



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

**ARQUITECTURA COMO MAQUINA DESCONTAMINANTE  
REMEDIACIÓN DEL ECOSISTEMA NATURAL A TRAVÉS DE LO CONSTRUIDO**

Lian Garrido

**SEMINARIO DE TÍTULO**

SANTIAGO, 2022

## Resumen

En el informe “Climate Change 2021: The Physical Science Basis” emitido por la ONU se afirma que el calentamiento global se intensifica, avanza con rapidez y que es generalizado, afectando a nivel mundial.

Un estudio hecho por la Pontificia universidad Católica de Chile “Principales problemas ambientales en Chile” (2021) demuestra que este país carece de políticas que establezcan parámetros para reducir la contaminación en la construcción de ciudades, edificaciones y mantenciones de estas. La consecuencia ha sido provocar un desequilibrio de su estado natural afectando la flora y fauna.

El gran desafío del urbanismo y la arquitectura contemporánea es encontrar soluciones acordes a los impactos en el medioambiente que genera la existencia de las mismas. El resultado garantiza la remediación del entorno presente que le asegura a la sociedad del futuro una calidad de vida adecuada para los seres vivos en un ecosistema saludable.

El río Loa se ubica en Calama, segunda región de Antofagasta. Variados estudios lo muestran como el más contaminado del país con basura, como consecuencia se producen grandes cantidades de microbasurales sobre todo en las zonas más cercanas a la ciudad. Además, en el río Loa se encuentra presente otro tipo de contaminación de agua proveniente de los relaves mineros ilegales, los estudios demuestran que el agua contiene químicos como el xantato, el isopropanol, también detergentes y metales pesados, lo anterior tuvo como consecuencia la muerte biótica del río.

La sequía en el río provocada por el cambio climático ha generado grandes problemáticas en la ciudad. Como consecuencia, los espacios públicos son más secos de lo que naturalmente deberían ser en la región de Antofagasta, esto ha aportado a que se generen fuertes islas de calor.

La presente propuesta de “Arquitectura como maquina descontaminante” genera discusión en los temas de arquitectura contemporánea y plantea un resultado que puede ser adaptado y replicado en diferentes partes del mundo según las necesidades presentes en cada lugar, ofreciendo una solución a una problemática que nos afecta en el presente pudiendo así mejorar nuestra calidad de vida en el futuro.

El entender la arquitectura como una maquina capaz de descontaminar el entorno nos permite remediar el medio ambiente en el que habitamos los seres humanos. Esta nueva visión de arquitectura será aplicada en el río Loa.

### **Palabras clave (3 palabras o conceptos clave):**

Arquitectura remediadora del agua; Arquitectura y cambio climático; Maquina arquitectónica.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Motivación y justificación del proyecto .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Descripción del lugar .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Objetivos del proyecto .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Contaminación ambiental y sus principales consecuencias .....</b>	<b>1</b>
2.1.1 Tipos de contaminación .....	1
<b>2.2 Contaminación en Chile .....</b>	<b>3</b>
2.2.1 Ríos más contaminados y afectados de Chile .....	4
2.2.2 Sequía en ríos más contaminados .....	4
<b>2.3 Arquitectura y contaminación .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Conclusión planteamiento del problema .....</b>	<b>6</b>
<b>3 DEFINICIÓN DE LA ESCALA DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Primeras aproximaciones a la contaminación y al calentamiento global .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Arquitectura y su impacto en el medioambiente .....</b>	<b>10</b>
4.2.1 Arquitectura sustentable .....	11
<b>5 TEMA DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
<b>5.1 Descontaminar el agua .....</b>	<b>11</b>
5.1.1 Referente arquitectónico de descontaminación del agua .....	12
5.1.2 basura .....	14
5.1.2.1 Referente arquitectónico de descontaminación por basura .....	14
5.1.3 químicos .....	17
5.1.3.1 Referente arquitectónico de descontaminación por químicos .....	17
<b>5.2 Aprovechamiento del agua .....</b>	<b>19</b>
5.2.1 Referente arquitectónico de aprovechamiento del agua .....	20
5.2.2 Sequía .....	22
<b>5.3 Conclusiones de la discusión bibliográfica .....</b>	<b>24</b>
<b>6 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>6.1 Descripción del lugar .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1.1 Descripción Histórica .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1.2 Descripción física del terreno (topografía) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1.3 Estudio Normativo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1.4 Preexistencias .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1.5 Factores climáticos relevantes .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>6.2 Análisis del lugar .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.2.1 Fortalezas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.2.2 Oportunidades .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.2.3 Debilidades .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.2.4 Amenazas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>6.3 Conclusiones .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>7 PROGRAMA Y USUARIO .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>7.1 Descripción del programa .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.1.1 Estudio de relaciones funcionales y jerarquías .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.1.2 Análisis de cabida .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

7.2	Referentes tipológicos .....	¡Error! Marcador no definido.
7.3	Estudio de localización del programa .....	¡Error! Marcador no definido.
7.4	Descripción del usuario potencial .....	¡Error! Marcador no definido.
8	PROYECTO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.1	Partido General .....	¡Error! Marcador no definido.
8.2	Estrategias de implantación .....	¡Error! Marcador no definido.
8.3	Sistema Estructural .....	¡Error! Marcador no definido.
8.4	Materialidad .....	¡Error! Marcador no definido.
8.5	Estrategias de acondicionamiento.....	¡Error! Marcador no definido.
9	CONCLUSIONES .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
9.1	Resumen del proyecto .....	¡Error! Marcador no definido.
9.2	Relación del proyecto con la discusión teórica.....	¡Error! Marcador no definido.
9.3	Recomendaciones futuras .....	¡Error! Marcador no definido.
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
11	ANEXOS .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
11.1	Anexos planimétricos .....	¡Error! Marcador no definido.
11.1.1	Otros anexos.....	¡Error! Marcador no definido.



## **1 Introducción**

### **1.1 Motivación y justificación del proyecto**

El cambio climático que nos afecta en el presente crecerá en un futuro. La manera de hacer arquitectura actualmente no está al nivel que necesitamos, medioambientalmente hablando.

La incorporación a la arquitectura y la planificación urbana de conceptos provenientes de la ecología, como son la “adaptación” y la “resiliencia” no son suficientes y dejan en evidencia la ausencia de un cambio realmente profundo en las relaciones que tiene la arquitectura y el medio ambiente.

Lo expuesto anteriormente es la principal motivación para replantear la forma en que se hace arquitectura actualmente y justifica el pensar la “Arquitectura como maquina descontaminante” siendo el río Loa uno de los lugares dentro del país que esta más necesitado de una arquitectura que sea capaz de mejorar sus condiciones y biorremediar su entorno.

### **1.2 Descripción del lugar**

El lugar está en el río Loa que se ubica al norte de Chile en la región de Antofagasta, el río es el más contaminado según variados estudios. A lo largo del río se encuentran microbasurales, además de contaminación en el agua producida de manera ilegal por la industria de la minería. También, es uno de los ríos más afectados por el cambio climático y como consecuencia en el río hay sequía.

De las problemáticas presentes en el lugar nace la propuesta de “arquitectura como maquina descontaminante” permitiendo que esta nueva forma de proyectar edificaciones sea beneficiario para el medioambiente en el que se desarrolla el proyecto.

### **1.3 Objetivos del proyecto**

Considerando los elementos anteriores, el objetivo general del proyecto es proponer una nueva forma de arquitectura que permita remediar y recuperar el agua en Antofagasta. Para esto se definirán dos objetivos específicos.

Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Descontaminar el agua → Basura – Químicos
2. Aprovechamiento del agua → Sequia.

## **2 Planteamiento del problema**

### **2.1 Contaminación ambiental y sus principales consecuencias**

La contaminación es la introducción de contaminantes en un ecosistema determinado que como consecuencia afectan el equilibrio de este. En la mayoría de los casos es originada principalmente por causas derivadas de la actividad humana, como por ejemplo la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero o la explotación desmedida de los recursos naturales, entre otras.

Una de las principales consecuencias de la contaminación ambiental es el calentamiento global y el cambio climático. La contaminación ambiental es un riesgo para el ecosistema, ya sea natural o artificial, y los seres que lo habitan. La Organización Mundial de la Salud considera la contaminación atmosférica como una de las más importantes prioridades mundiales en salud (2004).

La contaminación ambiental es uno de los grandes problemas a nivel global de la actualidad que a futuro impactará en las formas de habitar de las/los seres humanos. Chile no ha sido la excepción, ya que históricamente ha estado expuesto a daños en su territorio por su modelo de desarrollo extractivo. “Zona de Sacrificio”.

#### **2.1.1 Tipos de contaminación**

Según la fundación Aquae (2014) dentro de las definiciones de los tipos de contaminación se encuentran 15 que se dividen en tres grupos, primero el tipo de contaminación según el medio afectado donde se encuentran tres tipos:

- Contaminación atmosférica o ambiental. Consiste en la liberación de sustancias químicas a la atmósfera que alteran su composición. Supone un grave riesgo para la salud de todos los seres vivos.
- Contaminación hídrica o del agua. Se debe a la presencia de desechos en el agua. La contaminación de mares, ríos y lagos se produce por las actividades del ser humano y es foco de infecciones.
- Contaminación del suelo. Como los dos anteriores tipos de contaminación, se debe a la acción humana (los residuos y la basura arrojada en cualquier superficie terrestre).

En el segundo grupo se encuentran los tipos de contaminación según el método contaminante ambiental y están relacionados con los tres anteriores.

- Contaminación química. Cuando el contaminante es una sustancia química que procede normalmente de los usos industriales.
- Contaminación radiactiva. Se deriva de la emisión de materiales radiactivos producto de accidentes en centrales nucleares o abandono deliberado de residuos radiactivos. El uranio enriquecido es el principal contaminante.
- Contaminación térmica. Surge con la emisión de fluidos a elevadas temperaturas. Y es una de las causas del cambio climático.
- Contaminación acústica. La actividad humana produce mucho ruido, y los altos decibelios en un determinado lugar por encima de sus niveles naturales marcan la contaminación.
- Contaminación visual. Aquella que destruye de forma visual un paisaje natural, como las torres de energía eléctrica, vallas publicitarias, vertederos, etc.
- Contaminación lumínica. Se produce sobre todo por la noche en las ciudades y se debe a un exceso de iluminación artificial.
- Contaminación electromagnética. Las radiaciones generadas por equipos electrónicos son las causantes de este tipo de contaminación.
- Contaminación microbiológica. Se da sobre todo en aguas servidas, subterráneas y terrestres. Muy perjudiciales para los animales y el ser humano.
- Contaminación genética. Afecta ante todo a las plantas cuando se produce una transferencia incontrolada de material genético en ellas. Perjudica de manera muy grave a la biodiversidad.

En el tercer grupo se encuentran Contaminación según la extensión de la fuente que los divide según la fuente de la que proceden.

- Contaminación puntual. Aquella que presenta en un punto contaminante identificable y único.
- Contaminación lineal. La que se produce a lo largo de una línea, como la acústica o la química.
- Contaminación difusa. No tiene un punto de origen determinado. El contaminante se ha distribuido por una zona y se desplaza por la tierra, el agua o el aire y no permanece en un solo lugar.

Para los tipos de contaminación según el medio afectado se hizo la elección de trabajar con la contaminación hídrica. Por esta razón se estudió sobre los ríos más contaminados de Chile, esto con la finalidad de elegir el lugar del proyecto propuesto.

Del segundo grupo relacionado con el método contaminante ambiental se puso foco en la contaminación química (cuando el contaminante es una sustancia química que procede normalmente de los usos industriales) asociada a los químicos desechados por la industria minera en el río Loa. también, se tratara la contaminación visual asociada a los vertederos encontrados a lo largo del río loa, junto con la basura flotante.

Para el tercer grupo asociado a la contaminación según la fuente de la que proceden, se estudiaron los temas relacionados con la contaminación puntual ya que se identificaron los puntos donde se genera las descargas de desechos proveniente de la industria minera. También se estudiara la contaminación difusa, ya que los desechos asociados a basura no tienen un punto de origen determinado. El contaminante se ha distribuido por una zona y se desplaza por el agua y no permanece en un solo lugar.

## **2.2 Contaminación en Chile**

La contaminación en Chile produce muchas problemáticas en el medioambiente que perjudican la salud, la vida y la biodiversidad. Las actividades que generan mayor contaminación en Chile según el Instituto de Salud Pública (ISP), provienen de fuentes industriales como la actividad minera y petrolera, agrícolas asociados a agroquímicos, domiciliarias asociadas a los residuos como envolturas, entre otros y fuentes móviles que provienen de gases de combustión de vehículos.

Tradicionalmente el medio ambiente se ha dividido, para su estudio y su interpretación en tres componentes que son: aire, agua y suelo, esta es una división meramente teórica, ya que la mayoría de los contaminantes interactúan entre los elementos del ambiente.

La atmosfera terrestre hace diariamente esfuerzos por volver a su equilibrio natural a través de la eliminación de sustancias contaminantes, esto ha sido imposible ya que las estaciones de monitoreo chilenas registraron que más del 70% de los valores de material particulado fueron superiores a la normativa diaria nacional, esto imposibilita la eliminación de forma natural.

Según el reporte del estado del medioambiente (2021) hubieron aumentos de áreas protegidas, reconocimiento de humedales urbanos, además de la

desaceleración de emisiones de GEI. Estas medidas no son suficientes ya que la realidad chilena sigue en un contexto de mega sequía y efectos globales de la crisis climática.

### **2.2.1 Ríos más contaminados y afectados de Chile**

Para identificar los ríos más contaminados de Chile, se tomó un estudio de Científicos de la basura (2022) donde se concluyó que el 100% de los sitios estudiados presentaron basura, y el 78% presentó grandes acumulaciones o vertederos dejados intencionalmente.

El estudio concluye que en cuanto a basura el río Loa ubicado en Calama es el más contaminado, produciéndose grandes cantidades de microbasurales a lo largo de este, además de ser uno de los ríos afectados por la industria minera con químicos como el xantato, el isopropanol, también con detergentes y metales pesados, esto provocó la muerte biótica del río.

Otro de los ríos más contaminados con basura es el río Cauquenes ubicado en la región del Maule.

El estudio Pharmaceutical pollution of the world's rivers (2022) publicado en la revista Proceedings estudió los ríos con mayor contaminación de químicos y farmacéuticos en el mundo, posicionando al **río** Mapocho dentro de los más contaminados en el mundo. Los resultados coinciden con el uso que se le da a este ya que recibe toda la descarga proveniente de Santiago.

La presencia de medicamentos se da porque los humanos, al consumir dichos productos, parte de estos los metabolizan y el resto los eliminan por la orina o las heces, por lo que llega al río a través de las aguas residuales a pesar de ser depuradas.

### **2.2.2 Sequía en ríos más contaminados**

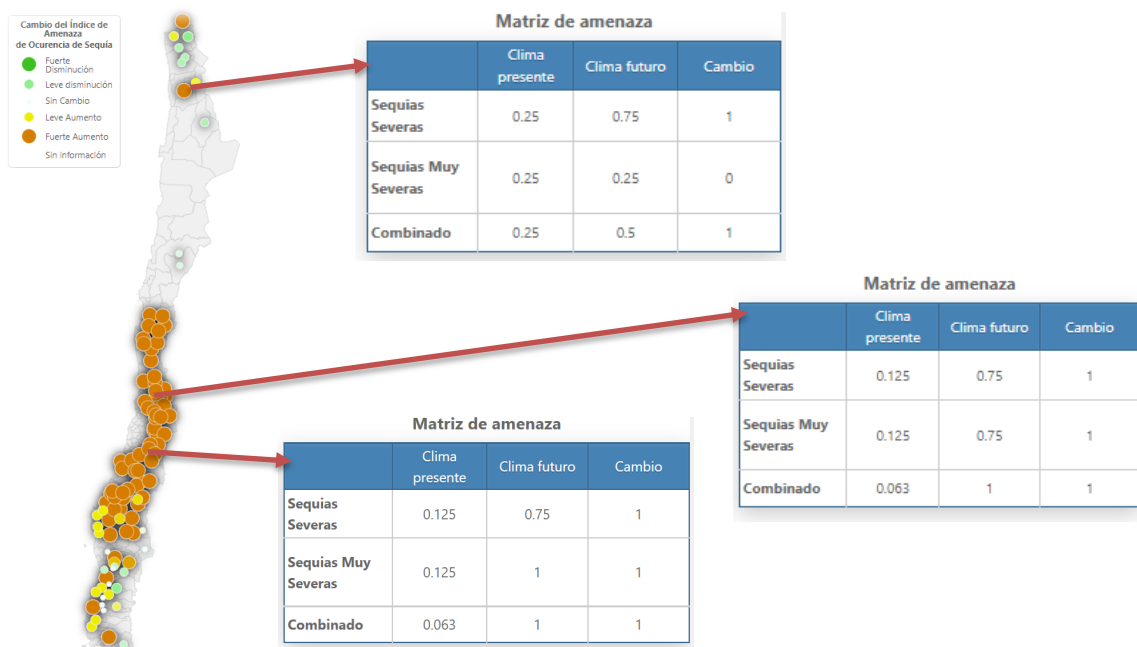
Según el sexto reporte del Estado del Medio Ambiente (2021) estamos en un contexto climático donde el calentamiento global ha producido variadas problemáticas, siendo una de las más importantes la mega sequía.

La sequía es otro tema de interés que puede ser abordado en la idea de "arquitectura como maquina descontaminante", para obtener esta información se consultó al atlas de riesgo climático para Chile (2020), donde se estudiaron los mapas de recursos hídricos específicamente el titulado "Sequías Hidrológicas" donde se muestran los efectos adversos de estas en distintas comunas, considerando puntos específicos a lo largo del principal cauce dentro del país.

Se estudiaron los tres ríos seleccionados según los índices más altos de contaminación en Chile. (Río Loa – Río Cauquenes – Río Mapocho).

Este diagrama muestra la afectación de las comunas del país por sequías hidrológicas (debido a los cambios en los caudales medios diarios y el número de días promedio en los cuales la cuenca se encuentra en una condición de sequía) entre el clima histórico (1979-2014) y futuro (2025-2060 bajo el escenario RCP 8,5).

### Índice de amenaza en el clima actual 1 (2020)



**Grafico 1**

Fuente: [https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector\\_index/recursos\\_hidricos/](https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/recursos_hidricos/)

Los tres ríos estudiados presentan índices de fuerte aumento de sequía con una pequeña variación en la matriz de amenaza.

## 2.3 Arquitectura y contaminación

La incorporación a la arquitectura y la planificación urbana de conceptos provenientes de la ecología, como son la “adaptación” y la “resiliencia”, no son suficientes y dejan en evidencia la ausencia de un cambio realmente profundo en las relaciones que tiene la arquitectura y el medio ambiente.

Aún falta compromiso en la toma de conciencia en la arquitectura respecto al impacto medio ambiental. Si hablamos de temas constructivos, según la ONU (2004) en su Informe de “Estado de la salud en el mundo”, el impacto que deja la

construcción es responsable aproximadamente del 50% del consumo de materiales, el 40% del consumo de energía, el 35% de emisiones de CO<sub>2</sub>, del 35% de residuos a nivel global a lo largo de su vida útil y el 30% de agua. También hay que considerar la extracción de las materias primas y su transformación en elementos constructivos, además de la puesta en obra, el mantenimiento y uso.

Los/las arquitectas/os inciden de forma significativa en el impacto de la actividad humana sobre el entorno, esto se desarrolla en un contexto de sensibilización social que tiene que ver con la imposibilidad de mantener los niveles de consumo del mundo en un escenario que sigue pautas exponenciales de disminución de recursos, crecimiento de población e incremento de contaminación.

La contaminación será uno de los mayores problemas que enfrentara a futuro la sociedad contemporánea. Esta problemática se convierte en una necesidad y motivación para crear sistemas arquitectónicos capaces de remediar el medio en el que se habite

## **2.4 Conclusión planteamiento del problema**

Lo anterior permite hacer la elección de los tipos de contaminación a tratar junto con el lugar del proyecto. El río Loa es el más contaminado con basura y químicos, además de ser afectado por la sequía, esto lo convierte en el lugar más adecuado para proponer arquitectura que funcione como maquina descontaminante.

## **3 Definición de la escala del problema**

El problema trata de una escala arquitectónica que tendrá un alcance de escala comunal e intercomunal. Se trabajara principalmente la escala de arquitectura y de terreno evaluando la posibilidad de una escala interior.

[ imagen referente a escala de proyecto ]

## 4 Fundamentación teórica del proyecto

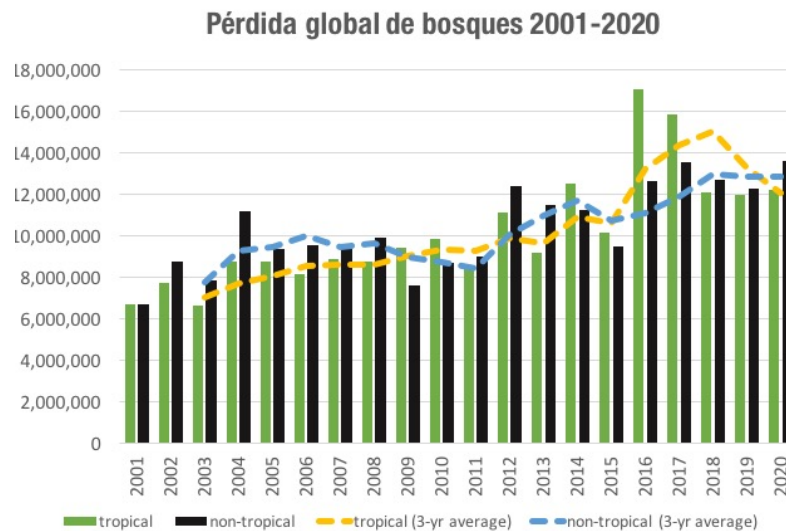
En este capítulo se abarcarán los referentes teóricos y proyectuales que aportarán en las bases investigativas necesarias para el inicio del proyecto e investigación.

### 4.1 Primeras aproximaciones a la contaminación y al calentamiento global.

Cuando comenzó la vida humana había un impacto nulo en el planeta. Hace 15.000 años atrás, junto con la aparición de los nuevos asentamientos empezaron las talas de árboles para generar espacios de cultivos. Llevando estos datos a la actualidad, según la universidad de Maryland el planeta perdió un área de cobertura arbórea más grande que el Reino Unido en 2020, incluidas más de 4.2 millones de hectáreas de bosques tropicales primarios.

Gracias a un estudio de World Resource Institute (WRI, año) publicado en su Plataforma Global Forest Watch, La destrucción de los bosques tropicales primarios, los ecosistemas con mayor diversidad biológica del mundo, liberó 2.64 mil millones de toneladas de carbono, una cantidad equivalente a las emisiones anuales de 570 millones de automóviles.

WRI lanza un estudio (2021) que muestra la cantidad de tala de árboles y como ha crecido con pasar de los años. Esto nos demuestra el cómo la tala de árboles influye en la contaminación del medioambiente y en el calentamiento global.



**Grafico 2**

Fuente imagen: <https://www.globalforestwatch.org>



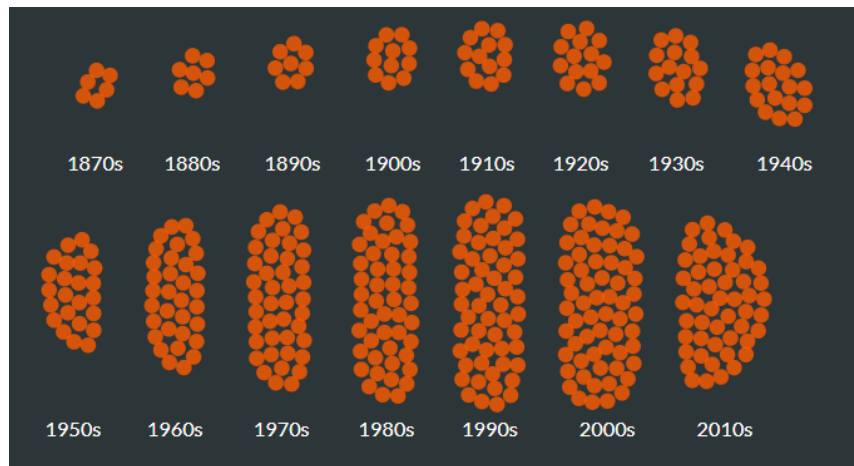
En la era industrial la contaminación se dispara, en el siglo XVIII el descubrimiento de combustibles como el carbón y los nuevos inventos como la máquina de vapor.

La revolución industrial genero un gran cambio en la forma de habitar de los seres humanos que tuvo una fuerte repercusión en el planeta. Los nuevos sistemas de desplazamiento, la locomotora y trenes aumentaron la demanda del carbón, las emisiones aumentaron y no han dejado de crecer hasta la actualidad.

200 años lanzando toneladas se CO2 a la atmosfera generando y aportando al calentamiento global.

Un siglo después, con la tecnología se refina el petróleo y se convierte en uno de los principales combustibles. Según la fundación BNP PARIBAS (2021) creadora del “Global Carbon Atlas”, este es responsable de una tercera parte de las emisiones contaminantes.

### Emisiones de CO2 acumuladas durante la historia humana



**Grafico 3**

Fuente imagen: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas>

Las ciudades aportan a la contaminación. Según el Banco mundial (2020), alrededor del 55% de la población vive en ciudades, este porcentaje es equivalente a 4200 millones de personas.

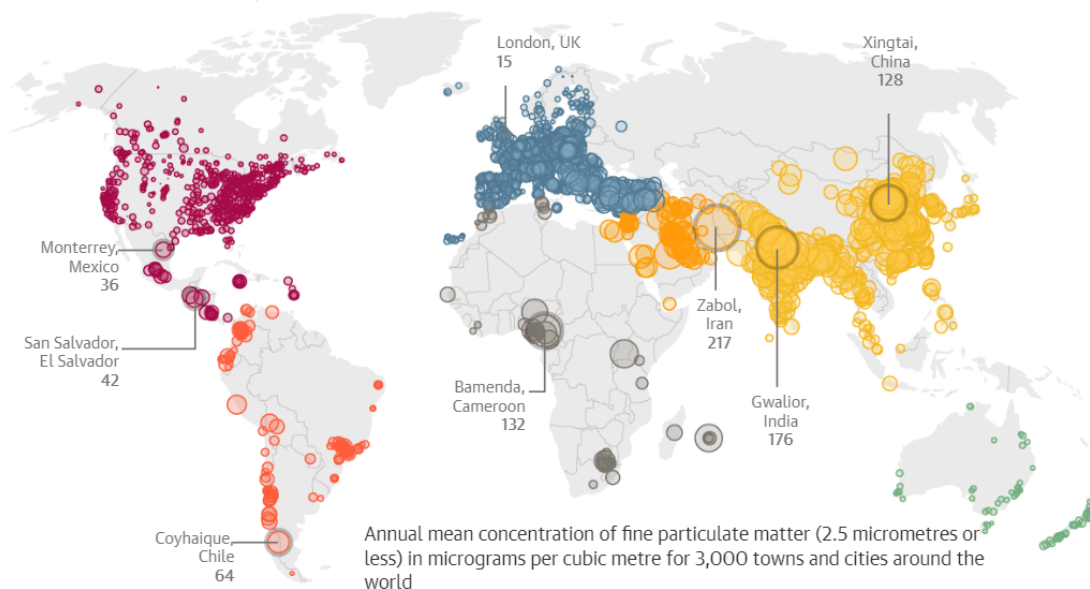
Las zonas urbanizadas en la mayoría de las veces están expuestas a mayor contaminación que las zonas rurales ya que las ciudades generan diferentes tipos de residuos contaminantes a gran escala de tipo atmosférica, hídrica y de suelo.

La contaminación afecta especialmente a las ciudades de los países en vías de desarrollo. Esto se considera una emergencia de salud pública, en la Base de datos de calidad del aire ambiental de la OMS Organización Mundial de la Salud (2018), alerta de que nueve de cada diez personas en el mundo respiran aire contaminado.

Las ciudades son uno de los factores que más contribuyen al cambio climático. De acuerdo con ONU-Habitat (2020), las ciudades consumen el 78% de la energía mundial y producen más del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, abarcan menos del 2% de la superficie de la Tierra.

La ONU-Habitat, el PNUMA, el Banco Mundial y la Alianza de Ciudades con el fin de abordar la problemática del cambio climático en las ciudades y de prestar apoyo a las ciudades de países en desarrollo en la implementación de consideraciones medioambientales en la creación de políticas urbanas, establecieron el "Programa de Trabajo Conjunto" (2015).

### Annual mean concentration of fine particulate matter (2.5 micrometres or less) in micrograms per cubic metre for 3,000 towns and cities around the world



**Grafico 4**

Fuente imagen: <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/12/air-pollution-rising-at-an-alarming-rate-in-worlds-cities>

Una de las consecuencias de la contaminación ambiental es el calentamiento global. Los Gases de Efecto Invernadero elevan la temperatura del planeta, aumentan la desertificación, cambian las formas de lluvia generando sequías o inundaciones, se adelantan las épocas de calor, desaparecen los glaciares, se pierden los bosques y aparecen enfermedades.

Según la OPS (año), organización panamericana de la salud, el cambio climático es la mayor amenaza para la salud mundial del siglo XXI. La salud es y será afectada por los cambios de clima a través de impactos directos (olas de calor, sequías, tormentas fuertes y aumento del nivel del mar) e impactos indirectos (enfermedades de las vías respiratorias y las transmitidas por vectores, inseguridad alimentaria y del agua, desnutrición y desplazamientos forzados).

El Programa de Cambio Climático y Salud de la OPS busca preparar los sistemas de salud a través de alertas tempranas, una mejor planificación y la implementación de medidas de prevención y adaptación, y también a través de la reducción de las emisiones de gases que causan el Cambio Climático, dentro del sector salud y en colaboración con otros sectores.

## **4.2 Arquitectura y su impacto en el medioambiente**

De acuerdo con el Informe de estado de la contaminación creada por las edificaciones de GlobalABC (2020) “Global status report for buildings and construction” el sector produjo 38% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía si se consideran las emisiones de la industria de la construcción y las emisiones vinculadas a la operación de los edificios.

Con el fin de encaminar al sector hacia la neutralidad de emisiones para 2050, la Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que para 2030 las emisiones directas de CO<sub>2</sub> de los edificios deben disminuir 50% y 60% en el caso de las emisiones indirectas.

Según el nuevo Rastreador Climático de GlobalABC, que estudia la proporción de energía renovable en los edificios y la inversión en eficiencia energética, la tasa de mejora anual está disminuyendo, dice que específicamente entre el 2016 y el 2019 se redujo a la mitad. Para que el objetivo del 2050 que los edificios sean neutrales en emisiones, todos los actores de la cadena de valor deben aumentar hasta cinco veces las acciones de descarbonización y su impacto.

La propuesta de “Arquitectura como maquina descontaminante” busca aportar, no solo en la neutralidad de emisiones en su mantenimiento y uso, sino que también en la purificación de los ambientes en la que se sitúa. Este aporte es vital para lograr el objetivo planteado por la ONU y GlobalABC.

#### **4.2.1 Arquitectura sustentable**

El mundo está altamente contaminado, esa contaminación proviene del desarrollo de la sociedad post revolución industrial que tiene ciertas características, dentro de estas características que se pueden estudiar por escalas. A gran escala están las ciudades como espacios construidos altamente contaminantes tanto en construcción como en gestión, llevándolo a una escala más pequeña se pueden estudiar la contaminación por edificación. Como respuesta a esta contaminación surge la idea de arquitectura sustentable.

La arquitectura sustentable propone 5 rubros de manejo sustentable en los proyectos según el método LEED y BREEAM (1999), los cuales son: manejo del sitio, manejo de la energía, manejo del agua, manejo de materiales y desechos y finalmente el manejo del confort al interior del edificio.

En el caso de Chile como en la mayoría de los países carece de políticas que establezcan parámetros para reducir la contaminación en la construcción de edificaciones y mantenciones de las mismas. Sin embargo, la neutralización de entes contaminantes en la arquitectura y el urbanismo no es una solución acorde a las necesidades futuras que tendrá la sociedad, el urbanismo y la arquitectura. Desde esta necesidad nace la idea de “arquitectura como maquina descontaminante”.

### **5 Tema del proyecto**

Como tema principal del proyecto se presenta la idea de Arquitectura como maquina descontaminante. Para llevarlo a cabo se divide en dos subtemas que son: el descontaminar el agua (basura – químicos) y el aprovechamiento del agua (sequía).

#### **5.1 Descontaminar el agua**

La descontaminación del agua será uno de los temas principales relacionados a esta nueva forma de ver la arquitectura. Según el lugar en que se encuentre la edificación se tomarán decisiones acordes a las problemáticas de contaminación medioambientales encontradas.

En el caso de la contaminación que fue encontrada en el agua del río Loa, están presentes la contaminación por basura y por químicos procedentes de la industria minera. Se proponen dos subtemas que nacen del tema de contaminación del agua, esto con la finalidad de ofrecer una solución por medio de la arquitectura que propone descontaminar el agua.

### 5.1.1 Referente arquitectónico de descontaminación del agua

Un referente de proyecto arquitectónico que muestra la puesta en valor del agua y ofrece una solución desde la disciplina de la arquitectura para la descontaminación de las aguas es el “parque de biorremediación ambiental” (2021) ubicado en el humedal Petrel, Pichilemu, Chile. Este proyecto fue diseñado por el arquitecto Ivo Fuenzalida.

La problemática nace de una proliferación de microalgas debido a la materia orgánica que se ha vertido en sus aguas durante años, esto provocó un desequilibrio en el estado natural del humedal que produjo un desequilibrio. Como solución se propone pozas de depuración natural como humedales artificiales para el tratamiento de sus aguas.

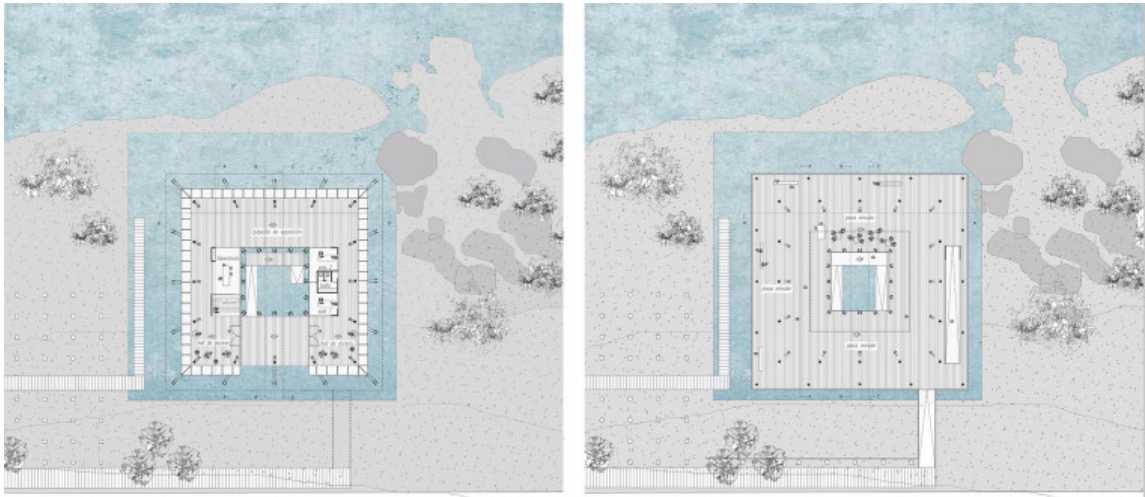


Figura 1.

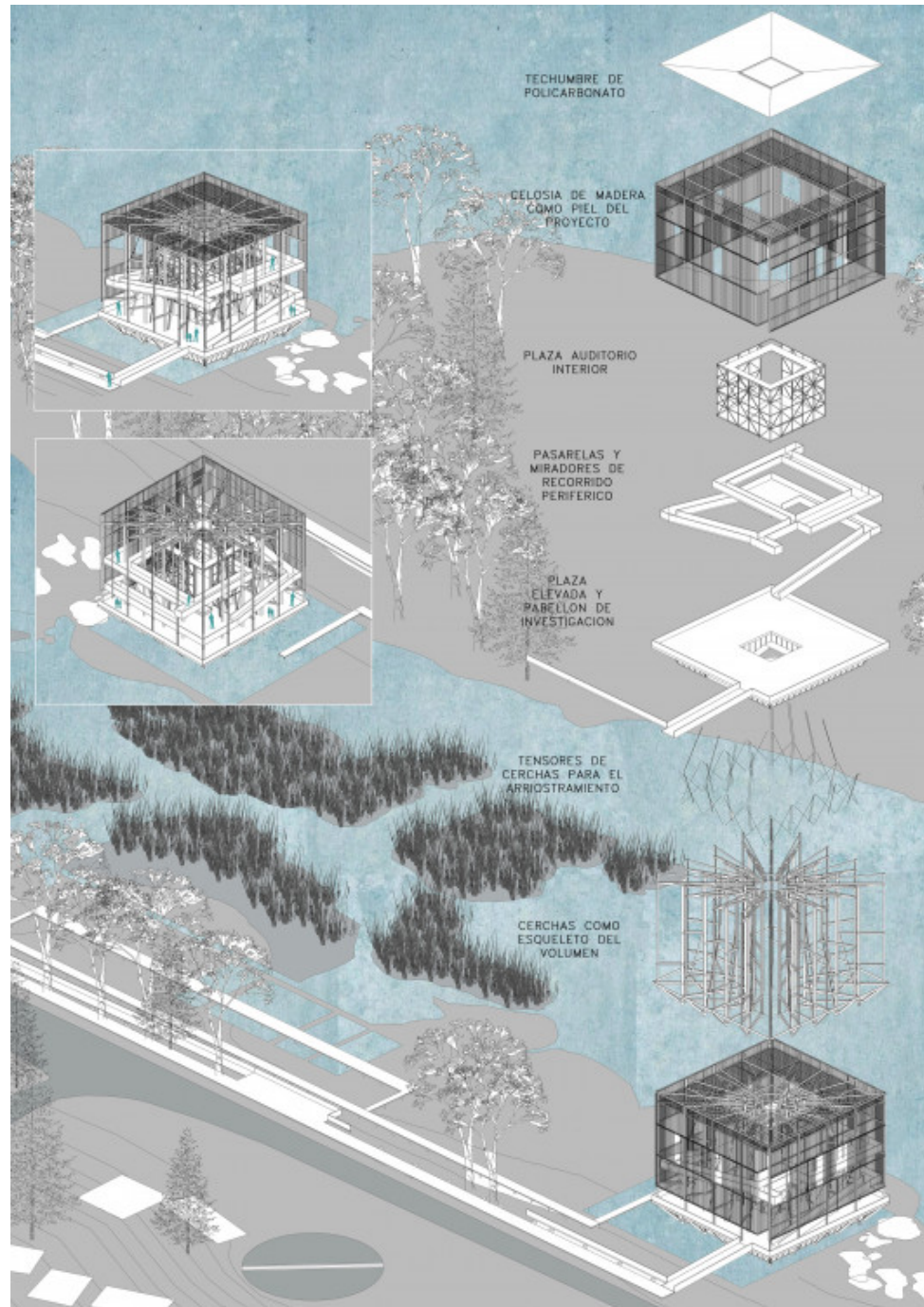


Figura 2.





Figura 3.

Fuente figura 1,2,3: <http://www.archiprix.org/2021/projects/4712>

### 5.1.2 Basura

El río Loa es el más contaminado de Chile por basura según el catastro hecho por científicos de la basura (2022). En este cause se registraron 72 unidades de residuo flotante por hora. Bajo esta premisa Martín Thiel (2022), profesor de Biología Marina de la U. Católica del Norte dijo: “los cursos fluviales más contaminados ya no están en la zona central (Maipo y Biobío), sino en el norte del país, donde abundan los microbasurales.”

Gracias al estudio de científicos de la basura se pudieron comparar los aumentos de contaminación en el agua en relación al año 2013. En este año en el río Loa fueron encontrados micro plásticos flotantes en el 36,7% del agua, en la actualidad este porcentaje subió al 95,7% dejando en evidencia que en este río se presentan 30 unidades de basura /m<sup>2</sup>.

El estudio detalló los tipos de basura hallados con mayor frecuencia en las riberas de los ríos: plástico (38%), papel (14,2%), colillas de cigarro (8,7%), metales (8,1%), vidrios (7,7%), restos de comida (6%) y otros residuos (17,4%).

#### 5.1.2.1 Referente arquitectónico de descontaminación por basura

El referente de “Planta de Energía CopenHill y Centro de Recreación Urbana” diseñado por BIG (2019) rescata la idea de descontaminar con una planta de reciclaje que quema la basura creando energía.

Otra idea del proyecto “Planta de Energía CopenHill y Centro de Recreación Urbana” que se quiere rescatar es la búsqueda del pensar la arquitectura más allá que una edificación de un solo uso esto gracias a que el proyecto también alberga en su programa una pista de esquí, un camino para senderismo y un muro de escalada que responde a las necesidades de la comunidad.



Figura 4.

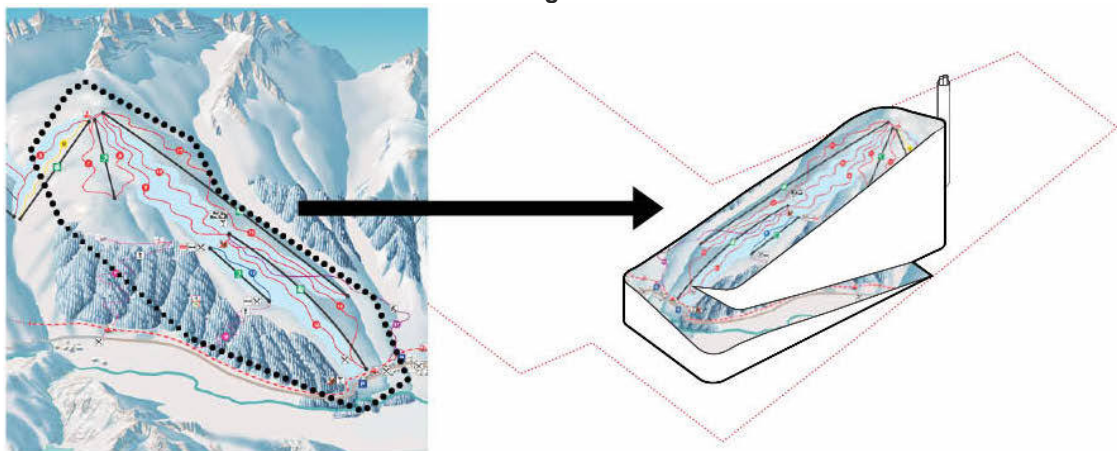


Figura 5.



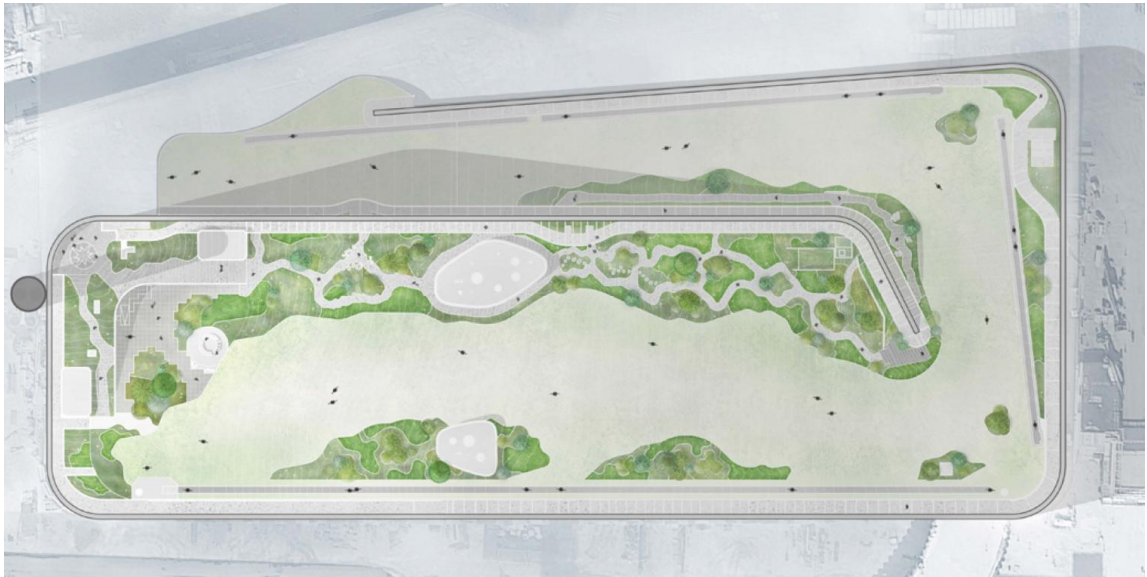


Figura 6.

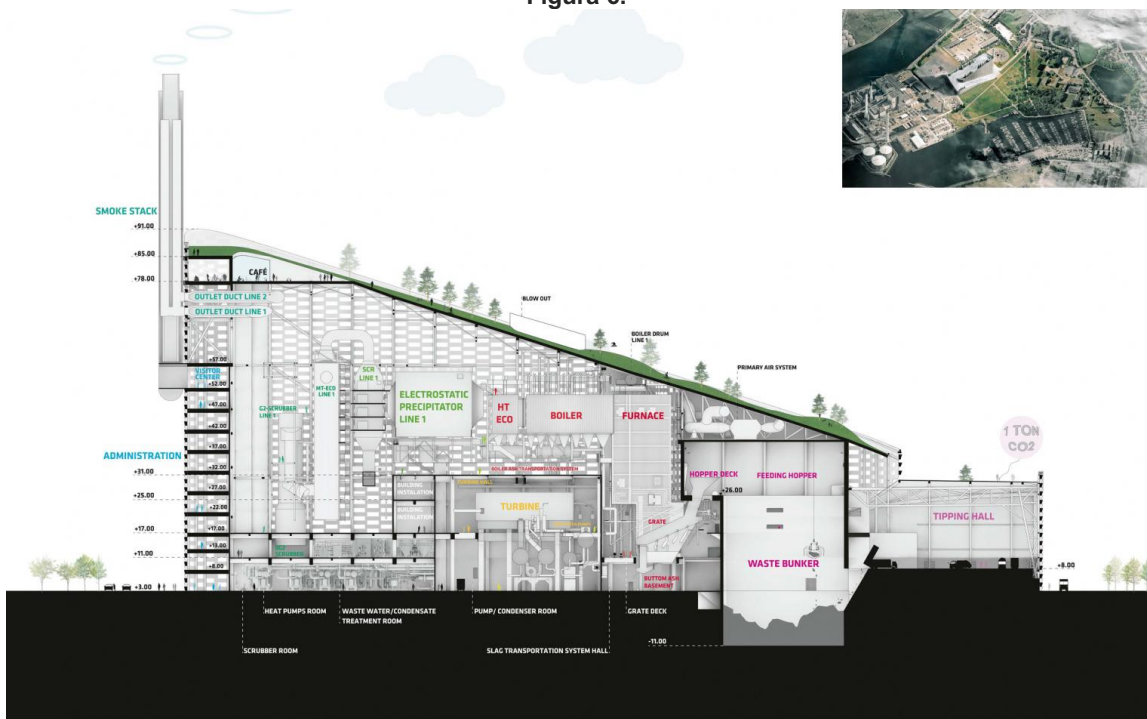


Figura 7.

Fuente figura 4,5: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/928592/planta-de-energia-copenhill-y-centro-de-recreacion-urbana-big>

Fuente figura 6,7: <https://arquitecturaviva.com/obras/planta-de-tratamiento-amager-copenhill-en-copenhague-2>

### 5.1.3 Químicos

La contaminación por químicos en el río Loa según la CONAMA comienza en el año 1997 con el colapso de Quillagua, Componentes químicos como el xantato, el isopropanol, detergentes y metales pesados, provocaron la muerte biótica del río e impactando la vida socioeconómica del pueblo ya que las familias de camaroneros y los campos de cultivos fueron quemados por los contaminantes disueltos en las aguas del río perdiendo sus fuentes de ingresos.

La CONAMA regional identificó como causante del colapso ambiental al viejo tranque Sloman, un antiguo embalse abandonado y colmatado de sedimentos que sirvió de planta hidroeléctrica en épocas del salitre. También las evidencias apuntaban a que los tipos de contaminantes provenían del tranque de relaves Talabre del mineral cobre de Chuquicamata, perteneciente a la Corporación Nacional del Cobre, CODELCO, ya que las letales sustancias como el xantato y el isopropanol solo se utilizan en la industria del cobre.

Estudios geológicos, identificaron que existen conexiones de napas subterráneas entre el río Loa y el embalse de relaves de cobre que se encuentran a corta distancia.

Un informe del Servicio Agrícola y Ganadero SAG (2000) identificó un nuevo evento de contaminación de las aguas del Loa, esto profundizó la crisis ambiental, económica y social. Las aguas estaban mayormente contaminadas y con nuevos contaminantes.

El SAG identificó que los nuevos entes contaminantes provenían de los tanques de relaves de Chuquicamata y aconsejaron no usar las aguas del río Loa ya que los niveles tóxicos sobrepasaron con creces lo permitido. Los niveles de mercurio presentaron concentraciones que superan cientos de veces las normas (1 ppb) donde se registraron 430 ppb.

#### 5.1.3.1 Referente arquitectónico de descontaminación por químicos

Un referente de proyecto arquitectónico que muestra la puesta en valor del agua y ofrece una solución desde la disciplina de la arquitectura para la descontaminación de químicos en el agua es “Seaweed forest” (2021) del arquitecto Leonardo Quinteros ubicado en la bahía de Quinteros que es una de las zonas de sacrificio de Chile. El proyecto propone la descontaminación a través de “bosques” que son plataformas de algas pardas (*Macrocystis pyrifera*), especie que puede absorber metales pesados que limpian el agua.

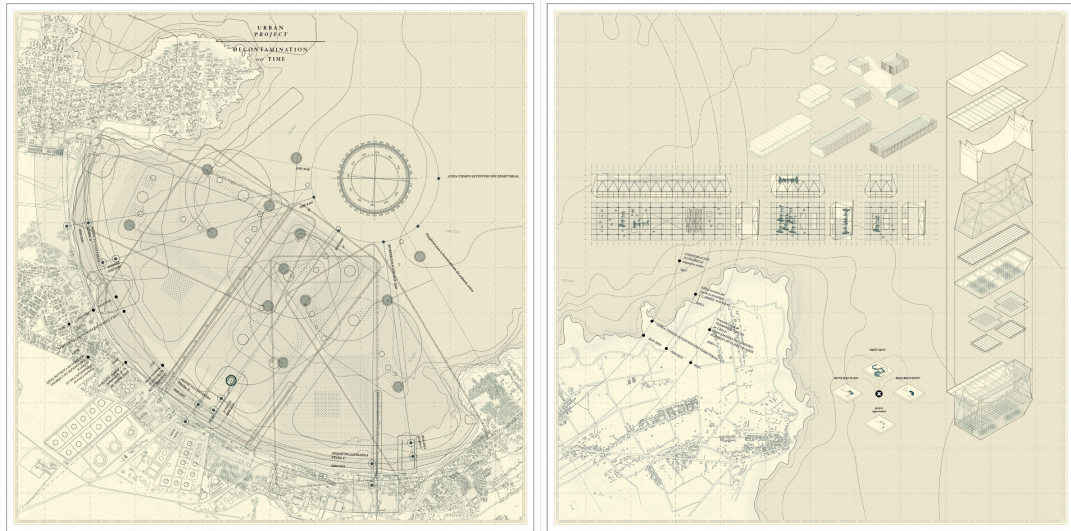


Figura 8.

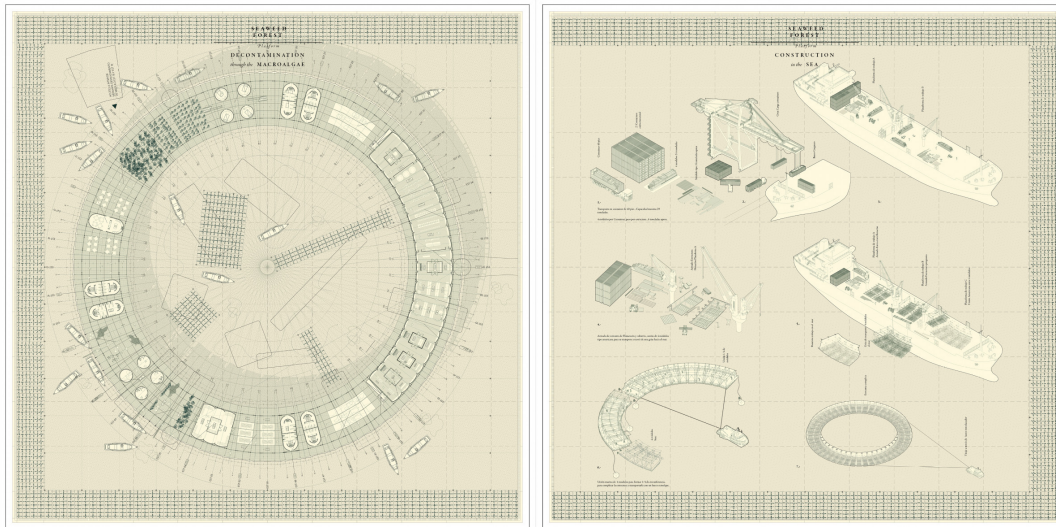


Figura 9.



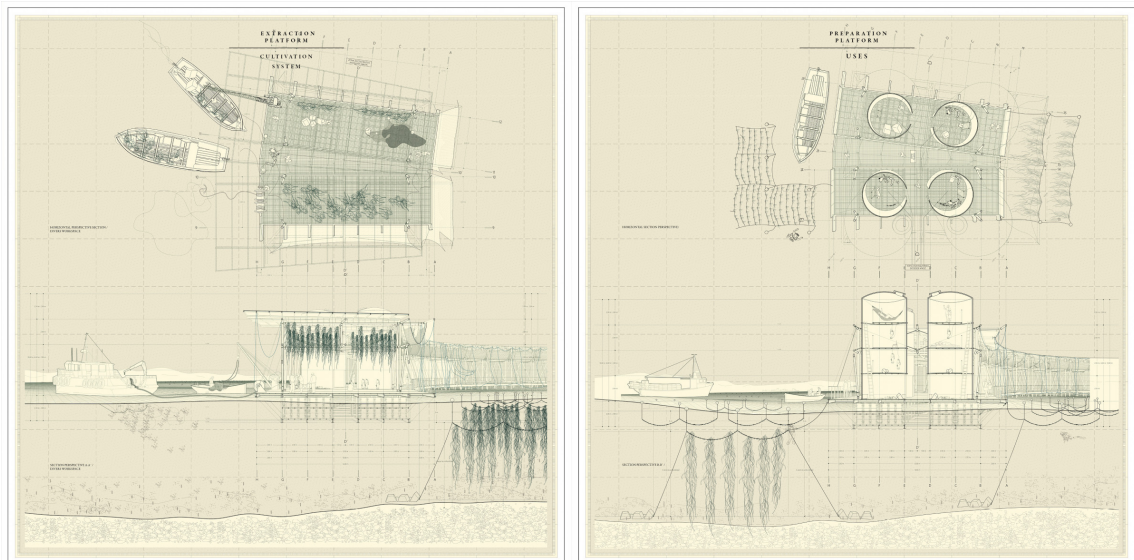


Figura 10.



Figura 11.

Fuente figuras 8,9,10,11: <http://www.archiprix.org/2021/projects/4763>

## 5.2 Aprovechamiento del agua

Es fundamental para la remediación del río Loa aprovechar y conservar el agua, esto significa utilizar este recurso limitado de forma eficiente y prudente. Si la ciudad depura sus aguas grises y las devuelve al río el caudal aumentaría, de esta manera se podría acabar con las sequías que afectan al río. Además, al regular las políticas del código de aguas hecho en dictadura, el agua que es tomada por la empresa SQM puede ser devuelta al río aumentando su flujo.

El río Loa ha sido víctima de las explotaciones industriales, específicamente las mineras, esto ha provocado problemas de sequía que afecta a la ciudad y sus pobladores.

### 5.2.1 Referente arquitectónico de aprovechamiento del agua

Desde la disciplina de la arquitectura están apareciendo proyectos que se hacen cargo de ocupar el recurso del agua de la mejor manera posible. Un referente de esto sería el proyecto “Water infrastructure / water management devices” que propone estrategias para la buena gestión de los recursos hídricos.

El proyecto propone reinterpretar espacialmente los procesos de filtración y potabilización del agua y cómo la infraestructura podría brindar apoyo en la comprensión de los ciclos naturales de esta, teniendo en cuenta que son la principal herramienta para el saneamiento y manejo adecuado del agua.

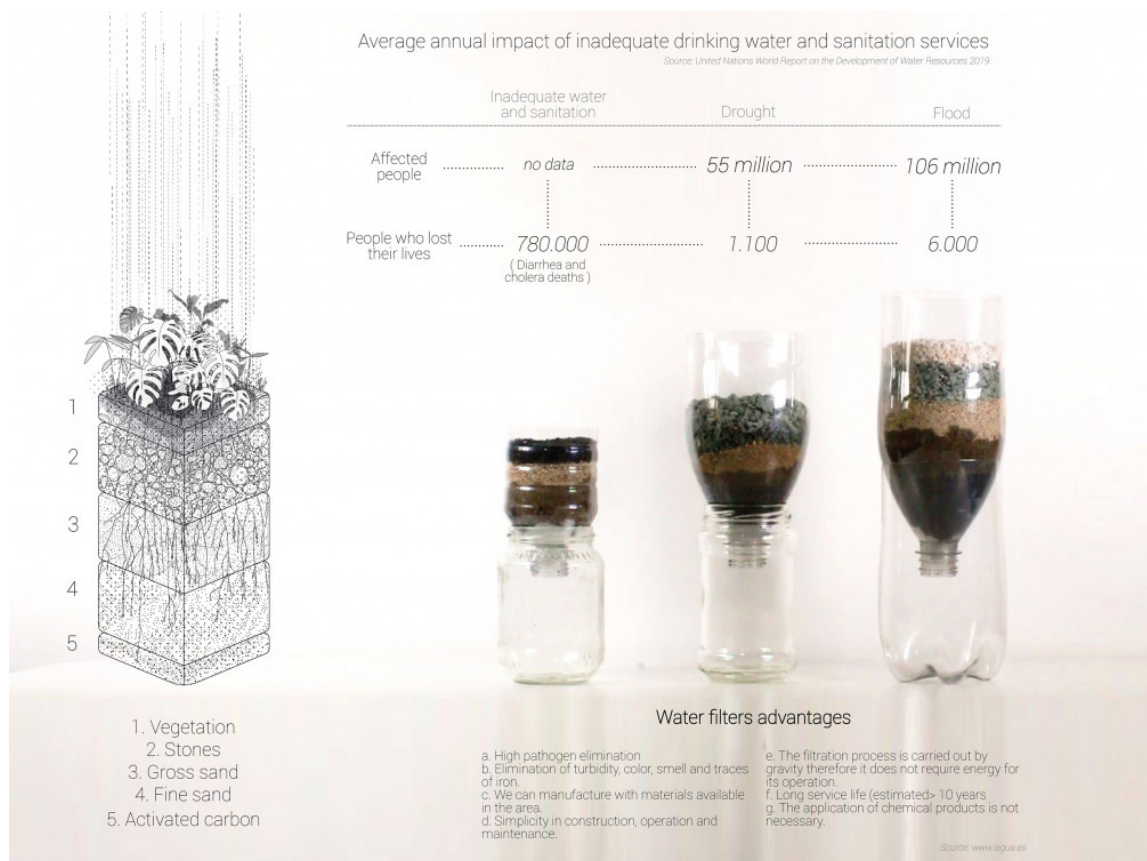


Figura 12.





Figura 13.

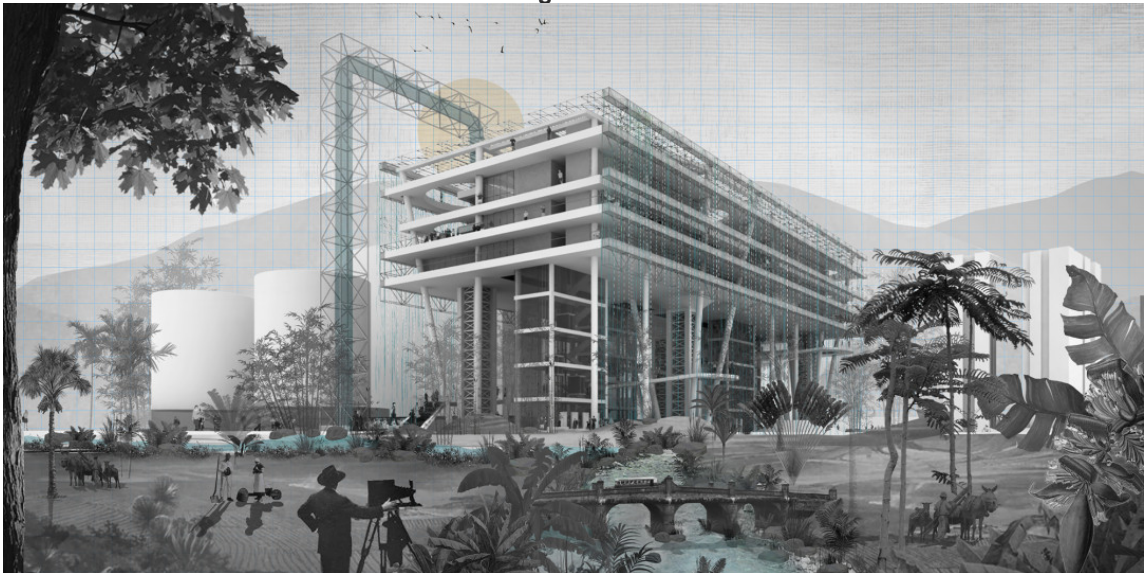


Figura 14.

Fuente figuras 12,13,14: <http://www.archiprix.org/2021/projects/4559>

## 5.2.2 Sequía

Según el SAG (2000) Loa se sumó el corte del suministro del caudal del río, pues desde el año 2000 el río prácticamente no corre en los períodos de primavera y verano, aumentando levemente el caudal con el invierno boliviano a fines de febrero. Otro estudio señaló que la reducción al mínimo del caudal tiene relación con las aguas tomadas por la empresa SQM.

La empresa SQM está extrayendo agua del río Loa dejando sin abastecimiento a los vecinos de la ciudad. la empresa Sociedad Química y Minera de Chile adquirió la mayor parte de los derechos del agua a través del código de aguas (1981) impuesto en la época de dictadura.

### 5.2.2.1 Referente arquitectónico de aprovechamiento del agua

Desde el ámbito de la arquitectura en el año 2015 los arquitectos de Z4Z4 desarrollo el proyecto “Granja de nubes en Atacama”, este busca enfrentar la problemática a través de la explotación del agua atmosférica, con el objetivo de movilizar a Codelco y re equilibrar las condiciones ambientales que se han desajustado con el paso del tiempo. Z4Z4 logro desarrollar un dispositivo arquitectónico capaz de captar el agua en la atmosfera.

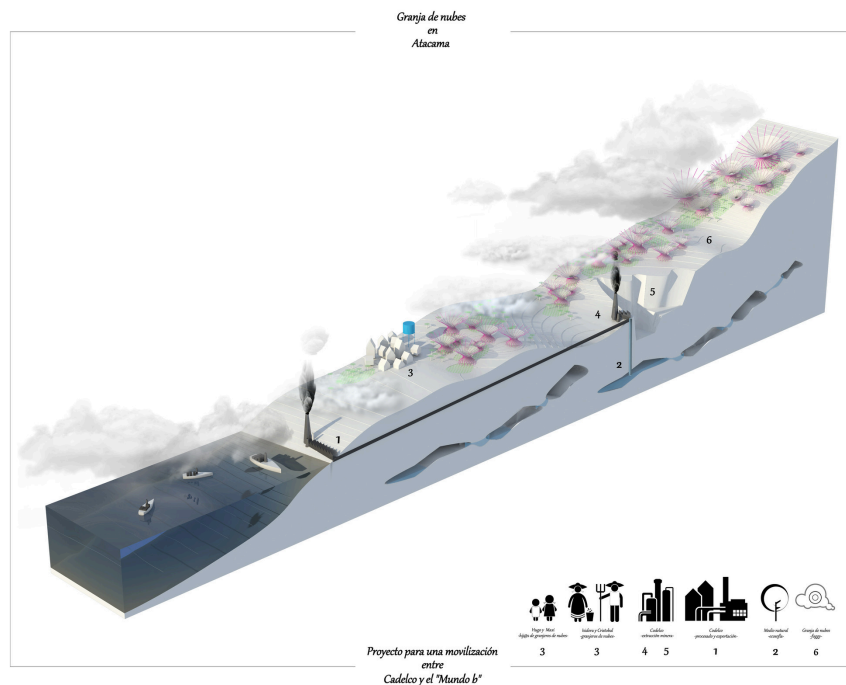


Figura 14.

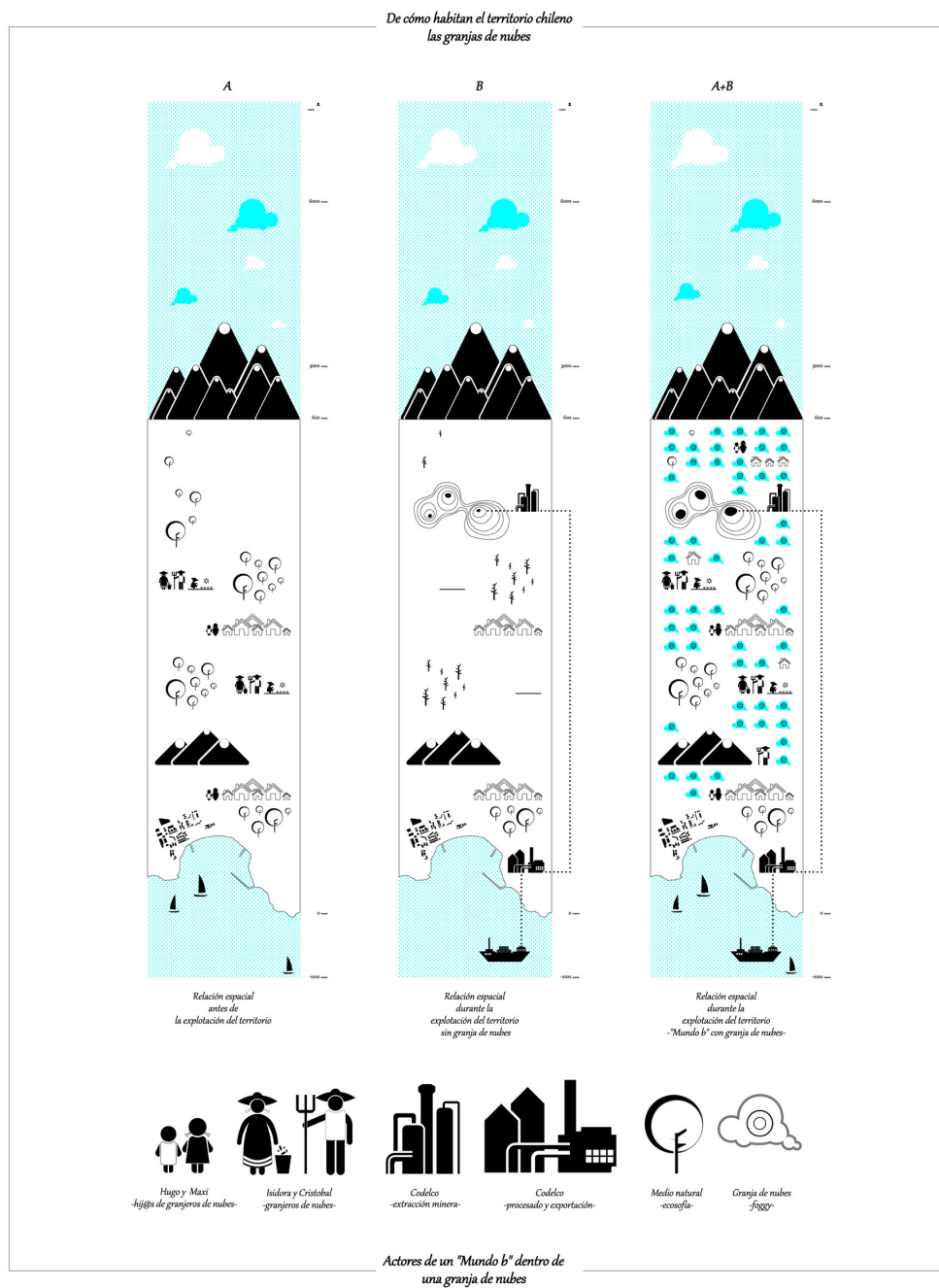


Figura 15.





Figura 16.

Fuente figuras 14,15,16: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/759903/granja-de-nubes-en-atacama-buscando-captar-el-agua-del-desierto>

### 5.3 Conclusiones de la discusión bibliográfica

Gracias a esta discusión se permite poner en evidencia la posibilidad de bajar a la disciplina de la arquitectura los temas relacionados con descontaminar el agua, ya sea por basura o químicos. La puesta en valor del agua en la arquitectura es fundamental para lograr los objetivos y así remediar y recuperar el agua en el río Loa.

Para el aprovechamiento del agua existen soluciones que se logran a través de un objeto arquitectónico pudiendo así enfrentarse a la sequía por la que pasa el río. Estos proyectos se esfuerzan por lograr el máximo aprovechamiento y buena gestión del recurso hídrico.

Los referentes vistos en la discusión demuestran variadas maneras en la que la arquitectura se hace cargo de una problemática medioambiental, como consecuencia se obtiene una edificación que es capaz de ayudar a la conservación y mejora de su entorno resolviendo también otras necesidades de la sociedad, generando edificaciones que sirven para más de un solo uso.

Un ejemplo claro de lo anterior sería el referente “Planta de Energía CopenHill y Centro de Recreación Urbana”.

## 6 Referencias Bibliográficas

- ONU IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Pontificia universidad católica de Chile. (2021). Principales problemas ambientales en Chile. <https://politicaspublicas.uc.cl/content/uploads/2017/05/Problemas-Ambientales.pdf>
- World Health Organization. (2004, 12 diciembre). Informe de Estado de la salud en el mundo. <https://www.who.int/whr/2002/chapter4/en/index7.html>
- Valor, J. (2022). Arquitectura, industria y emergencia ambiental. FUARIENS VI (pp. 6-13). Text en actes de congrés presented at the FUARIENS VI, Palimpsesto Editorial. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/365097>
- Winitzky, C. (2013, agosto). Herramientas de diseño para una arquitectura sustentable (N.o 356). Universidad de Belgrano. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/1582>
- Miceli, A. (2021). Arquitectura sustentable: Más que una nueva tendencia, una necesidad. Nobuko.
- Trebilcock, M. (2021). Proceso de Diseño Integrado: nuevos paradigmas en arquitectura sustentable. *Arquitectura Revista*, 5(2), 65–75. <https://doi.org/10.4013/arq.2009.52.01>
- Álvarez, M. (2015). Remediación de efluentes contaminados mediante métodos físicos y biológicos. [Tesis de doctorado, Universidad de Vigo]. Repositorio institucional – Universidad de Vigo. <http://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/handle/11093/540>
- United Nations Environment Programme. (2020). Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi. [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf)
- World Resource Institute. (2021). Global forest watch. Global Forest Watch. <https://www.globalforestwatch.org>
- BNP PARIBAS. (2021). Welcome to Carbon Atlas | Global Carbon Atlas. Global Carbon Atlas. <http://www.globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas>

- Hernández-Moreno, S., & Delgado-Hernández, D. (2018). Manejo sustentable del sitio en proyectos de arquitectura; criterios y estrategias de diseño. *Quivera Revista De Estudios Territoriales*, 12(1), 38-51. Consultado de <https://quivera.uaemex.mx/article/view/10210>
- Pica-Téllez, A., Garreaud, R., Meza, F., Bustos, S., Falvey, M., Ibarra, M. Duarte, K., Ormazábal, R., Dittborn, R. & Silva, I. (2020). Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. [Informe Proyecto ARCLim]. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Wilkinson, J. L., Boxall, A. B. A., Kolpin, D. W., Leung, K. M. Y., Lai, R. W. S., Galbán-Malagón, C., Adell, A. D., Mondon, J., Metian, M., Marchant, R. A., Bouzas-Monroy, A., Cuni-Sanchez, A., Coors, A., Carriquiriborde, P., Rojo, M., Gordon, C., Cara, M., Moermond, M., Luarte, T., . . . Teta, C. (2022). Pharmaceutical pollution of the world's rivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(8). <https://doi.org/10.1073/pnas.2113947119>
- CONAMA Medio ambiente - Recursos naturales. (1997). Codelco y Soquimich contaminan y secan el oasis de Quillagua. <https://www.conama.cl>

