, al colindar con la tierra y el mar. Una de sus formas de extensión es a través de los muelles, como interpretación de este espacio intermedio.

En esta instancia es importante destacar que el proyecto de título se enmarca en una condición paisajística que reconoce esta

relación de tierra – mar, y que busca dar respuesta a través de una propuesta urbana y arquitectónica integrada.

HILL THALIS ARCHITECTURE / SIDNEY / PIRRAMA PARK

Este proyecto define un parque, juntando lo artificial y lo natural a través del BC como soporte. Si bien es de una escala mayor, por la ciudad en que se emplaza, se convierte en un proyecto relevante a la hora de plantear un recorrido por el BC y la forma de acceder al mar a través de distintas instancias.



Pirrama Park

Fuente: Fuente .architecture.com



3.0_CONTEXTO

3.1_ EL DESIERTO DE ATACAMA

El desierto de Atacama es el desierto más árido del mundo, el promedio de lluvias es inferior a 1 cm anual y en algunas zonas interiores no ha llovido en 400 años.

Es un territorio vacío de aproximadamente 3 millones de años de antigüedad con apariencia de piedra, arena y tierra, siendo en su pasado un lecho marino. Se divide en cuatro pisos ecológicos; la costa, la pampa, la precordillera y el altiplano.

El desierto, además de ser un paisaje natural de incalculable valor, ha significado para Chile en el último siglo una zona territorial clave para el desarrollo nacional, dado que es rico en recursos minerales metálicos como cobre, oro, plata y también hierro, además de minerales no metálicos.

La explotación de los recursos minerales, a lo largo del siglo XX, tuvo como consecuencia la puesta en marcha de un conjunto de operaciones integradas de infraestructura que incluyó la construcción de obras industriales, edificios de equipamiento, viviendas e

infraestructuras portuarias, para ocupar y explotar el recurso a lo ancho del territorio, contribuyendo al desarrollo de los centros urbanos. *“La Industria minera ha configurado diversas escalas regionales de actuación y ha establecido relaciones territoriales. Asimismo, el desarrollo social y económico alcanzado en la regiones del norte del país, con especial expresión en los centros urbanos, constituye un legado fundamental resultante del impacto de la minería.”* (17)

Sin embargo, así como ha sido responsable hoy de mejores índices de crecimiento y bienestar, establecidos firmemente sobre la base de una actividad que genera interrelaciones económicas perdurables en el tiempo entre múltiples empresas con diversos grados de innovación, y que generan un efecto de demostración virtuoso sobre la sociedad en su conjunto. También es responsable del impacto ambiental, principalmente de la escasez hídrica que se vive en el norte del país, y que hoy esta afectando la calidad de vida de las personas en la ciudades, llegando incluso a escasear el recurso para el consumo humano; esto debido al uso indiscriminado del agua, **justamente en el desierto, en el más seco del mundo, donde el agua es el bien más escaso y preciado.**



Desierto de Atacama

Fuente Imagen:

<http://www.skyscraperlife.com/chile/9811-bellezas-naturales-de-chile.html>

(17) EURE vol. 36 | N° 107 | abril 2010 | pp. 93-108, “Del asentamiento minero al espacio continental; Chuquicamata (Chile) y la contribución de la minería a la configuración del territorio y el desarrollo social y económico de la Región de Antofagasta durante el siglo XX. EUGENIO GARCÉS FELIÚ (Doctor Arquitecto y profesor Titular de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.)



Vista Aérea de la Ciudad de Copiapó, en el desierto de Atacama

3.2_ LA CRISIS HÍDRICA DE LA III REGIÓN

La cuenca del río Copiapó, que pertenece a la III Región de Atacama, abarca las comunas de Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera. Geográficamente la superficie de la cuenca, de aproximadamente 18.400 km², equivale al 25% de la superficie total de la Región. La población de las ciudades emplazadas en la cuenca son: Copiapó (capital regional) con 158.438 habitantes, Tierra Amarilla con 13.507 habitantes y Caldera con 16.070 habitantes según Censo 2012.



La Cuenca de Copiapó
Fuente Imagen: (18)

El Río Copiapó que cruza la capital de la región, ciudad sobre la cual se cierne la irreversible amenaza de la escasez de agua, presenta una sobre explotación, debido a un

indiscriminado otorgamiento de derechos de agua, los que superan la capacidad hídrica de la cuenca. **“Si hoy todos los que obtuvieron derechos de agua los utilizaran al mismo tiempo, se entraría en una de las más grandes crisis hídricas del país.”**(18)

Chile ha tenido, desde la era del “Derecho de Aguas Codificado” cuatro Códigos: 1950; Ley de Reforma Agraria (o Código de 1969); Código de 1981 y su reforma a través de la ley 20.017 en el 2005, es una regulación principal que se centra en las condiciones o requisitos que exige el Estado para otorgar el aprovechamiento exclusivo del agua: se comienza con un Código que establece un vínculo entre uso efectivo y otorgamiento, el cual se intensifica en 1967, pero que termina por dividir el uso efectivo del otorgamiento, en el año 1981. Su consecuencia fue el otorgamiento indiscriminado de derechos de agua sin estudios adecuados.

En la cuenca de Copiapó, las ciudades de Copiapó, Tierra Amarilla y Caldera son abastecidas de agua potable exclusivamente a través de aguas subterráneas que se captan en la misma cuenca. Algunas informaciones de prensa, aseguran que los pozos se secan en Copiapó y agudizan la crisis por falta de agua.

“Según estudios encargados por la Dirección General de Aguas (DGA), los 20 pozos entregados en concesión a la sanitaria Aguas Chañar -que abastece a la región- tenían una baja proyectada en los niveles de las napas recién para el 2016. Pero hoy sólo dos de ellos están operativos, y los otros 18 ya se secan. Esto obligó a que el año pasado la empresa construyera de emergencia 22 nuevos pozos, pero estos también se están secando, y rápido. En los últimos 15 días, los pozos han descendido diez metros, cuando el promedio de descenso era de un metro al mes, afirma Diego Barros, gerente de Aguas Chañar. Además, el agua aparece cada vez a mayor profundidad. Si en el 2006 esta se podía encontrar a los 53 metros, hoy es necesario excavar sobre los 73 metros para hallarla. Esta escasez hace que la sanitaria abastezca con lo justo a la ciudad. Copiapó tiene una holgura mínima de agua para consumo humano. Cualquier falla en el sistema puede traer trastornos que podrían afectar a siete mil clientes, con bajas de presión y cortes, dice Barros.” (19)

El 15 de septiembre del 2011, el Gobierno declara zona de escasez a la cuenca del río Copiapó.

(18) Informe Programa Chile Sustentable, “Conflictos del Agua en Chile, entre los derechos humanos y las Reglas del Mercado”, 2010 / http://www.archivochile.com/Chile_actual/patag_sin_repre/03/chact_hidroy-3%2000026.pdf

(19) “POZOS SE SECAN EN COPIAPO Y AGUDIZAN LA CRISIS POR FALTA DE AGUA”. El Mercurio, Miércoles 25 de enero 2012

Ante esto, Aguas Chañar tuvo que implementar planes de emergencia para seguir abasteciendo a la población a través de camiones aljibe que reparten agua a varios sectores residenciales de la ciudad, especialmente en edificios de departamentos del centro de Copiapó y edificios Públicos como el Hospital de Copiapó.

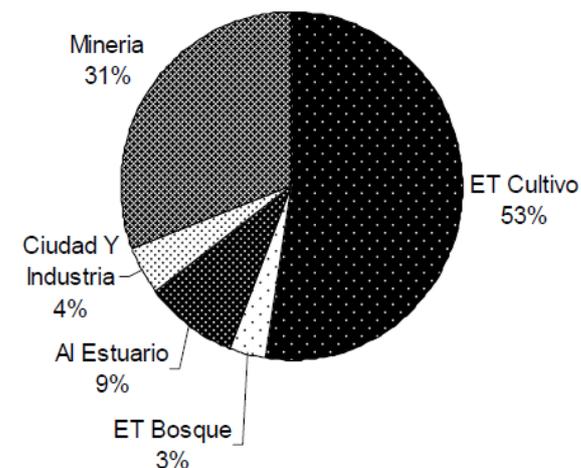


Abastecimiento de la Ciudad con Camiones Aljibe
Fuente Imagen: (19)

ACTORES Y SECTORES INVOLUCRADOS

El rol principal en este conflicto fue desempeñado por la Dirección General de Aguas, DGA, ya que como organismo del Estado responsable de la gestión de los recursos hídricos, sólo se encargó de otorgar los derechos de agua como la ley sectorial lo estipula, sin fundamentar el otorgamiento de dichos derechos con estudios acabados sobre la disponibilidad hídrica de la cuenca. Este error en la gestión del Estado redundó en el irresponsable otorgamiento de derechos de agua no disponibles en la cuenca del río Copiapó.

En el 2006, un estudio encargado por empresas privadas de la zona a Golder Associates, determinó que el 75% del agua extraída en el valle era usada por la agricultura, mientras que un 13% correspondía a la minería. Un nuevo estudio hecho el año 2008 por el experto estadounidense Charles M. Burt -por encargo del gobierno regional- cambió un poco las proporciones. **Según sus cifras, la minería es responsable del uso del 31% del agua y la agricultura del 53%.**



Estimación del consumo relativo de agua en el valle de Copiapó.

Fuente Imagen: (21)

Sin embargo este mismo estudio asegura que, si bien la agricultura utiliza mayor cantidad de agua, una porción de está finalmente es devuelta al acuífero como percolación profunda (20). En cambio la salida de aguas utilizadas por la minería se definen como “consumo” debido a que ellas representan un 100% de extracción para el sistema de hidrología del valle. (21)

(20) Agua que se infiltra por debajo de la zona de raíces y es susceptible de alcanzar la capa freática, o primera capa de agua subterránea.

(21) “Observaciones y Conclusiones, Recursos Hídricos Cuenca del Río Copiapó”, Dr. Charles M. Burt, P.E. Junio 2008 / <http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/informe-de-charles-m-burt.pdf>

Bajo caudal

Sólo 0,8 m³/seg registró el caudal del río Copiapó en diciembre de 2011, según la DGA, muy por debajo de su promedio histórico de 2,8 m³/seg. Hoy las extracciones de agua superficial y subterránea de la cuenca alcanzan los 5,5 m³/seg, para industria y consumo humano. Su recarga con lluvias y deshielos es de 4 m³/seg. Es decir, existe un desbalance negativo de 1,5 m³/seg en el valle.

Estudios explican que ciertos tramos del acuífero no recuperan su nivel normal desde el año 1988. Los números son elocuentes:

El acuífero recarga naturalmente cerca de 4.500 litros por segundo, pero actualmente se extraen más de 7.000, casi el doble, con lo que no se alcanza a recuperar.

“Lo más preocupante es que los derechos otorgados cuadruplican la recarga, lo que indica que si todos los que poseen derechos intentaran ocupar el agua, el desabastecimiento sería total.” (22)

La ciudad está en riesgo y todos los actores involucrados lo saben. Según información de prensa, Copiapó tiene un nuevo plazo fatal, el

agua potable alcanzaría tan sólo para dos o tres años más, si es que no se encuentran nuevas fuentes de abastecimiento.



Río Copiapó seco
Fuente Imagen: Elaboración Propia

(22) Skoknic, Francisca, Se muere el río Copiapó: Consumo humano, agrícola y minero están en riesgo, 09/06/09, pp. 3.

¿QUE OCURRE EN EL NORTE DE CHILE?



3.3_ INICIATIVAS LOCALES

Al igual que la ciudades de Antofagasta, la provincia de Copiapó presenta un crecimiento urbano importante, debido al explosivo auge minero de los últimos años. Sin embargo la actual crisis del agua en la Región amenaza el normal desarrollo y crecimiento de las ciudades.

A diferencia de lo que ocurre en la región de Atacama, la región de Antofagasta ha implementado nuevas fuentes de abastecimiento, como es la tecnología de desalación de agua. Estudios afirman que la planta desaladora ubicada en el sector de “La Chimba”, de la ciudad de Antofagasta, ha resultado finalmente un acierto ya que la propia Planta ha permitido acelerar el proceso de expansión de la ciudad al dar factibilidad de agua potable a una zona a la que aún no llegaban las redes de distribución. Por otra parte los terrenos colindantes de la planta se han utilizado para la creación de un parque público y la arquitectura y diseño de la Instalación se ha realizado contemplando el entorno urbano.(23)

Esto viene a demostrar como una Arquitectura Industrial bien concebida desde el punto de vista ambiental no solo no es un problema sino que puede convertirse en un punto

importante del modelo de desarrollo de una ciudad, en cuanto al equilibrio que esto permite con el medio ambiente y a la búsqueda de la sustentabilidad.

Chile al tener mas de 4.000 km. de costa y una significativa escasez de agua en el norte del país (para minería, agricultura y consumo humano) es un seguro candidato para aplicar y experimentar con la desalación de agua de mar.

La Desalación de Agua de mar podría convertirse incluso en la solución definitiva para un país con amplias zonas áridas y larga costa como Chile.

“Es la tecnología que tenemos para los próximos 15 años, construir plantas desaladoras como solución de largo plazo es el estándar mundial, explica el ejecutivo Patricio Mártiz, gerente de desarrollo de Aguas Antofagasta quien detalla que en el 2010 se desalaba en el mundo 900.000 l/s; y que para 2016 se calculan 1.500.000 l/s.” (24)

Frente a este contexto Nacional, el Gobierno anuncio el pasado 30 de Marzo la construcción

de una planta desaladora y una mesa de trabajo para implementar soluciones a la crisis en Copiapó.

“Esperamos considerar estas nuevas fuentes en el trabajo conjunto de ese plan de inversión de Aguas Chañar, para que se desarrolle una planta desaladora para el suministro de agua potable en la región. De esta forma Copiapó dejaría de depender de las napas subterráneas, que hoy pueden tener un grado de sobreexplotación, y así el suministro de agua potable provendría de una fuente distinta, como es la tecnología de desalinización de agua.” (25)



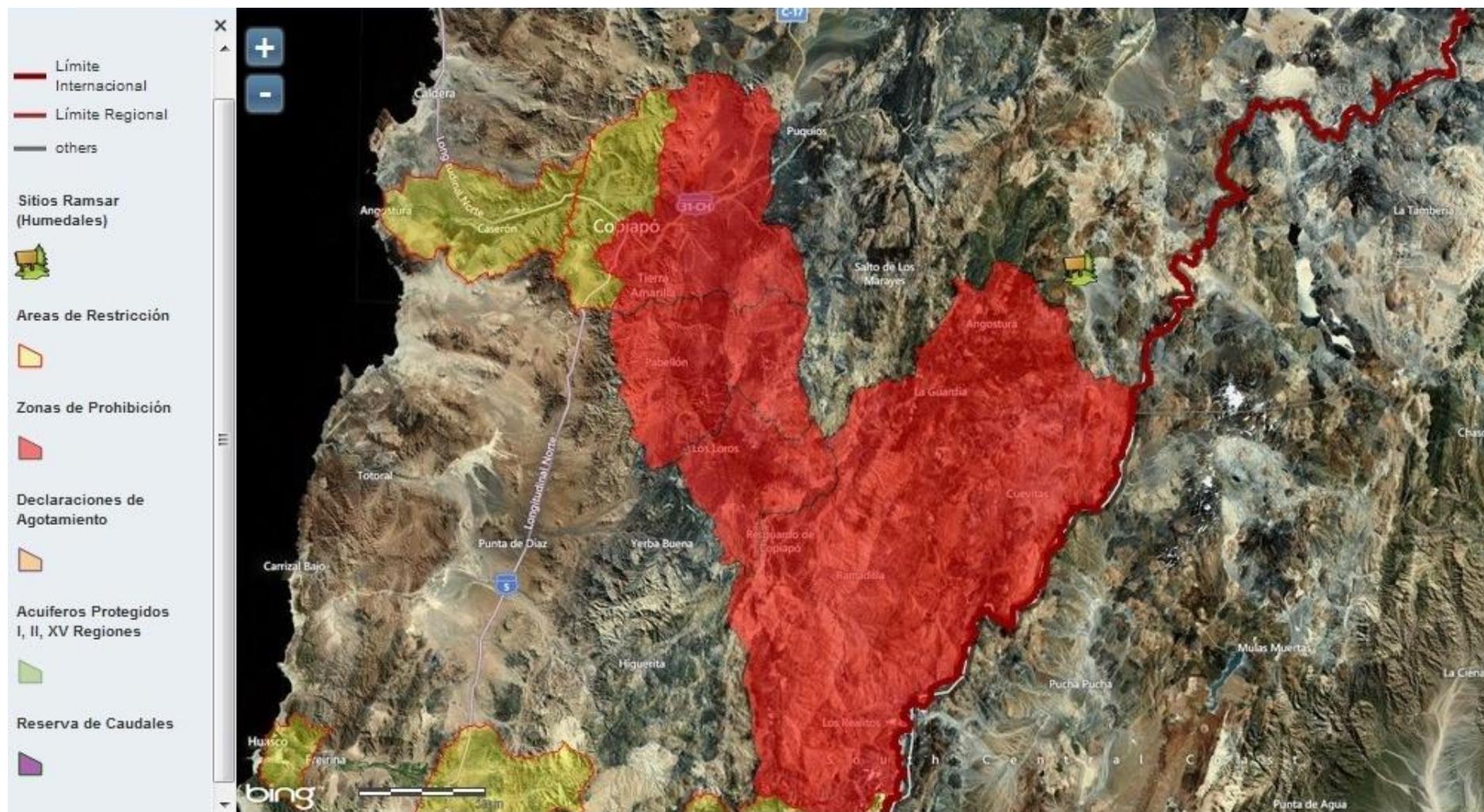
Fuente Imagen (25)

(23) Planta desaladora de Antofagasta: un impacto positivo al medio ambiente, D. Francisco Martín Morales (Director General INIMA, Servicios Europeos de Medio Ambiente, S. A.) y D. Juan Sánchez (Experto en Desalación) / <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/positivo.pdf>

(24) 100% DEL AGUA POTABLE PROVENDRÁ DEL MAR EN EL 2014, Más desalación para Antofagasta / Revista digital_ www.mch.cl/revistas/imprimir_articulo.php?id=1567 / 16.05.2012

(25) Ministro Golborne anuncia planta desaladora y mesa de trabajo para implementar soluciones a la crisis en Copiapó, Noticias de la DGA / 30.03.2012

MAPA DE RESTRICCIONES A LOS DERECHOS DE AGUA



Fuente: Ministerio de Obras Públicas / Dirección General de Aguas_ www.dga.cl

3.4_ AGUA POTABLE EN LA PROVINCIA DE COPIAPÓ

La provincia de Copiapó vive día a día con agua potable escasa y de pésima calidad.

En lo relacionado con la calidad del agua tenemos:

La elevada concentración de minerales que posee el agua potable en la región está afectando la calidad de vida de sus habitantes.

Existen informes científicos que vienen dando cuenta de la situación desde junio del año 2010:

“De acuerdo a la normativa sanitaria respectiva, D.S. Nº 735/05 del Ministerio de Salud, los análisis de agua potable, obtenidos en la red de abastecimiento urbana de la Provincia de Copiapó, indican que los cloruros, sulfatos y sólidos disueltos totales se encuentran sobrepasando los parámetros reglamentarios (parámetros organolépticos.”(26)

En la región de Atacama la prevalencia de los cálculos renales puede alcanzar hasta un 20% de los pacientes no así en el resto de las regiones que es de un 3% a un 10%. Una de

cada cinco licencias registradas por el Compin en Atacama tiene que ver con esta enfermedad. Existe además un promedio de 260 personas al año que son operadas de cálculo en el Hospital regional de Copiapó.

Aguas Chañar es la concesionaria encargada de producir y distribuir el agua potable en la Provincia de Copiapó, así como también la recolección y tratamiento de las aguas servidas, sin embargo los ejecutivos de la empresa confirman esta problemática y se la asignan a la cada vez peor calidad del agua que se está extrayendo de los pozos, lo que esta imposibilitando a su infraestructura existente potabilizar el agua correctamente. De ahí su interés por construir prontamente una planta desaladora para la provincia.

En la comuna de Copiapó, por ejemplo, el agua potable posee altísimos índices de sales, nitratos y sulfatos que están generando un real deterioro en la salud de las personas. Por esta razón los atacameños están optando por el consumo de agua embotellada provocando un gasto adicional a los recursos de la familia. Aquellos que no pueden paliar dicho gasto deben sufrir las consecuencias de un agua con problemas de purificación. Por esta razón, la litiasis o cálculos renales afectan mayormente

a los sectores sociales más bajos de la población.

“Con planta desaladora Aguas Chañar pretende asegurar el abastecimiento de suministro a contar de los próximos años” (Noticia Diario Chañarillo, 19.03.2012)

“... seguimos afirmando que la mejor solución para asegurar la continuidad del servicio a la comunidad es trayendo agua de mar y eso es lo que haremos, proyectando la concreción de este proyecto para el año 2017”. (Diego Barros, Gerente de Aguas Chañar)

(26) Fuente: Ministerio de Salud, “Informe sobre la calidad de Agua en el Norte de Chile”, 2010

3.5_ ELECCIÓN DEL LUGAR

El desafío que asume el proyecto es como integrar una Planta desalinizadora de Agua, como un prototipo de industria, dando respuesta a la necesidad de una infraestructura real, asumiendo como problemática arquitectónica la integración de la Industria en un contexto urbano que sea un aporte arquitectónico y sustentable.

Para la elección del lugar, deben considerarse los siguientes requerimientos:

Requerimientos Técnicos:

1. Cercanía a la fuente de agua.
2. Entre 5 y 10 metros sobre el nivel del mar para evitar impurezas que se trasladen por las tuberías.
3. Acceso a la red de Estanques de agua Potable. Aguas Chañar.

Requerimientos Funcionales

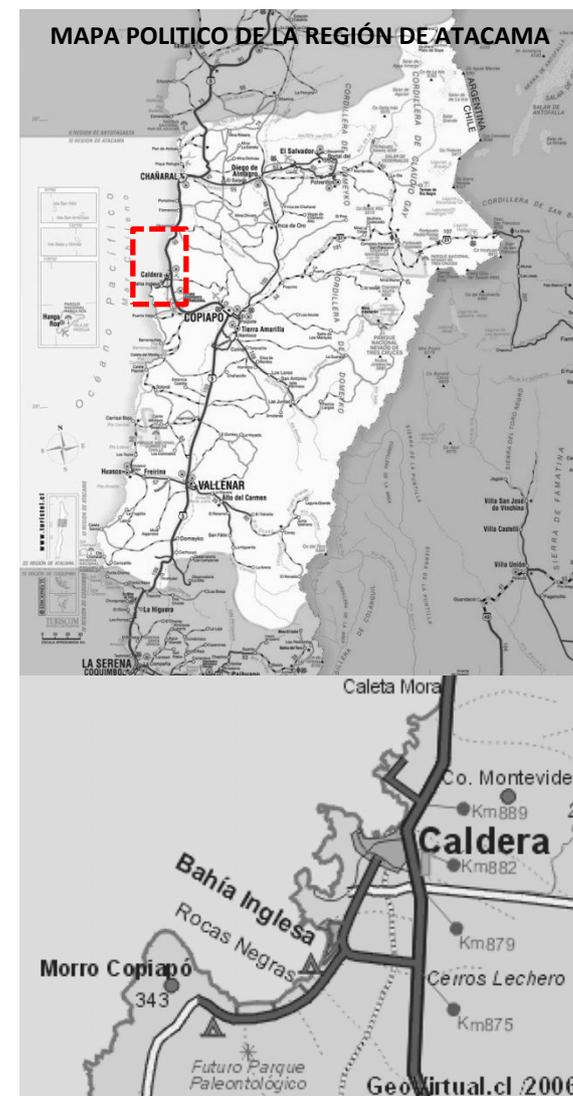
1. Cercanía a un centro urbano, que permita la factibilidad de traslado de sus trabajadores.

La provincia de Copiapó se divide en tres comunas, **Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.**

Según los requerimientos técnicos de la planta, debe ubicarse cercano a la fuente de agua, borde costero. Y lo mas cerca posible de un centro urbano. La comuna que cumple con estas condiciones, es la comuna costera de la Provincia, Caldera.

La comuna de Caldera cuenta con dos centros poblados importantes, la ciudad de Caldera, y la localidad de Bahía Inglesa.

Se opta por la ciudad de Caldera, por su condición de ciudad de servicio, por tener una zona industrial incluida en el Plan Regulador y por su cercanía con la Ciudad de Copiapó, (75kilómetros). Además porque tiene una población permanente que se beneficiaría con el aporte industrial, a diferencia de Bahía Inglesa la cual tiene una condición turística importante, con una población principalmente flotante.





4.0_ LUGAR

4.1_ CALDERA

ANTECEDENTES GENERALES

- **Región:** III Región de Atacama
- **Provincia:** Copiapó
- **Ubicación:** 27° ,04"O 70° ,51"S
- **Superficie:** 4.667 km²
- **Fundación:** 20 de Noviembre de 1849
- **Población:** 16.070 hab. Censo 2012
- **Densidad:** 2,94 hab. / km²
- **Limites:** Al oeste con el Océano Pacífico, al norte con la comuna de Chañaral, y al sur-este con la comuna de Copiapó.

Para instalar una Planta Desaladora de Agua, se deben considerar elementos geográficos climáticos y urbanos que son de importancia al momento de elegir el terreno.

Algunos de estos elementos son los requerimientos técnicos y funcionales de la Industria; que explicamos en el capítulo anterior; por otra parte la ubicación del terreno debe ser compatible con el Plan Regulador Comunal.

Estos son algunos de los requerimientos necesarios para la instalación de una PDA, por eso que se analizarán los distintos antecedentes de la ciudad de Caldera.



16.070
Habitantes



Caldera, III Región de Atacama
Fuente: Elaboración Propia



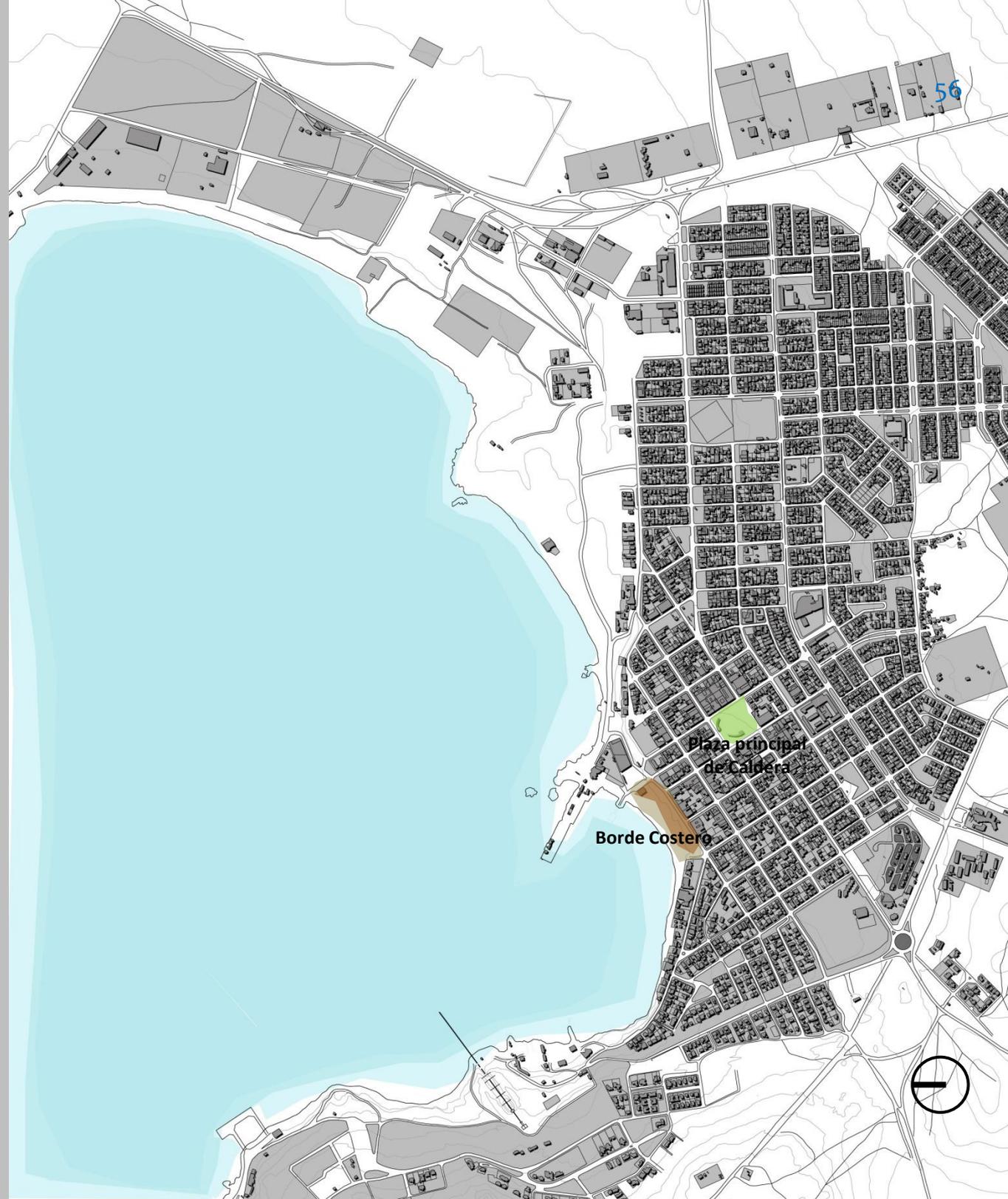
Mapa de Chile
Fuente: Elaboración Propia

CALDERA ES UNA CIUDAD PUERTO Y COMUNA DE LA PROVINCIA DE COPIAPÓ. ES CONOCIDA EN CHILE COMO EL PUERTO NATURAL DE LA CAPITAL REGIONAL, COPIAPÓ.

HOY EN DÍA TAMBIÉN ES CONOCIDA, NO SÓLO A NIVEL NACIONAL, SINO TAMBIÉN INTERNACIONAL POR SUS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y EL GRAN APORTE A LA PALEONTOLOGÍA POR EL HALLAZGO DE FÓSILES MARINOS A LO LARGO DEL TERRITORIO COSTERO DE LA COMUNA.

SE DESTACA POR SUS SITIOS DE INTERÉS Y LA RIQUEZA DE SU HISTORIA; LA CREACIÓN DEL PUERTO DE CALDERA SE DEBIÓ A LA CONSTRUCCIÓN DEL PRIMER FERROCARRIL CHILENO POR PARTE DE LA RECIÉN CREADA COMPAÑÍA DE FERROCARRILES DE COPIAPÓ, COMO RESULTADO DE LA NECESIDAD DE CONTAR CON UN PUERTO DE EMBARQUE PARA LA PRODUCCIÓN DE MINERALES EXISTENTE POR AQUEL ENTONCES.

ALGUNOS SITIOS DE INTERÉS DE LA COMUNA SON:
BAHÍA INGLESA, SANTUARIO DE LA NATURALEZA GRANITO ORBICULAR, DESIERTO FLORIDO, CERRO BALLENA, PLAYA LA VIRGEN, ENTRE OTROS.



ANTECEDENTES GEOGRAFICOS CLIMATICOS

El clima presente en Caldera es Desértico Normal, se asocia geomorfológicamente con las planicies litorales y la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y es por tanto el tipo climático dominante en la comuna.

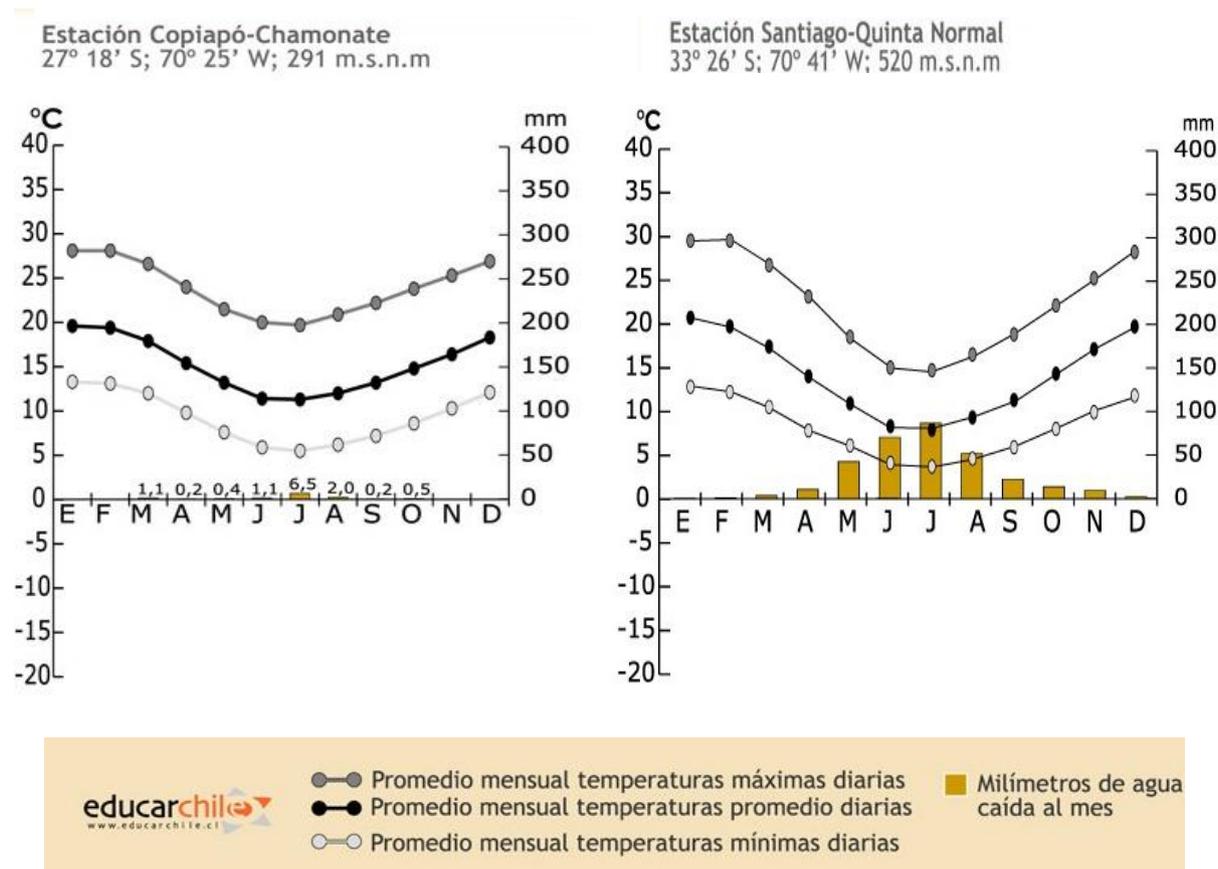
Esta zona presenta una fuerte influencia oceánica producto de su relieve de baja altura y una topografía de plano inclinado que favorece la acción de los vientos costeros. La bahía permite tener el puerto protegido del oleaje del mar abierto, posibilitando la actividad productiva.

Temperatura

Sus temperaturas son homogéneas y pueden definirse como templadas, ya que en el caso de Caldera las temperaturas medias máximas no superan los 24° C, siendo el mes más cálido enero, y las mínimas medias se sitúan en torno a los 10° C, registrándose en julio. En general, para todos los meses del año se registran en promedio temperaturas entre 13,5° C (julio) y 18,4° C (enero), determinando un promedio anual inferior a los 16° C.

Las precipitaciones son escasas, de 10 a 25mm anuales, siendo suplidas por la presencia de la neblina costera o camanchaca, que mantiene

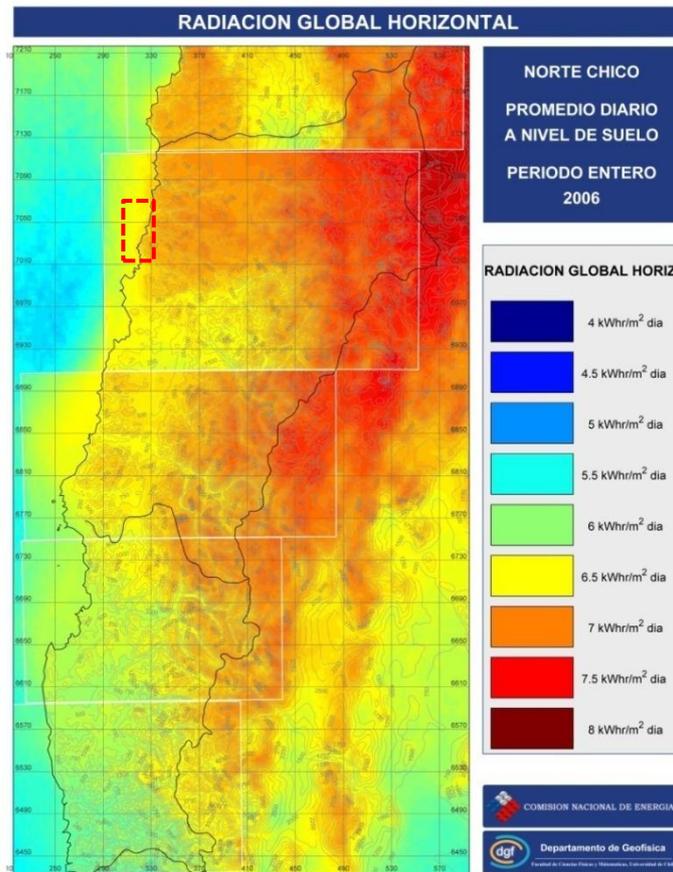
una humedad relativa entre el 72 % en los meses estivales y el 78% en los meses invernales.



CLIMOGRAMA REGIÓN DE ATACAMA
Fuente: www.educarchile.cl

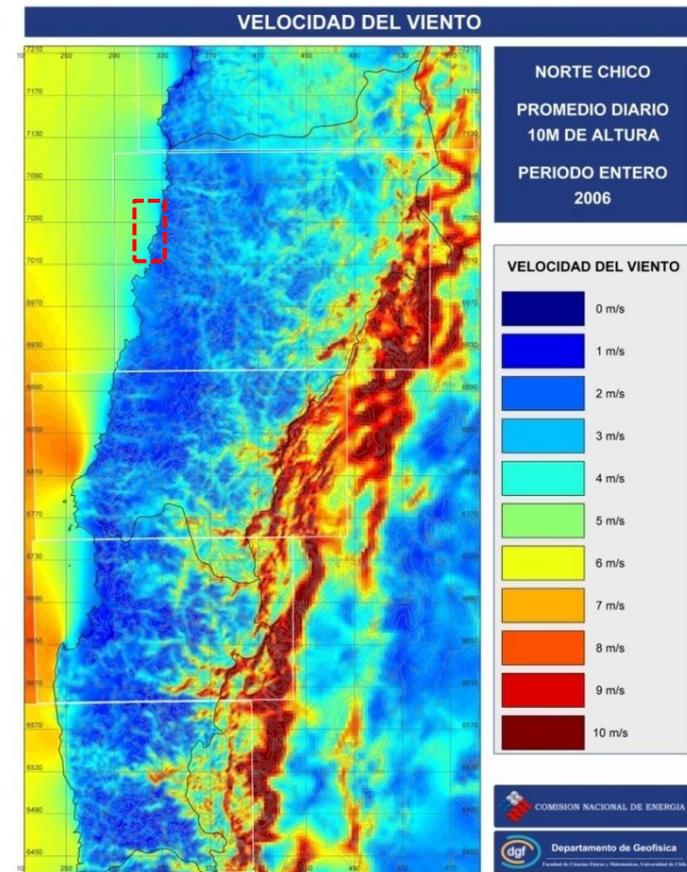
RADIACIÓN

La ciudad de Caldera dispone de una radiación intermedia alta 7kwhr/m², condiciones que le permitirían explorar y explotar esta fuente de energía limpia, renovable e infinita.



VIENTOS

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



4.2_ SITUACIÓN URBANA

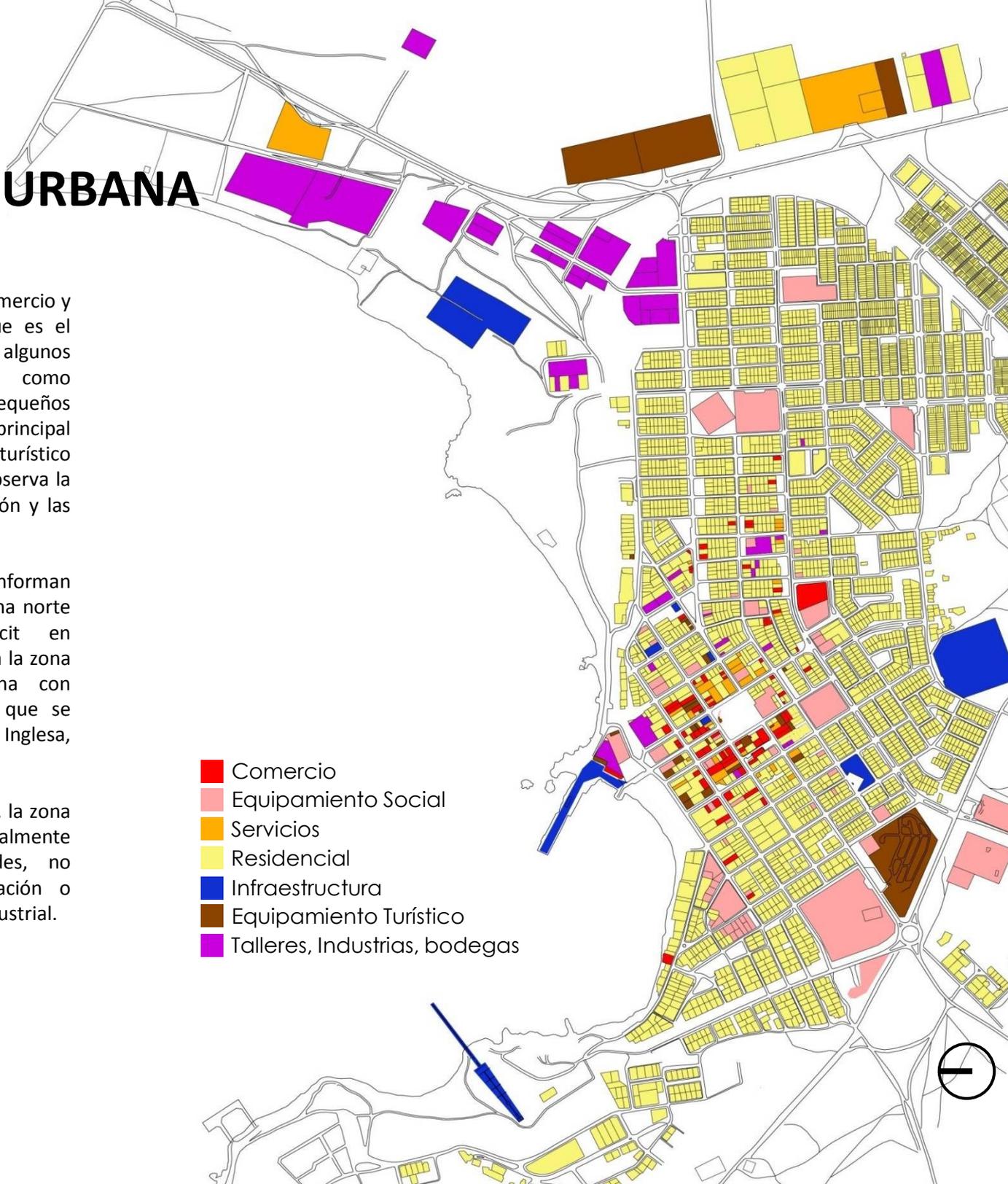
EQUIPAMIENTO COMUNAL

La comuna de Caldera concentra el comercio y el servicio en su casco histórico que es el corazón de Caldera, así también algunos equipamientos turísticos menores como restaurantes, residenciales y pequeños hoteles, las calles de la plaza principal conectan el borde costero turístico consolidado de la ciudad, donde se observa la infraestructura portuaria, la ex estación y las cocinerías del puerto.

Las zonas residenciales se conforman alrededor del centro, en donde la zona norte de Caldera presenta un déficit en equipamiento social en comparación a la zona sur, que es actualmente la zona con proyección de crecimiento urbano, que se conecta con Bahía Loreto y Bahía Inglesa, ambas localidades turísticas.

En materia de actividades industriales, la zona norte de Caldera es la que actualmente concentra este tipo de actividades, no existiendo una zona de amortiguación o intermedia entre lo residencial y lo industrial.

- Comercio
- Equipamiento Social
- Servicios
- Residencial
- Infraestructura
- Equipamiento Turístico
- Talleres, Industrias, bodegas



GRANULOMETRÍA

La comuna de Caldera presenta una altura promedio baja, y como el territorio va en descenso hacia la costa, permite una vista privilegiada hacia la bahía desde cualquier parte alta de la ciudad.

Se observa una variedad en el grano, sobre todo en las zonas residenciales, la falta de planificación de las viviendas y la autoconstrucción explican de alguna forma este fenómeno.

El caso histórico aún mantiene algunos llenos y vacíos propios de este tipo de manzanas de fachadas continuas y patios interiores.





- 1. Terreno PDAC
 - 2. Borde Costero no consolidado
 - 3. Borde Costero consolidado, Muelle de pescadores y Edificio Estación, actual Museo Paleontológico de Caldera
 - 4. Cocinerías
 - 5. Caleta Caldera
 - 6. Iglesia de Caldera y Plaza Principal
 - 7. Terminal de Buses
 - 8. Conexión a Ruta 5 Norte
 - 9. Ruta 5 Norte
 - 10. Conexión a Bahía Inglesa
 - 11. Zona Residencial
 - 12. Zona Industrial
- Vías Proyectadas en el Plan Regulador

Concesión Caleta Pescadores Caldera





6. Plaza de Caldera



6. Interior Plaza



3. Fachada hacia el Borde Costero_ caso histórico



Vista desde la Bahía Sur



10. Conexión Caldera- Bahía Inglesa



6. Municipalidad Caldera



Vista aérea Caldera Sur



Vista aérea Caldera Norte



Edificio Estación

Iglesia de Caldera

Elaboración propia

4.3_ RED DE AGUA POTABLE

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

El servicio de agua potable para Caldera, al igual que en el resto de la provincia es proporcionado por la empresa sanitaria Aguas Chañar S.A.

La fuente de abastecimiento de agua potable para los servicios de Caldera, es la napa subterránea del valle del río Copiapó, la cual es captada mediante una batería de 5 pozos, agrupados en un solo centro de producción denominado Recinto Vicuña, ubicado en la ciudad de Copiapó.

Las aguas captadas reciben como único tratamiento una desinfección bacteriana, que consiste en adicionar gas cloro a las aguas en planta Vicuña. Además las aguas son rechloradas en el recinto de estanque de Caldera.

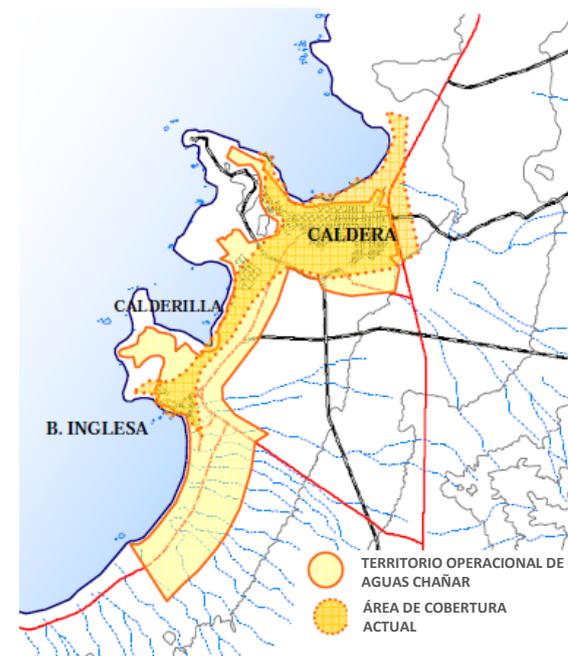
Las conducciones primarias corresponden a la aducción que portea las aguas desde la fuente hasta los estanques de regulación respectivos. El trazado completo de la aducción está configurado por tres tramos claramente identificados:

ADUCCIÓN ANTIGUA: Esta aducción fue construida en 1940 y llega hasta el estanque de Caldera. En su trazado conduce los consumos de los clientes conectados directamente a ellas (Toledo, Piedra Colgada, San Pedro) más un caudal adicional hasta el estanque. En la actualidad conduce un caudal aproximado de 10 l/s.

COPIAPÓ - NUDO CORFO: con una longitud aproximada de 60km, debe conducir los consumos de las localidades de Caldera y Chañaral y de los clientes conectados directamente a esta Aducción en sus tres tramos (Copiapó-Nudo CORFO, Nudo CORFO-Caldera y Nudo CORFO-Chañaral). Este tramo, en el km 41,7 cuenta con una estación de bombeo booster, constituida por tres bombas dispuestas en paralelo.

NUDO CORFO - CALDERA: con una longitud aproximada de 20 km, debe conducir los consumos de la localidad de Caldera y los consumos de los clientes conectados directamente a la aducción en este tramo.

Así son abastecidas las localidades de Caldera y las intermedias de Bahía Inglesa, Calderilla y otros arranques en la Ruta 5, como Ramada y Obispito.



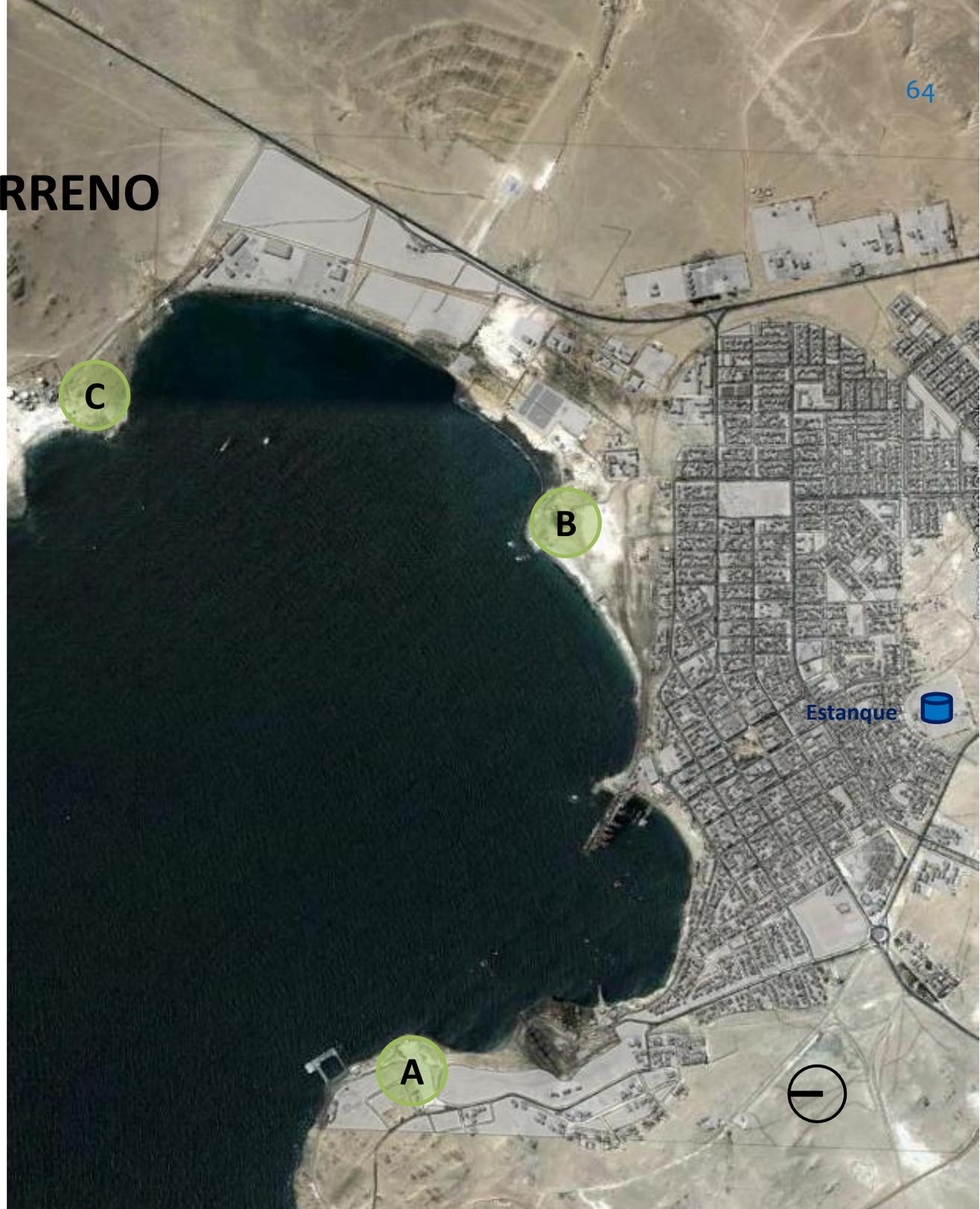
4.4_ ELECCIÓN DEL TERRENO

CRITERIO DE ELECCIÓN

Es necesario encontrar un terreno acorde a las necesidades y características de una planta de este tipo. Para esto se estudian terrenos tomando en cuenta variables técnicas que exige la planta y condiciones con respecto a su lugar en la ciudad. Una planta desaladora, al proveer agua potable para las personas debe mostrarse y generar confianza en la población. Es igualmente importante que el terreno cumpla con las características técnicas pero que además exista una fuerte relación social y urbana con la ciudad.

A, B y C son las tres zonas posibles donde ubicar una Planta Desaladora. Sin embargo frente al diagnóstico de la ciudad de Caldera y la factibilidad técnica, la zona A se descarta; primero porque son terrenos privados y segundo porque según el Plan Regulador es una zona con uso residencial, la zona C también se descarta, primero por su lejanía al centro urbano y segundo porque esta siendo evaluada por el Consejo de Monumentos para declararla zona de interés científico con categoría de Monumento Arqueológico, a raíz del hallazgo paleontológico de las ballenas. (ver mapa en Anexos)

Frente a este diagnóstico la zona B se presenta como la mejor alternativa, y además se encuentra más cerca a la red de agua potable.



TERRENO

Se propone utilizar el terreno de borde costero (zona B), que es el límite entre la zona industrial y la zona urbana residencial, turística, comercial, etc. de la ciudad.

Características

Superficie: 55.135 m²
 Altura SNM: 10 m
 Tipo de Suelo: II (fuente: Actualización Plan Regulador Comunal Caldera, línea base ambiental, 2008)
 Zona Sísmica: 3
 Propietario: Bienes Nacionales

Zonificación PRC U-6

Uso de suelo permitido:

Actividades Productivas Inofensivas

Superficie predial mínima: 20.000 m²
 Coeficiente de Ocupación de Suelo: 0,2
 11.027 m²
 Coeficiente de Constructibilidad: 0,4
 22.054 m²
 Distanciamiento: 15 m
 Agrupamiento: Aislado
 Altura máxima: 7 m sobre el nivel de la calle

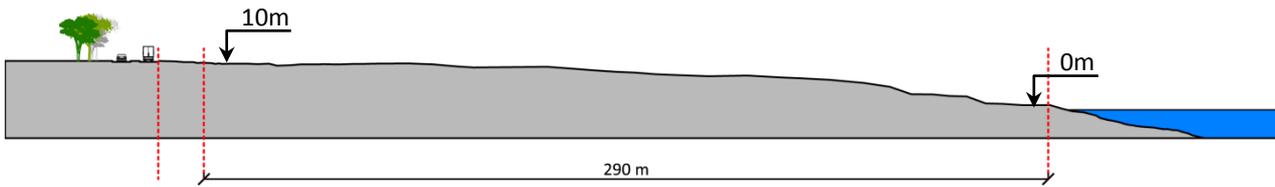




Vista General del terreno



Continuidad geográfica del borde Costero
Zona Industrial



Corte A - A'
Esquemático del Terreno



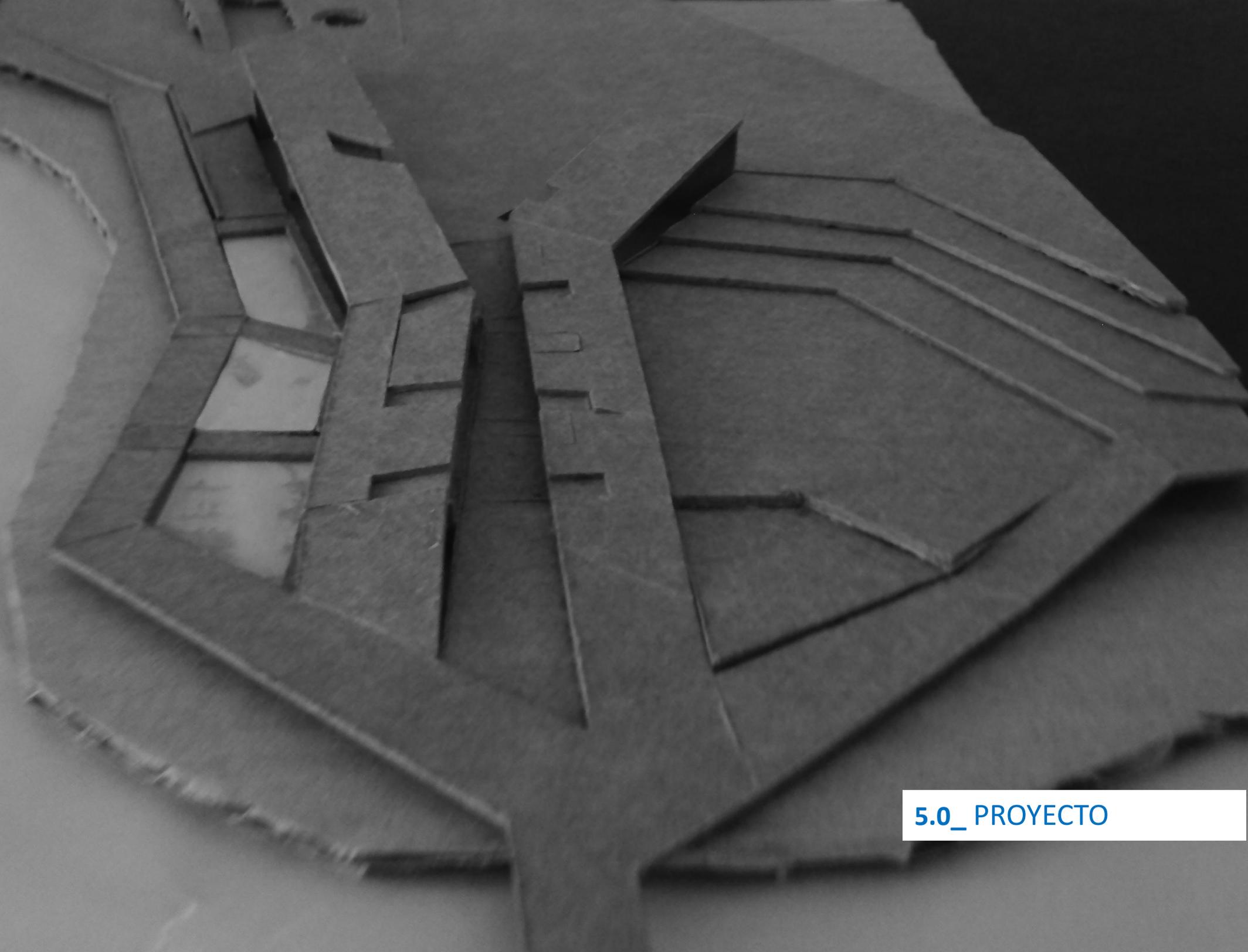
Vista aérea del Terreno

Elaboración propia



Borde Costero No consolidado
Potencial de Intervención





5.0_ PROYECTO

5.1_ PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA

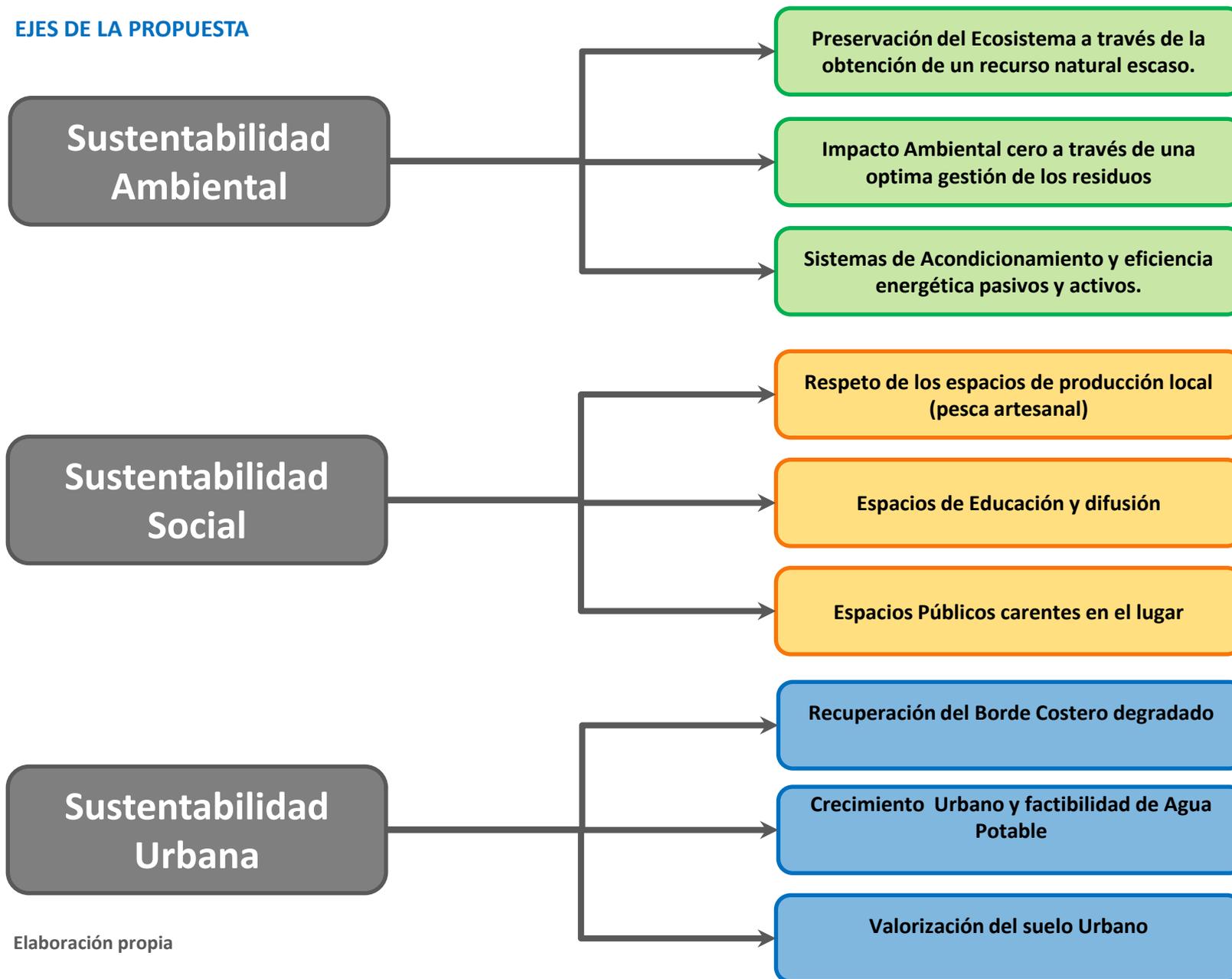
Dentro del marco de la crisis hídrica que vive la región de Atacama, y los futuros pronósticos de crecimiento y desarrollo que se esperan, el proyecto plantea una respuesta inmediata a través de la Industria de la desalación, al mismo tiempo plantea la integración de la Industria en la ciudad a través de espacios educativos y de difusión, incorporando además el espacio público como articulador de esta integración Industria – Ciudad.

Integración Social Urbana de una Planta Desaladora

La planta desaladora, al ubicarse en un entorno urbano, plantea una forma arquitectónica respetuosa con los aspectos urbanísticos y de paisaje, como parte integrante de la estrategia de aceptación popular, las visitas guiadas deben ser fomentadas y organizadas como practica habitual. La posibilidad de incorporar un área de difusión y educación ambiental a la comunidad permitirá también la aceptación de la localidad.

El proyecto debe convertirse en un foco de atracción tecnológica en la que deben tener entrada y participación la universidad, institutos tecnológicos y sobre todo la comunidad.

EJES DE LA PROPUESTA



Elaboración propia

5.2_ MODELO DE GESTIÓN

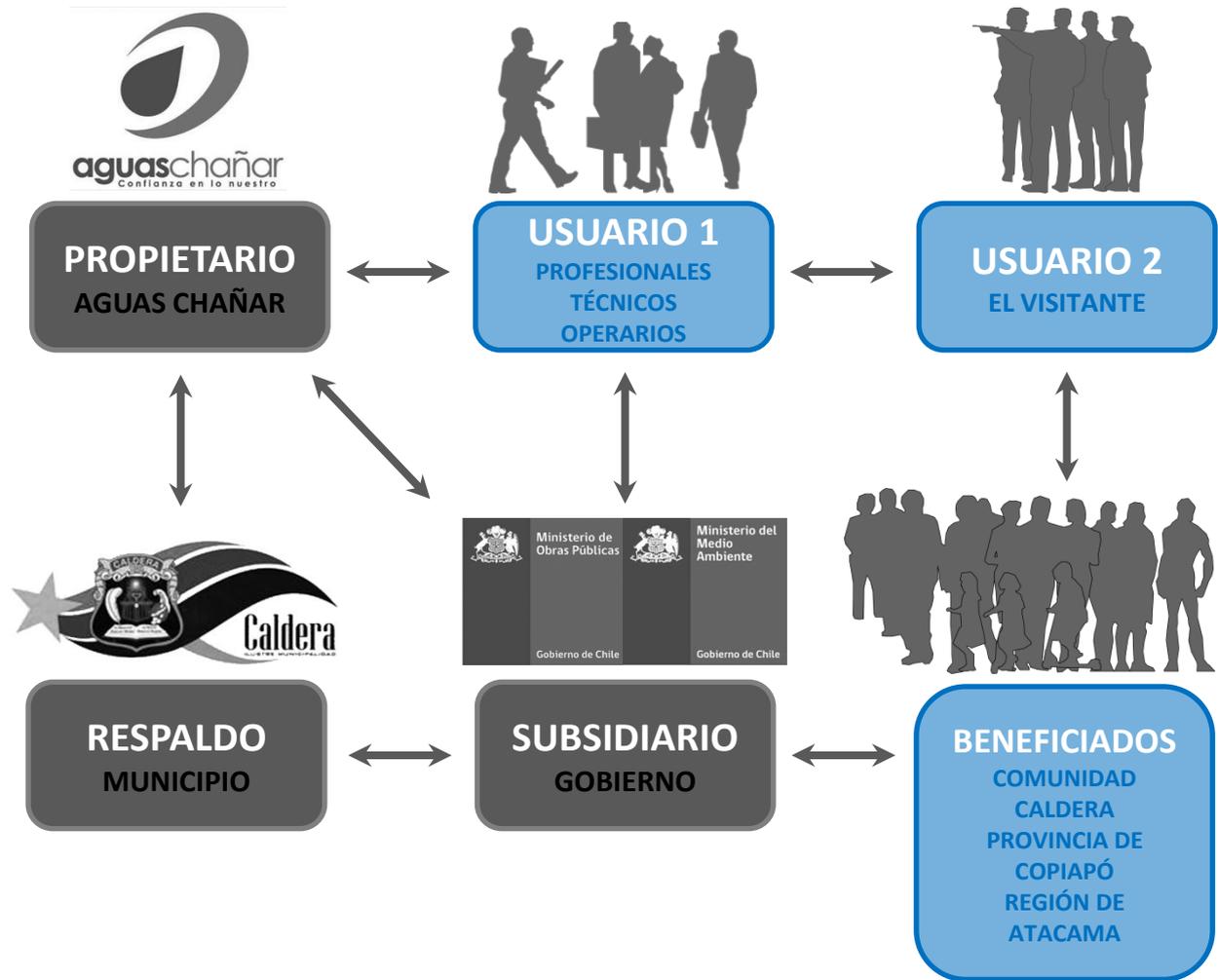
A continuación se definen los modelos de gestión del proyecto, que permitirán cumplir con un manejo integral de las variables que componen un desarrollo sostenible en un aspecto social, ambiental y económico.

GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y ECONÓMICA

El proyecto se haría a través de un encargo directo por la concesionaria de Aguas Chañar subsidiada por el Gobierno a través del Ministerio de Obras Públicas.

El proyecto administrativamente dependería del aporte privado y del aporte público, Ministerio del Medio Ambiente a través del Municipio con programas de educación ambiental y difusión.

GESTIÓN / ACTORES



GESTIÓN DE RESIDUOS

Una correcta protección ambiental debe considerar una gestión y un control de desechos.

Si bien los beneficios que trae para la comunidad y la empresa realizar una planta de este tipo, existen dos aspectos negativos: Uno respecto al paisaje y el otro respecto a sus desechos. La salmuera es el principal desecho de una industria desaladora, frente a esto el proyecto sostiene una estrategia:

La construcción de un Humedal Artificial: Existen distintas técnicas para enfrentar la limpieza de las aguas a través de un sistema vegetal. Para este proyecto se escoge utilizar como sistema depurador vegetal la laguna de macrofitas, ya que son los humedales con mayor capacidad para absorber.

El método más habitual consiste en hacer circular las aguas utilizadas a través de una serie de grandes estanques de fondo y paredes permeables (filtro de piedras), de profundidad decreciente, desde 1,20 metros a 0,50. Estos estanques son alimentados con agua residual, en los que se desarrollan especies flotantes.

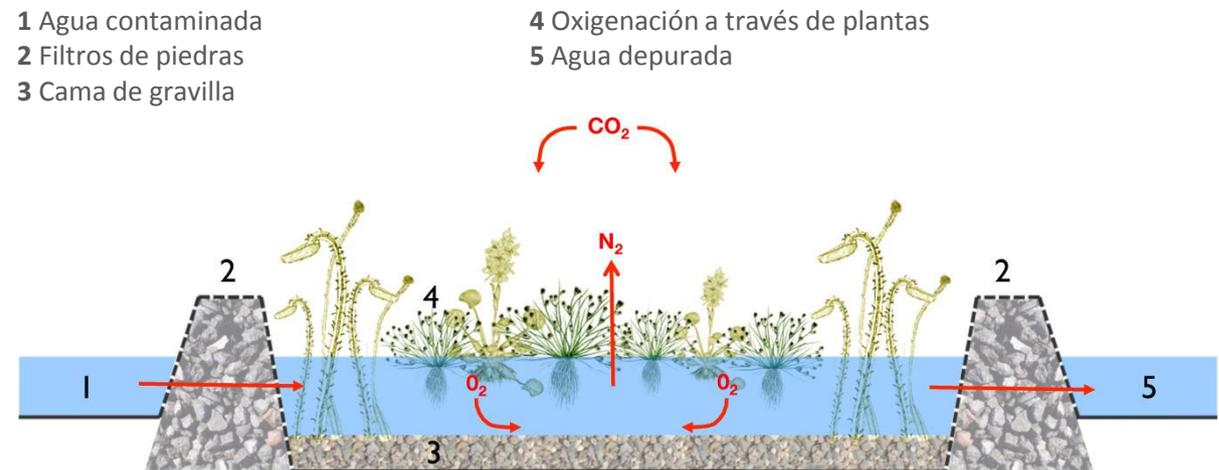
Las lagunas de macrofitas están plantadas con plantas flotantes o enraizadas (juncos,

carrizos, espadañas, jacintos de agua). La laguna de macrofitas necesita una extensión no menor a 150 metros de longitud y un suelo llano. La laguna es utilizada para el tratamiento primario. El mantenimiento es simple cada 1 año se realizan cortes de mantención en las plantas y cada 10 años hay que extraer los lodos.

El mecanismo mediante el cual la planta saca del agua residual el contaminante es el siguiente: las plantas acuáticas, tienen la propiedad de inyectar grandes cantidades de oxígeno hacia sus raíces. El aire que no es aprovechado por la especie, y que ésta expele, es absorbido por microorganismos, como

bacterias y hongos, que se asocian a la raíz y se encargan de metabolizar los contaminantes que entran al sistema. En general, estas plantas son capaces de retener en sus tejidos una gran variedad de metales pesados (como cadmio, mercurio, arsénico, etc.)

La construcción de esta gran piscina artificial permitiría, primero que la cantidad de agua devuelta al mar contendría un porcentaje mínimo de sal, generando cero impacto ambiental. Segundo esta agua filtrada se podría reutilizar para el riego y ornamentación de los espacios públicos que plantea el proyecto.



SELECCIÓN
ARTIFICIAL

PLANTAS

HUMEDAL

Plantas acuáticas flotantes



Lemna (lenteja de agua)



Eichnoría Crassipes

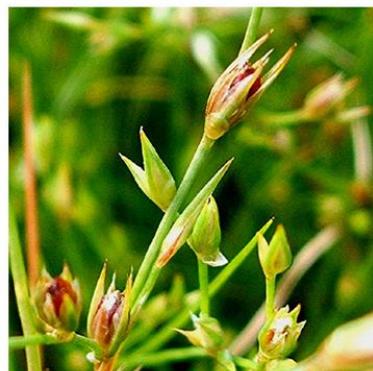


Azolla

Plantas acuáticas enraizadas



Juncus Efususus



Juncos Bufonius



Junco de Laguna (ciperacea)



Phragmites Australis



Enea Typha



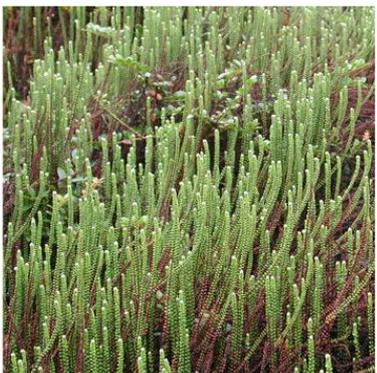
Typha Latifolia



Iris Pseudacorus (lirio amarillo) Schoenoplectus Tatora (tot)



Planta no acuática (exceso salmuera)



Pteris Vittata (helecho)



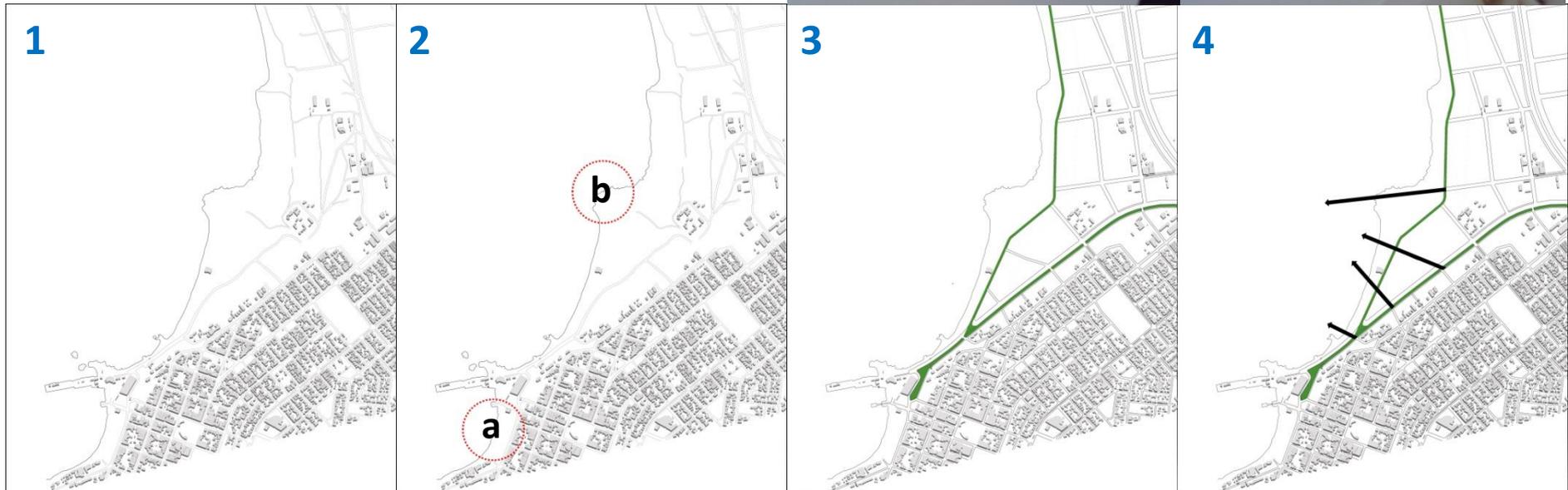
Atriplex

5.3_ PROPUESTA URBANA

Al encontrarse el proyecto en un contexto urbano (límite entre lo Industrial y residencial), que además carece de una conexión consolidada, ya sea a través del borde costero como de los predios contiguos. Es importante plantear ciertas estrategias urbanas que permitan un ordenamiento territorial que unifique ambas situaciones.



Maquetas de Estudio, 26 de Sep. 2012



1
Situación Actual

2
a. Hito Urbano existente
b. Hito Urbano Propuesto
Conexión a través del borde costero

3
Avenidas parques que se abren, una hacia la costa, y la otra hacia la ciudad, esta última marca un hito al recuperar la línea férrea histórica como una área verde.

4
Conexiones transversales entre estas dos avenidas que se asoman al mar, generando distintos paseos y miradores.

PLANO GENERAL PROPUESTA URBANA

- 1. Museo y área cultural
- 2. Restaurantes y áreas Comerciales
- 3. Miradores
- 4. Escenario al aire libre
- 5. Proyecto

Esquema de Relaciones de la relación ciudad – borde costero



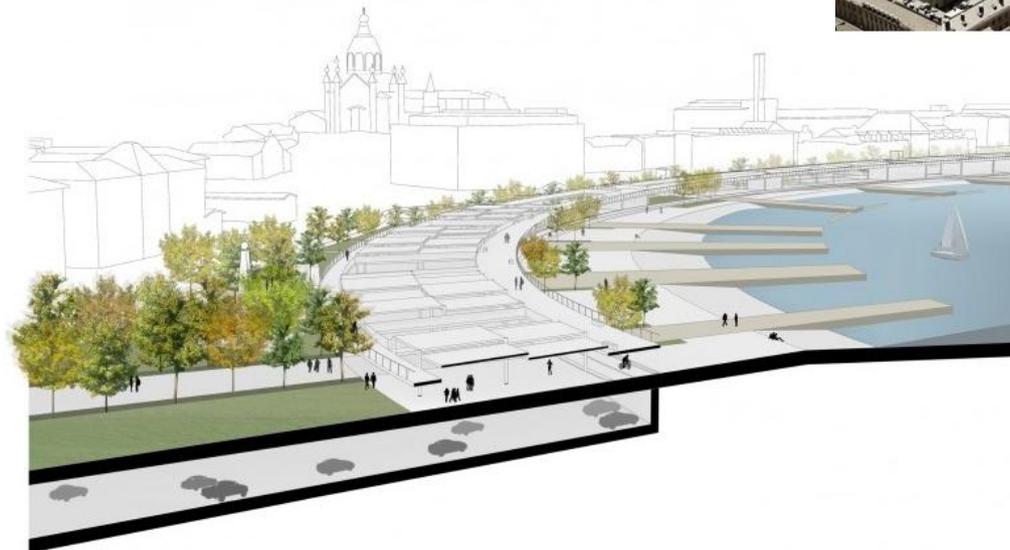
Elaboración propia



REFERENTE PROPUESTA URBANA BORDE COSTERO

Propuesta para Borde Costero en Helsinki / DCPP Arquitectos

De este proyecto se rescata la idea de los miradores que asoman hacia el mar, y el tratamiento del paseo peatonal del borde.

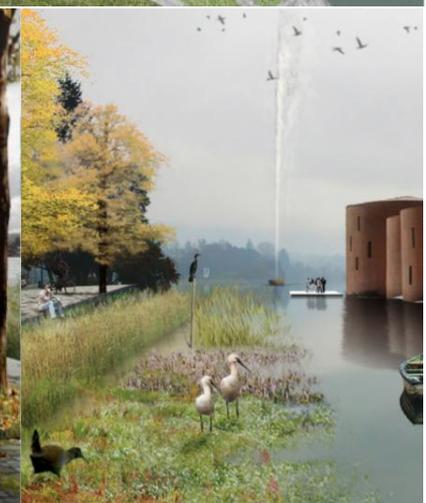


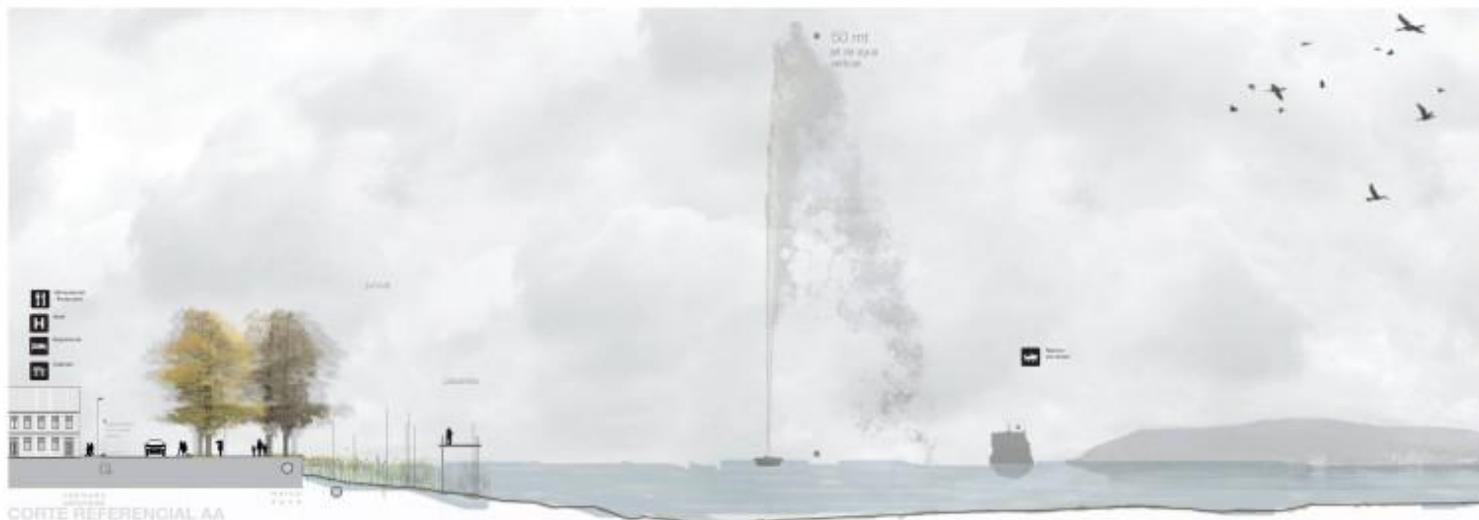


REFERENTE PROPUESTA URBANA BORDE COSTERO

Propuesta Concurso Costanera de Valdivia /
Felipe Combeau + Andrea Murtagh

Se destaca el trabajo paisajístico y principalmente el uso del agua como un elemento ornamental en el diseño.





CORTE REFERENCIAL AA



CORTE REFERENCIAL BB



CORTE REFERENCIAL CC

MEMORIA

El diseño de 2 km centrales de la Costanera de Valdivia bordeando el río Calle Calle, abre la oportunidad de configurar una promenade de paisaje a través de la cual se tome conciencia de la estrecha relación geográfica e histórica de la ciudad y la región.

Agua
 Queremos tomar conciencia a través del diseño paisajístico y arquitectónico de un hecho geográfico trascendental y singular de la región. El caudal de casi 400 m³/seg. que trae el río Calle Calle es la acumulación y llegada al mar de una compleja red hidrográfica que se extiende hasta Argentina, compuesta por 8 lagos y más de 12 ríos importantes. El proyecto busca celebrar este hecho a través de grandes chorros de agua de escudo urbano, verticales y pendulosos, que animen al recorrido escuchando las cualidades del agua. El uso escénico y casi pictórico del agua busca potenciar la imagen de Valdivia como capital turística del agua, y también dotar a la Noche Valdiviana de un escenario inimitable.

Ecología
 Recuperar la ribera del río como un lugar de riqueza ecológica a través de la restauración de juncales y flora acuática (Calle Calle, renostres, etc.), que más tarde puedan albergar la enorme variedad de aves silvestres existentes en la región.

Peajes
 Unificar la totalidad de la intervención a través de un pavimento continuo de adoquines de basalto, y la plantación casi exclusiva de natras (Nichtofagus Obliqua), buscando tener como protagonista del paseo de borde no una especie exótica del bosque templado y raras provenientes de los países convecinos. Las celebraciones culturales del río lo convierten en una opción atractiva para el espacio público al generar sombras al verano, dejar el paso del sol en invierno y formar su silueta ante los ríos en otoño.

Movilidad
 La configuración de un pavimento continuo busca eliminar la segregación de las distintas modalidades de desplazamiento y dotar de una sola materialidad peña a toda la (Extracción de 1000 Toneladas de Material) Prol se convierte en un espacio urbano perfectamente peatonal y de bicicleta, donde convive el automóvil circulando a baja velocidad (más 30 km/h). La movilidad acuática también se verá potenciada a través de la habilitación de un gran embarcadero en el sector del terminal de buses y de muelles y bodegas para canales en el sector del puerto Calle Calle.

Conectividad
 Generar una pasarela peatonal que conecte el campus de la Universidad Austral con el centro de la ciudad. La pasarela se origina como una extensión de la costanera que se conecta con la Av. Elena Hauerbach. De esta forma, la pasarela permite generar un acceso exclusivamente peatonal de ingreso al campus universitario y también inaugurar una extensión del recorrido hacia la Isla Teja y un mirador al río de agua principal de la propuesta.

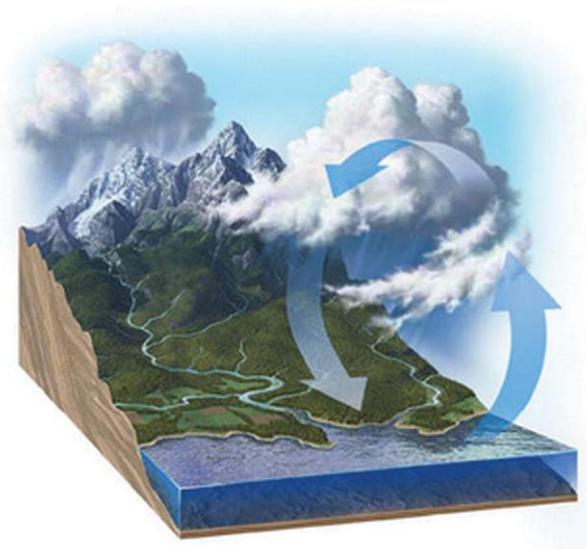
Memoria y conocimiento
 La historia de Valdivia está singularmente vinculada con el agua. Tanto su nacimiento, poblamiento, colonización y las redes catárticas naturales han tenido una estrecha relación con dicho elemento. El Museo del Agua busca convertirse en una plataforma para transmitir la importancia del agua desde un punto de vista científico, tecnológico y energético, y también para entender este elemento como una fuerza tanto creativa como destructiva para los asentamientos humanos. Plantear el museo como una estructura flotante de acero (potencia) permite relacionarlo con la imagen de las construcciones amarradas por el río (marinero: 1960) y también con la arquitectura naval de los astilleros que enfrenta el proyecto.

Turismo
 El proyecto incorpora equipamientos turísticos y atractivos escénicos que tienen como propósito fortalecer la ciudad de Valdivia y convertirla en la capital turística y náutica del sur de Chile. Además de los atractivos ya mencionados (chorros de agua, museo del agua, embarcadero, pasarela peatonal, etc.) el proyecto contará con piscinas públicas, áreas de estacionamiento para bicicletas, puntos WiFi, y parrillas sobre pontones para la proyección de cine durante el FIC Valdivia.

5.4_ IDEA CONCEPTUAL

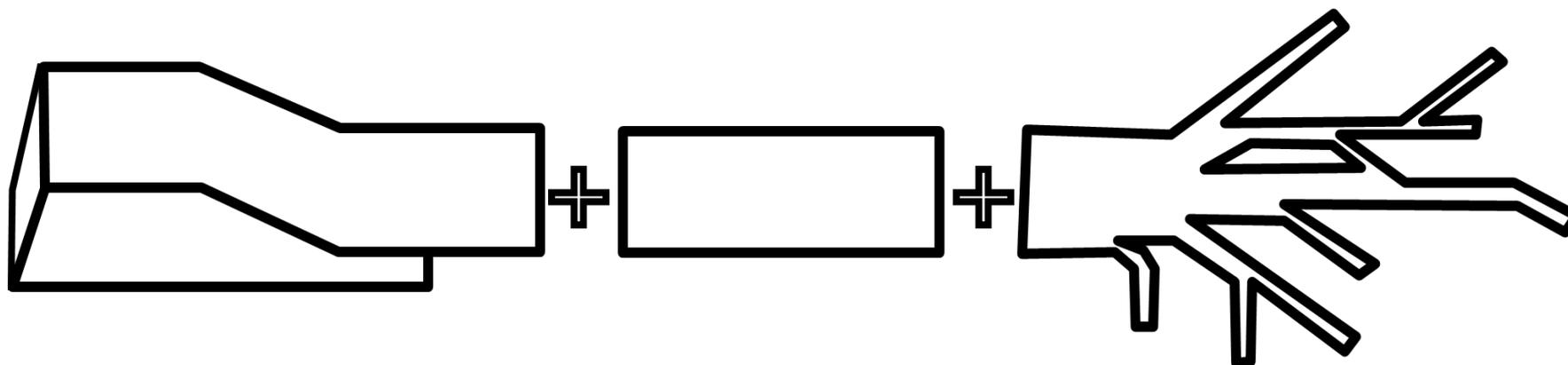
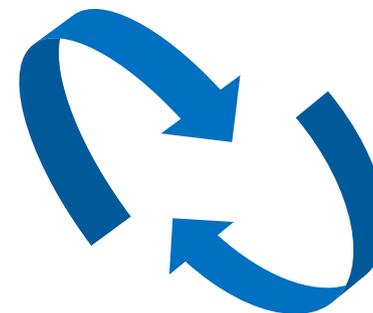
El agua dulce se produce a través del ciclo natural del agua, por medio de la evaporación del agua del mar, las nubes, la lluvia, y finalmente los ríos que bajan de las montañas y desembocan nuevamente hacia el mar. La desalinización en cambio, es el proceso inverso, del mar hacia la tierra.

Se utiliza la expresión formal del agua al contacto de la tierra por medio de surcos de agua.



CICLO NATURAL DEL AGUA

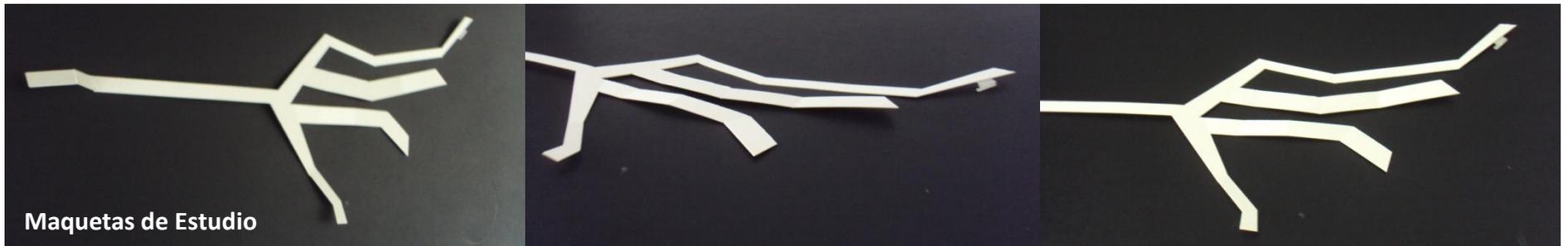
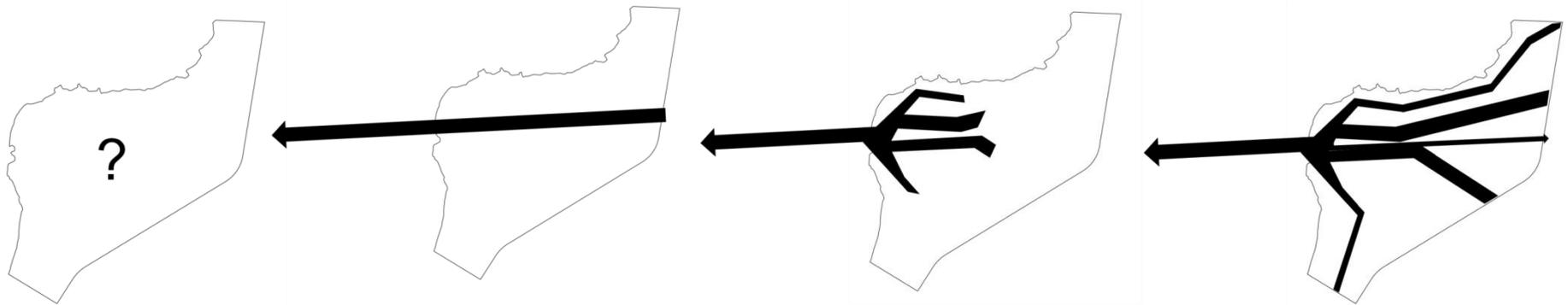
DESALINIZACIÓN
PROCESO INVERSO



DEL MAR → A LA TIERRA → POR MEDIO → DE SURCOS DE AGUA



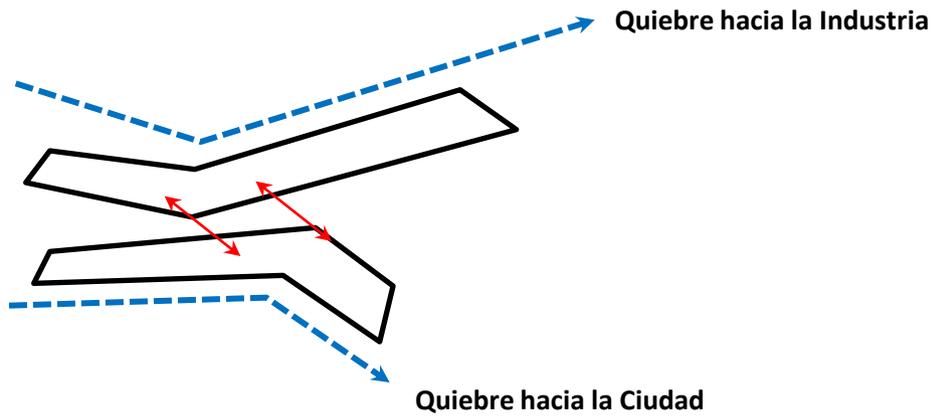
GENERACIÓN DE LA FORMA



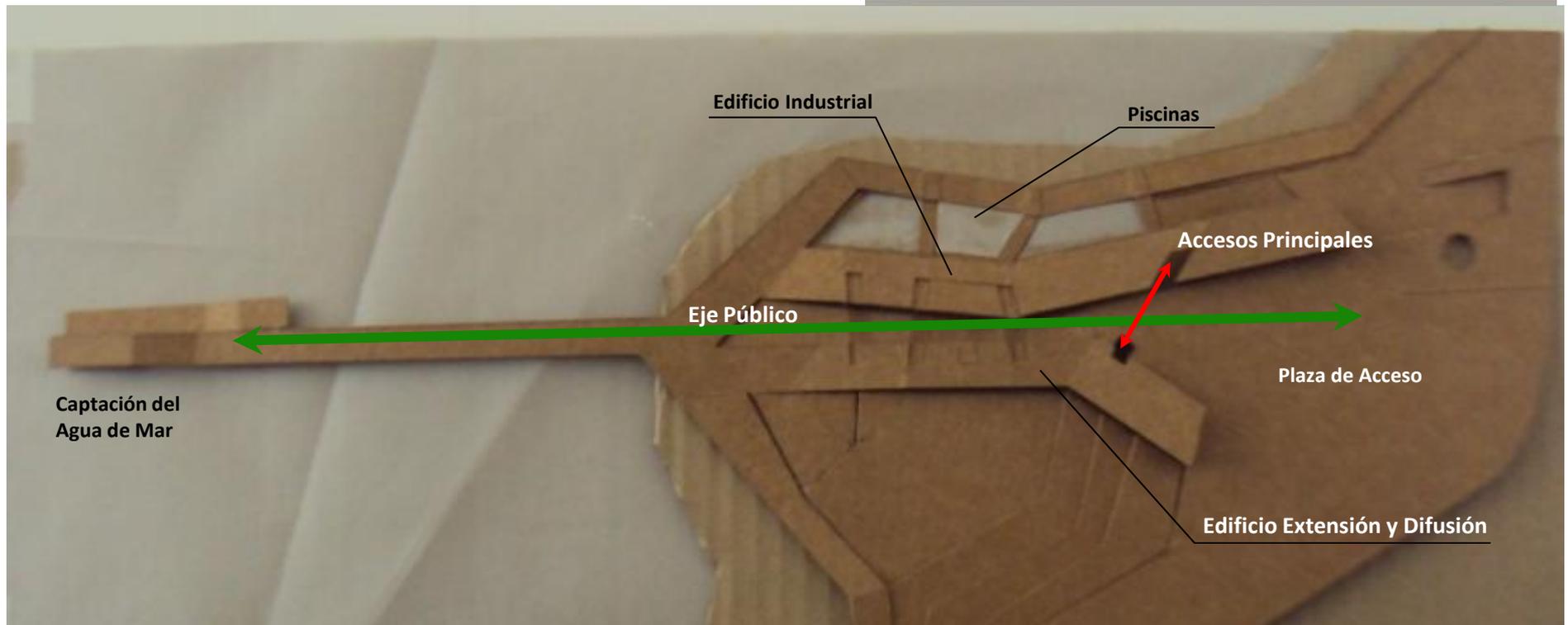
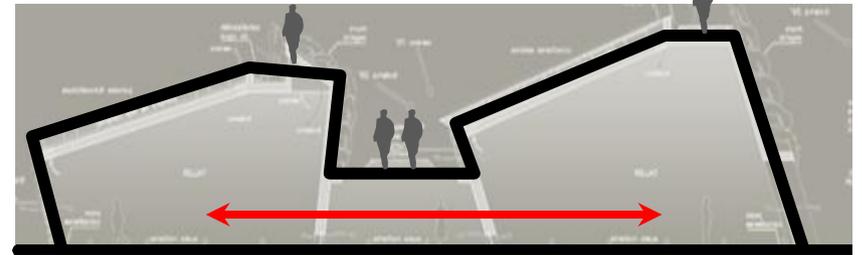
Maquetas de Estudio



Maquetas de Estudio



Corte Esquemático



5.5_ REFERENTES

Ewha Woman's University /
Arquitecto: Dominique Perrault Architecture_
Korea

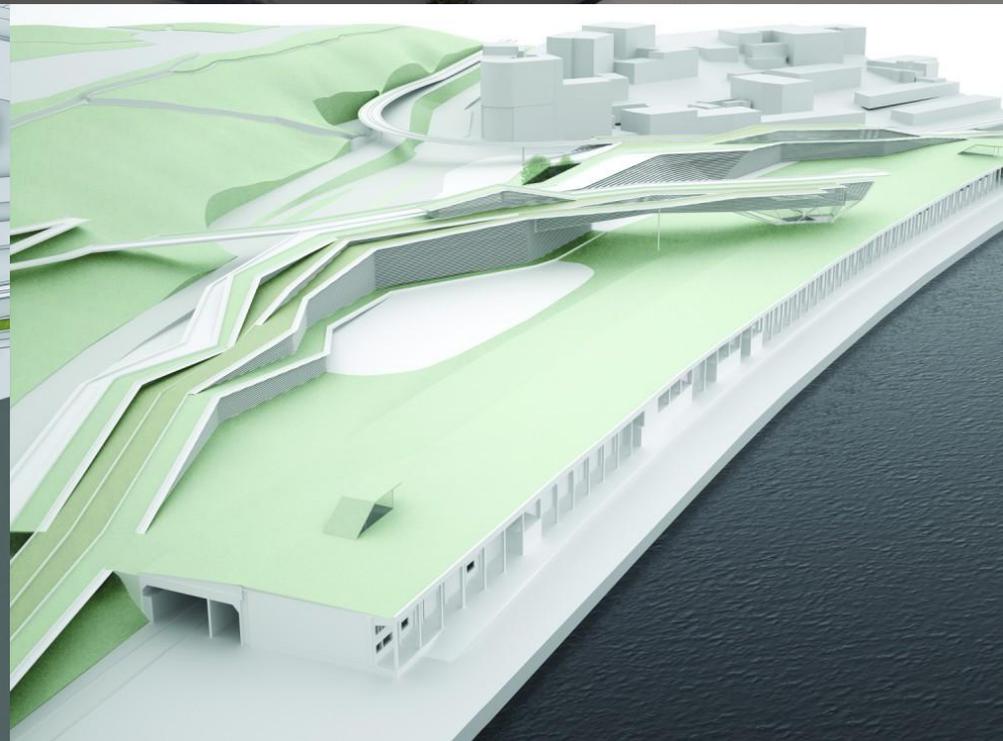
Del proyecto se rescata la idea de incorporar el espacio público a través de un eje central, que conecta ambos edificios. Se destaca también la idea de ascenso de los volúmenes



1. Centro de Formación en Energías Renovables / Oficina de Arquitectura A-cero/ España.

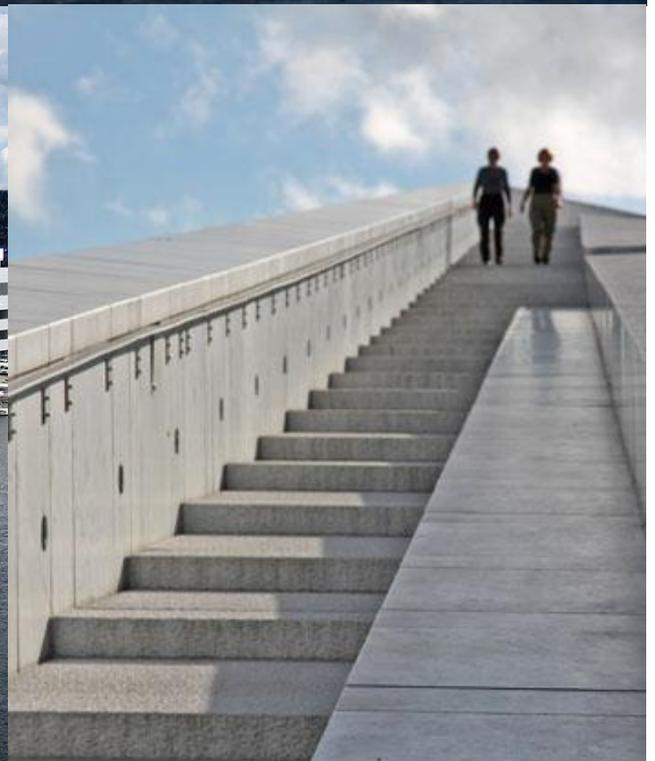
**2. Propuesta: Beton Hala Waterfront Center
Arquitectos : office ReduX
Ubicación: Belgrado, Serbi**

Se rescata la idea de los quiebres y patios interiores



Oslo Opera House
Arquitectos: Snøhetta
Ubicación: Bjørvika, Oslo, Noruega

Se rescata la idea del espacio público exterior,
los recorridos de cubierta y la llegada al mar.



IMÁGENES OBJETIVO MUELLE



Arquitectos: Grupo Big



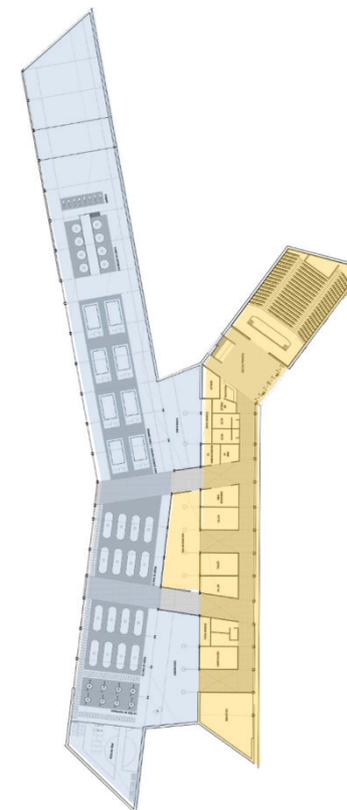
Baño Marítimo
Arquitectos: White arkitekter AB

5.6_PROGRAMA

El proyecto plantea una zona específica del proceso de desalación, servicios generales, una zona de administración y una zona de extensión y difusión.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	SUPERFICIE M2
PLANTA PROCESO	
Sala Boca Toma	400
Área Filtros de Arena (16)	590
Área Filtros de Cartucho (8)	100
Área turbo bombas + Bastidores OI (8)	530
Estanques Dolomita (8)	180
Bombas Impulsión (8)	50
Estanque de Agua	3000
Bodega 1	36
Bodega 2	36
Sala Baterías Paneles Fotovoltaicos	72
Grupo Generador	50
Estanque Lavado	50
Taller Mecanico	100
Laboratorio (2)	200
SERVICIOS GENERALES	
Hall Acceso	200
Sala de exposiciones y reuniones	
Cocina	36
Bodega cocina	18
Comedor	72
Baños Personal	54
Enfermería	18
Sala visitas	72
Baños Públicos	24

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA	SUPERFICIE M2
ZONA ADMINISTRACIÓN	
Gerencia	36
Sala de control	324
Archivo	18
Servidores	36
Sala de reuniones	36
Administración	48
Baños	54
EXTENSIÓN Y DIFUSIÓN	
Recepción	18
Oficinas	70
Talleres (3)	159
Sala Computación	57
Biblioteca	168
Sala Interactiva	200
Auditorio	300
Pacios (*0,5)	114
Total m2	7526
20% circulaciones	1505,2
TOTAL (m2)	9031,2

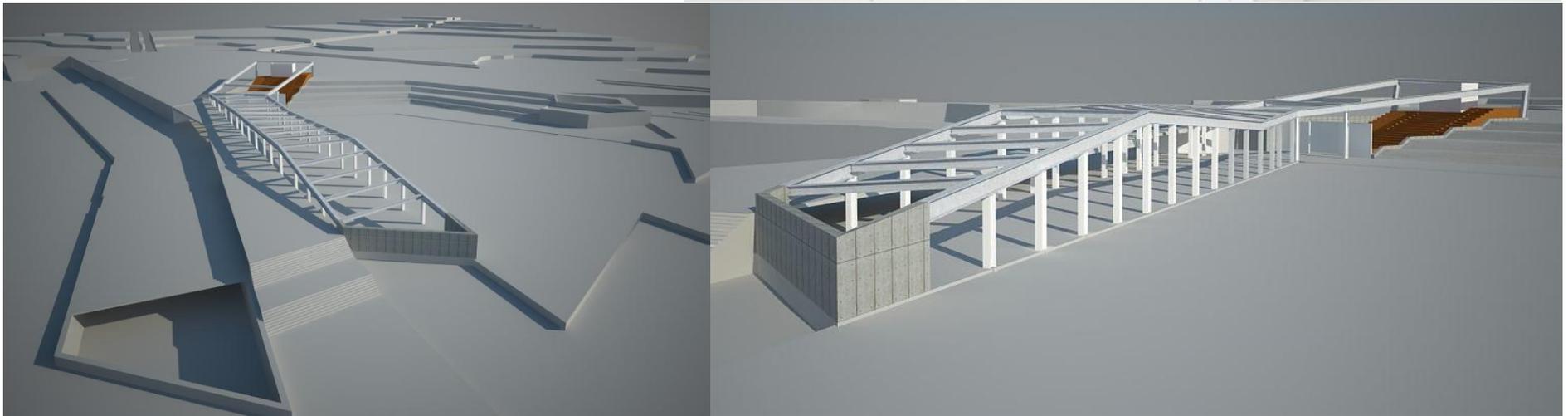
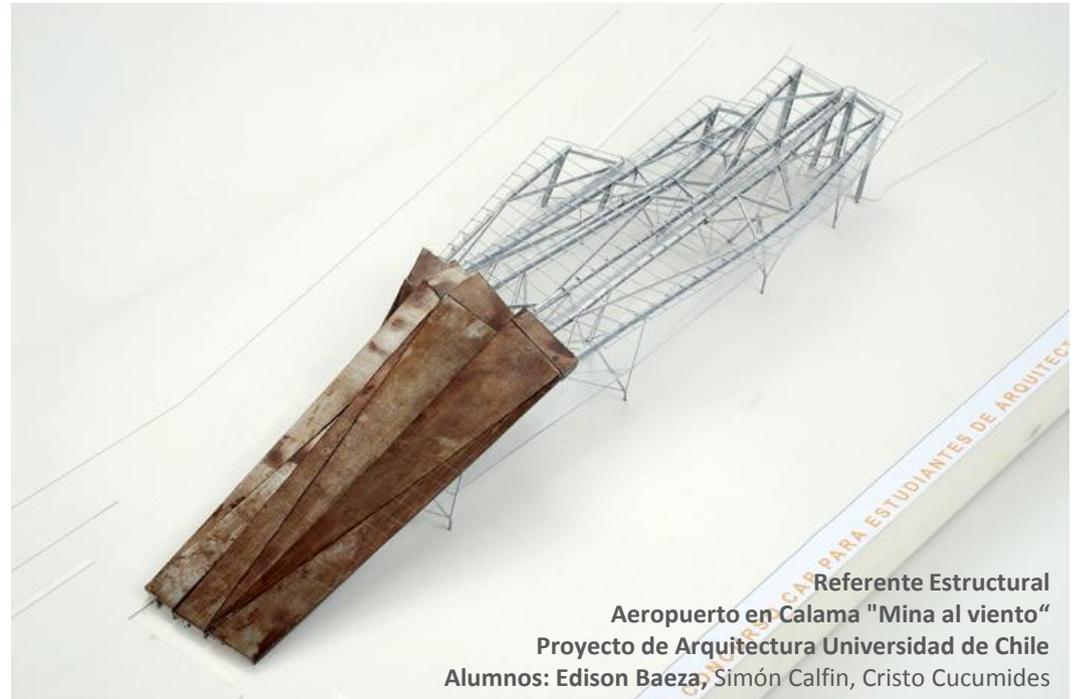


5.7_ ESTRUCTURA

CRITERIOS ESTRUCTURALES Y DE MATERIALIDAD

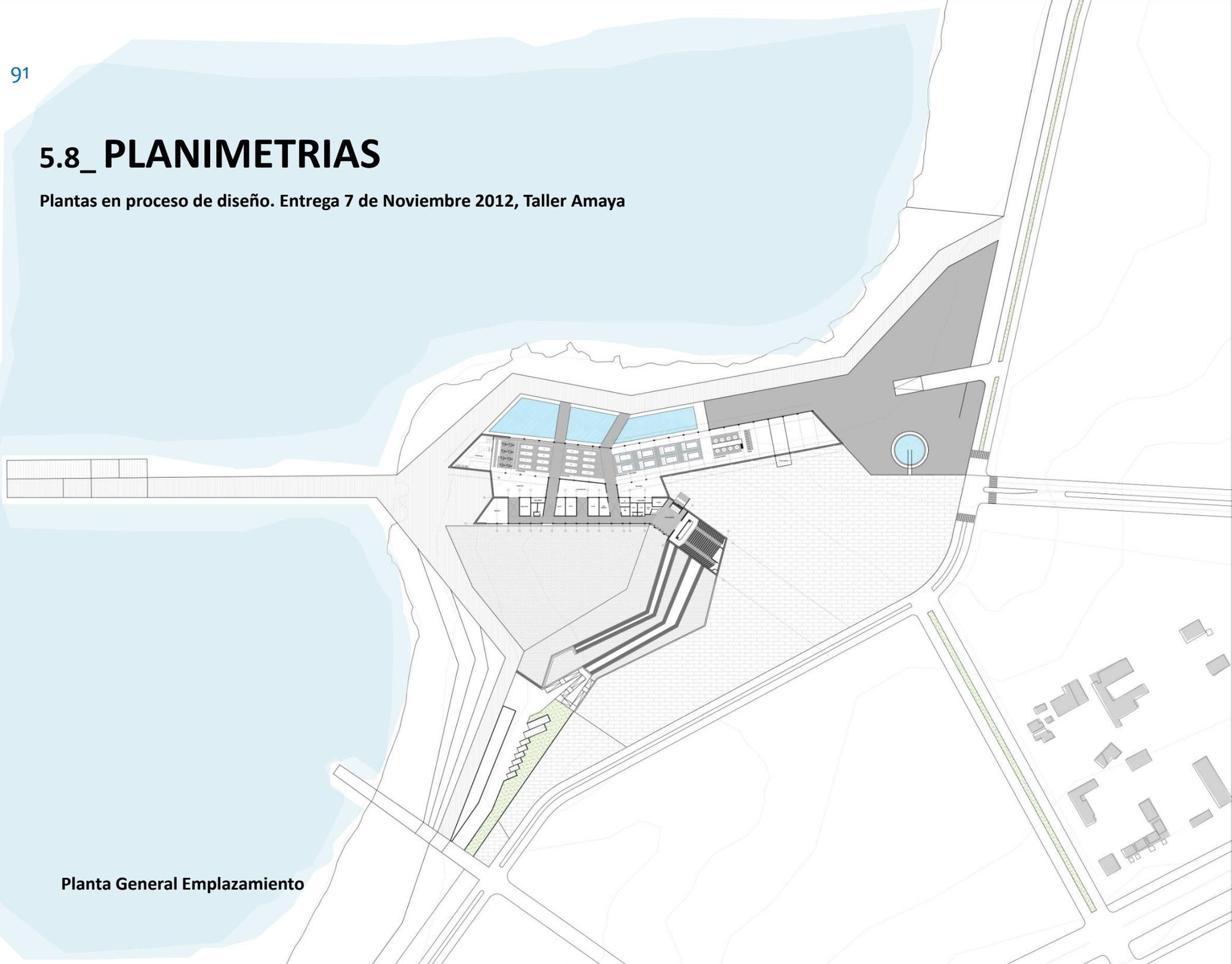
La estructura propuesta se basa en un sistema de pilares, y vigas de acero, que permiten cubrir grandes luces. En el primer nivel de edificio se utilizan grandes muros de contención de hormigón armado, dada su alta capacidad de contener taludes y también por su eficaz comportamiento ante los eventos sísmicos, que son de especial consideración en la zona norte del país.

Esquemas Estructurales

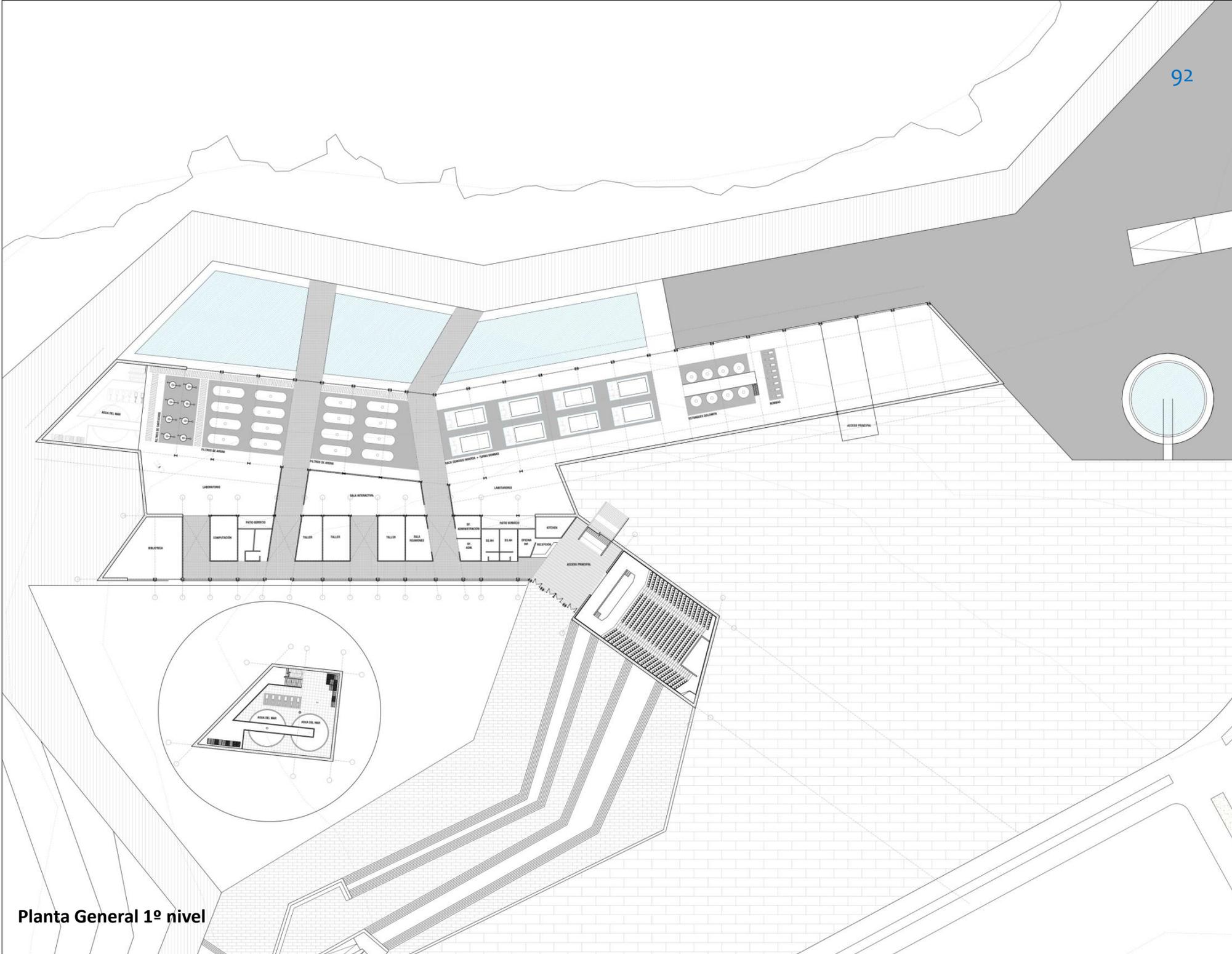


5.8_ PLANIMETRIAS

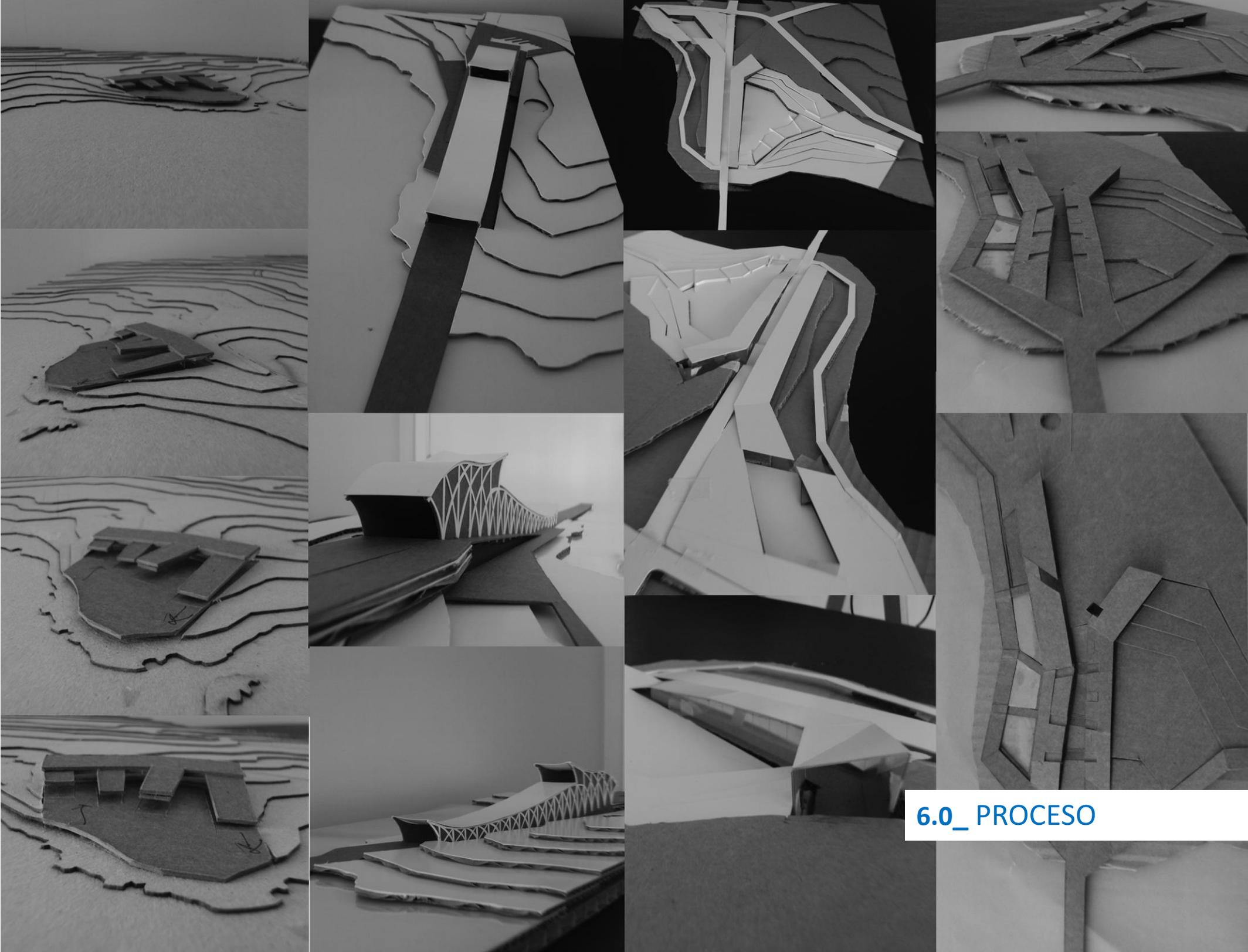
Plantas en proceso de diseño. Entrega 7 de Noviembre 2012, Taller Amaya



Planta General Emplazamiento



Planta General 1º nivel



6.0_ PROCESO

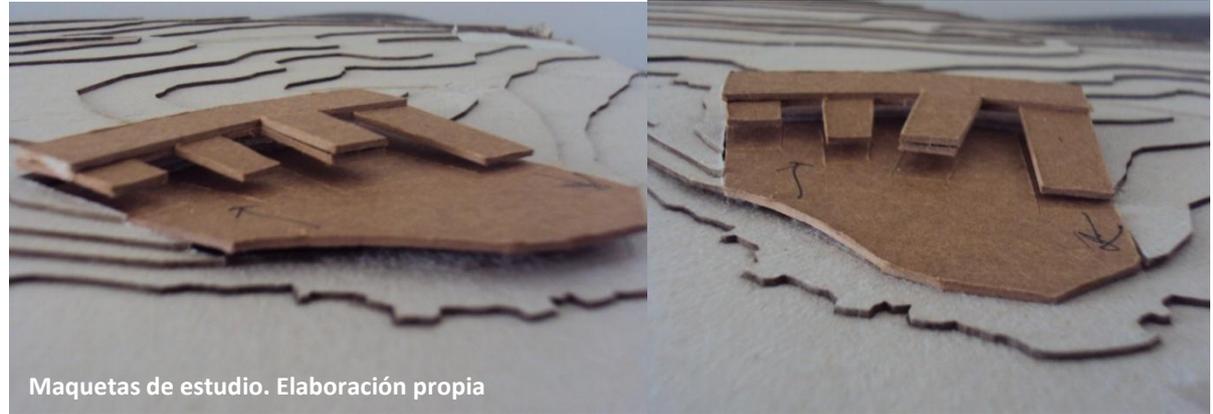
6.1_IDEA 1

La primera propuesta en el proceso de diseño fue la idea de los dedos, los cuales marcaban cada uno de los procesos productivos de la Planta.

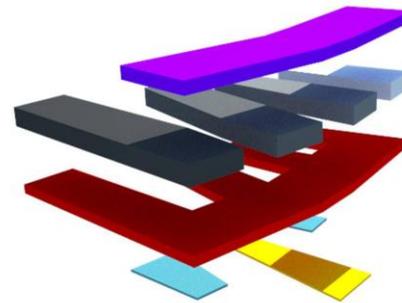
Observaciones

No complejizar la forma

No olvidar que el proyecto es un edificio industrial y debe primero responder a eso
La idea arquitectónica es poco clara y se observa más bien como una caracterización que como una propuesta.

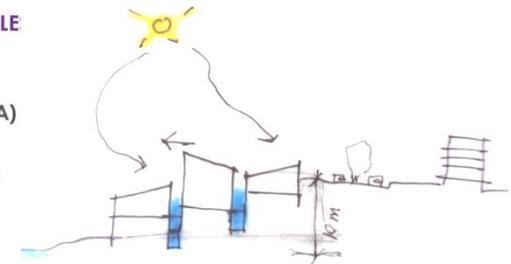


Maquetas de estudio. Elaboración propia



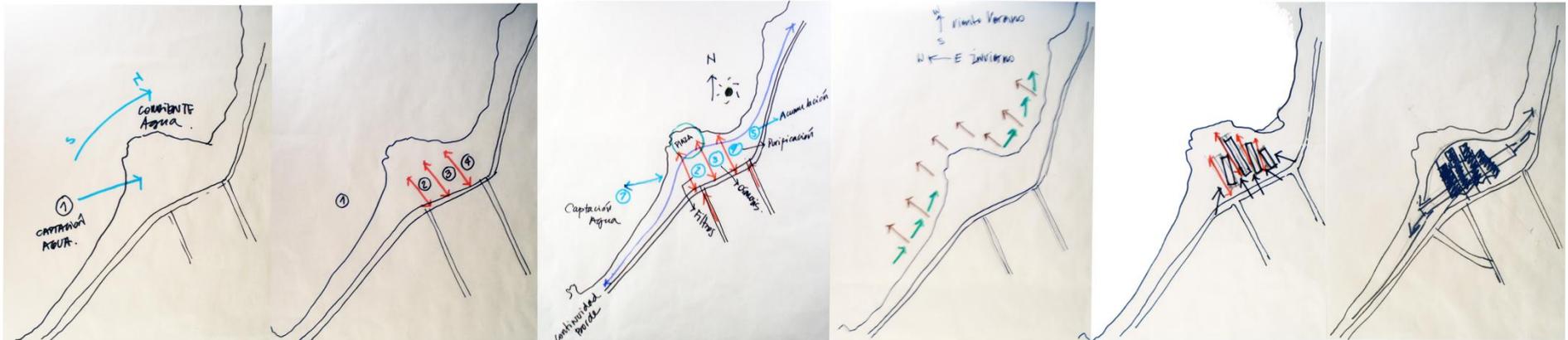
Esquema Programático

- ZONA SERVICIOS GENERALE
- ZONA ESPECIFICA (METAMORFOSIS DEL AGUA)
- ZONA ADMINISTRATIVA
- PISCINAS DE AGUA



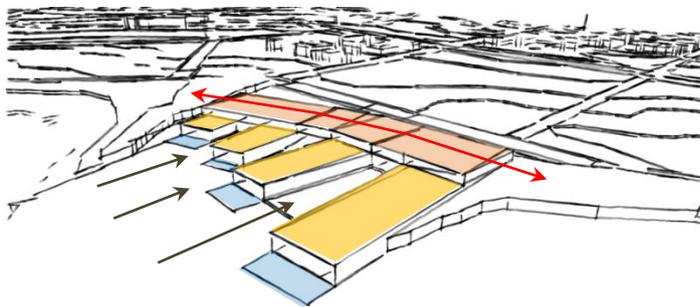
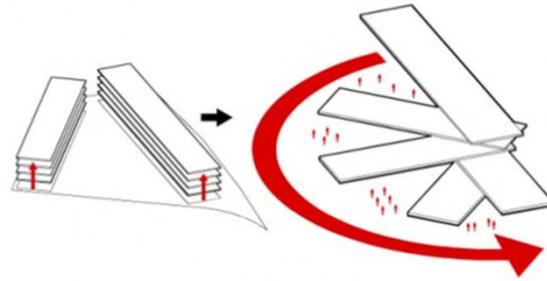
Primera aproximación

Criterios de Diseño



REFERENTE

Kube Krydset, Dinamarca
Arquitectos: Grupo Big



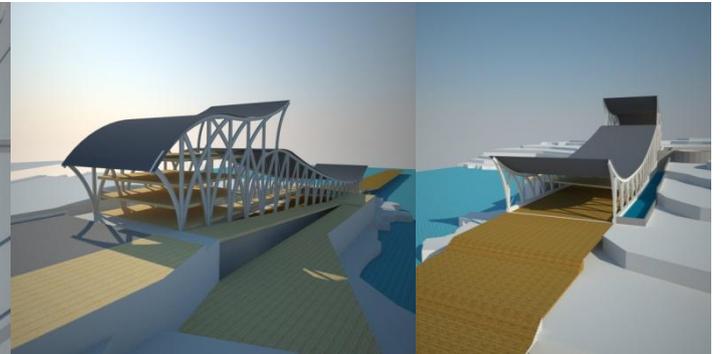
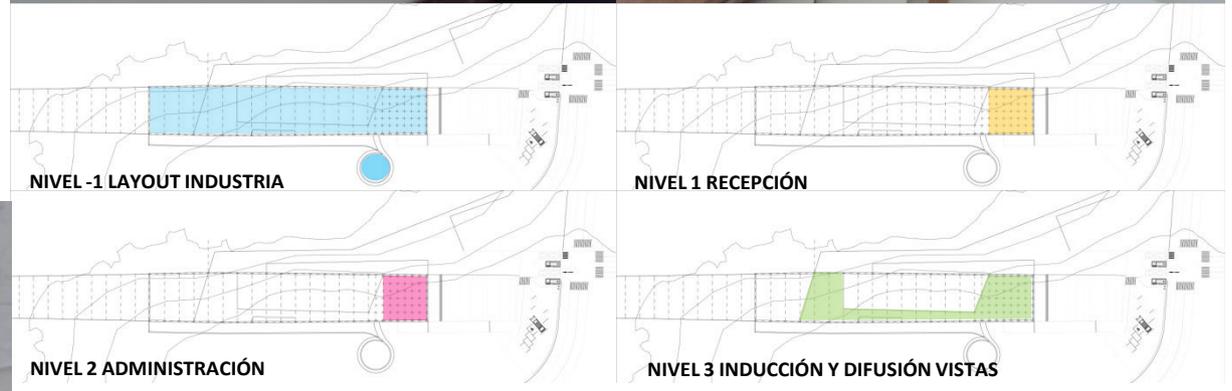
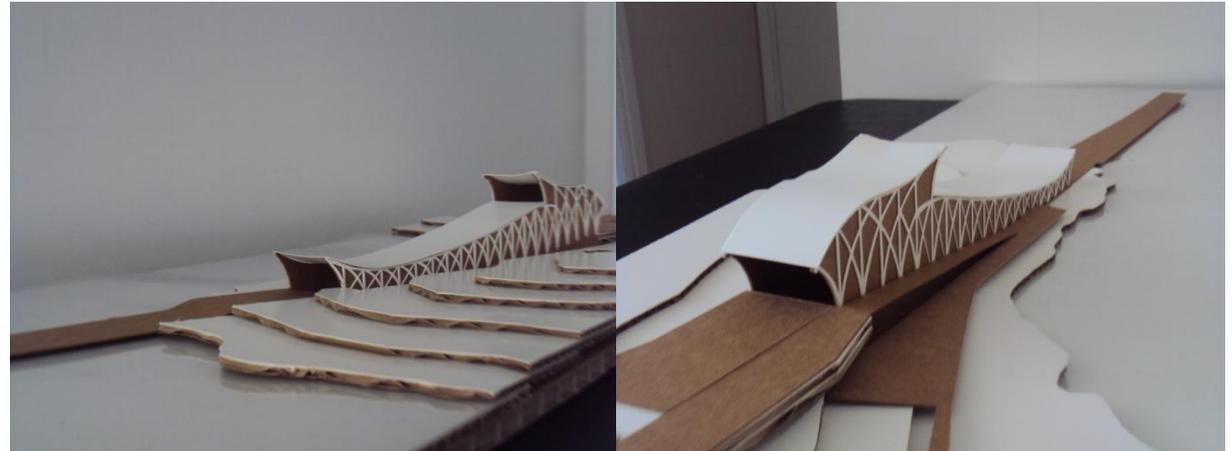
6.2_IDEA 2

Propuesta 1: La idea de esta propuesta es la primera aproximación a la idea final de proyecto, que contempla el ciclo del agua a través de un surco.

La envolvente interpreta el oleaje del mar hacia la tierra caracterizando el proceso de desalación.

Observaciones.

No tiene un carácter arquitectónico, no difiere mucho de una industria común por su condición de sólo de envolvente. La expresión arquitectónica no tiene relación con el contexto.

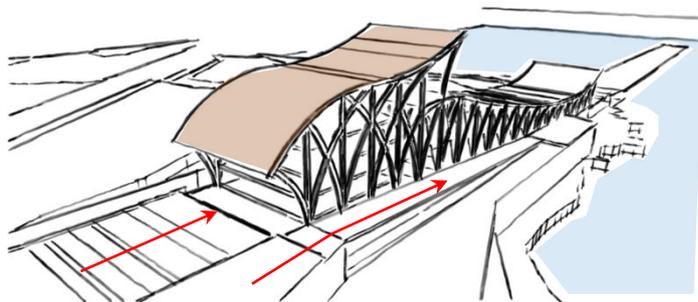


REFERENTES

1. **Puente hundido** – diseñado por los arquitectos de [RO & AD](#) – se ubica en Holanda

Se rescata la idea del surco de agua

2. **Edificio Cristal Chile**
Arquitecto: Guillermo Hevia



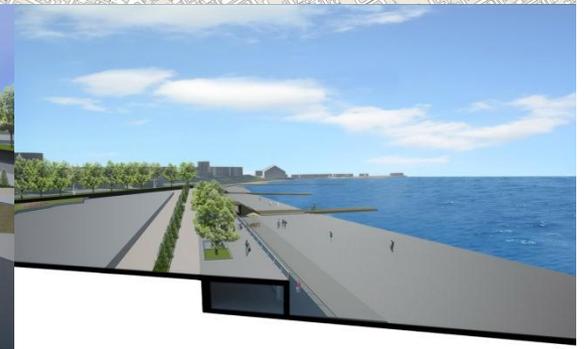
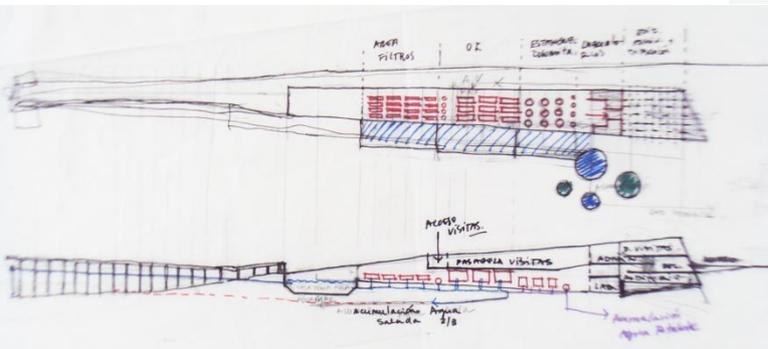
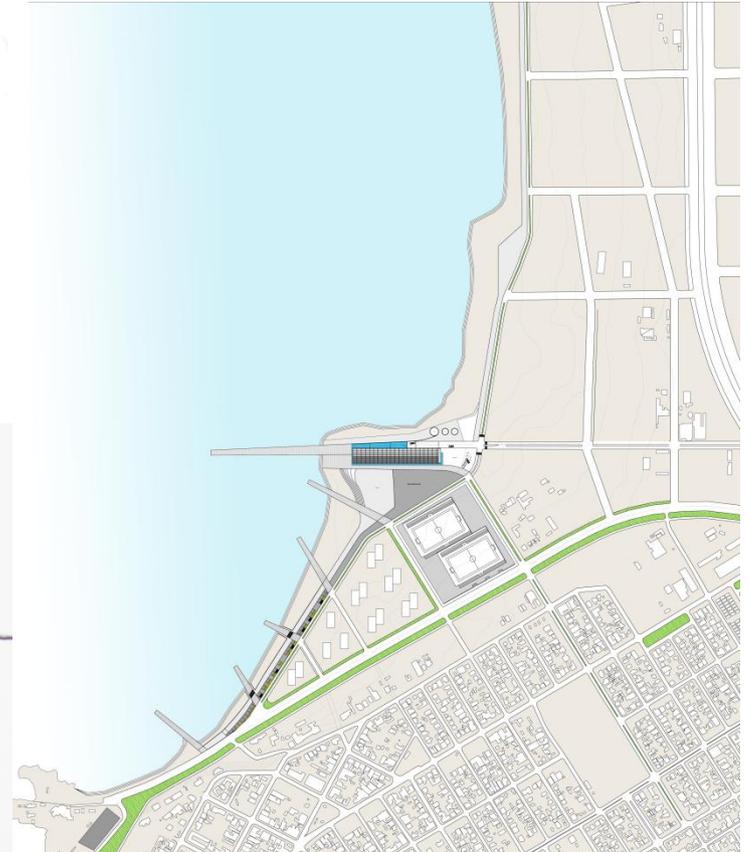
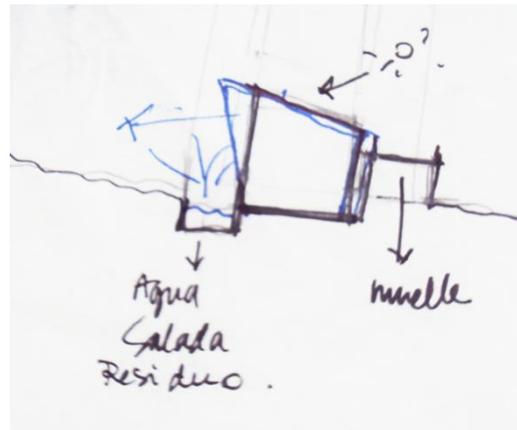
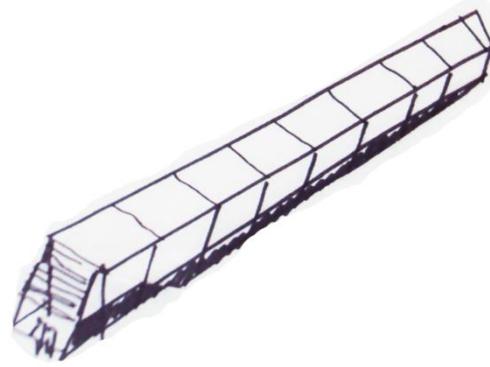
Propuesta 2: La idea aquí sigue siendo la del surco de agua, que ahora la interpreto mediante una caja hermética como una gran canaleta que transporta el agua, caracterizando el proceso de desalación.

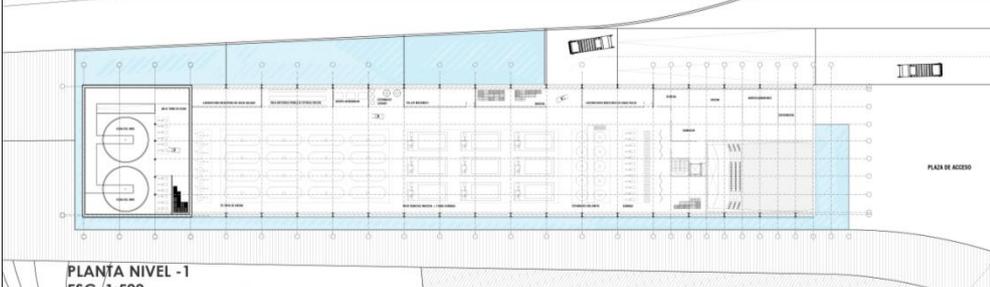
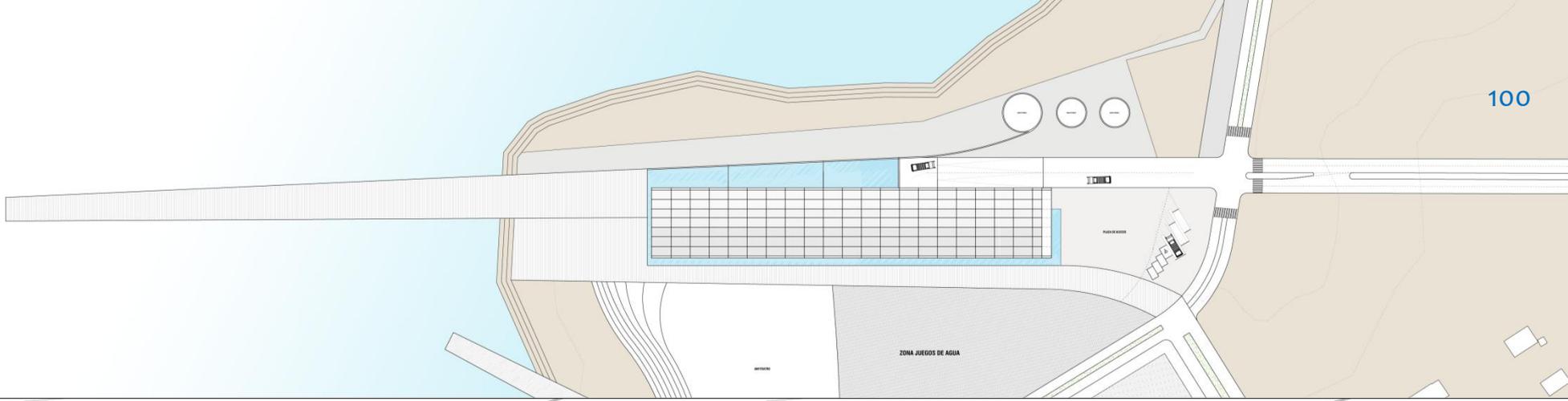
Observaciones

El proyecto se ve atrapado en el funcionamiento técnico de la planta, falta una propuesta arquitectónica clara.

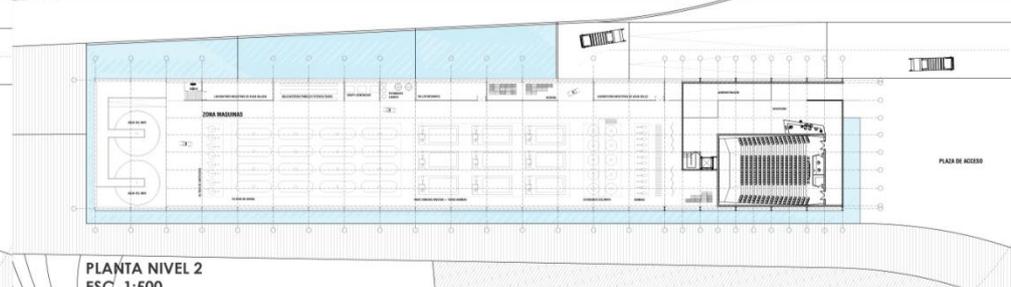
Un proyecto de Arquitectura Industrial debe considerar todo los ámbitos sustentables.

El proyecto tiene todas las condiciones para incluir el espacio público dentro de la propuesta, pero no lo hace.

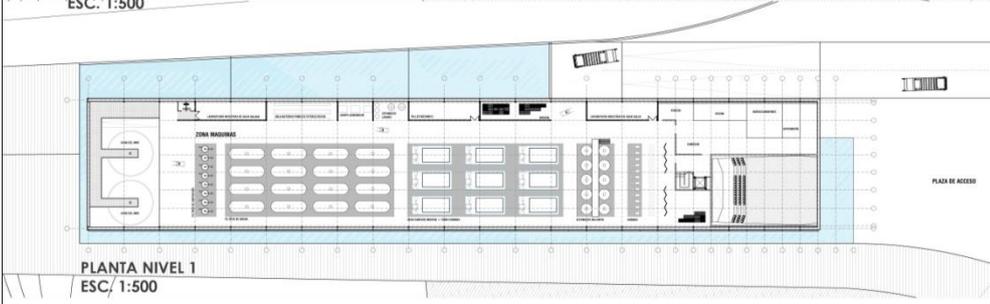




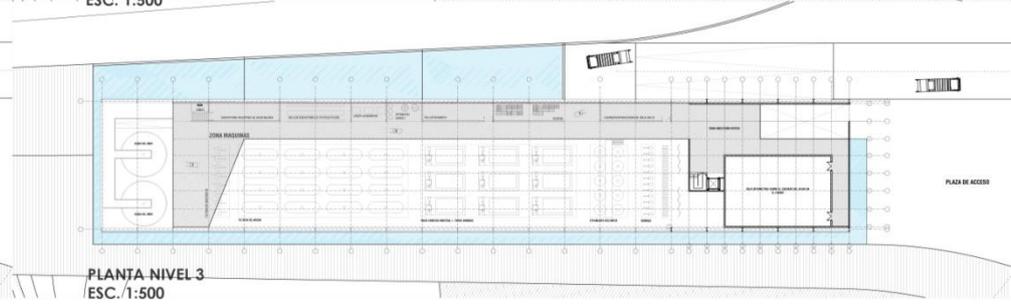
PLANTA NIVEL -1
ESC. 1:500



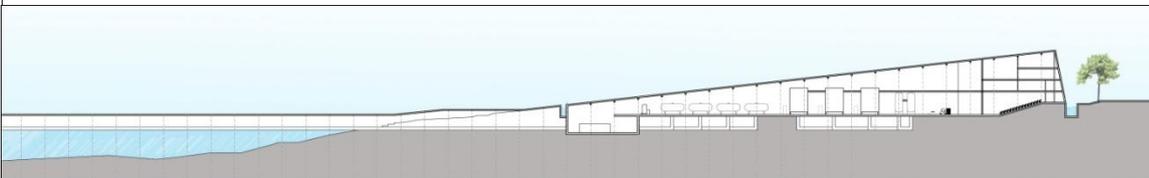
PLANTA NIVEL 2
ESC. 1:500



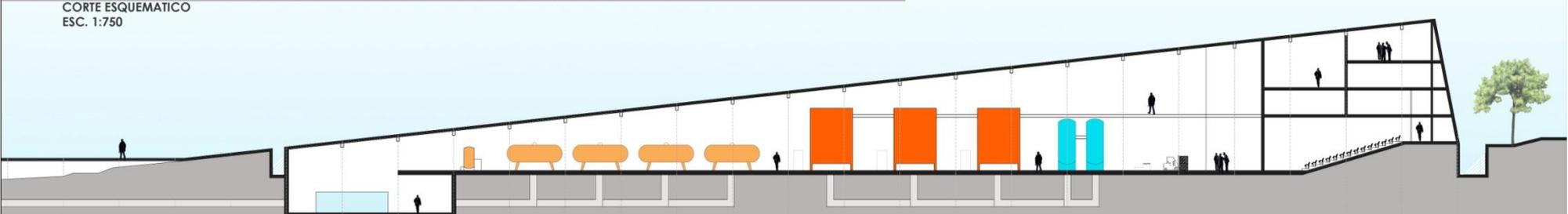
PLANTA NIVEL 1
ESC. 1:500



PLANTA NIVEL 3
ESC. 1:500



CORTE ESQUEMATICO
ESC. 1:750

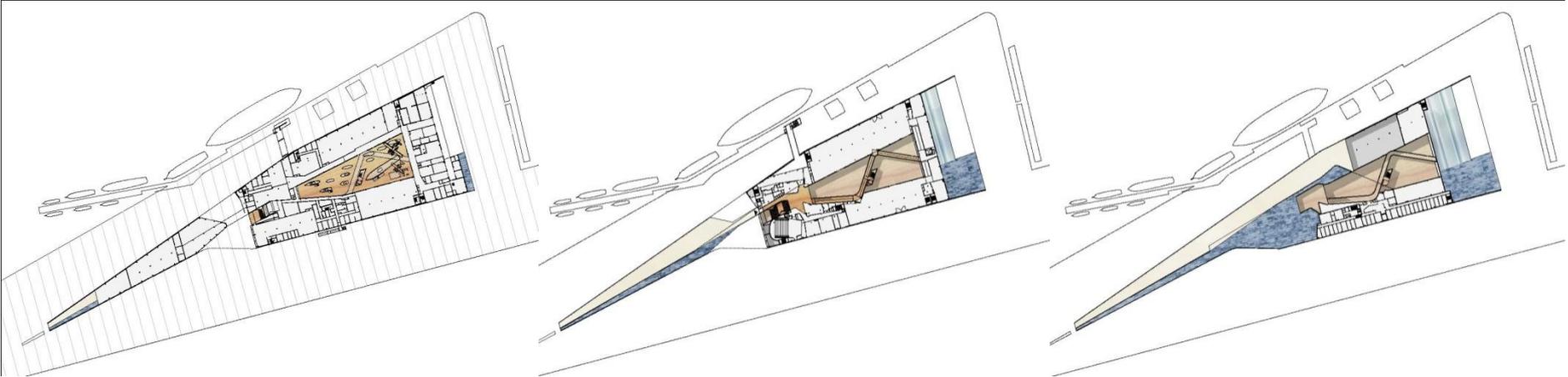


CORTE ESQUEMATICO
ESC. 1:250

REFERENTE

Centro Marítimo Vellamo
Architects Lahdelma & Mahlamäki
Kotka, Finlandia



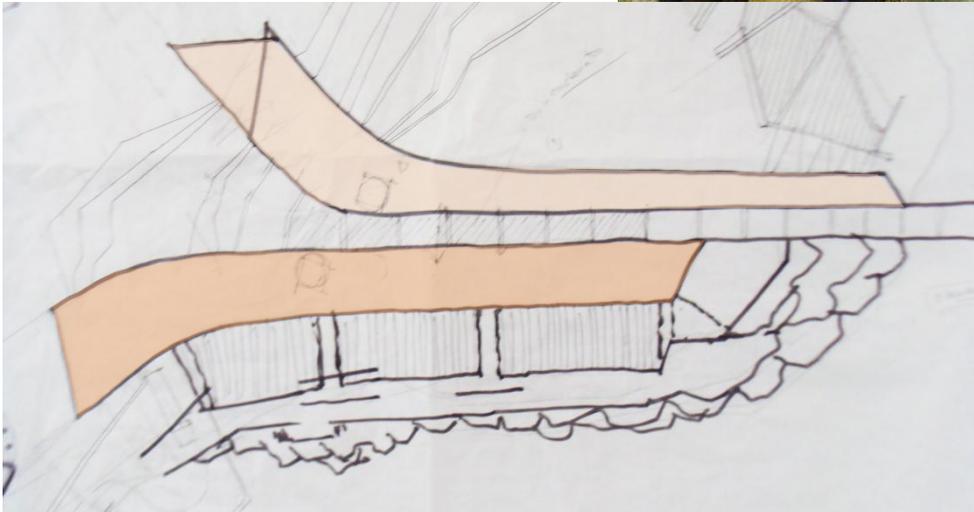
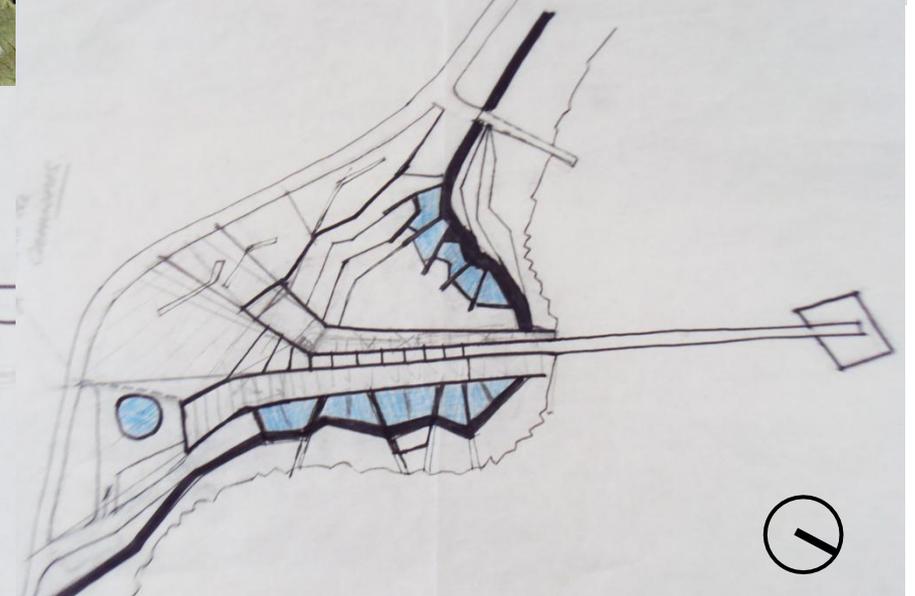
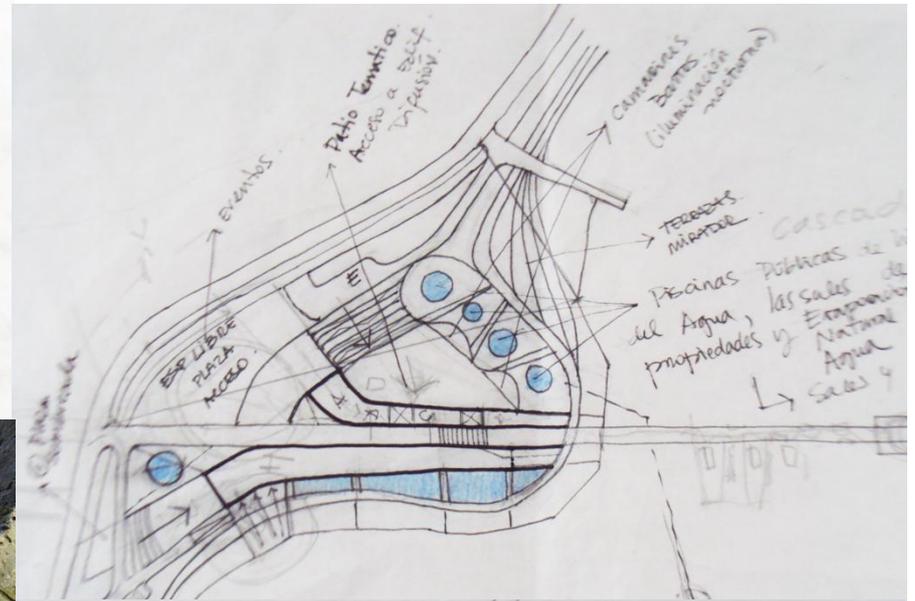
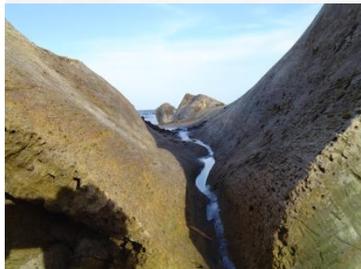
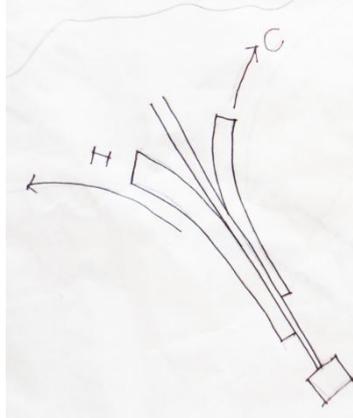


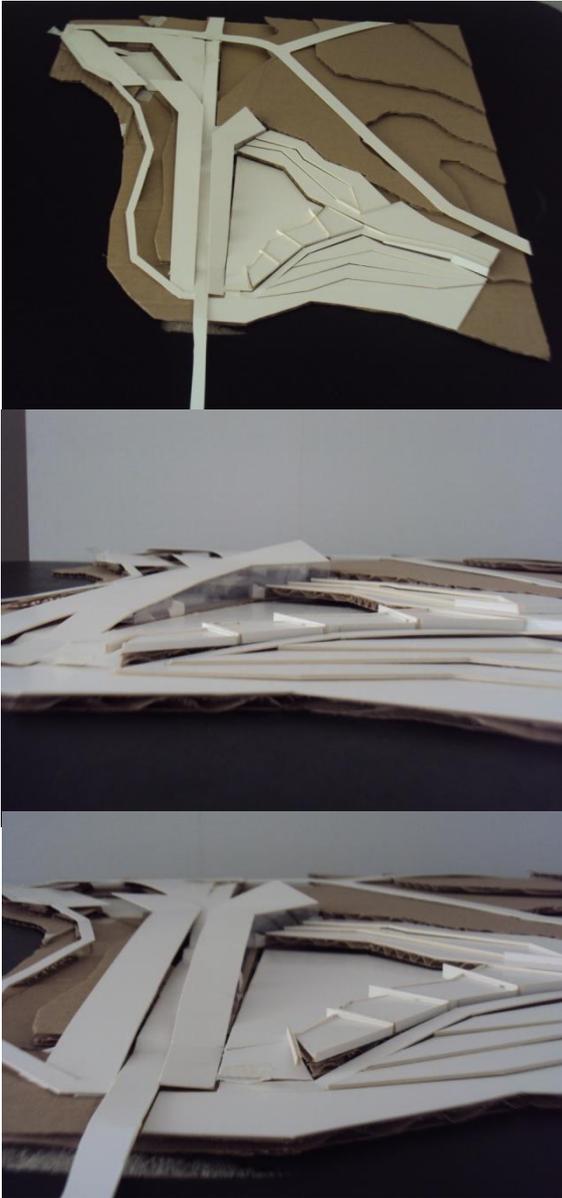
6.3_IDEA 3

Esta idea es la primera aproximación formal a la idea final de proyecto, que incorpora las decisiones de diseño que antes habían sido criticadas, como el espacio público en mi proyecto, ahora el surco de agua se transforma en el elemento vital y libre que es el eje público que divide el edificio en dos, y que lo conecta en un nivel inferior. Uno de los edificios se abre hacia la industria y el otro hacia la ciudad.

Observaciones

Como partido general esta muy bien, pero falta darle mayor dinamismo a los edificios que efectivamente hablen de la idea de surcos de agua, incluyendo su morfología.





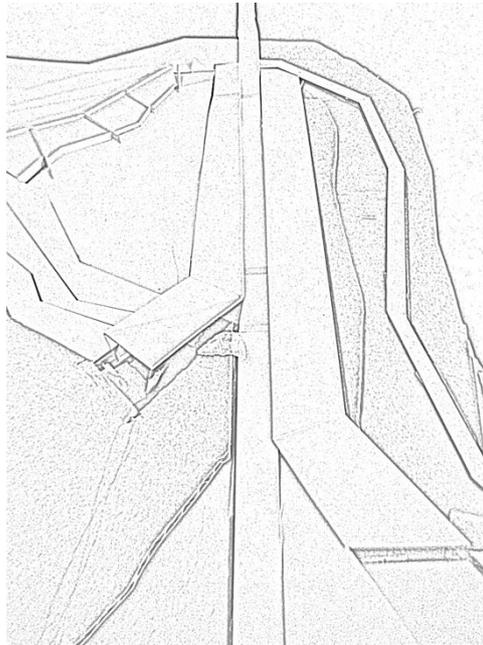
REFERENTE

Bunker 599

Arquitectos: Rietveld Landscape

Ubicación: A2, The Netherlands

Se rescata la idea del surco y el eje central que divide el edificio, generando una espacialidad intermedia.



BIBLIOGRAFÍA

Proyectos de Titulo

Memoria Proyecto de Titulo, Universidad de Chile_ Facultad de Arquitectura y Urbanismo “Planta Desaladora para Arica” Joaquín Riesco, 2009

Memoria Proyecto de Titulo, Universidad de Chile_ Facultad de Arquitectura y Urbanismo “Relación ciudad y borde costero, industria salmonera Dalcahue | Chiloé” Claudio Segovia, 2011

Memoria Proyecto de Titulo, Universidad de Chile_ Facultad de Arquitectura y Urbanismo “Proyecto Ayni, Planta Depuradora de Agua para la recuperación Agrícola de Quillagua” Diego Hernández, 20110

Libros y Documentos

Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, “Agua para todos, agua para la vida” NACIONES UNIDAS, 2003/
<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

¿Es la desalación el futuro del agua en el mundo?, Diario digital Nueva Tribuna / Madrid, EDMUNDO FAYANÁS ESCUER, 30.05.2012

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, CEPAL, Caracas, 2005.

Ministerio del Medio Ambiente, 2da Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones unidas

Guía Comunitaria para la Salud Ambiental – 2011, “Protección de las Cuencas Hidrográficas” / www.español.hesperian.org

Holtz, Uwe, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. CNULD, 2003.

UNESCO, Políticas, estrategias y planes regionales, subregionales y nacionales en educación para el desarrollo sostenible y la educación ambiental en América Latina y el Caribe –Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014, Santiago, 2009.

Seminario Internacional de Desalación en Antofagasta, Desalación para suministro de agua potable en el norte de Chile: Caso de Aguas de Antofagasta S.A. Mario González Aguas de Antofagasta S.A.

Ibu Abn Zar. Agua, Ciudad y Arquitectura. Humberto Eliash 2006

Battle I Durany, Enric, Los nuevos paisajes de la metrópoli, en Paisaje y Territorio, Abada editores, Madrid, 2008.

Moreno, Osvaldo, Arquitectura del Paisaje, una disciplina transversal e integradora, Revista Ciudad y Arquitectura N° 147, Santiago, 2011.

Moreno, Osvaldo, Arquitectura del Paisaje: Retrospectiva y prospectiva de la disciplina a nivel global y latinoamericano. Enfoques, tendencias, derivaciones, Revista de Arquitectura N° 19, Santiago, 2009.

Carrasco Milla, Pablo. Crecimiento Urbano de Copiapó, causales, patrones y perspectivas. Cámara Chilena de la Construcción, Delegación Regional de Atacama, 2008.

EURE vol. 36 | N° 107 | abril 2010 | pp. 93-108, “Del asentamiento minero al espacio continental; Chuquicamata (Chile) y la contribución de la minería a la configuración del territorio y el desarrollo social y económico de la Región de Antofagasta durante el siglo XX. EUGENIO GARCÉS FELIÚ (Doctor Arquitecto y profesor Titular de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.)

Informe Programa Chile Sustentable, “Conflictos del Agua en Chile, entre los derechos humanos y las Reglas del Mercado”, 2010 / http://www.archivochile.com/Chile_actual/patag_sin_repre/03/chact_hidroy-3%2000026.pdf

“Observaciones y Conclusiones, Recursos Hídricos Cuenca del Río Copiapó”, Dr. Charles M. Burt, P.E. Junio 2008 / <http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/informe-de-charles-m-burt.pdf>

Planta desaladora de Antofagasta: un impacto positivo al medio ambiente, D. Francisco Martín Morales (Director General INIMA, Servicios Europeos de Medio Ambiente, S. A.) y D. Juan Sánchez (Experto en Desalación) / <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/positivo.pdf>

Páginas Web

Ministerio del Medio Ambiente
www.mma.gob.cl

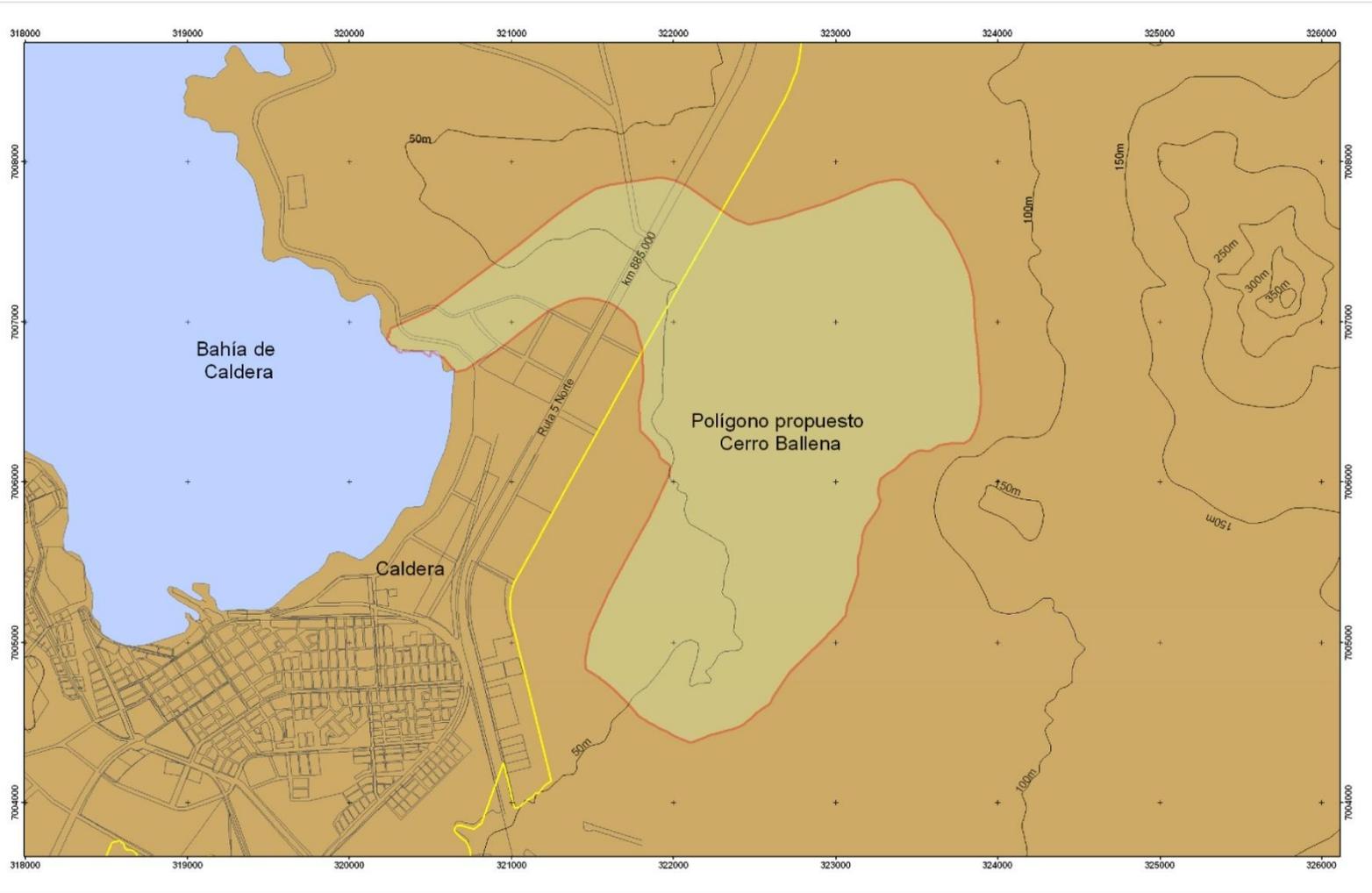
Plataforma Arquitectura
www.plataformaarquitectura.cl

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
www.unep.org

Ministerio de Obras Públicas / Dirección General de Aguas_
www.dga.cl

www.educarchile.cl

ANEXOS



DATOS GENERALES DEL MONUMENTO NACIONAL
 Monumento Nacional
 Categoría: **MONUMENTO ARQUEOLÓGICO**
SOLICITUD DE DECLARACIÓN COMO ZONA DE INTERÉS CIENTÍFICO PARA EFECTOS MINEROS "CERRO BALLENA"

REGIÓN	ATACAMA
PROVINCIA	COPIAPO
COMUNA	CALDERA
DIRECCIÓN / UBICACIÓN / LUGAR	REFERENCIA RUTA 5 NORTE KILÓMETRO 885.000

DATOS ESPECÍFICOS DEL MONUMENTO ARQUEOLÓGICO
 (*)Propietario(s): Ministerio de Bienes Nacionales
 Rut del(los) propietario(s):
 Rol SII vigente:
 Administrador(es):
 Valor del bien: Patrimonio Paleontológico
 Decreto: Fecha Decreto:
 Código:

ANTECEDENTES DEL PLANO
 Superficie aprox. del polígono:
 630 ha

Simbología - Nomenclatura:

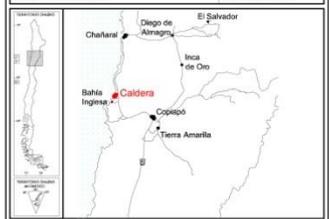
Polígono Propuesto Cerro Ballena	Límite Urbano de Caldera
Comuna de Caldera	Validad
	Curva de nivel 50 m

Emilio De la Cerda Emszurz
 Secretario Ejecutivo
 Consejo de Monumentos Nacionales

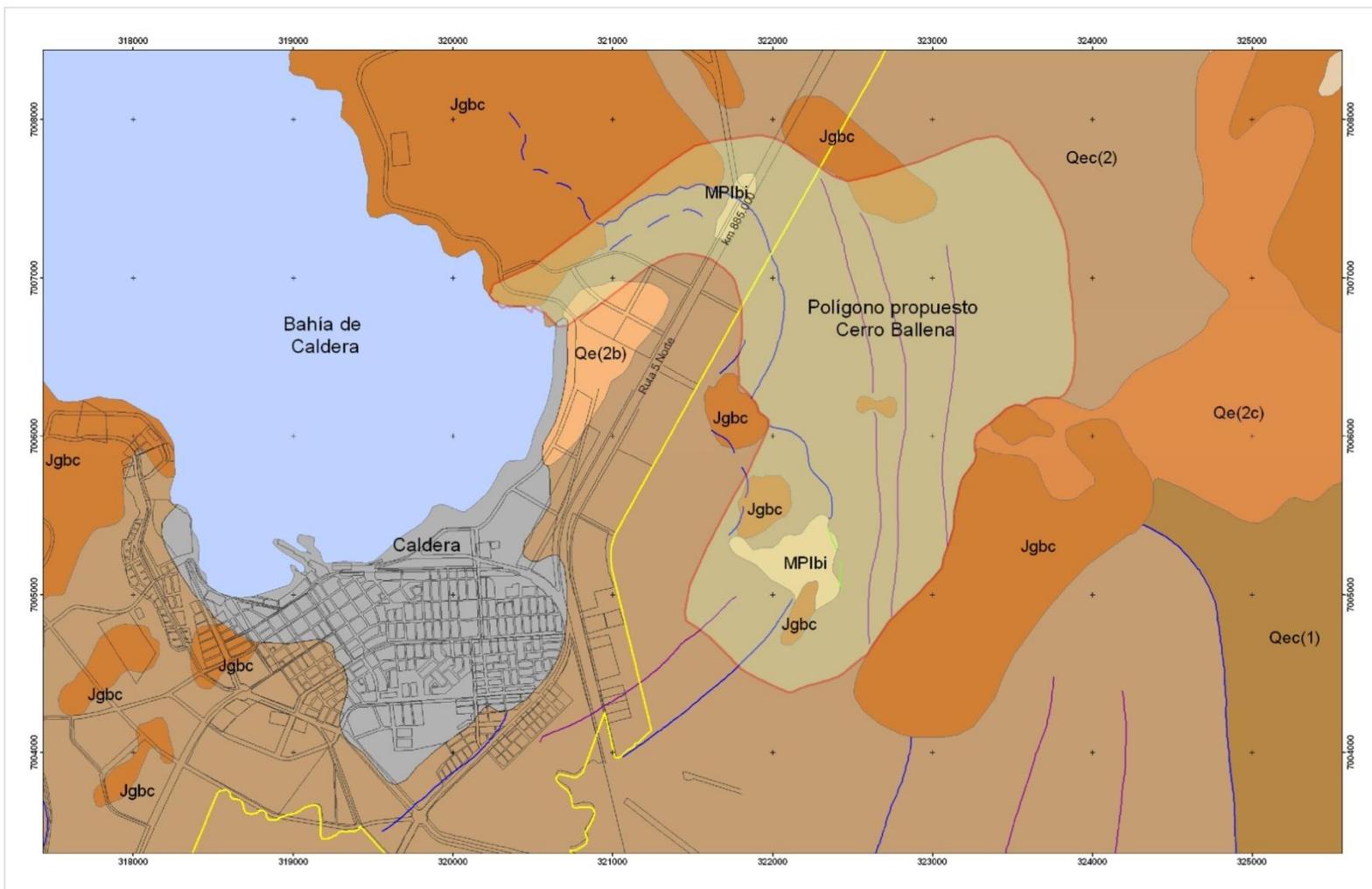
Profesional responsable: Lisette López A.
 Dibujado por: CBP - PGO Revisado por: LLA

Contenido: Plano de Límites
 Escala: 1:20.000

Fecha: 13 / 01 / 2012 Lámina: 1 de 2



NOTA:
 Plano elaborado en el Consejo de Monumentos Nacionales en base a:
 • Diagnóstico y Zonificación del Uso del Bordo Costero de la Región de Atacama. Proporcionado por la Intendencia de la Región de Atacama, 2010.
 • Levantamiento GPS, Datum WGS 84, Huso 19 Sur, mes enero 2012.
 • Las cotas prevalecen por sobre el dibujo, son aproximadas y están expresadas metros.
 (*) Esta información no acredita propiedad



NOTA:
 Plano elaborado en el Consejo de Monumentos Nacionales en base a:
 • Carta Geológica Caldera (versión digital) SERNAGEOMIN, 2003
 • Levantamiento GPS, Datum WGS 84, Huso 19 Sur, mes enero 2012.
 • Las cotas prevalecen por sobre el dibujo, son aproximadas y están expresadas metros.

(*) Esta información no acredita propiedad



MONUMENTO NACIONAL
 Categoría: MONUMENTO ARQUEOLÓGICO
SOLICITUD DE DECLARACIÓN COMO ZONA DE INTERÉS CIENTÍFICO PARA EFECTOS MINEROS "CERRO BALLENA"

REGIÓN	ATACAMA
PROVINCIA	COPIAPÓ
COMUNA	CALDERA
DIRECCIÓN / UBICACIÓN / LUGAR	REFERENCIA RUTA 5 NORTE KILÓMETRO 855.000

DATOS ESPECÍFICOS DEL MONUMENTO ARQUEOLÓGICO
 (*) Propietario(s): Ministerio de Bienes Nacionales
 Rut de(los) propietario(s):
 Rol SIJ vigente:
 Administrador(es):
 Valor del bien: Patrimonio Paleontológico
 Decreto: Fecha Decreto:
 Código:

ANTECEDENTES DEL PLANO
 Superficie aprox. del polígono:
 630 ha

Simbología - Nomenclatura:

Polígono Propuesto Cerro Ballena	MPIbi Formación Bahía Inglesa
Qec (1) Estratos de Caldera (sucesión alta)	Qe (2b) Depósitos Eólicos (mantos de arenas)
Qe (2c) Depósitos Eólicos (dunas parabólicas)	Límite Urbano de Caldera
Qec (2) Estratos de Caldera (sucesión baja)	Vialidad
Jgbc Gabro Caldera	Cordón Litoral
	Paleoscentado Marino
	Escarpe

Emilio De la Cartera Embruziz
 Secretario Ejecutivo
 Consejo de Monumentos Nacionales

Profesional responsable: Lisette López A.
 Dibujado por: CBP - PGO Revisado por: LLA
 Contenido: Carta Geológica
 Escala: 1:20.000
 Fecha: 16 / 01 / 2012 Lámina: 2 de 2

