

WATER FALL

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA EN ALTURAS



DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

SILVIO ARRIBAS ZENTENO

PROFESOR GUÍA, LUIS ANDUEZA CASTRO

07 de Julio 2022, SANTIAGO DE CHILE

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador.

Agradecimientos a familia profesores y quienes ayudaron en este proceso. Quiero dar las gracias a todas las personas que aceptaron tener entrevistas conmigo, dandome sus conocimientos para el mejor desarrollo de este proyecto. Gracias a mi profesor Luis Andueza por ser guía en el desarrollo de este complejo proceso, siempre con simpatía y con muchas ganas de poder ayudar en lo que necesitara.

Sobre todo quiero agradecer a mi familia que con muchísimo esfuerzo han podido pagar mis estudios, aprecio mucho el trabajo arduo que realizan todos los días sin parar, más aun con las dificultades de los ultimos años. Junto a esto quiero agradecer a Carla Moreno por ser la parte más importante en el apoyo emocional que he necesitado este último año que se ha hecho tan difícil. En fin estoy muy agradecido de todas las oportunidades que me ha dado la vida y de la gente que me rodea.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 0.1 Oportunidad y Motivación
- 0.2 Metodología de Investigación

1 ANTECEDENTES

- 1.1 Antecedentes Hídrico
 - 1.11 Contexto Mundial
 - 1.12 Agua Potable
 - 1.13 Chile País en Sequía
- 1.2 Falta de Acceso a Agua Potable
 - 1.21 Contexto en Chile
- 1.3 Fuentes de Agua Dulce
 - 1.31 Aguas Superficiales
 - 1.32 Aguas Subterráneas
 - 1.33 Agua en la Atmósfera
- 1.4 Humedad en Chile
 - 1.41 Humedad en la costa de Chile

2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

- 2.1 Oportunidades y Desafíos
- 2.2 Formulación y Objetivos
- 2.3 Usuario Final

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

- 3.1 Estrategia del Proyecto
- 3.2 Antecedentes y Referentes

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

- 4.1 Sistema de Vuelo
 - 4.11 Globos aerostáticos
 - 4.12 Globos con helio
 - 4.13 Cometas
 - 4.14 Drones
- 4.2 Control aéreo de Chile
- 4.3 Sistema de Captación de Agua
- 4.4 Zona de estudio

5 PRODUCTO FINAL

- 5.1 Decisiones de Diseño
- 5.2 Diseño
- 5.3 Funcionamiento del Sistema
- 5.4 Tipos de Implementación

6 VIABILIDAD

- 6.1 Fondos Concursables y Crowdfunding
- 6.2 Empresas de Interés en Chile
- 6.3 Costos Estimativos
- 6.4 Proyecciones
- 6.5 Conclusiones

7 BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

0.1 OPORTUNIDAD Y MOTIVACIÓN

Al dar cuenta de la realidad de más de 2.000.000.000 de personas, las cuales no cuentan con accesos a agua potable, se me hizo imposible no trabajar en la posibilidad de dar una solución que permita el acceso a esta. Ver que mucha gente muere por esta misma situación hizo de esto un caso aún mas urgente, y el hecho de que a través del diseño pueda llegar a salvar aunque sea una vida hizo para mi de este proyecto una motivación fundamental.

Como partida se lanzó un proyecto llamado Water Fall el cual pretendía ser un sistema constante en el tiempo que entregase agua a comunidades a partir de la humedad en alturas. Se planteó como la energía eólica del agua, haciendo referencia a la energía limpia que entregan los aerogeneradores, muy conocidos en la 4ªta región de Chile.

Water Fall es un globo grande de helio el cual tenía integrado en su parte inferior un sistema de captación de la humedad del aire. A través de cables esta agua bajaba para ser almacenada.

El proyecto participó en el concurso de Diseño Responde, Desafío Latinoamericano Index Award + UDD en la categoría de comunidad, en el cual quedó dentro de los 8 primeros lugares.

La motivación creció al ver este resultado y dio paso a realizar mayor investigaciones y a analizar situaciones más viables para llevar el bien mas necesitado por el humano a quienes lo necesiten.



The
Index
Project

UDD
Universidad del Desarrollo
Facultad de Diseño

Diseño Responde

Ganadores y Finalistas

Nominados

Bases y Condiciones



CATEGORÍA
OBJETIVOS
PAL. CLAVE
PAÍS
PAÍS(ES) DE USO
CRÉDITOS

Comunidad
Agua limpia y saneamiento
Agua Limpia, Humedad, Condensación De Aire, Sequía, Agua Contaminada
Chile
Todos
Silvio Arribas Zenteno / Diseñador UC

Water Fall

Water Fall entrega a las personas agua limpia y potable en grandes cantidades.

0.2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología que se usará para el proyecto será la de "Diseño para Innovar" (Negrete, S. & Wuth, P, 2018). Esta metodología se basa en los siguientes 6 pilares:

Centrado en las personas: El proyecto tiene que ser pensado tanto para la persona que lo usa como para quien provee el servicio. Por lo tanto Water Fall tiene que estar pensado de una manera que se facilite el uso para ambos usuarios, quien recibirá el agua y los encargados de el funcionamiento de Water Fall.

Diseño participativo: Para lo cual se realizan sesiones de co-creación y entrevistas con actores que entreguen distintos conocimientos al proyecto.

Uso del proceso de prototipado: Los prototipos se usarán a lo largo de todo el proyecto, con el fin de investigar, evaluar y comunicar los distintos componentes del proyecto para ir avanzando en el conocimiento de las mejores opciones, con el fin de optimizar recursos sin necesidad de arriesgarse.

Integral e interdisciplinario: Trabajar con personas especialistas en las distintas temáticas que pueda abarcar el proyecto, con el fin de captar sus conocimientos y llevar a cabo Water Fall de la mejor manera posible.

Visión sistemática: Considerar tanto el servicio con todos sus puntos respectivos, como a los actores involucrados y el contexto en el cual se inserta la nueva experiencia.

Mirada de futuro: Desarrollar la innovación que Water Fall proveerá a través de ejercicios de especulación, donde se pueda proyectar el escenario futuro.

Esta metodología se estructura en 4 etapas que se abordan de manera consecutiva e iterativa, lo que permite: avanzar su desarrollo, alimentar continuamente una etapa con otra, a la vez con instancias de entrecruzamiento para potenciar las sinergias a lo largo del proceso. Estas etapas son:

Inspirar: En esta primera etapa lo que se busca es construir el foco del proyecto, por lo tanto se revisa la información ya existente sobre la temática que abordaremos, en este caso la falta de acceso a agua potable y se investiga, se buscan referentes, antecedentes, etc. Del mismo modo se construyen pre-perfiles de usuarios, se identifican los actores claves, todo para definir el ámbito de intervención del proyecto.

Descubrir: Se busca tratar de entender en profundidad a los usuarios, por lo tanto se ahonda en sus contextos, en las problemáticas y oportunidades que estos

puedan tener. Se crean perfiles de usuario ya bien definidos, junto con la identificación de los actores claves que se relacionan con estos usuarios.

Idear: El fin de esta etapa es generar las primeras soluciones con los usuarios, para lo cual se van creando prototipos con distintos niveles de resolución, dependiendo de es lo que se está buscando comprobar, tratando de encontrar las mejores soluciones.

Proyectar: En esta última etapa se desarrollan propuestas concretas de todo, para que mediante testeos se pueda llegar a una propuesta formal la cual pueda ser implementada.

0.2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En las siguientes figuras se expondrán los objetivos y las actividades propuestas para llevar a cabo el proyecto en base a la metodología “Diseño para Innovar”.



Figura 1 | Etapas y objetivos de la metodología. Elaboración propia

1 ANTECEDENTES

1 ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes Hídricos

1.1.1 Contexto Mundial

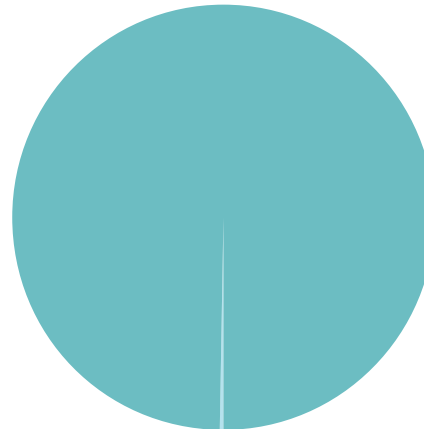
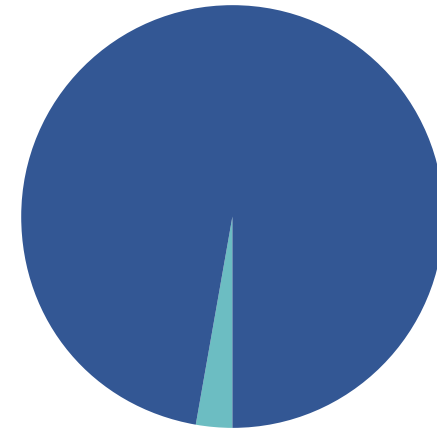
El agua dulce es el recurso más valioso que poseemos en nuestro planeta. Según un estudio realizado por la Organización de Naciones Unidas (2003, p. 8), de toda el agua del mundo solo el 2,53% es dulce, y de este porcentaje tan solo el 0,007% está disponible para el consumo humano. Además de esto, el agua permanece estrechamente ligada a distintos factores que afectan a un país, como lo son la salud de su población, la producción que genera y el desarrollo sustentable.

A pesar de que este componente es tan valioso, ha sido muy menospreciado por la sociedad contemporánea, como refiere en el libro, *Sequía en un mundo de agua*, “Las sociedades contemporáneas están alienadas, los humanos ya no se sienten parte del ambiente. El agua, base de la vida, de los ecosistemas, de los ciclos naturales terrestres, ha pasado a ser, tan sólo un recurso y un recurso devaluado” (Antón, 2002, p. 83), dejando en evidencia el poco aprecio que la población mundial le ha otorgado a este recurso.

Agua total en nuestro planeta

Agua salada 97,47%

Agua dulce 2,53%



Agua dulce total

Disponible para consumo 0,007%

Figura 2 Agua dulce para consumo humano. Elaboración propia. Datos extraídos de ONU

1 ANTECEDENTES

América



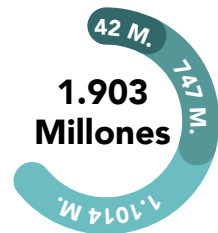
Europa



Oceanía



Suma de habitantes en estos 3 continentes



Habitantes del mundo sin acceso a agua potable



Hay más personas sin acceso a agua potable que la cantidad de habitantes de América, Europa y Oceanía

Es debido a esta devaluación que el planeta comienza a someterse a un crudo proceso de sequía, el cual se ha ido acrecentando a través del tiempo. De acuerdo a estimaciones entregadas por el Informe mundial de las naciones unidas, más de 2.000 millones de personas viven en países que experimentan un alto estrés físico por el agua (Organización de Naciones Unidas, 2019, p. 15) y alrededor de 4.000 millones de personas viven en condiciones graves de escasez durante al menos un mes al año (Organización de Naciones Unidas, 2019, p. 16).

Cabe destacar que el aumento demográfico y sobre todo el calentamiento global son los principales acelerantes de este fenómeno. Tanto así es el peligro que si no se toma acción inmediata, el cambio climático afectará tanto la disponibilidad como la calidad y cantidad de agua para las necesidades humanas básicas, poniendo en peligro los derechos humanos al agua y al saneamiento (Organización de Naciones Unidas, 2020, p. 5).

Figura 3 Población sin acceso a agua potable. Elaboración propia. Datos extraídos Informe Pobres de Agua

1 ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes Hídricos

1.12 Agua Potable

En la actualidad existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. En todo el mundo, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre (Organización mundial de la salud, 2019), lo que muestra el grave problema al que ya estamos expuestos y que además, podría agravarse según lo mencionado anteriormente.

Esto se debe a que ciertos países no cuentan con los recursos necesarios para proporcionar la infraestructura o sistemas necesarios para que el agua potable llegue a toda su población. Situación que podría explicarse por diversas razones, tales como el costo que implica llegar a ciertos lugares, la gran dificultad para tener acceso a fuentes de agua cercanas, no tener recursos para poder potabilizar el agua, etc.

A partir de lo anterior, y considerando lo indispensable que es este recurso para la supervivencia humana, es válido preguntarse entonces ¿cómo obtienen el agua necesaria para vivir estas personas?

Debido a la amenazante situación a la que se enfrentan aquellos que viven en zonas sin acceso a agua potable, es que se ven en la necesidad de buscar alternativas para conseguir este recurso, en muchos de los casos sin ayudas externas.

La mayoría de estos individuos recurren a fuentes como pozos, ríos, esteros, lagos o camiones cisternas. Situación que les implica, en primer lugar, mucho tiempo y esfuerzo, pues en muchos casos recurren a fuentes de aguas lejanas para poder recolectar y llevar de vuelta a sus comunidades u hogares. Práctica que en algunos casos se repite todos los días, lo que genera muchas otras consecuencias en la vida de estas personas. En segundo lugar, otra de las tantas implicancias, se relaciona con el valor monetario que tiene la posibilidad de conseguir agua, pues en varias ocasiones el Estado no subvenciona el costo total del acceso a este recurso.

1 ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes Hídricos

1.12 Agua Potable

De estas fuentes hídricas podemos rescatar que solo los camiones cisternas proveen agua potable, las otras no. De hecho, existen datos que concluyen que incluso más del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación (Organización de Naciones Unidas, 2021), condición que hace aún más peligroso recolectar agua de pozos, ríos, esteros o lagos para el uso humano.

Una de las consecuencias más impactantes de que la gente no pueda conseguir agua potable para sus necesidades básicas, es el hecho que cada día alrededor de 1.000 niños mueren debido a enfermedades diarreicas, y se calcula que al año, alrededor de 842.000 personas fallecen debido a la insalubridad del agua. (Organización Mundial de la Salud, 2019).

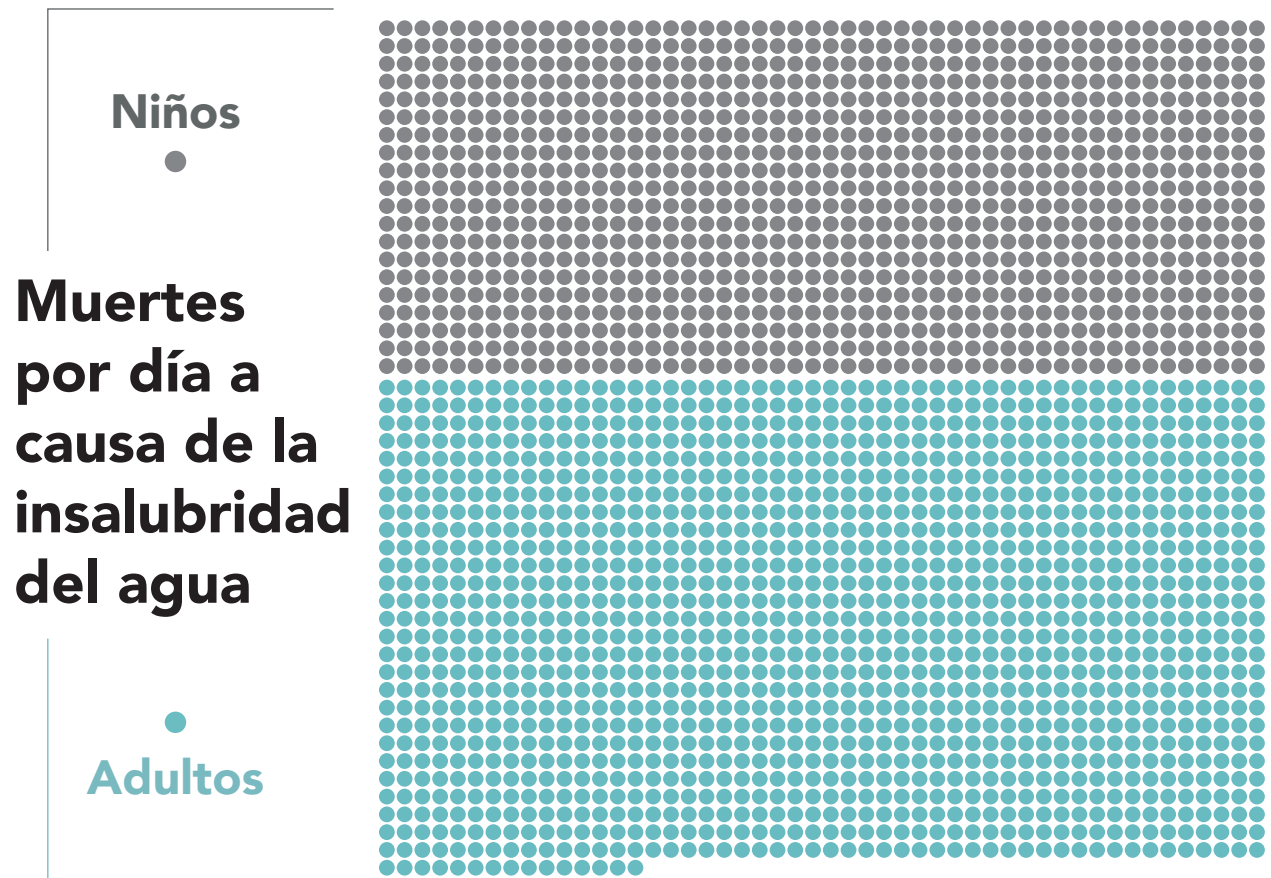


Figura 4 Muertes a causa de la insalubridad del agua. Elaboración propia. Datos extraídos Organización Mundial de la Salud

1 ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes Hídricos

1.13 Chile País en Sequía

Cabe mencionar que Chile no está exento de esta realidad. Según un estudio realizado por la Fundación Amulén en conjunto con la Universidad Católica de Chile, cerca de un 1.000.000 de personas no tiene acceso asegurado a este recurso fundamental para la vida (2019, p. 16).

Problema que se ve evidenciado mayoritariamente -al igual que en gran parte del mundo- en los sectores rurales, donde el 47,2% de los habitantes no poseen abastecimiento regular (Fundación Amulén & Pontificia Universidad Católica de Chile, 2019, p. 16). Solo el 15,2% de aquellos habitantes son abastecidos a través de camiones cisterna, los cuales aseguran la llegada de agua a los sectores con plazos que pueden variar desde 1 a 15 días y que además, implican una cantidad de gasto enorme. En los últimos 5 años el gasto que se ha generado por este método ha sido de \$150.000.000.000 (Fundación Amulén & Pontificia Universidad Católica de Chile, 2019, p. 28), para soluciones que no son permanentes.

Gasto en camiones aljibes Periodo 2013 - 2018

\$150.000.000.000



=

Sueldo mínimo en Chile de 10.000 personas

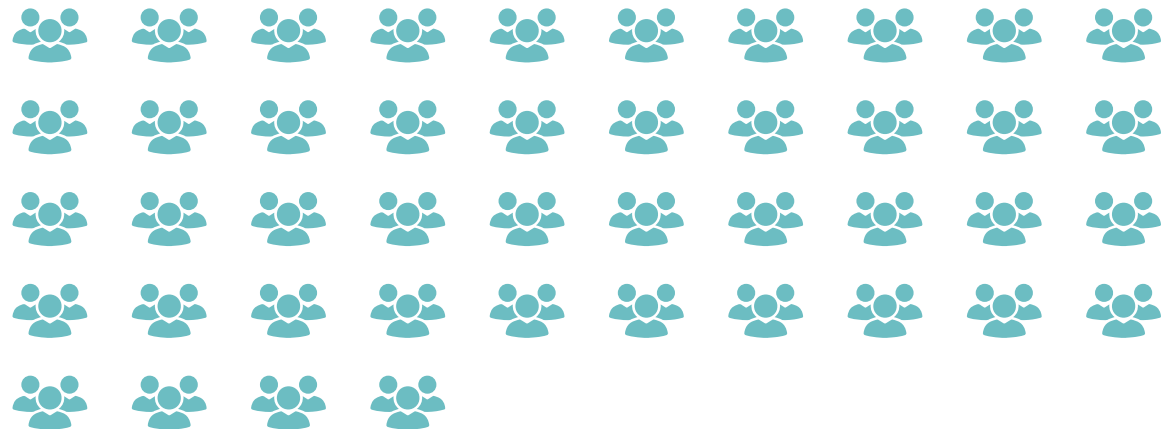


Figura 5 Gasto monetario en camiones aljibes. Elaboración propia. Datos extraídos Informe Pobres de Agua

1 ANTECEDENTES

1.2 Falta de Acceso a Agua Potable

1.2.1 Contexto en Chile

En el estudio se demuestra que no es tan solo el norte de Chile el afectado por la falta de acceso a agua potable, si no que los sectores de la zona centro y sur también se encuentran perjudicados. Es más, la región con más personas sin acceso a agua limpia, es la región de la Araucanía, exponiendo así que esta es una problemática que abarca a todo el país.

Esto se debe a que en el sur se hace muy difícil y costoso llegar con la infraestructura necesaria a todos sus habitantes, ya que se encuentran muy dispersos. En cambio, en el norte el problema principal tiene que ver con la ausencia de fuentes de agua dulce.

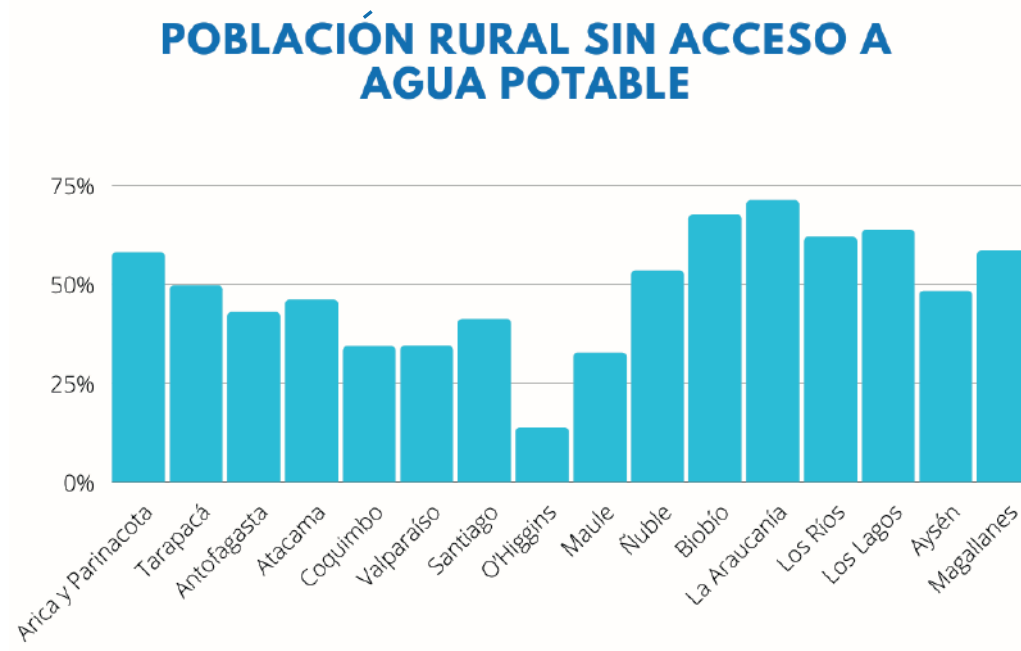


Figura 6 Población rural sin acceso a agua potable. Elaboración propia. Datos extraídos Informe Pobres de Agua

Pese al notable déficit de este recurso en todo el territorio, podemos observar que a lo largo del país se encuentra una fuente de agua no convencional, la cual no está siendo utilizada de manera óptima. Esta es la humedad del aire. De acuerdo a los análisis proporcionados en una entrevista personal con Santiago Varas -piloto comercial y estudioso de la meteorología- es posible sostener que Chile es un país muy privilegiado, ya que cuenta con mar de norte a sur. Esto incide directamente en los niveles de humedad atmosférica a lo largo de todo Chile. Según Varas, “por las costas se genera una entrada de humedad muy importante, que se mueve hacia el interior a través de los vientos, dotando de esta, a muchos sectores del país”. Asimismo, “si esta humedad llega a 100% se convierte en nube y, por lo general, en esa forma llega a los sectores más internos” (Varas,S., comunicación personal, 02 de Mayo 2021).

Junto a estos datos, se abre paso a nuevas soluciones para hacer posible la entrega de agua limpia a las comunidades que se encuentran sin acceso a esta.

1 ANTECEDENTES

1.2 Falta de Acceso a Agua Potable

1.21 Contexto en Chile

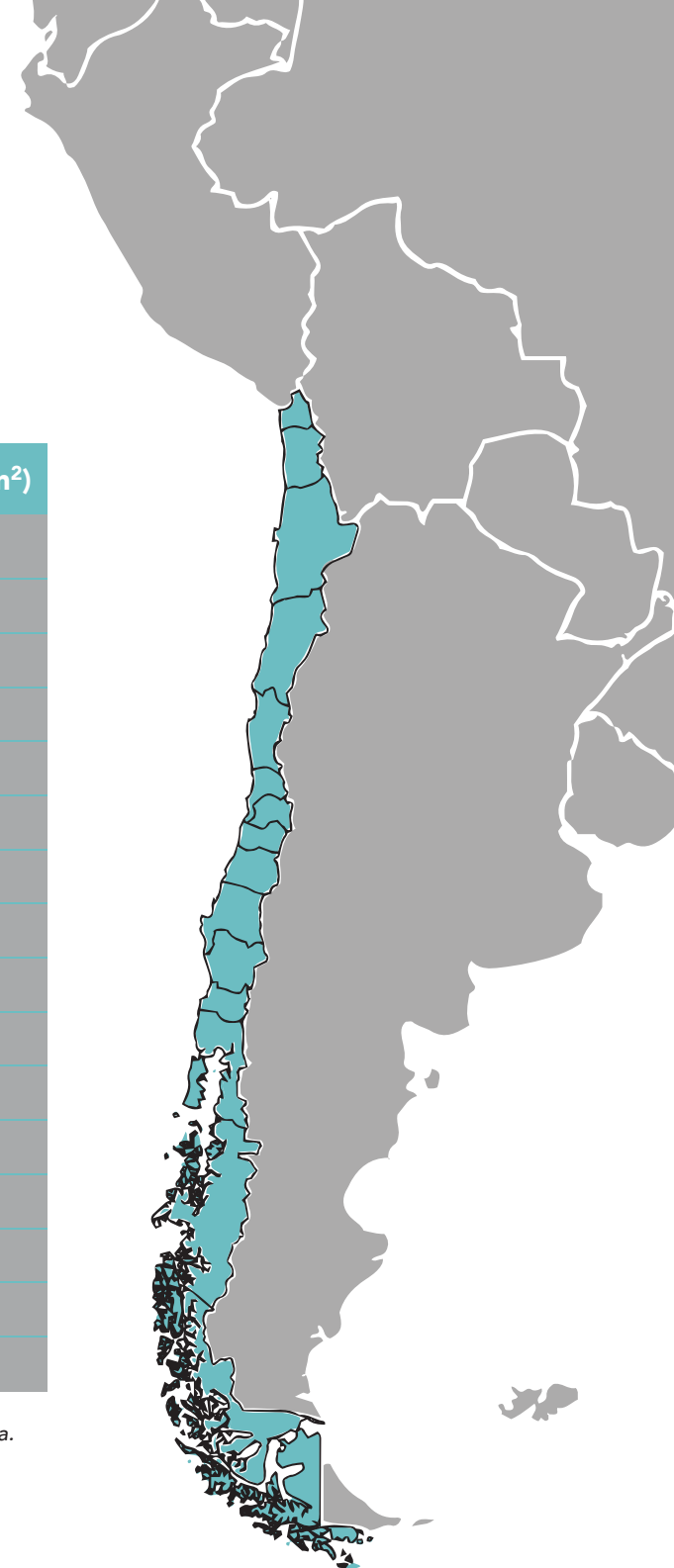
Si bien, para cierta parte de la población resulta fácil obtener agua potable, a través de la acción de abrir una llave de una casa por ejemplo, la realidad de 2.000.000.000 de personas a lo menos, es sumamente diferente. Tal como se mencionó anteriormente, se estima que esa enorme cantidad de personas, no tiene acceso a este bien fundamental para la vida (Fundación Amulen & Pontificia Universidad Católica de Chile, 2019, p. 16).

Cabe destacar que esta situación, es vivida mayoritariamente por gente de sectores rurales. Esto se debe, entre otras cosas, a que la dispersión de las viviendas en el medio rural y, el desarrollo irregular de áreas suburbanas, reducen significativamente la rentabilidad de la instalación de redes hidráulicas. Por lo que, tal como determina el estudio de la Fundación Amulen en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile, el abastecimiento de agua potable a los habitantes de esas zonas, se ve imposibilitado. Situación que conlleva a que estas personas se vean obligadas a conseguir -o al menos intentar hacerlo- agua a través de otros métodos (2019, p. 14).

Densidad Poblacional por Región

Región	Densidad (hab/km ²)
Arica y Parinacota	14,17
Tarapacá	7,98
Antofagasta	4,94
Atacama	4,16
Coquimbo	19
Valparaíso	111,35
Metropolitana	474,85
O'Higgins	56,07
Maule	34,43
Ñuble	33,5
Biobío	64,38
La Araucanía	31,08
Los Ríos	21,94
Los Lagos	17,31
Aysén	0,99
Magallanes	1,24

Figura 7 Densidad poblacional por región. Elaboración propia. Datos extraídos del INE



1 ANTECEDENTES

1.3 Fuentes de Agua Dulce

1.31 Aguas Superficiales

Indudablemente, la fuente de más fácil acceso para estas personas al momento de intentar conseguir agua, son las de agua superficiales, es decir, aquellas que provienen de lagos, ríos o vertientes. En otras palabras, aguas que se encuentran a simple vista del ser humano; en la superficie terrestre, como indica su nombre.

A pesar de lo fácil que puede parecer conseguir agua en este tipo de fuentes, es importante considerar que esto conlleva problemáticas que se pueden distinguir en distintos factores. Por una parte, la mayoría de estas aguas se encuentran contaminadas, lo que se evidencia en los siguientes datos entregados por la ONU. “La mayoría de las ciudades no tienen o no asignan los recursos necesarios para la gestión de las aguas residuales. Se estima que el 90% de las aguas residuales de las ciudades de los países en desarrollo se vierte directamente sin tratar en los ríos, los lagos o el mar” (Organización de Naciones Unidas, 2015, p. 6). Por lo que las emisiones de metano y óxido nítrico relacionadas con las aguas residuales, podrían aumentar un 50% y un 25% respectivamente entre 1990 y 2020 (Organización de Naciones Unidas, 2015,

p. 6). En efecto, para recolectar agua de estas fuentes, se debería someter el recurso mencionado, a ciertos tratamientos, con el fin de poder consumirla o ser empleada en diversas necesidades humanas. Otro factor a considerar, es el que ciertas investigaciones nos han expuesto, al sostener que el cambio climático exacerbará los riesgos asociados con variaciones en la distribución y disponibilidad de los recursos hídricos. De hecho, hay estudios que afirman que si el escenario climático actual no cambia, se prevé que en el año 2030, el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua (Organización de Naciones Unidas, 2015, p. 1), por lo que las aguas superficiales se verán afectadas de manera catastrófica.

Aguas dulces superficiales

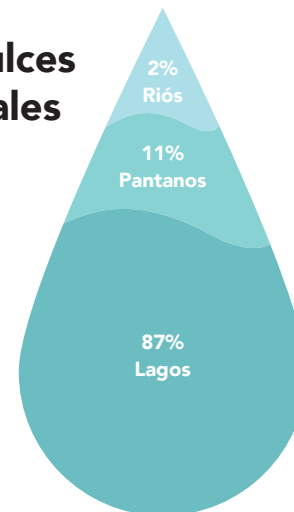


Figura 8 Aguas dulces superficiales. Elaboración propia. Datos extraídos del USGS

Además, se le añade otra problemática a esta fuente, la cual es que hay muchas personas alrededor de todo el mundo que basan sus días en la recolección del recurso hídrico. Como es el caso de Mhrat Haile, una mujer etíope que vive en el distrito de Boloso Sore, quien afirma que la vida era especialmente dura cuando no podía acceder a agua limpia cerca del poblado donde vive. “Dedicaba hasta cinco horas al día a buscar agua”, según cuenta, además de tener que ocuparse de los niños, la comida, cultivar las parcelas familiares, lavar la ropa y recolectar leña (Sarriés, 2014). Cabe destacar que, para sorpresa de muchos, en Chile también existen casos como éste. Uno de estos es el de Magdalena Chaucono, una mujer de 74 años que vive sola en el sector de Repocura Peral, comuna de Galvarino, en La Araucanía. Afirma que todos los días debe bajar un cerro para ir a buscar agua a una vertiente de un terreno colindante. Sube y baja, más de 200 metros, con dos bidones a cuestas (Chekh, 2019). Se debe considerar también, que existen casos de personas que viven en lugares tan alejados de las fuentes, que ni siquiera alcanzan a ir por agua durante el día, situación que les genera una enorme dificultad en sus vidas.

1 ANTECEDENTES

1.3 Fuentes de Agua Dulce

1.3.2 Aguas Subterráneas

Otra fuente a la que optan las personas sin acceso a este recurso, son las aguas subterráneas. Estas corresponden a aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre, que puede ser recolectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje. O bien, aquella que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales. Según datos entregados por la Organización de Naciones Unidas, a nivel mundial, 2.500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua (2015, p. 2). Asimismo, investigaciones sostienen que las aguas subterráneas, por una parte, abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y, por otra, que representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2010).

En cuanto a los problemas que la recolección de agua desde esta fuente implican, son similares a los de las aguas superficiales, ya que tiene que haber un proceso de filtrado para poder consumirla y que, a pesar de todas las ramificaciones de aguas subterráneas, hay

zonas en las que o están muy profundas o simplemente no hay. Se adhiere el problema de la sobre explotación de un acuífero, este se puede definir como la “extracción del agua del mismo en una cantidad superior a la correspondiente a su alimentación, todo ello referido a un período de tiempo suficientemente largo como para diferenciar las consecuencias similares que tendrían períodos anómalamente secos” (Pulido, 2001, p. 116) provocando daños irreversibles en las napas subterráneas. “En la India por ejemplo, la revolución de las aguas subterráneas (el incremento del número total de pozos mecanizados y pozos tubulares aumentó de menos de 1 millón en 1960 a 19 millones en el año 2000) ha contribuido en gran medida a aliviar la pobreza, pero el aumento de la demanda de riego también ha provocado una grave tensión en el subsuelo en algunas áreas.”(Organización de Naciones Unidas, 2015, p. 9)

Según una investigación publicada en “Nature” (de Graaf et al., 2019), se expone que entre 15% a 21% de las cuencas hidrográficas de las cuales el humano extrae agua subterránea, han superado el umbral ecológico crítico.

Así mismo presentan proyecciones severas en cuanto a estos. Para el 2050 manifiestan que las cuencas críticas aumentaran a un porcentaje entre 40% a 79%



1 ANTECEDENTES

1.3 Fuentes de Agua Dulce

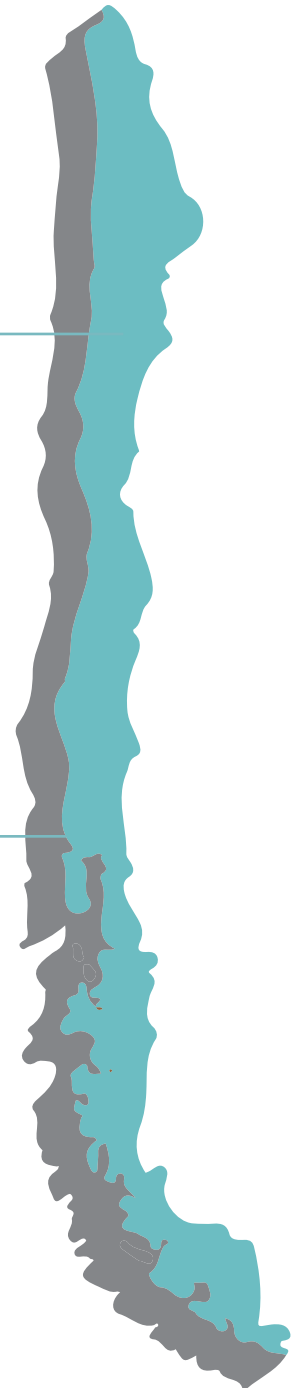
1.3.3 Agua en la Atmósfera

La atmósfera contiene 12.900 km³ de agua dulce, de los cuales 98% es vapor de agua y 2% es agua condensada (nubes), lo cual es comparable a los recursos renovables de agua líquida dulce de la Tierra habitada (Bautista et al., 2010). A partir de esta información, se puede sostener que la humedad atmosférica podría ser una fuente alternativa de agua potable. (Bautista et al., 2010).

Es importante mencionar que al agua en estado de gas, se le llama vapor de agua y se encuentra sólo en pequeña proporción en la atmósfera, con una concentración entre 0 y 4%. Sin embargo, a pesar de que parezca una cantidad pequeña, tiene una gran importancia, pues permite la formación de nubes y precipitación. Las nubes y el vapor de agua representan sólo cuatro centésimas del 1% de toda el agua dulce, lo que significa que contienen seis veces más agua que todos los ríos del mundo (UNESCO, 2006).

La cantidad de agua dulce que contiene la atmósfera podría llenar una piscina del tamaño de Chile con 17,1 metros de profundidad

Figura 9 Agua Atmosférica. Elaboración propia. Datos extraídos de Informe La humedad atmosférica como fuente opcional de agua para uso doméstico



1 ANTECEDENTES

1.3 Fuentes de Agua Dulce

1.33 Agua en la Atmósfera

El vapor de agua en la atmósfera se mide en términos de humedad relativa (HR); relación de la cantidad de vapor de agua en el aire a una temperatura dada, respecto al máximo de vapor que puede contener la atmósfera a esa temperatura. En otras palabras, la humedad relativa es la proporción de vapor de agua real en el aire comparada con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a la temperatura correspondiente. La humedad relativa entonces es la que presenta qué tan próxima está el aire a su saturación. Este se mide en porcentajes donde 0% representa un aire seco y 100% nos muestra un aire saturado de humedad, el cual en teoría debería condensarse. Por lo tanto, el aire a una temperatura dada puede contener una cantidad determinada de vapor de agua, con un máximo hasta un límite que depende de la temperatura, si este alcanza el límite se satura. Al saturarse se condensa, y por consiguiente, se convierte en nube, niebla o rocío.

Otro término que se debe tener en cuenta al estudiar cómo conseguir agua desde la atmósfera, es la temperatura del punto de rocío (T_d). Este se define como aquella temperatura a la cual el aire debería ser enfriado a presión constante para alcanzar su saturación. Por lo tanto, es una medida del contenido de humedad en la atmósfera. En efecto, el punto de rocío es la temperatura a la cual, sin que se altere la presión, el aire alcanza la saturación de vapor de agua. Esto quiere decir que si la diferencia entre la temperatura real T y la T_d es mínima, mayor es la humedad de la atmósfera. Cuando $T = T_d$, el aire se satura y comienza la condensación del vapor de agua en rocío, niebla o nubes. En palabras más simples, es necesario entender este término ya que se requiere saber qué temperatura habría que lograr alcanzar para poder conseguir saturar el vapor de agua en un determinado ambiente o bien en un objeto, consiguiendo que se condense, para poder capturar el agua de este.

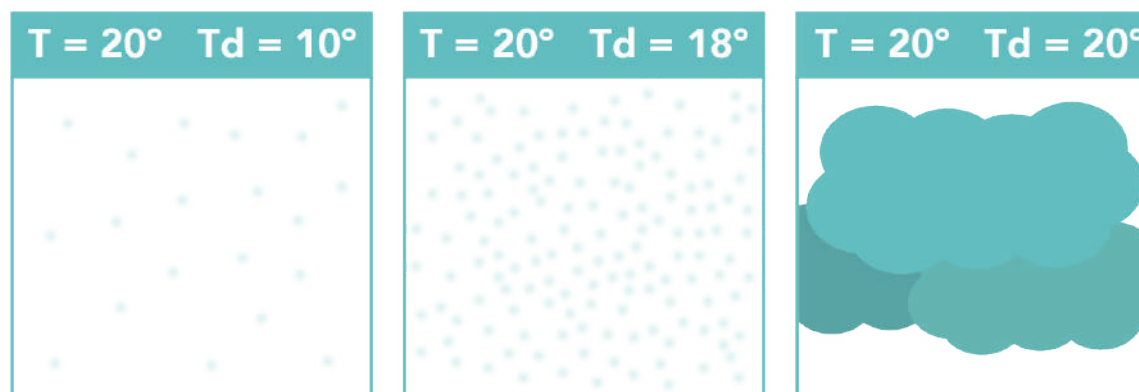


Figura 10 Temperatura de rocío. Elaboración propia.

1 ANTECEDENTES

1.3 Fuentes de Agua Dulce

1.3.3 Agua en la Atmósfera

Un ejemplo en donde podemos observar cómo funciona este término, es en el rocío que vemos por las mañanas y los objetos donde encontramos esas gotas de agua. Esto se debe a que durante la noche, los objetos se enfriaron por debajo de la temperatura del punto de rocío, provocando que el vapor de agua se condense sobre ellos.

Esto también ocurre con el aire, pues cada vez que el aire se eleva, llega a regiones de menor presión y, como resultado, se expande y se enfría adiabáticamente. Esto quiere decir que si el aire se eleva lo suficiente, se enfría hasta alcanzar el punto de rocío, y se produce la condensación, teniendo como resultado las nubes o niebla.

Las gotitas de agua que se observan en el pasto al amanecer, se deben a que el vapor de agua presente en el aire se condensó en él.

Para que esto ocurra, el pasto debe estar a una temperatura menor a la del rocío. De esta manera, el aire que choque con el pasto disminuya su temperatura bruscamente y se condense, transformándose en gotitas de agua sobre este.



La condensación es la transformación del vapor de agua a agua líquida, por lo tanto el paso de estado gaseoso a líquido. El resultado de este proceso, como se mencionaba anteriormente, puede ser la formación de rocío, niebla o nubes. Si bien, cada formación tiene un proceso diferente, poseen dos factores en común.

Por una parte, para que se produzca la condensación, el aire debe estar saturado de humedad. Esta saturación se puede alcanzar de dos maneras; cuando el aire se enfría hasta llegar a la temperatura del punto de rocío o cuando al aire se le agrega suficiente vapor de agua. El segundo factor común que tienen, es que para que exista esa condensación, debe haber una superficie donde el vapor logre condensarse. Por ejemplo, como referíamos anteriormente, la superficie que está usando el rocío que encontramos en las mañanas, puede ser el pasto, algún objeto de metal, el cemento, etc, necesita de este medio para poder condensarse. En el caso del aire, la superficie a la que se adhiere para lograr la condensación son partículas microscópicas que permanecen en suspensión, al condensarse sobre ellas se transforman en nubes o nieblas.

1 ANTECEDENTES

1.4 Humedad en Chile

La humedad proviene de la evaporación del agua. Por esta razón, tal como comenta Santiago Varas (2021), es en zonas de vegetación y costeras donde se puede encontrar más humedad. Por ende, Chile es muy afortunado en este aspecto, ya que posee mar de norte a sur y los vientos vienen desde el mar hacia el interior. Este escenario permite que Chile reciba una gran cantidad de humedad, la cual a la vez, se mueve con los vientos a las zonas internas del país también. En la actualidad, este beneficio que proporciona el mar al territorio chileno, está siendo mínimamente aprovechado, pues existen muchos sectores que se encuentran con índices de humedad altos, los cuales no aprovechan el potencial que tiene esta fuente para sus habitantes.

Ejemplo del poco valor que se le da a esta fuente, se puede ver evidenciada en lugares como Maitencillo, Huentelauquén, Laguna Verde; es decir, sectores costeros que presentan muchas dificultades para tener acceso a agua potable. Por lo tanto, todos estos sectores costeros se abastecen a través de camiones aljibes (El Mercurio, 2016), pese a que tienen índices de humedad muy altos durante todo el día, y a la vez, todo el año.

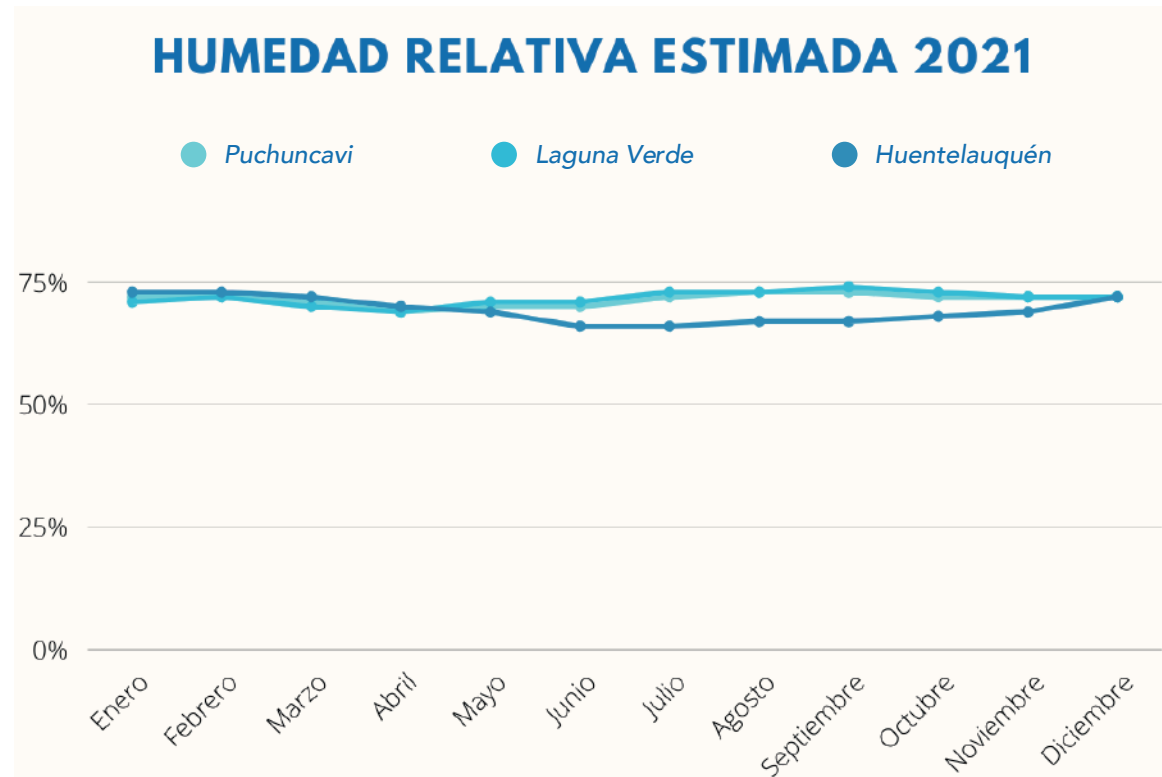


Figura 11 Humedad relativa estimada 2021. Elaboración propia. Datos extraídos de Dirección meteorológica de Chile

1 ANTECEDENTES

1.4 Humedad en Chile

1.4.1 Humedad en la Costa de Chile

Tal como se mostró en los casos anteriores, la humedad en las zonas costeras de Chile generalmente se mantiene alta durante todo el año como podemos apreciar en los siguientes gráficos..

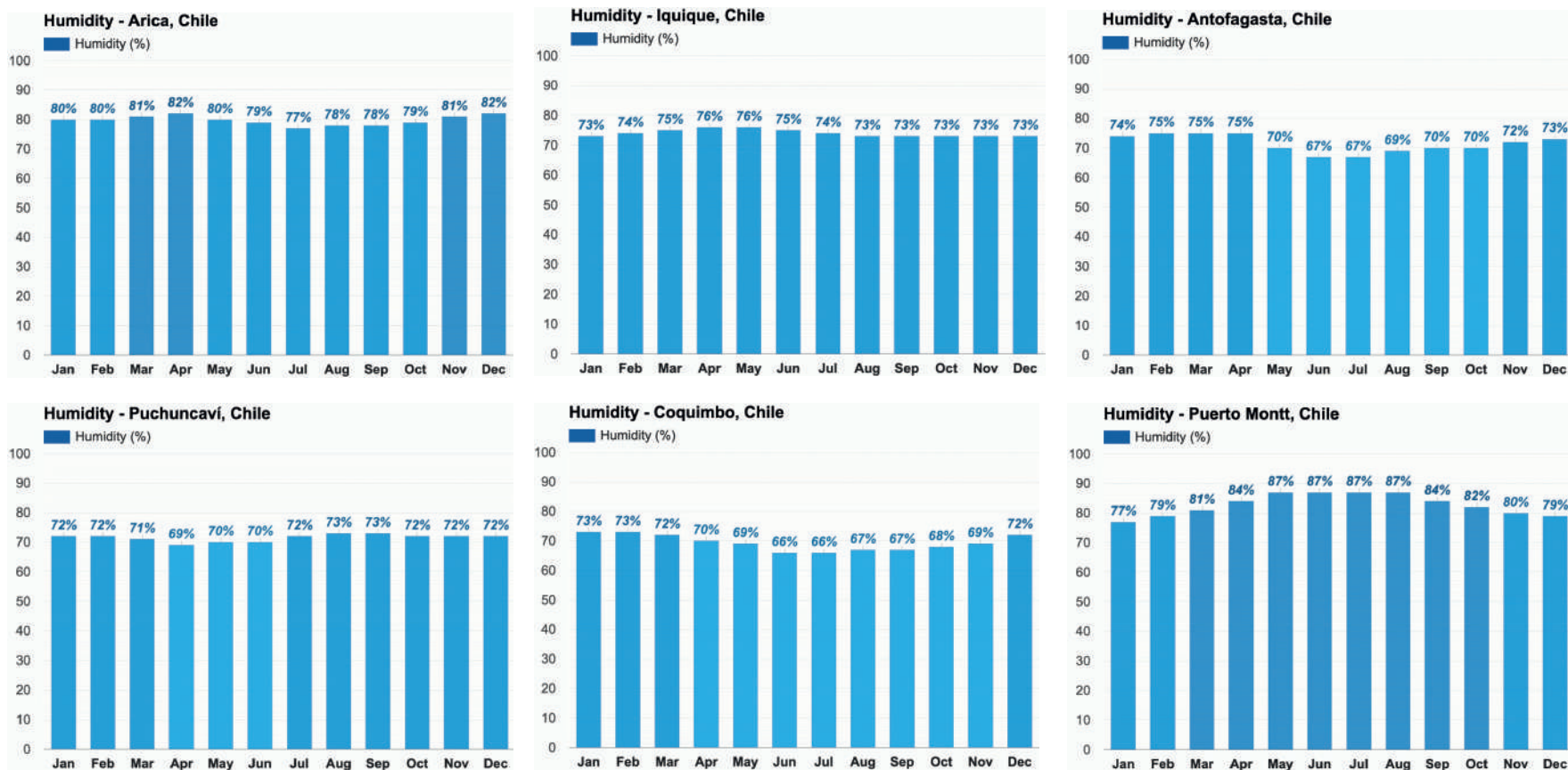


Figura 12 Humedad relativa media. Weather Atlas. Datos extraídos de Dirección meteorológica de Chile

2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Oportunidades y Desafíos

En base a toda la información que se ha investigado y analizado es que se encontraron ciertas oportunidades y desafíos que llevar a cabo en el proyecto:



El mundo esta viviendo un intenso cambio climático, el cual ha dejado ha muchos lugares con problemas de escasez hídrica.



Miles de millones de personas están sin acceso a agua potable y las proyecciones a futuro no son para nada favorables.



La humedad del aire es una fuente de agua con mucho potencial la cual esta siendo muy desaprovechada.



Existe tendencia a aumentar la humedad al elevarse de la superficie terrestre hasta cierto punto.



Existen muchos sectores en Chile que tienen climas con humedades bastante altas durante todo el año y se encuentran en sequía y con muchas personas sin acceso a agua potable.



Hay más de 1 millón de personas en Chile privadas de acceso a agua potable.

¿Cómo aprovechar el potencial que tiene esta fuente para entregar agua a las personas?

2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

2.2 Formulación y Objetivos

¿Qué?

Sistema de captación de agua en alturas a partir de nubes, niebla o vapor de agua, el cual baja y almacena el agua, para luego posibilitar su distribución.

¿Por qué?

Porque existen cientos de miles de personas en Chile que no tienen acceso a agua potable para satisfacer sus necesidades básicas, en lugares con índices de humedad y/o nubosidad suficientes para poder captar agua y ser abastecidos a través de esta. Muchas de estas personas basan su día en la recolección y transporte de este bien, generando en ellos problemas físicos y psicológicos, ya que no pueden desligarse de esta temática.

¿Para qué?

Para proveer del agua necesaria a familias y comunidades que no cuentan con acceso a agua y presentan muchas dificultades en el acto de conseguirla. Contribuyendo así también, en su salud tanto física -al momento de beber agua limpia o en su higiene- como mental, quitándoles la preocupación de cómo conseguir el agua.

2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

2.2 Formulación y Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un sistema en altura el cual capte y a la vez baje el agua presente en el aire de nuestra atmósfera o bien las micro gotas presentes en las nubes y nieblas, con el fin de abastecer de agua a familias o comunidades que no tienen acceso a agua o de no ser así presentan muchas dificultades para conseguirla.

Objetivos específicos del proyecto

Conseguir agua a partir de la atmósfera

IOV: Medir la cantidad de agua recolectada a partir de la atmósfera

Mejorar la calidad de vida de las personas que viven sin acceso a agua potable

IOV: Comparar tiempos dedicados a la búsqueda de obtención de agua

Asegurar acceso de agua potable a las comunidades rurales

IOV: Medir el grado de potabilidad del agua obtenida

Mejorar condiciones de salubridad de las personas sin acceso a agua potable

IOV: Cumplir con estándares mínimos de limpieza e higiene personal

Llevar agua a comunidades rurales o sectores remotos los cuales se encuentran sin acceso a esta

IOV: Medir la cantidad de agua obtenida por comunidades

Objetivos específicos de la investigación

Comprender al usuario

IOV: Describir los usuarios que intervienen en el proceso

Analizar los sistemas actuales de obtención de agua a través de la condensación

IOV: Tabla comparativa de los distintos tipos de sistemas

Identificar sistemas de vuelo que puedan elevar y mantener el producto en altura

IOV: Enumerar y describir sistemas de vuelo o de mantenerlo en altura

Identificar las condiciones climáticas en las cuales se puede usar el producto y conseguir agua

IOV: Listado de condiciones mínimas necesarias para obtención de agua de la atmósfera

Diseñar sistema que permita la captura de agua en las alturas

IOV: Fabricación del sistema que permita la captura de humedad en altura

2 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

2.3 Usuario Final

Usuario Primario



Municipios los cuales dentro de la población que tienen a cargo, se encuentran familias o comunidades las cuales no tienen acceso a agua potable. Tienen dificultades económicas que los sobrepasan al momento de poder instalar la infraestructura correspondiente para llegar con agua potable a estas comunidades, por lo que incurrir en gastos de camiones aljibes para poder llegar a esos habitantes. Pero a pesar de esta medida no les es posible llegar a todos, o bien costear el dinero total de estos servicios. Estos municipios se encargan de provincias con humedades relativas altas a lo largo de todo el año.

Usuario Primario



Empresas de gran envergadura las cuales usan una cantidad enorme de agua para su funcionamiento y a su vez contaminan en cierta medida el agua de la población. Estas empresas se han visto presionadas por la gente a dar soluciones y por tanto retribuir de distintas maneras a las comunidades. Se encuentran en lugares con escasez hídrica, por lo que poder entregar agua limpia a las personas de sus alrededores que no cuentan con ella es fundamental para poder seguir ejerciendo su labor, minorizando el daño que repercute su rubro.

Usuario Secundario



Familias o comunidades de sectores rurales con bajos recursos, las cuales no tienen servicios de agua potable en sus hogares, por lo que viven con el agua que les proporcionan los camiones aljibes que pasan de siete a quince días, o bien de ríos o pozos. Habitan en sectores que se encuentran alejados de las zonas más centralizadas de sus pueblos, en lugares con humedad relativa alta. Sus habitantes no poseen un grado educacional alto, no poseen trabajos formales en muchos casos. Las comunidades a las que pertenecen son pequeñas, por tanto la mayoría de las familias se conocen entre sí.

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

3.1 Estrategia del Proyecto

La parte fundamental en lo que se basa la innovación del proyecto es la captación de agua en alturas. Por esto es primordial analizar e investigar los posibles sistemas de vuelo, con el fin de determinar el mejor para el proyecto. Junto a esto se debe estudiar el sistema de captación de agua que se utilizará, teniendo en cuenta la combinación de estos dos sistemas. A partir de esto las decisiones tomadas deben ser fundamentadas para la optimización de la captación de agua en el sistema de vuelo escogido.

La implementación pretende ser masiva. Campos de sistemas de captación de agua en altura, los cuales bajen el agua y se almacene para su futura distribución. Del mismo modo, se implementarán estos sistemas para dar acceso constante de agua potable a las comunidades.

Como actores claves se encuentran empresas grandes las cuales se han visto presionadas por la población y buscan retribuir a las comunidades. Otro actor clave serán las municipalidades que tengan a su cargo familias que no cuenten con acceso a agua potable.

En el siguiente esquema podemos observar la estrategia que buscará llevar el proyecto para lograr sus objetivos.

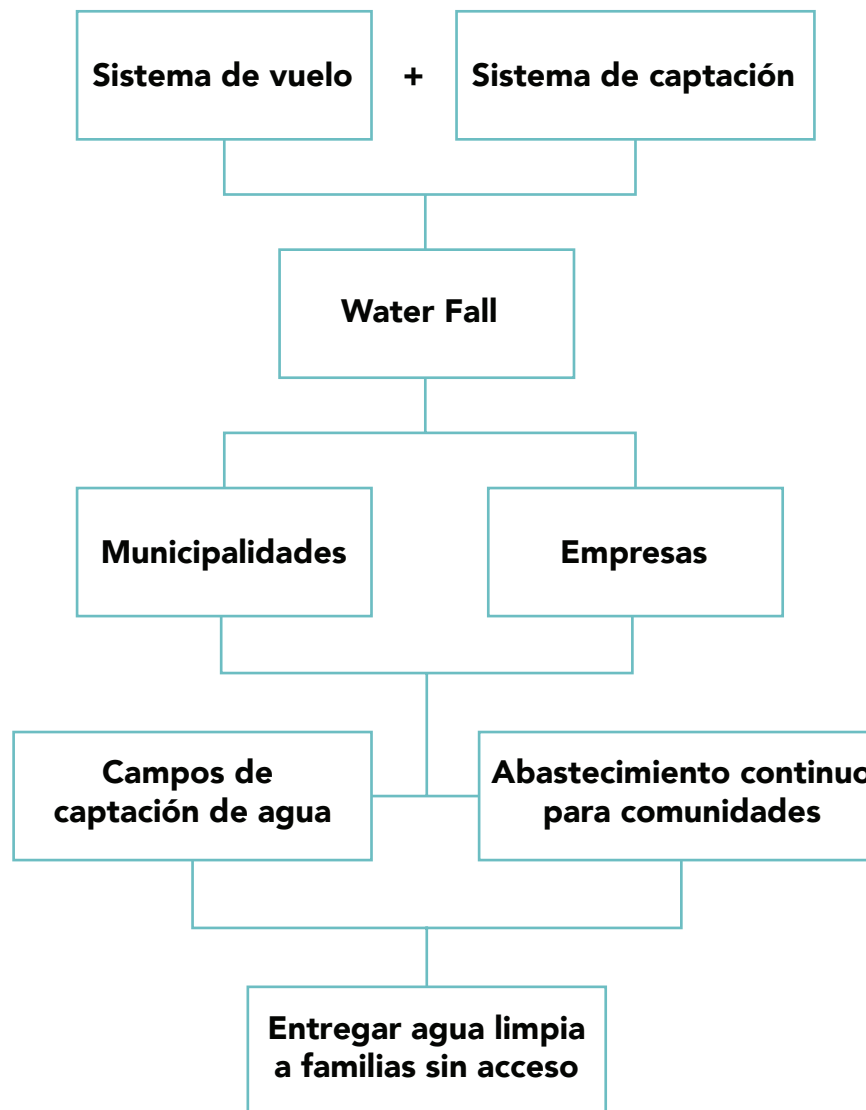


Figura 13 Estrategia del Proyecto. Elaboración propia.

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

3.2 Antecedentes y Referentes

Freshwater:

Acelera el proceso natural del ciclo del agua, al capturar las micro partículas de agua que se encuentran en la humedad del aire, con el fin de condensarlas, obteniendo agua prístina que pasa posteriormente por un proceso de filtrado, purificación y esterilización, pudiendo obtener hasta 15 litros de agua purificada por día en los equipos domésticos, siempre sujeto a las condiciones del entorno y localización geográfica.

A su vez cuentan con equipos los que pueden captar entre 100 - 5000 litros de agua por día.



Watergen:

Facilitan el acceso al agua potable a las zonas que sufren de constante sequía. Uno de sus dispositivos es el GEN-350, una máquina que convierte la humedad en agua potable, generando hasta 900 litros de agua limpia al día.

El aire entra por los costados de la máquina, donde unas mallas filtran la suciedad y polvo. Después, el aire pasa por un intercambiador de calor que enfría hasta el punto que se produce la condensación, para finalmente expulsar agua y que pase por un proceso de filtración.

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

3.2 Antecedentes y Referentes

Atrapanieblas:

El objetivo del atrapanieblas es lograr que las partículas de agua de la niebla se concentren hasta que sean lo suficientemente densas. Es decir, hasta que se conviertan en gotas de agua. Estas caen por gravedad a unos recolectores de agua que recogen estas conduciéndolas hacia su almacenamiento. En una noche, un metro cuadrado de los paneles que componen los atrapanieblas pueden absorber de tres a cinco litros de agua dependiendo de la humedad de la zona. En algunas, se ha llegado a conseguir hasta 20 litros diarios.



Wedew:

Utiliza la tecnología del sistema de condensación. Extrae aire caliente del exterior que al entrar en contacto con el aire frío refrigerado del dispositivo se condensa. Posteriormente el agua puede ser almacenada en tanques, logra producir hasta dos mil litros diarios. Sin embargo, posee una tecnología la cual se diferencia de las otras ya que las otras consumen mucha electricidad y sus costos son muy elevados.

Esta tecnología se basa en un gasificador de biocombustible el cual crea energía renovable, si no se encuentra de este en el lugar que se instala, el dispositivo también puede funcionar con energía solar o baterías.

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

3.2 Antecedentes y Referentes

Drones que provocan lluvia:

Es un proyecto que se está investigando e implementando en los Emiratos Arabes. Los drones creados pueden captar la humedad, la temperatura y la carga eléctrica dentro de una nube. Con esos datos pueden saber cuando y donde generar una descarga eléctrica, lo que producirá que gotas de la misma nube se unan y caigan a la superficie por su peso.



Warka Water :

Consiste en una torre de 10 metros de altura hecha a mano. Para su fabricación solo se usan materiales naturales. Su objetivo es recolectar agua a través de hacer enfriar las corrientes de aire que entran en la torre, produciendo que este se condense y se transforme en gotitas, las cuales caen a una especie de embudo para ser guiadas a un estanque, o bien directamente en fuentes grandes.

Están pensadas para lugares donde no es común el uso de tecnología, ya que no necesitan de una fuente de energía para funcionar, solo el aire.

3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

3.2 Antecedentes y Referentes

Cámaras de vigilancia en globo aerostático:

Globos inflados con helio que elevan una cámara con el fin de grabar desde arriba los sucesos que ocurren en la ciudad, abarca una gran zona de visión. Puede levantar objetos de hasta 20 kilogramos a una altura de 300 metros.

Estos globos se encuentran enganchados a la superficie, por lo que se pueden bajar cuando se desee de fácil manera.

Es una tecnología que se encuentra actualmente en Chile por lo que se puede recurrir a ella.



"Bloom" de Zero 2 Infinity:

Bloom es un globo inflado con helio el cual eleva una cápsula. A través de este sistema es que se pretende llevar a turistas a 36 kilómetros de altura. La cápsula está hecha para 6 personas, 2 tripulantes y 4 turistas. Hoy en día la empresa usa este sistema para llevar satélites a órbita o también para elevar productos a grandes alturas. Lo que deja en evidencia que es un método válido de poder llevar objetos o sistemas de pesos bastante elevados, a kilómetros de altura.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

Debido a que en las alturas existe mayor concentración de humedad relativa, es que se requiere de un sistema de vuelo que facilite su captación. Por lo general, la humedad tiende a subir por lo que a nivel de superficie no se puede lograr una captación óptima. Cabe destacar que, en ambientes costeros; donde existe menor presión atmosférica, es posible encontrar climas muy húmedos y nubes a niveles de altura más bajos. Por esta razón, la costa de Chile es un lugar óptimo para poder tener acceso a esta fuente de agua.

Con el fin de llegar a distintas alturas, se necesita un sistema de vuelo innovador, pues pese a que existe conocimiento de la gran cantidad de agua que poseen las nubes más altas, en la actualidad los proyectos se centran en la captación de agua a nivel de superficie terrestre. Si bien, en algunos ambientes sí es posible conseguir agua de esta forma, la humedad relativa y la presencia de nubes es mayor en niveles más altos.

En efecto, el sistema de vuelo es el punto central de la innovación del presente proyecto. Por esta razón, durante el desarrollo de este, se analizó e investigó cuatro tipos de sistemas de vuelo.



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.1.1 Globos aerostáticos

En un comienzo, el presente proyecto contemplaba el uso de globos aerostáticos como medio para elevar el sistema de captación de agua al cielo. Se presentó este concepto (o diseño) al concurso internacional llamado Latinoamerican Index Award, en el cual fue muy bien valorado por los jueces, llevándolo a posicionarse dentro de los ocho primeros proyectos dentro de su categoría.

Los globos aerostáticos son un sistema más bien simple a primera vista, el cual está compuesto por tres partes importantes, la vela, la cesta y los quemadores. Por su parte, la vela de los globos actuales se componen de franjas de telas sintéticas impermeables unidas entre sí. Cabe destacar que, la tela debe ser lo suficientemente resistente al calor que propagan los quemadores, y a su vez, deben ser capaces de impedir el fácil escape del aire. Es por esto que, generalmente, se usa nylon o poliéster. En cuanto a su volumen, este puede variar, pues va a depender del peso que se quiera transportar, o el tipo de viaje que se quiera realizar.

Por otra parte, la vela es la envoltura del globo que se une a través de cables de acero a la cesta, la cual corresponde a la estructura que porta a los pasajeros o bien, aquello que se desea transportar.

Por último, se encuentran los quemadores que dirigen el fuego hacia el interior de la vela, permitiendo que se caliente el aire dentro de esta. En general, los globos aerostáticos están compuestos por dos o más quemadores, los cuales se encuentran entre la cesta y la boca de la vela, a una altura tal que no obstaculice a las personas, pero que pueda ser fácilmente manipulada por el piloto a través de cables.

Funcionamiento

Para poder elevar los globos aerostáticos se utiliza aire caliente, el cual se almacena en el interior de la vela. Por principios físicos el aire caliente tiende a subir, por lo que la vela se “infla” o llena de aire caliente, lo que permite su ascenso. Para esto, los quemadores generan calor por medio del gas propano, el cual se enciende y genera una flama de fuego hacia el interior de la vela. Este proceso es el único método que tiene el piloto para direccionar el vuelo del globo, por lo tanto, se realiza constantemente en el trayecto; por una parte, si se desea subir más, se debe liberar más de gas propano, por otra, si se desea bajar, se debe dejar enfriar el aire que se encuentra en la vela.



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.1.1 Globos aerostáticos

Tal como se mencionó, el globo no cuenta con una forma de manejo como tal, pues el piloto solo puede decidir si subir o bajar, por lo que su vuelo queda totalmente a disposición del viento. Por esta razón es que los pilotos deben planificar sus vuelos con anticipación, ya que deben analizar las direcciones de los vientos a distintas alturas, para así, calcular su rumbo.

Existen dos modalidades de vuelo que realizan los globos, vuelo libre y vuelo en cautiverio. Por una parte, en el vuelo libre el globo es guiado por los vientos. Por lo tanto, debido a que el lugar de despegue será distinto al lugar de aterrizaje, se requiere una planificación de vuelo muy minuciosa y cuidados estrictos. Por otra parte, el vuelo en cautiverio se realiza amarrando el globo a una superficie fija en la tierra, por lo que es menester que los vientos no sean extremos para poder volar de manera segura. Este vuelo, generalmente llega menores alturas, ya que requieren una soga o cable que los ancle al piso. De lo contrario, al subir más, mayor sería tanto el peso del artefacto de anclaje como el gasto energético.

Capacidades de vuelo

En cuanto a las capacidades de vuelo de este sistema es importante considerar:

- **Altura:** Un globo aerostático puede llegar hasta 3000 metros de altura, lo que implicaría grandes cantidades de combustible y vientos excepcionales para llegar a esa altura. Lo común de los vuelos es que lleguen a alturas entre 150 metros a 900 metros sobre el nivel de la superficie.

- **Peso:** En cuanto al peso que pueden elevar, como se mencionó anteriormente, depende del volumen de la vela. Por ejemplo, los globos comerciales, generalmente, se hacen para poder elevar al piloto y dos pasajeros más, además de los tanques de propano que se necesitan para el vuelo. Los globos comerciales más grandes que se han hecho, soportan el peso de 32 personas.

- **Tiempo de vuelo:** El tiempo de vuelo depende del peso, la altura que se quiera llegar, la altura a la que se despegue y la temperatura del día, es en base a esto que se calcula cuanto gas propano usar.

- **Manejo:** En cuanto al manejo, este sistema debe ser controlado desde su interior, permitiéndole al piloto solamente controlar el globo en eje vertical, es decir, lo único que se puede controlar es si sube o baja el globo, la dirección dependerá netamente del viento.

- **Resistencia al viento:** Este sistema es tajante en cuanto al viento. Al momento de inflar el globo en el despegue, el viento debe tener una velocidad menor a 20 km/h. De lo contrario, se considera peligroso volar.



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.1.2 Globo con Helio

El helio es un elemento químico que forma parte de los gases nobles, siendo este el segundo gas más liviano de nuestro planeta. Esta sustancia es muy utilizada en el mundo científico, por ejemplo, en naves espaciales, telescopios, máquinas de resonancia magnética, entre otros. Asimismo, debido al potencial que se ha visto en este gas, el ser humano ha lanzado propuestas muy ambiciosas pero posibles, como lo es llevar objetos hasta la estratosfera.

Sin embargo, comúnmente, este gas es más reconocido por su capacidad de elevar globos. Este fenómeno se debe a que las moléculas que lo componen son muy ligeras, incluso más que las que posee el aire, es decir, principalmente el nitrógeno (N) y oxígeno (O). Por lo tanto, en base a principios físicos, estas moléculas al ser más pesadas tienden a bajar, lo que permite que el helio se eleve sobre estas.

Debido a esta peculiar cualidad que posee el helio, se ha buscado poner en marcha una serie de proyectos que pretenden llevar elementos a altura. En algunas zonas de Santiago de Chile, por ejemplo, se pueden observar cámaras de vigilancia anexadas a globos inflados con helio, lo cual permite elevar estos aparatos a cierta altitud, y para evitar que sigan ascendiendo, son anclados al piso mediante cables.

Análisis proyecto sobre cámaras de vigilancia en globo Lo Barnechea y Las Condes

Con fines de investigación sobre el método de elevación utilizado por el proyecto realizado en Lo Barnechea y Las Condes, es que se contactó con la empresa *Amszo* y la municipalidad de Lo Barnechea.

Por medio de reuniones y conversaciones escritas, ambas instituciones dieron a conocer el sistema con los respectivos puntos fundamentales para su funcionamiento, compartiendo la empresa que proporcionaba el trabajo, la cual era *Expomin*.

Datos recopilados:

Elevación: 150 metros permitidos por DGAC (hasta 300 mts)

Carga elevada: 18 kg

Sistema de anclaje: Cables de acero

Carga de helio para elevación: 4 m³

Duración en el aire: 72 horas

Personas encargadas de la recarga de helio: 2 personas

Duración mantención de recarga de helio : 20 minutos

Mantención a todo el sistema: una vez al año

Contratación de 4 globos con cámara : \$54.333.332

Los globos permanecen todos los días del año elevados



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.12 Globo con Helio

El sistema es originario de Israel, específicamente de la empresa *Sky star*. Cabe destacar que esta entrega distintas versiones de dicho sistema, dependiendo del uso que se le quiera dar.

En particular, el sistema utilizado para los globos de vigilancia de Lo Barnechea y Las Condes corresponde al modelo *Sky Star 180*, el cual cuenta con las siguientes especificaciones:

Parámetro	Especificación
Diámetro del aerostato	19.5 pies (6 m)
Altitud Operacional	Hasta 1.000 pies (300 m)
Límite de velocidad del viento	40 nudos
Peso de la carga útil	Hasta 18 kg
Tiempo de recambio	20 minutos
Duración	Hasta 72 horas



El sistema más grande con el que cuentan es el Sky Star 330. Este tiene características muy superiores a las del Sky Star 180 sobre todo en el peso que puede cargar:

Parámetro	Especificación
Diámetro del aerostato	25,5 pies (7.7 m)
Volumen del aerostato	100 m ³
Límite de velocidad del viento	40 nudos
Altitud Operacional (AGL)	Hasta 500 m (1.500 pies)
Duración	Hasta 72 horas
Tiempo de recambio	30 min
Peso máximo de carga útil	50 kg
Resistencia de temperatura	-35° a 60°



También ofrecen servicios especiales en los cuales adaptan el sistema que ofrecen enfocándose en los requerimientos de los clientes.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.1.2 Globo con Helio

Capacidades de vuelo

En cuanto a las capacidades de vuelo de este sistema es importante considerar:

- **Altura:** Un globo lo suficientemente resistente e inflado con el helio correspondiente al peso que se desea cargar, puede llegar hasta treinta kilómetros de altura. Debido a que los globos no paran de subir por sí mismos, en varios casos son amarrados a una superficie fija de acuerdo a la altura que se desea alcanzar. Cabe destacar que, se debe considerar el peso de aquello que se utilice para anclar el globo a la tierra, pues este elemento también tendrá que ser elevado hasta la altura deseada.

- **Carga efectiva:** El peso que pueden elevar los globos inflados con helio depende de cuanto helio se cargue. Según los datos proporcionados por Javier Vegas (2016), por cada litro de helio cargado se puede elevar un gramo. Por lo tanto, siempre hay que tener en cuenta el peso de la carga que queremos elevar, el globo en el cual está el helio y los cables si se requiere anclarlo.

- **Tiempo de vuelo:** El tiempo de vuelo de los productos inflados con helio depende mucho del material que

se haya empleado para su manufactura. Por ejemplo, en los globos de látex, en comparación a los globos de aluminio, las moléculas de helio logran dispersarse en 8 horas aproximadamente. En cambio, en un material como el aluminio puede prolongarse su duración desde tres a cuatro días. Esto se debe a que el aluminio tiene sus partículas mucho más unidas que el látex, por lo que el escape de las moléculas de helio implica más tiempo. Cabe destacar que, existen formas de hacer retardar aún más la salida del helio con distintos métodos y aplicaciones que se les puede hacer a los materiales. Otro aspecto que se considera para su tiempo de vuelo es la temperatura a la que está expuesto; el helio a mayores temperaturas se mueve más rápido y los materiales tienden a expandirse, y en consecuencia, existe más espacio para que el helio se escabulla.

- **Manejo:** La única manera de manejar este tipo de globos es controlando la cantidad de helio que haya dentro de él, es decir, considerando el peso que se transporte, si las moléculas de helio se escapan del globo, este descenderá. Y, en el caso que se quiera lograr el efecto contrario, se deberá introducir helio en el globo. En cuanto a la dirección de estos, están dispuestos a merced del viento.

- **Resistencia al viento:** La resistencia al viento que tiene este elemento depende netamente del material en el que esté inserto. Generalmente, este es usado en materiales resistentes a fuertes ráfagas de viento, por lo que es muy difícil que este se dañe. Este aspecto se tiene más en cuenta cuando los sistemas son anclados a la superficie, ya que en este caso el método de anclaje es el que puede fallar por la fuerza que ejerce el viento sobre el globo.

En cuanto a este sistema de vuelo, cabe destacar que si bien en el año 2010 la BBC publicó una noticia que informaba el supuesto fin del helio en 35 años más desde esa fecha, dicho dato fue desmentido en el año 2016 por el mismo medio de comunicación. Durante ese año se descubrió el mayor yacimiento de helio del mundo en Tasmania. En la noticia se informa que, quienes hicieron este hallazgo fueron geólogos de las universidades de Oxford y Durham, quienes aseguraron que el panorama mundial que se creía sobre el helio debía cambiar.

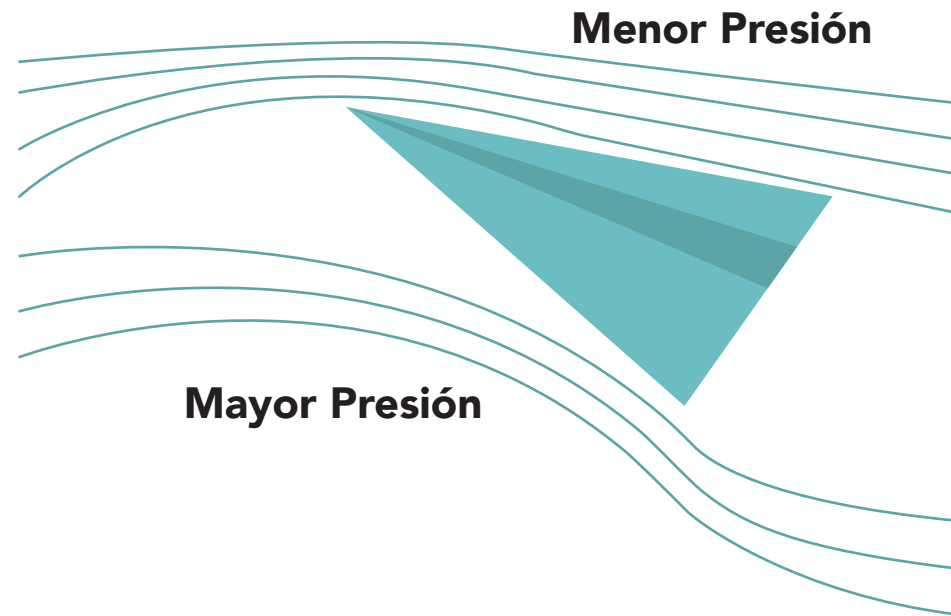
4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.13 Cometas

Los cometas son estructuras hechas de materiales livianos, las cuales pueden ser planas o tridimensionales. Estas cuentan con un armazón, vela o revestimiento, el hilo y los elementos estabilizadores o colas. Cada parte tiene una función determinante para el vuelo. En el armazón se da la resistencia al aire y la fuerza de sustentación, las cuales provocan que el cometa ascienda. Sin embargo, para que este se mantenga en equilibrio, es menester la tensión que ejerce el hilo, pues su función es compensar las dos fuerzas que ejerce el armazón. A su vez, como se mencionó anteriormente, la cola genera la estabilidad necesaria para que el cometa se mantenga adecuadamente.

El principal objetivo de la forma que posee esta estructura, es utilizar el viento para poder mantenerse en el aire y volar más alto. Este método de vuelo funciona de la misma manera que lo hace el ala de un avión. Es decir, se posiciona una estructura plana en cierto ángulo, para así, lograr desviar el aire hacia su parte inferior, lo que produce una bajada de presión en la parte superior (donde el aire no llega). Dicho fenómeno es explicado por el teorema de Bernoulli.



Al existir menor presión en la parte superior la presión de abajo del cometa genera una sustentación, por lo que el cometa sube

Figura 14 Vuelo de cometas. Elaboración propia.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.13 Cometas

Tipos de cometa:

Existen distintos tipos de cometas, los cuales se pueden clasificar según la cantidad de hilos. Por una parte, se encuentran los cometas deportivos, los cuales tienen más de un hilo de control. Estos se caracterizan entonces por la considerable posibilidad de manejar su vuelo. Por otra, se encuentran los cometas estáticos, cuya característica principal es que son controlados por sólo un hilo y se mantienen estables en el aire.

Dentro de los cometas estáticos también podemos encontrar una clasificación de distintos tipos de cometas en cuanto a su forma:

Planos: Estos cometas son los más simples, se conforman por un armazón plano cubierto con la vela y de su cola para generar un vuelo estabilizado.

Curvados: Este tipo de cometas se caracteriza por sus arcos, a través de los cuales se estabiliza su vuelo, por lo que no necesitan de la presencia de una cola.

Cometas de caja o celulares: Son cometas tridimensionales que sustentan su vuelo en base a estructuras rectangulares conectadas entre sí, dejando abierto uno de sus extremos.

Semiflexibles: Estos cometas la mayoría de las veces no cuentan con varillas de soporte, por lo tanto su vela es flexible y su forma la da el viento al soplar sobre esta.

Parafoils: Estos cometas no necesitan de varillas para mantenerse en el aire, si no que utilizan el viento para inflar la vela y sus estructuras internas, tal como lo haría una bolsa. Mediante este proceso, es que se logra una muy buena estabilidad y una fuerza de sustentación destacada.

Rotor: Estas cometas utilizan de dos formas el viento que les llega. Poseen una estructura que rota, por lo que, aparte de que el cometa sea arrastrado por la fuerza del viento en la vela, este sube por la fuerza de sustentación generada por la estructura que rota.

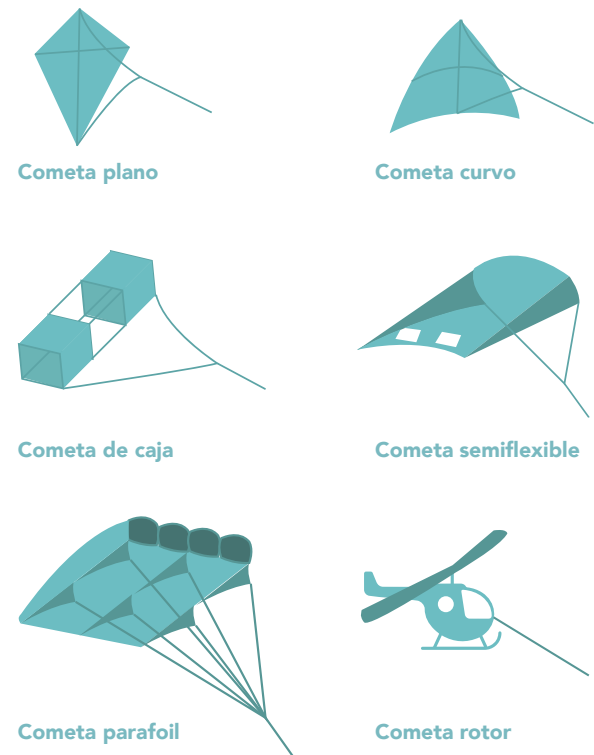


Figura 15 Tipos de cometas. Elaboración propia.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.1.2 Drones

El dron es un vehículo aéreo no tripulado, por lo tanto, tiene un vuelo automatizado, o bien controlado a distancia. Si bien en un comienzo, fueron creados con fines principalmente bélicos, en la actualidad se ha diversificado bastante su sistema con otros propósitos.

Los drones pueden ser clasificados por su tipo de ala. Por una parte, existen drones de alas rotatorias, y por otra, de alas fijas. Dentro de aquellos que poseen alas rotatorias, existen los tricópteros, cuadricópteros, hexacópteros y octocópteros. Este tipo de dron, es muy versátil, ya que permite tanto un desplazamiento en todos los ejes como una cómoda instalación de elementos extras al sistema de vuelo. Además, el despegue es vertical, por lo que resulta sencillo realizarlo desde casi cualquier superficie.

Por su parte, los drones de ala fija aprovechan el aire a través de su diseño, es decir, su forma es muy aerodinámica, pues de esta manera les es posible mantenerse en el aire. Debido al enfoque que se les da a su diseño, es que necesitan menos energía para volar en comparación a aquellos que poseen alas rotatorias. No obstante, este tipo de dron no cuenta con despegue vertical, por lo que necesitan de asistencia humana para realizarlo.

Usos comunes

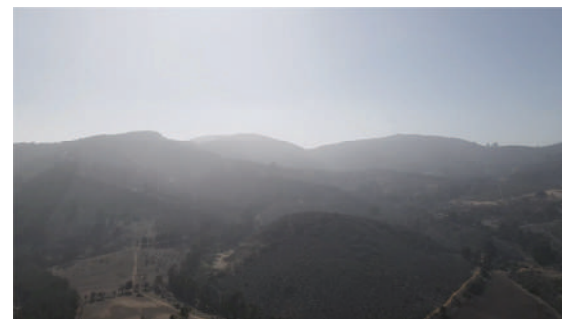
Algunos de los usos civiles más comunes que se le han dado a los drones, son la fotografía y la grabación. por lo tanto, estos son vendidos, generalmente, con cámaras integradas. A partir de este uso, se dio paso a otras funciones, como por ejemplo, trabajos topográficos, grabaciones cinematográficas, vigilancia, etc.

Nuevos usos

Debido al éxito que ha tenido el sistema de vuelo de estos aparatos, en la actualidad es posible encontrar drones para trabajos muy específicos. Algunos ejemplos son los drones para la agroindustria, los cuales cargan pesticidas y fumigan las cosechas. Por su parte, Amazon ha aprovechado las capacidades que poseen estos sistemas voladores para hacer entregas de paquetes a sus clientes. Otro ejemplo son los drones que contribuyen al combate de incendios, los cuales operan dejando caer cargas desde altura de manera fácil y segura.

Pruebas y análisis

En las fotografías se muestra cómo un dron de alas rotatorias, *modelo DJI M2*, es elevado a la altura de las nubes de manera segura. Esto fue posible gracias a su desplazamiento tridimensional, pues solo de esta forma se podía llegar hasta el punto donde las nubes se encontraban más bajas.



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

Drones óptimos

Dentro de la investigación exhaustiva en torno a los drones más óptimos para este proyecto, se contó con la participación de muchos expertos que forman parte tanto de empresas nacionales, tales como *Heliboss, Aprendedrones, Drone Service, Dronestorechile*, al igual que empresas internacionales, como *DJI, Foxtech, Acecore, Aeroexpo*. En efecto, las empresas mencionadas brindaron información en cuanto al uso de drones capaces de elevar un sistema de captación de agua a cierta altura.

A partir de los datos recolectados, se concluye que los siguientes drones y artefactos tienen características aptas para el presente proyecto:

Gaia 160 MP

Peso de despegue: 48 kg

Carga efectiva: 30 kg.

Duración de vuelo: 45 min.

Altura máxima: 500 metros

Máxima velocidad de vuelo: 10 m/s.

Máxima velocidad de subida: 5 m/s.

Máxima velocidad de bajada: 4 m/s.

Soporte contra el viento: 11 m/s

Costo: \$5.1570.000 aprox



KUR-1000 HL

Peso de despegue: 30 kg.

Carga efectiva: 15 kg.

Duración de vuelo: 46 min.

Altura máxima: 3000 metros

Soporte contra el viento: 12 m/s

Máxima velocidad de vuelo: 20 m/s

Máxima velocidad de subida: 5 m/s

Máxima velocidad de bajada: 2,5 m/s

Costo: \$ 15.000.000 aprox



Vulcan UAV D8

Peso de despegue: 55 kg.

Carga efectiva: 25 kg.

Duración de vuelo: 30 min.

Altura máxima: 1524 metros

Máxima velocidad de vuelo: 22,3 m/s

Máxima velocidad de subida: 2 m/s ajustable

Máxima velocidad de bajada: 2 m/s ajustable

Soporte contra el viento: 13,4 m/s

Costo: \$12.300.000 aprox



FOXTECH T4000 Tethered Poxer System

Sistema de energía ilimitada para drones

Extensión de duración de vuelo:

Peso cable: 1,6 kg / 100 metros

Alcance: 100 metros

Costo: \$13.500.000 aprox



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Sistema de Vuelo

4.1.2 Drones

Fabricantes

Es importante destacar que, dentro del mundo de los fabricantes de drones, existen varios que reciben proyectos de clientes que solicitan ciertas especificaciones y requerimientos especiales. En base a estas solicitudes, se crean drones que resultan mucho más útiles para ciertas actividades, pues se centran en lo que busca resolver cada proyecto.

Proyecciones

Lo más sorprendente de este sistema de vuelo son las proyecciones que tiene, ya que como se mencionó anteriormente, debido al éxito de este sistema de vuelo se ha masificado mucho su uso en un sinnúmero de actividades diferentes. Por ejemplo, existen proyectos que buscan crear drones para levantar hasta 225 kilogramos, o también para ser utilizados como un medio de transporte de personas. Como estos, existen muchos otros ambiciosos proyectos que cada vez desafían más los límites que existen en nuestro ideario.



Drone Driff 300 levanta hasta 225 kilogramos creado por Griff Aviation



Volocopter 2x, creado para transportar hasta 2 pasajeros en su interior

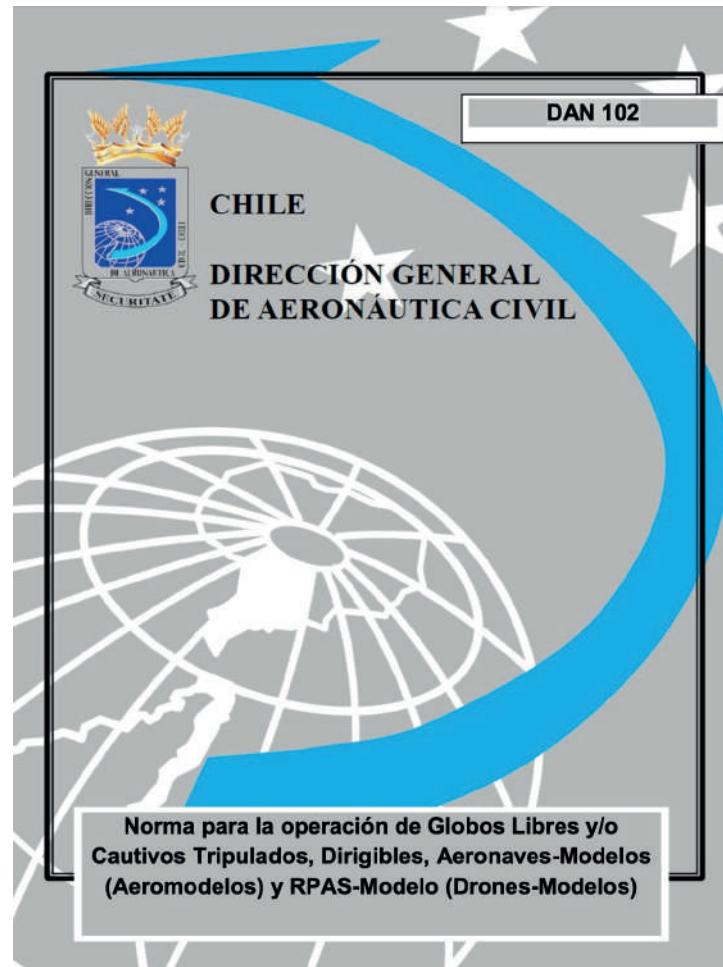
4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.2 Control Aéreo en Chile

Para poder alzar cualquiera de los sistemas de vuelo recientemente mencionados, es necesario tener conocimiento sobre las leyes de control aéreo que rigen en cada país.

En el caso de Chile, la entidad responsable de dictar y regir las leyes sobre vuelo es la *Dirección General de Aeronáutica Civil* (DGAC). En su página web se puede encontrar el reglamento completo en cuanto a los distintos sistemas y las respectivas normas que deben cumplir en los contextos dados.

El único caso que se escapa de estas normas son los cometas, sin embargo si estos pesan sobre 750 gramos, o cargan un peso superior al indicado, deben cumplir las reglas impuestas.



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.3 Sistema de Captación de Agua

Además de los sistemas de vuelo, uno de los puntos más importantes a considerar para poder desarrollar este proyecto, es la manera en que se realizará la captación de agua. Si bien existe un abanico de proyectos y productos que pueden generar agua a partir del aire húmedo, el desafío del presente proyecto es lograr este objetivo en altura, ya que, tal como mencionó el piloto comercial Santiago Varas (2021) en una entrevista, a mayor altitud existe una mayor concentración de humedad.

En base a lo expuesto, se analizaron dos formas para poder captar el agua a partir del aire húmedo; la primera a través de la condensación natural en mallas, y la segunda por medio de un condensador de aire.

Condensación en mallas:

Este sistema de captación es uno de los más simples en cuanto a tecnología. Es muy reconocido en Chile ya que por medio de este se capta agua en los atrapanieblas.

Su funcionamiento se puede explicar por el paso del aire muy húmedo a través de la trama de la malla tensa, lo que provoca que el aire se condense en esta, convirtiéndose en gotitas que caen a un conducto que guía el agua hacia un depósito.

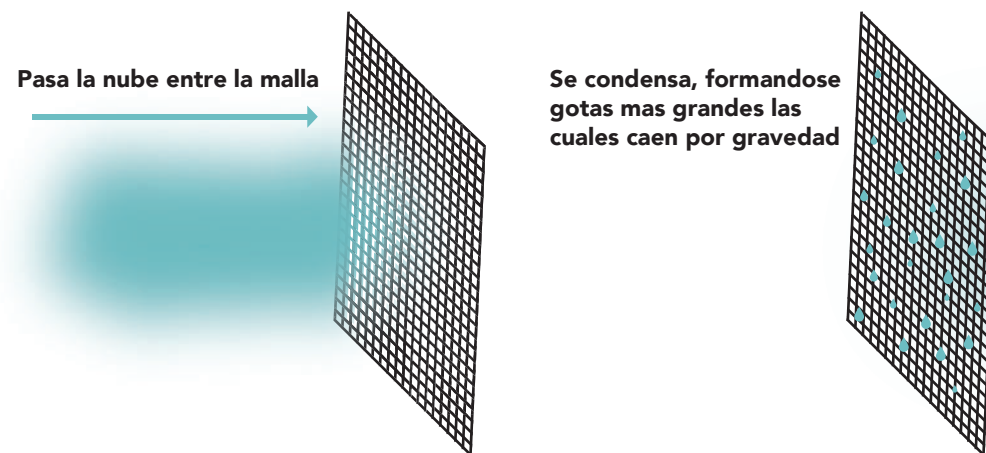


Figura 16 Atrapanieblas. Elaboración propia.

Si bien puede parecer un método sencillo, este se complejiza al depender de un clima específico para poder captar agua, ya que necesita de neblinas o nieblas y de viento que ayude a estas a pasar a través de la malla para poder ser condensada. Cabe destacar que, mientras más densa la niebla mayor será la cantidad de agua que se recolecta.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.3 Sistema de Captación de Agua

En un estudio realizado por estudiantes de Arquitectura de la Universidad de Chile (Aránguiz, G., et al., 2009), se menciona el trabajo de Pilar Cereceda y Pablo Osses, sobre los atrapanieblas instalados en el norte del país. En este se buscaba observar cuánta agua logran captar las mallas, y así poder evaluar su rendimiento, el cual llegó a un promedio de recolección de alrededor de 10 litros de agua por m² de malla raschel.

En definitiva, esta malla ha sido la más usada en estos artefactos. Sin embargo, se han realizado investigaciones sobre materiales los cuales podrían mejorar el rendimiento de captación. Una de estas corresponde a la realizada por Juan de Dios, ingeniero civil industrial de la Pontificia Universidad Católica de Chile, junto a su equipo y el MIT, comentada por el diario digital El Definitivo (Araus, 2014). En esta investigación se realizaron pruebas con mallas de distinto porcentaje de sombra, materiales, entre otros factores. El estudio determinó que una malla de acero inoxidable con un tratamiento de impermeabilidad mejoraba considerablemente el rendimiento. No obstante, se destaca que se debe tener en cuenta los distintos pros y contras de cada material que se vaya a considerar. En este caso, la malla de acero inoxidable tiene un costo muy superior en comparación al de la malla raschel (de cualquier porcentaje de

sombra). Otro factor importante a considerar, sobre todo para este proyecto, es el peso del material. Por esta razón, la malla raschel también tiene una ventaja enorme por sobre la de acero.

En entrevistas con Juan de Dios, conocido también por ser parte del grupo que ha motivado la masificación del uso de atrapanieblas en Chile, nos comenta que junto a su equipo de trabajo hicieron atrapanieblas de 9 metros de altura (3 a 5 metros más altos que los comunes). El objetivo de esto era lograr una mejora en cuanto a la captación de agua al darle más altura, ya que las nubes que pasan entre las mallas son más densas en sus partes superiores y no las que van más cerca de la superficie. Si bien el objetivo se cumplió, también mencionó que el problema que estos implican es el método de instalación, ya que se debían llevar a ciertas zonas –en las cuales casi no existen caminos de acceso– en donde es más óptima la captación de agua, para luego ser enterrados en tierra considerablemente dura, por lo que el proyecto se complejizó bastante (J. de Dios, comunicación personal, 2022).

He aquí dos factores que sustentan positivamente el presente proyecto, pues se concluye que el rendimiento de los atrapanieblas mejora con mayor altura.

Además de esto el suceso que da sustento a estos atrapanieblas en gran parte del norte, es la llamada camanchaca, la que tiene nubes de un grosor promedio de 300 metros según un estudio realizado por Osses et al. (2017) y estas pasan a alturas menores, por lo que se podría obtener mucho más beneficio de lo que hoy en día se consigue.

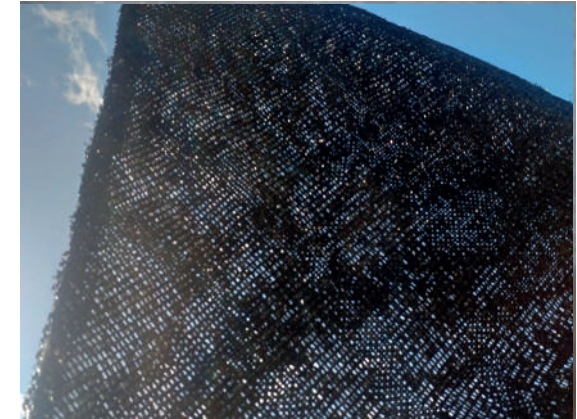
4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.3 Sistema de Captación de Agua

Viendo los atributos favorables que tiene este método de captación es que se busco potenciarlos a través de llevarlo a mayor altura por medio de los sistemas de vuelo antes expuestos.

Con diferentes pruebas se analizó la diferencia de captación en altura y a nivel de superficie, también se dieron a conocer distintos requerimientos que tenía la malla y a la vez de cada sistema de vuelo, para ver su compatibilidad.

Se decidió utilizar la malla raschel como material de captación de agua, prevaleciendo el bajo peso y el costo que tiene.



Este método de captación de agua implica mucho tiempo, por lo que requiere de un sistema de vuelo que pueda mantenerse estable y permanecer en el aire para que se produzca la condensación. Necesita también cubrir la mayor cantidad de espacio, pues de esta forma se obtienen mejores resultados, sobre todo si la extensión de la malla expuesta a la nube es vertical.

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.3 Sistema de Captación de Agua

Condensador de aire:

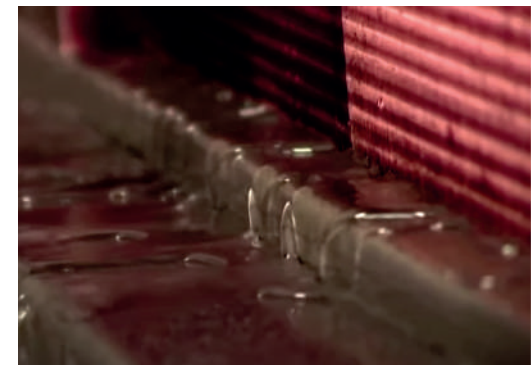
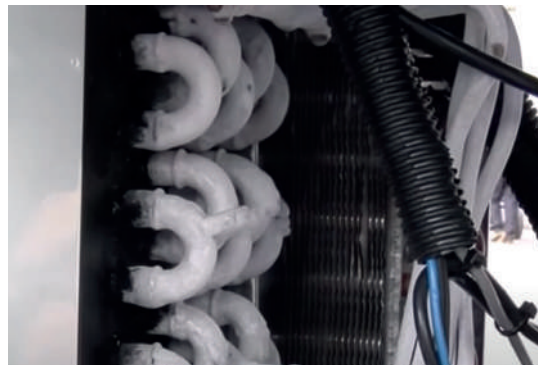
La segunda forma para poder captar agua del aire que se analizó, propone un sistema de un nivel más avanzado de tecnología que el primero. Este se basa en provocar el proceso de transformación de un gas, que sería el aire con su respectivo vapor de agua, a líquido a través de un sistema de condensación, por tanto obteniendo agua como resultado.

Para lograr la condensación es necesario interactuar con la presión o la temperatura del aire o gas en cuestión, siendo la temperatura la más intervenida en los sistemas que buscan aprovechar este proceso para climatización, refrigeración o bien conseguir agua.

Lo que hace especial a este método, en comparación con la primera forma de captación de agua, es la cualidad de poder captar agua desde ambientes que tengan distintos niveles de humedad relativa y no solo abastecerse de nieblas o neblinas.

Existen distintos sistemas que se enfocan en crear el proceso de condensación para diferentes fines. Este proyecto se centrará en el sistema de compresión mecánica simple.

Este método logra hacer un proceso mucho más eficiente y rápido al combinar cuatro componentes principales, un condensador, un evaporador, una valvula de expansión y un compresor.



4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.3 Sistema de Captación de Agua

Condensador de aire:

Este sistema basa su funcionamiento en que un fluido en su interior absorbe calor cuando se evapora, haciendo posible que baje la temperatura de lo que se quiere enfriar. Así mismo, el fluido cederá calor al ambiente al condensarse, cerrando así el ciclo. Se puede conseguir variar también la presión a través de un compresor y una válvula de expansión, esto con el fin de que la temperatura a la que se evapora sea menor a la de la condensación.

Como se menciona anteriormente, este sistema es muy versátil, ya que puede captar agua en ambientes con diferentes cantidades de vapor de agua, lo que amplía mucho el rango de lugares en los que puede ser utilizado para ese fin. Así mismo, el sistema se pueden adaptar para que trabaje de manera más óptima en distintos niveles de humedad, si se quiere ocupar en lugares de baja humedad ambiental su captación será mucho menor y más lenta de la que será en lugares donde se potencie trabajar con humedades altas.

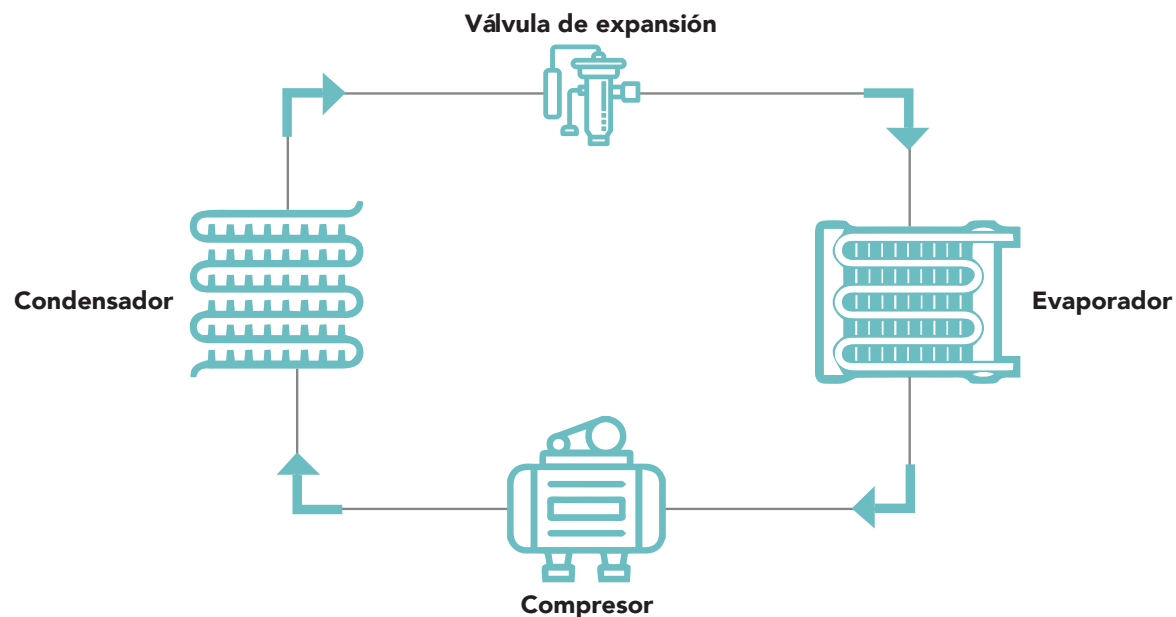


Figura 17 Compresión mecánica simple. Elaboración propia. Datos proporcionados por Johnson controls

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.4 Zona de Estudio

Como se expuso al principio de este proyecto, Chile cuenta con una costa que se extiende de norte a sur a lo largo de todo el país con índices de humedad ambiental bastante altos durante todo el año, por lo que cualquier sector ubicado en estos lugares sería ideal para el proyecto.

A pesar de su alta humedad es evidente la gran necesidad de agua de muchos de estos sectores. Para este proyecto nos centraremos en la quinta región y la situación en la que se encuentra respecto a la sequía.

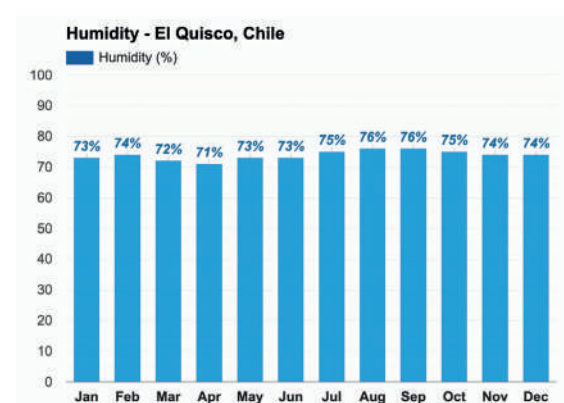
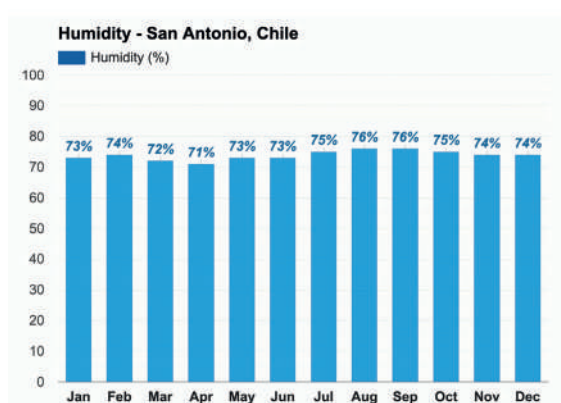
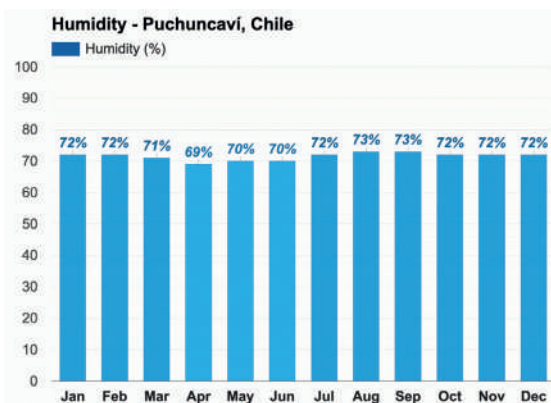
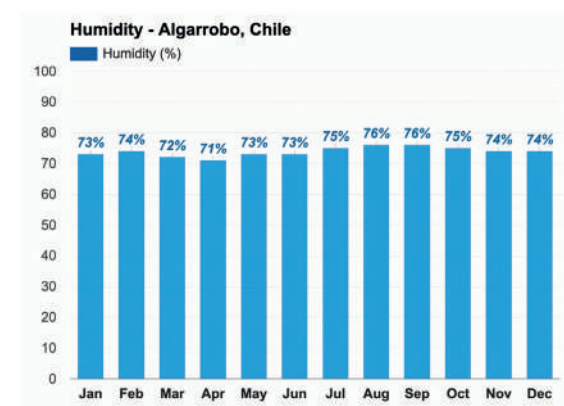
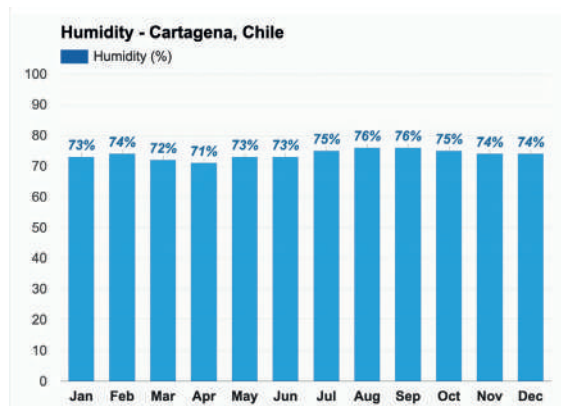


Figura 18 Humedad relativa media 2. Weather Atlas. Datos extraídos de Dirección meteorológica de Chile

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

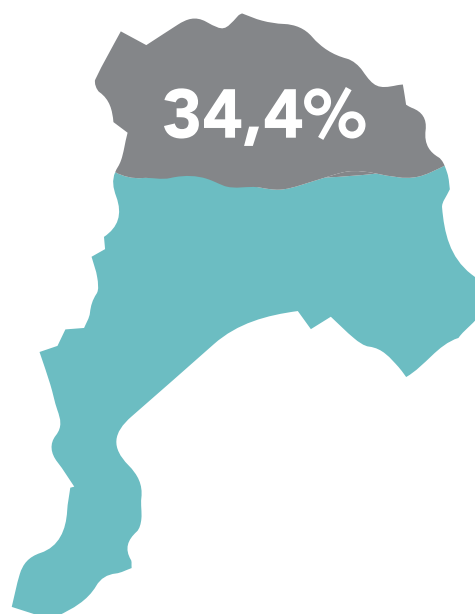
4.4 Zona de Estudio

La región de Valparaíso hace más de una década que está pasando por un proceso de sequía. El año 2019 el ministro Antonio Walker declaró a esta como zona de emergencia agrícola por la escasez hídrica (<https://radiojgm.uchile.cl/valparaiso-es-declarada-zona-de-emergencia-por-escasez-hidrica/>). Al siguiente año ocurrió un problema bastante grave en la cual se privó de gran parte del uso del agua del río Aconcagua por beneficiar a sectores costeros a los que este llegaba también. Ocurrieron muchas protestas ya que las medidas fueron muy drásticas para las zonas más internas de la misma región.

Si bien ambos sectores están afectados por la sequía, las zonas más internas no cuentan con tantas fuentes de agua a las cuales acudir, siendo los ríos y las napas subterráneas los más frecuentados. En cambio las zonas costeras, como propone este proyecto, poseen una fuente de agua mediante la cual podrían abastecerse. Si lograsen aprovechar el agua que les podría dar la humedad de su aire, mayor porcentaje de agua de los ríos podría ser ocupado por zonas internas que lo necesiten.

Porcentaje de la población rural sin acceso a agua potable

X REGIÓN



“Gobierno limita riego de más de cuatro mil agricultores para evitar racionamiento de agua potable en Valparaíso”, 2021



Figura 19 Población rural sin acceso a agua potable. Elaboración propia
Datos extraídos de Informe Pobres de Agua

5 PROPUESTA FINAL

5 PROPUESTA FINAL

5.1 Decisiones de Diseño

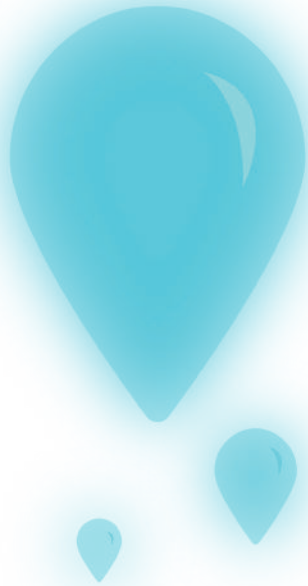
Luego del desarrollo del proyecto, donde se investigaron, probaron y analizaron los distintos vértices para lograr la captación de agua en alturas, se determinaron el sistema de vuelo y el sistema de captación de agua óptimo para el proyecto con el fin de dar paso a su propuesta final.

Se seleccionó los globos de helio como sistema de vuelo por su versatilidad para mantenerse en el aire por buen tiempo y su resistencia a vientos fuertes, existen empresas que venden los mecanismos ya creados de globos de helio con su respectivo anclaje para mantener estos en una posición fija en el aire por lo que implica menos costo de investigación y fabricación en cuanto a crear algo que no existe en el mercado.

Junto a esto el sistema de captación más ideal para adherir a estos y a la vez más óptimos para los sectores donde se propone implementar el proyecto, es el sistema de condensación de aire por medio de la compresión mecánica simple, ya que se puede generar agua a partir de diversas condiciones climáticas, necesitando en este caso, zonas con alta humedad, como son los lugares costeros de Chile.

Además de esto como nos comentaba Alberto Gonzalez, Diseñador Industrial de la Pontificia Universidad

Católica de Chile especialista en ciencia, tecnología e innovación y uno de los creadores de Freshwater, la idea de elevar los sistemas de condensaciones en las zonas costeras de Chile beneficiaría mucho a la captación de mayor cantidad de agua, y de igual manera, que al elevar los condensadores se conseguirá agua de mejor calidad, es decir, más limpia (A. Gonzalez, comunicación personal, 03 de Junio 2022). Esto debido a que por una parte, al despegarse de la superficie la humedad tiende a crecer, por lo que al mantenerse el sistema en altura todo el tiempo lograría captar mayor humedad pues existe un aire más húmedo que en la superficie. Por otra parte, al separarse el sistema del suelo, evita que la polución, bichos, entre otras cosas, entren en el sistema, ya que como nos comentaba el Diseñador, en sectores costeros a mayores alturas se tiene un aire mucho más limpio en el que no se contaría casi como problemática las adversidades anteriormente mencionadas.



Water Fall

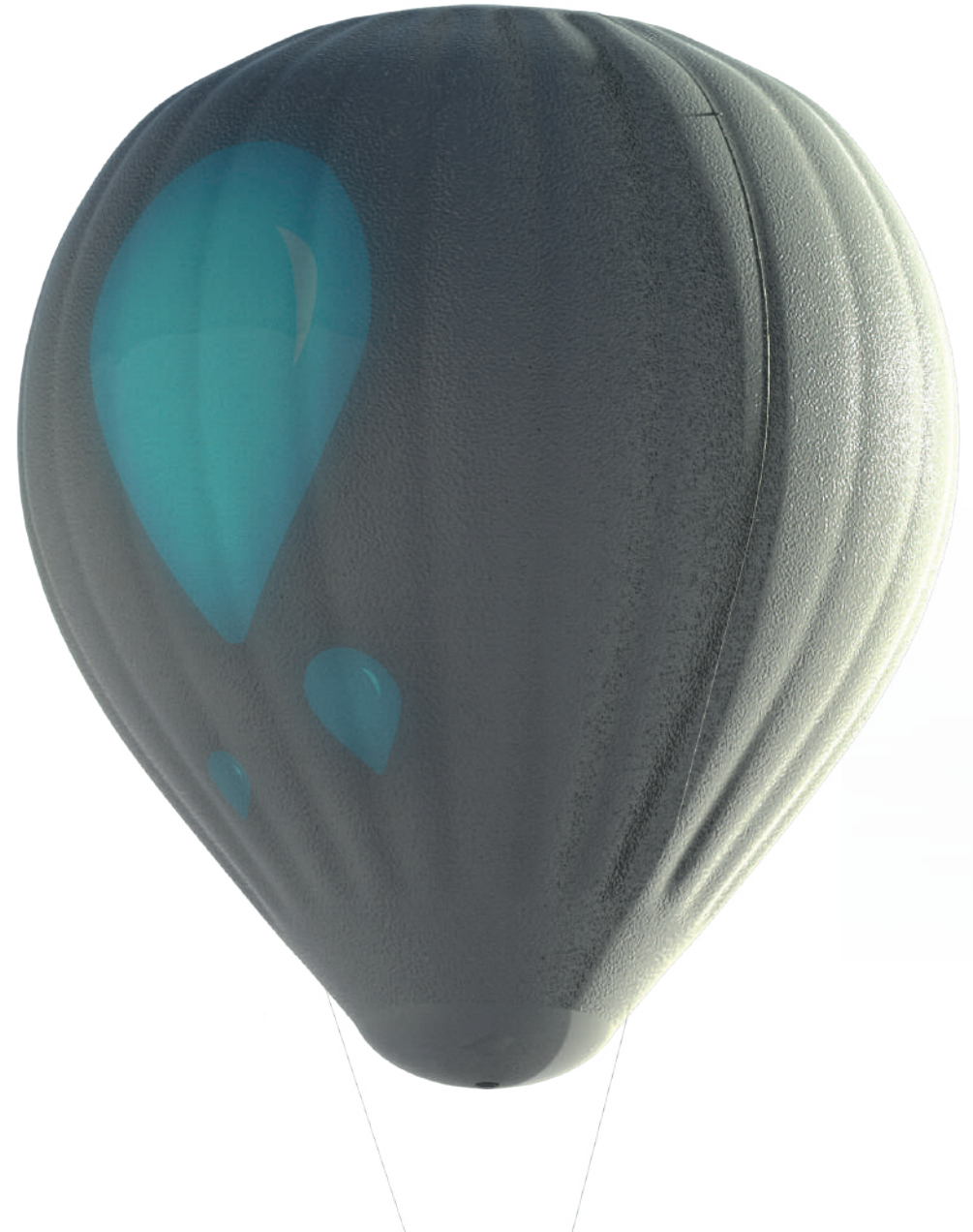


5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño

Globo cargado con helio

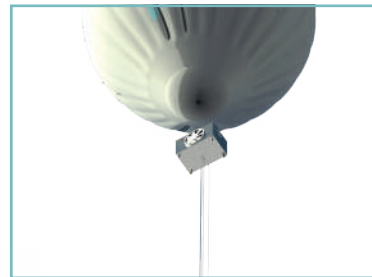
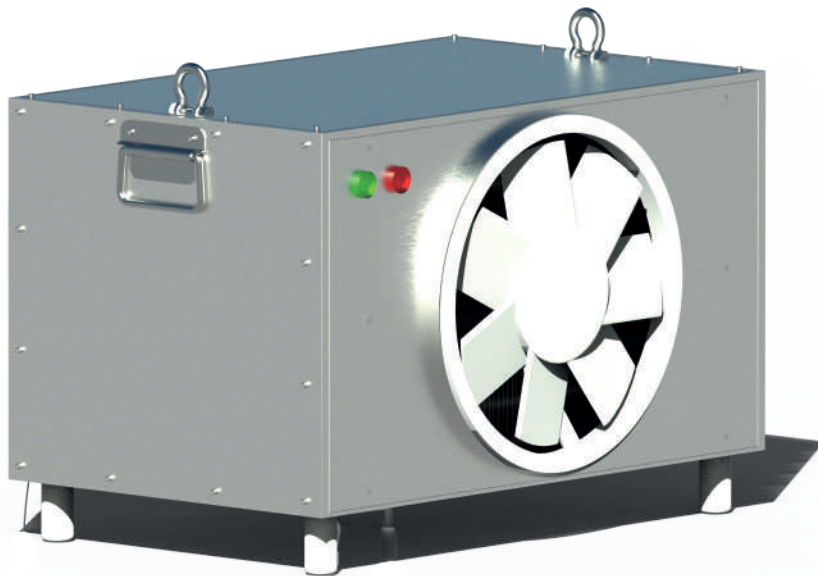
Peso máximo que levanta	85 kg
Dimensiones	5,9 metros diámetro
Volumen de helio inflado	54 m³
Periodo de recarga de helio	4 días
Recarga de helio	4 m³
Demora en recarga de helio	20 minutos aprox.
Resistencia al viento	74 km/h
Altitud máxima	150 metros



5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño

Sistema de condensación



Peso	15 kg
Dimensiones	40 x 30 x 27 cm
Captación de agua	200-500 L/día

Este método de captación de agua implica mucho tiempo, por lo que requiere de un sistema de vuelo que pueda mantenerse estable y permanecer en el aire para que se produzca la condensación. Necesita también cubrir la mayor cantidad de espacio, pues de esta forma se obtienen mejores resultados, sobre todo si la extensión de la malla es vertical.

5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño



Visión Interna

Esta máquina contiene en su interior un sistema de compresión mecánica simple modificado con el propósito de trabajar en ambientes con niveles de humedad mayores a 70%. Esto con el fin de generar mayor cantidad de captación de agua en tiempos más acotados para los lugares costeros en los que pretende trabajar el proyecto.

En los lugares costeros de Chile y en lugares húmedos en general, es posible encontrar que la temperatura del aire y la temperatura de rocío son cercanas, es por esto que se utiliza el sistema de compresión mecánica para poder enfriar la corriente de aire que se extrae del ambiente y que se iguale a la temperatura de rocío rápidamente, para así obtener agua de manera eficiente. También como resultado del proceso se obtiene aire con menor temperatura, lo que se puede utilizar para enfriar el condensador y hacer más eficiente el uso de energía.

5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño

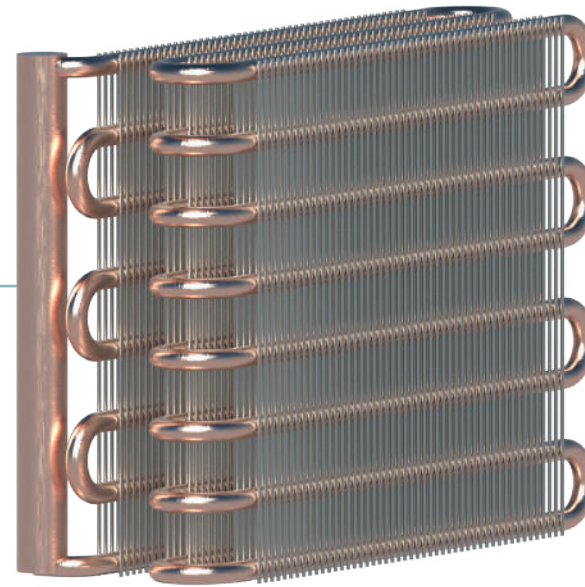


Evaporador

Este componente se encarga de extraer el calor del aire que entra al sistema. Para lograr esto el fluido refrigerante al interior absorbe el calor de la corriente lo que hace que se evapore. En su exterior genera que la masa de aire entrante se enfríe al entrar en contacto generando el intercambio de temperatura.

5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño

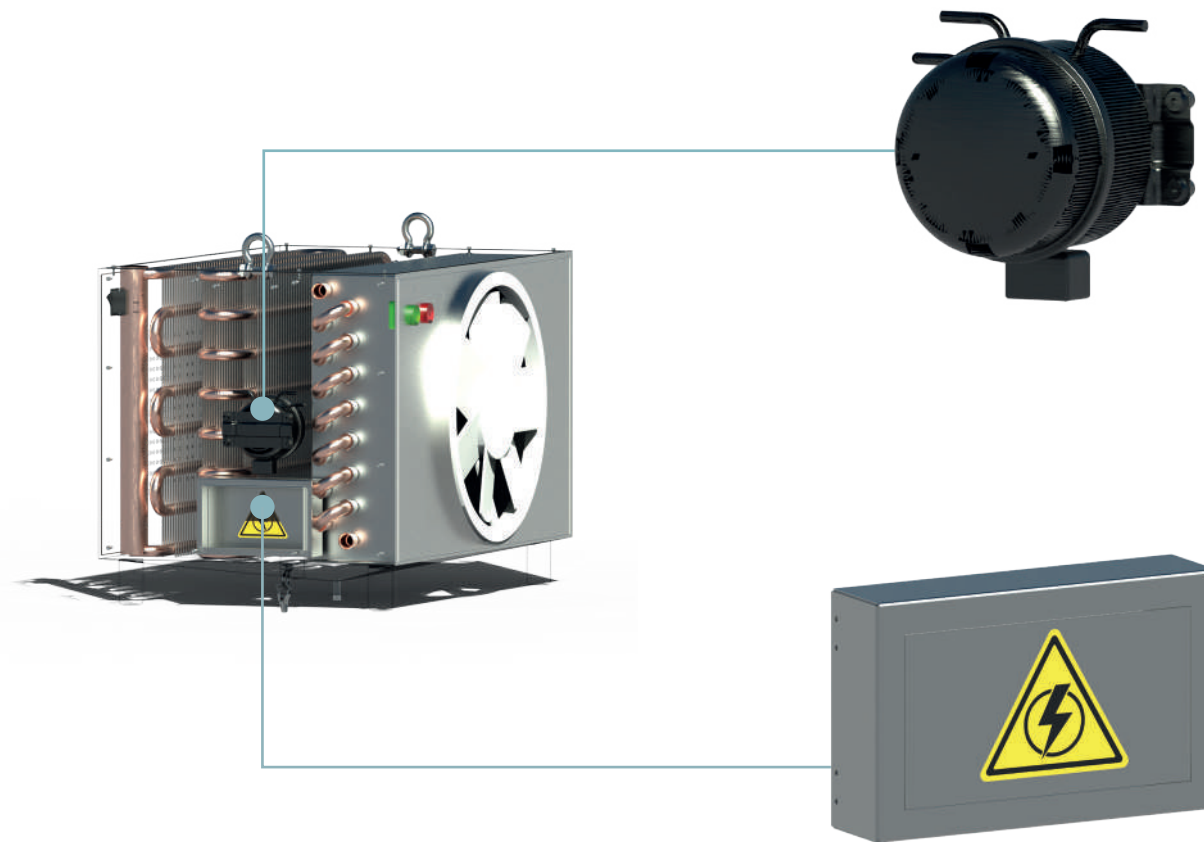


Condensador

El condensador tiene como función principal disipar el calor que fue absorbido por el evaporador. En el pasa el fluido refrigerante de gaseoso a líquido, provocando también un intercambio de calor con el aire en su exterior.

5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño



Compresor

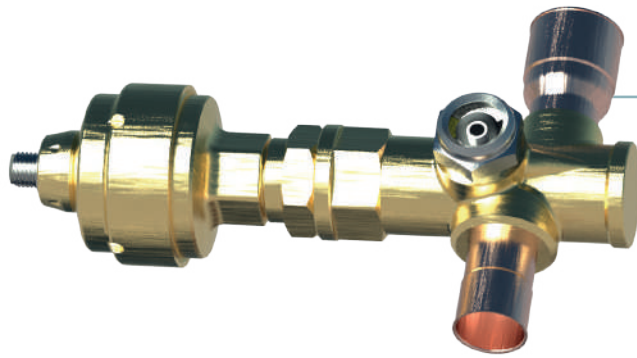
El compresor tiene como función mantener la presión dentro del circuito. Presuriza la corriente que proviene desde el evaporador y llevandola hacia el condensador con una presión de saturación de acuerdo a la temperatura de este.

Tablero eléctrico

En este tablero se mantiene concentrado todo lo eléctrico, debe estar en una posición estratégica para evitar cables extensos que puedan interferir en el proceso interno del sistema.

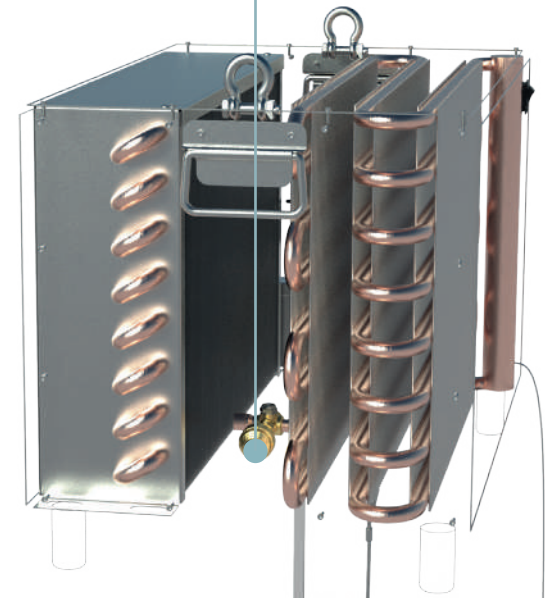
5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño



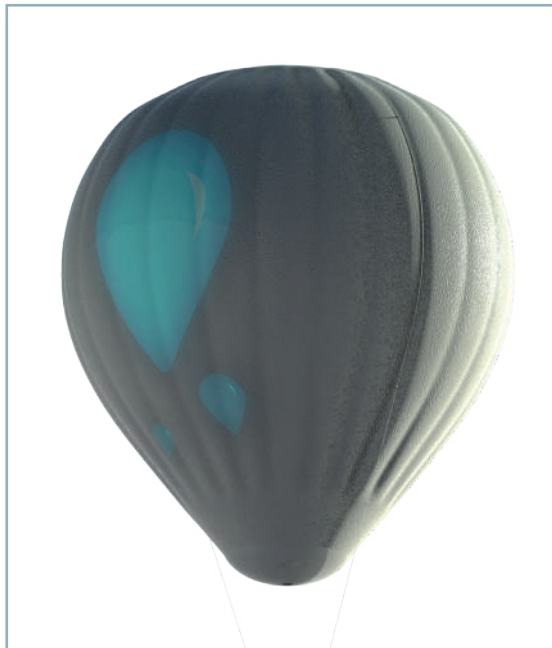
Válvula de expansión

Este artefacto es el encargado de regular el flujo que existe entre el condensador y el evaporador, manteniendo a su vez ajustado el salto de presiones que se genera entre estos.



5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño



Globo + cables de acero

50 kg



Máquina condensadora

15 kg



Manguera + cables de electricidad

5 kg

Peso total a elevar	Peso que puede elevar
70 kg	85 kg

5 PROPUESTA FINAL

5.2 Diseño

Carro de arrastre

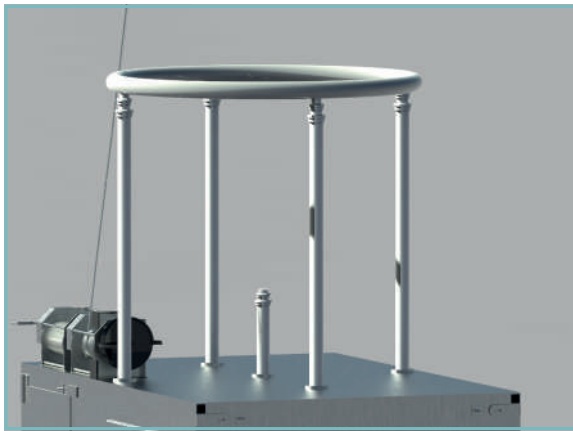
En este carro se encuentran todos los artefactos necesarios para elevar el globo manteniendolo anclado y seguro a la superficie. Este puede ser facilmente transportable, lo que le da gran versatilidad en cuanto al lugar donde se quiera instalar.



5 PROPUESTA FINAL

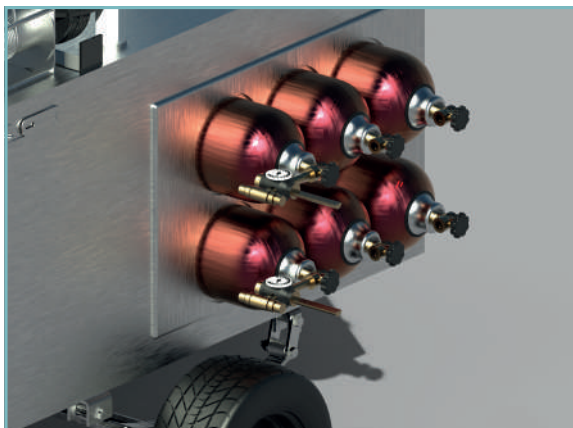
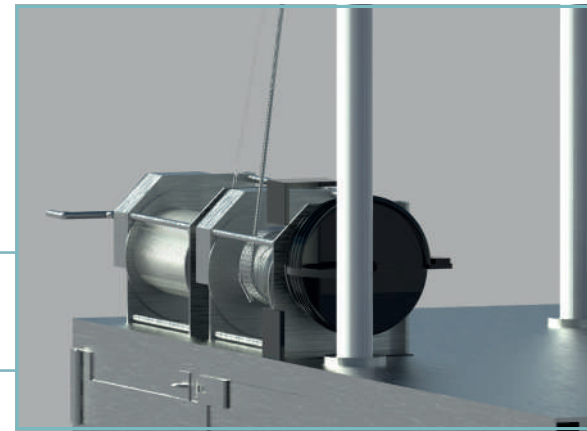
5.2 Diseño

Cuenta con



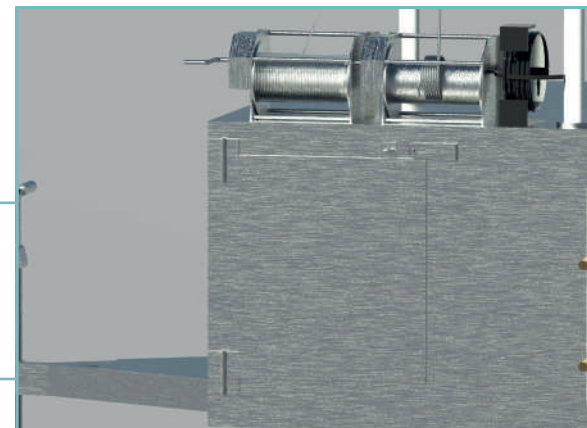
Estación de carga
de helio

Estación de enganche y
manguera



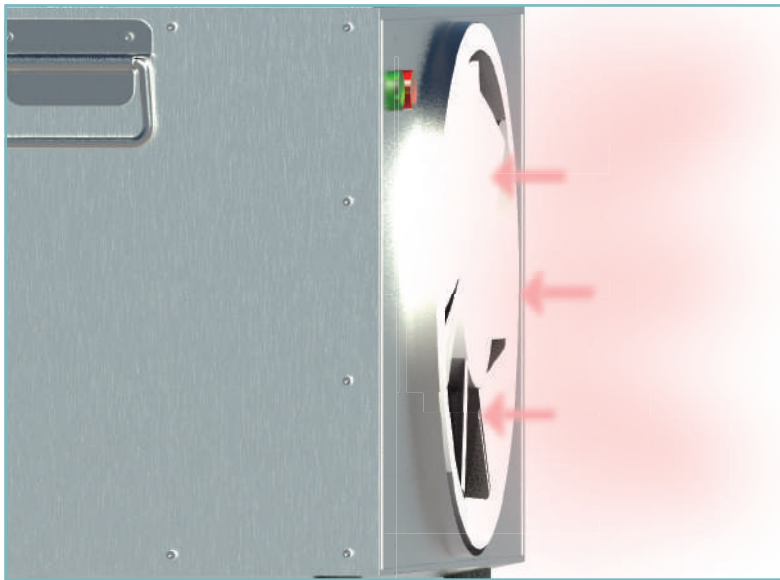
Estanques de helio para
recargas

Estanque de agua y
guía a almacenamiento
más grande

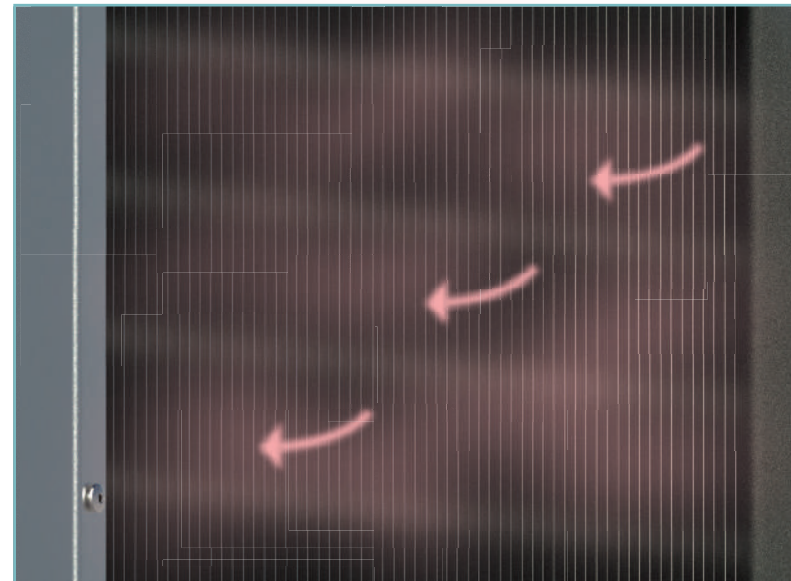


5 PROPUESTA FINAL

5.3 Funcionamiento del Sistema



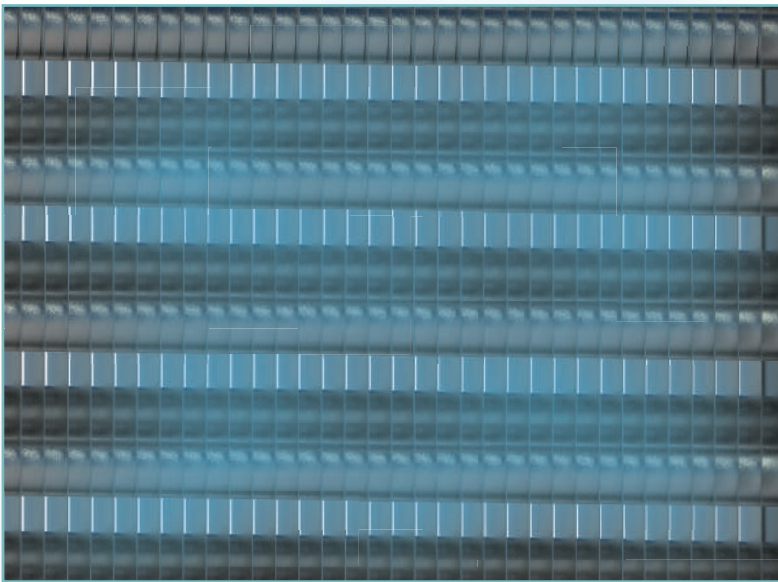
El aire a temperatura ambiente es extraído por la máquina para dar inicio al proceso de condensación y poder conseguir agua.



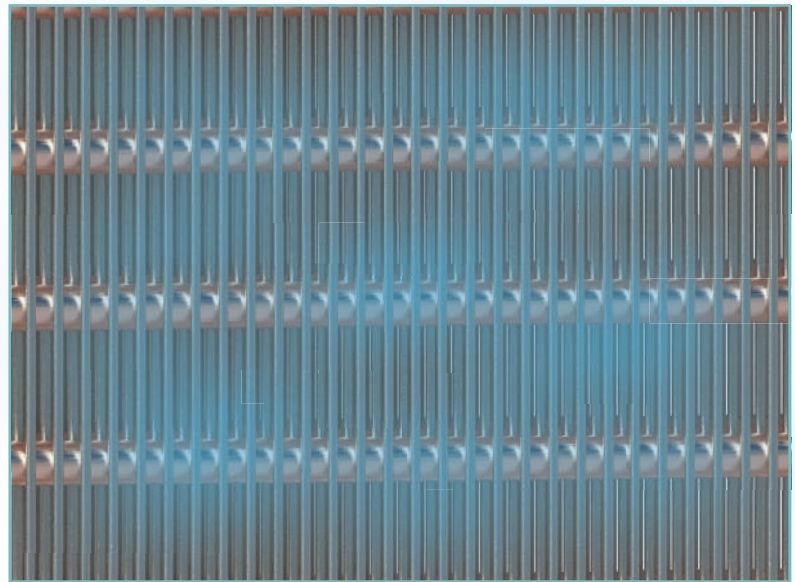
El aire que ingresa pasa por el primer componente que sería el evaporador

5 PROPUESTA FINAL

5.3 Funcionamiento del Sistema



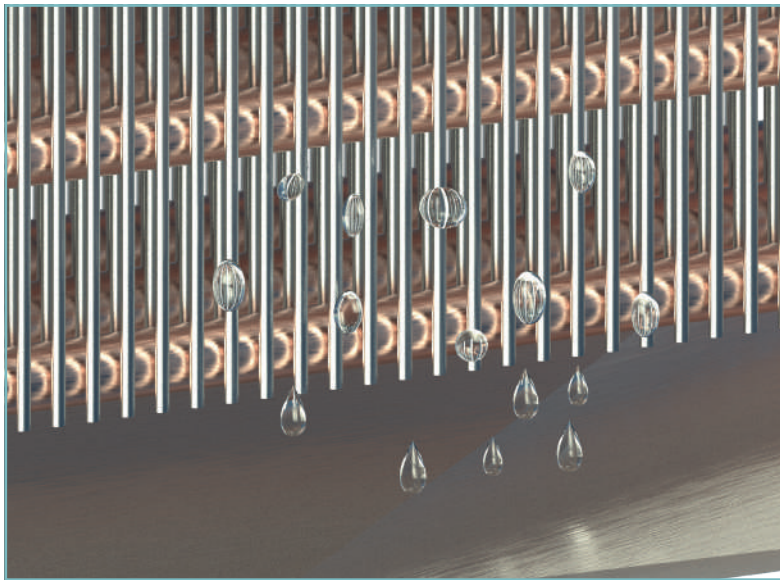
Las capas del evaporador se encuentran frías por lo que al pasar el aire que proviene del exterior entre estas habiendo contacto, genera que la corriente se enfríe.



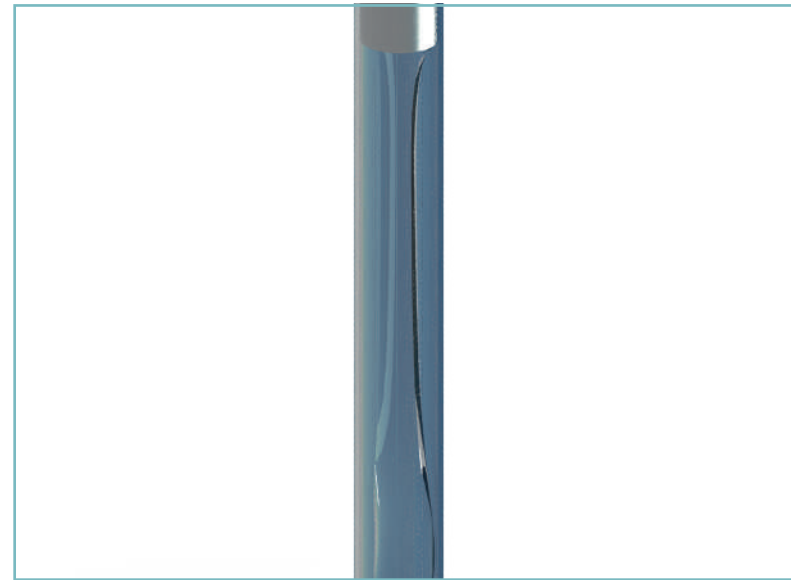
Efecto similar pasa en el condensador, pero lo que hace este es disipar el calor que el evaporador absorbió. Este también genera un intercambio de calor con la corriente de aire que pasa entre sus capas.

5 PROPUESTA FINAL

5.3 Funcionamiento del Sistema



Puesto que el aire que entra al sistema es sometido a estos cambios, baja su temperatura y se logra condensar el vapor de agua en ambos equipos produciendo gotas de agua las cuales caen por gravedad.



Las gotas de agua caen a una placa con inclinaciones guiándolas hacia la manguera con el fin de que pueda llegar el agua a la superficie para ser almacenada según el propósito que se le quiera dar.

5 PROPUESTA FINAL

5.4 Tipos de Implementación

Campos de Water Fall

Una de las formas de implementación que se propone para este sistema es similar a lo que actualmente son los campos de energía eólica. De esta manera, los equipos estarían distribuidos de forma concentrada, lo que simplificaría la mantención y la recarga de helio. Asimismo, debido a la disposición estratégica de estos sistemas, la captación de agua se podría concentrar en un mismo lugar, facilitando así su futura distribución. Cabe destacar que, esta propuesta se enfoca netamente en proporcionar el agua, es decir, no se encarga de la distribución directa del recurso a la comunidad.



5 PROPUESTA FINAL

5.4 Tipos de Implementación

Water Fall para comunidades

Esta forma de implementación es más específica y va en ayuda directa de las comunidades sin acceso a agua. Se basa en la idea de abastecer permanentemente a estas, eliminando camiones aljibes u otros métodos por los cuales las familias obtenían su agua. Para realizar la implementación de este sistema es requerido un estudio sobre el lugar en donde se instalará, ya que se debe encontrar la manera mas óptima para hacer llegar el agua captada a cada familia que se quiere ayudar.



6 VIABILIDAD

6 VIABILIDAD

6.1 Fondos Concursables y Crowdfunding

Como hemos visto en el inicio de este proyecto, la escasez hídrica es una temática que está muy presente en Chile y el mundo, ya que viene siendo una realidad en muchos países y las proyecciones que se hacen a futuro no son muy alentadoras.

Es por esto que proyectos relacionados con la obtención de agua son muy relevantes para la actualidad, y por lo tanto muy considerados por la sociedad tanto en Chile como en el mundo.

A partir de esto se busca postular el proyecto en diferentes fondos concursables, con el fin de poder conseguir el dinero, en primera instancia, para construir un primer sistema.

Con el mismo objetivo se busca poder reunir recursos a través de crowdfunding. Este método es una fuente de financiación que se da tanto a nivel nacional como mundial, y lo que propone es que las personas puedan aportar dinero a proyectos que les parezcan que deberían ser realizados.



KICKSTARTER

JUMP
CHILE



brota

9 años construyendo el futuro e invirtiendo en startups innovadoras con impacto positivo. Founders para founders.

2.660 Usuarios han invertido

15.118.728.736 CLP En inversiones

Ver ideas de otros Proponer mi idea Blog Iniciar sesión

Todos Termina pronto Exitoso

BUNDO AL MUNDO DEL BOLERO Por Luz del Rey La Flax del Decavista, agitación, elegancia y cultura. El diseño representativo a Chile en el más prestigioso festival del Boleiro en Ciudad de México.	VITAMINA HABANDA Por Pablo Las Casas Somos productores del mejor jugo de frutas recién exprimido, sin conservantes ni aditivos, con los sabores más frescos de nuestros huertos.	SANTUARIO EMILIA Por Pamela Alvarado Construir la primera finca del Santuario Emilia para gatos, perros, perros ciegos, ancianos y todos los seres vivos.	NUESTRA GRAN OPORTUNIDAD Por Mariana Rojas Fueron escogidos para realizar una misión en vivo en Argentina, junto al negocio y equipo de Gato para salir y ganar en nuestra carrera!
--	---	--	--

6 VIABILIDAD

6.2 Empresas de Interés en Chile

Pese a que en Chile se vive una situación de sequía muy preocupante, la regulación del uso del agua no ha generado condiciones efectivas para revertir esta situación. Es por esto que, por ejemplo, el uso que las grandes empresas chilenas le han dado al agua ha sido muy cuestionado sobre todo en el último tiempo. Se ha comprobado que estas utilizan desmesuradas cantidades de este recurso para realizar sus procedimientos, los cuales, además de empeorar la situación de sequía, provocan una grave contaminación de las aguas que la población necesita para subsistir. Por esta razón, muchas de estas empresas se han visto presionadas a dar retribuciones a las comunidades y familias.

A partir de esta situación, dichas empresas han comenzado a invertir grandes montos de dinero en proyectos que buscan beneficiar a las comunidades que más han perjudicado, procurando brindar agua libre de contaminación a ciertos sectores. Por lo tanto, según lo que se ha observado, esta situación abre grandes oportunidades para poder ejecutar el presente proyecto, pues su principal objetivo es abastecer de agua a las comunidades a las que se les ha privado de este recurso.

Entonces, con el fin de masificar los sistemas de captación en altura, se buscará contar con el apoyo monetario de estas empresas.



ANGLO AMERICAN INAUGURA PROYECTO DE AGUA POTABLE RURAL EN NOGALES

La iniciativa, que implicó una inversión superior a los \$471 millones de pesos, fue realizada en alianza entre la operación El Soldado de Anglo American y la Municipalidad de Nogales, y tiene como objetivo contribuir a mejorar la calidad de vida para la comunidad del sector, a través de la entrega de agua potable a 49 vecinos de la localidad de Collagüe que no contaban con este importante suministro desde el año 2001.


+100.000
PERSONAS BENEFICIADAS EN LAS COMUNAS DE TIL TIL, COLINA, LAMPA, CALLE LARGA, LOS ANDES, SAN ESTEBAN, CATEMU, LLAY-LLAY, NOGALES Y PANQUEHUE

RESULTADOS OBTENIDOS POR EL PROGRAMA AGUA RURAL DURANTE 2020 (PROMEDIO)



AUMENTO
DISPONIBILIDAD
AGUA
+20%



DISMINUCIÓN
CONSUMO
ELÉCTRICO
-20%




Vecinos de Los Espinos contarán con agua potable gracias a trabajo conjunto con Codelco Andina

Cerca de 50 familias se beneficiarán de proyecto que consideró la construcción de un pozo y un sistema de distribución y almacenamiento, el cual adicionalmente funcionará con energía solar.

6 VIABILIDAD

6.3 Costos Estimativos

Sistema principal		
Máquina condensadora	\$1.100.000	
Sistema de vuelo		
Carro de arrastre + globo + cables de acero	\$52.000.000	
Sistema de vuelo alternativo		
Carro de arrastre modificado	\$15.000.000	
Cable de acero (150 m)	\$41.990	
Globo	En espera	
Adheridos		
Manguera (150 m)	\$118.500	
Carrete retráctil de manguera	\$280.000	
Estaque de helio (10 m ³)	\$43.000	SINOGAS

6 VIABILIDAD

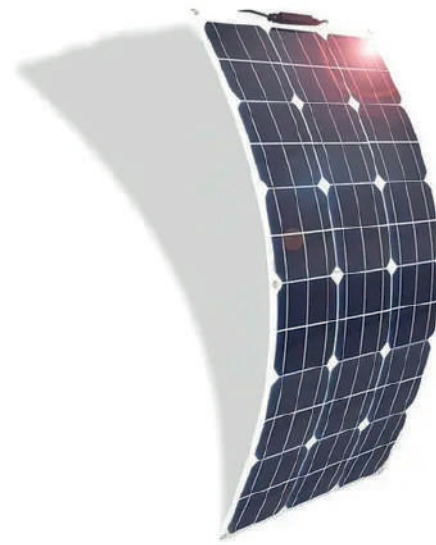
6.4 Proyecciones

El proyecto tiene como propósito ser amigable con el medioambiente y ser lo más eficiente posible en cuanto al uso de energía, es por esto que busca poder autoabastecerse el consumo que requiere el sistema de condensación y el de filtrado si es necesario a nivel de superficie.

Con este fin se investigará sobre la mejor manera de poder captar la energía solar y entregarsela a los sistemas.

Hoy en día existen diferentes posibilidades en el mercado, por lo cual se necesita un análisis centrado en lo óptimo para el proyecto.

Por ejemplo se encuentran los paneles solares flexibles los cuales se podrían instalar junto al globo de helio para un mejor funcionamiento, evitando posibles robos y a su vez la polución que existe en la superficie. De la misma manera esta en proceso de creación una pintura la cual funciona similar a los paneles, por lo que el sistema de captación de energía solar también podría ser instalado en el globo.



6 VIABILIDAD

6.5 Conclusión

Existen más de 2.000.000.000 millones de personas en el mundo que no cuentan con acceso a agua potable (Organización Mundial de la Salud, 2019). Por este mismo motivo y la insalubridad del agua que obtienen mueren alrededor de 2300 personas al día entre ellos 1000 niños (Organización Mundial de la Salud, 2019). Las cifras son alarmantes y resulta peor saber que las proyecciones que se hacen hoy en día no dan calma a la población, si no que por el contrario. El cambio climático es un hecho y ha provocado escasez hídrica en muchos sectores de nuestro planeta los cuales antes contaban con abundante agua. Es primordial encontrar soluciones que puedan entregar este bien fundamental para la vida.

Se deben encontrar nuevas maneras de conseguir agua las cuales puedan ir acortando la gran brecha que existe. Esto mediante proyectos que se especialicen en los diversos ambientes donde se encuentran los lugares donde hay escasez y por tanto donde hayan las personas necesitadas de agua.

En base a esto es que nace el proyecto de captación de agua en las alturas, el cual se enfoca en resolver el problema de la escasez en las zonas costeras de Chile.

Mediante un sistema de vuelo de globo con helio

anclado a la superficie a 150 metros de altura, se eleva un sistema de condensación de aire a la misma altura, con el cual se pretende entregar agua a las comunidades costeras del país. Este equipo extrae el aire húmedo que existe en las costas de Chile a lo largo del año, con el fin de condensarlo y poder obtener agua. Se guía a la superficie a través de mangueras para su almacenamiento y futura distribución a la población.

Este proyecto en primera instancia pretende financiar las primeras creaciones de los equipos de captación en altura a través de fondos concursables, crowdfunding y empresas grandes las cuales tengan intereses en ayudar a las comunidades que se encuentran sin acceso a agua o se han visto afectadas por la gran escasez hídrica que vive el país.

7 BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS

7 BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS

- Antón, D. et al. (2002). Sequía en un mundo de agua. <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/sequia/cap12.html>.
- Aránguiz, G., Morales, F., Nieto, J. M., & Silva, G. (2009, julio). DISEÑO GENERATIVO APLICACIÓN EN SISTEMAS DE ATRAPANIEBLAS EN EL NORTE DE CHILE. https://www.u-cursos.cl/fau/2010/1/DIT-503/1/material_docente/bajar?id_material=453794
- Araus, M. (2014, 28 agosto). ¡A ordeñar las nubes! Chilenos y MIT mejoran técnica para conseguir agua. El Definido. https://eldefinido.cl/actualidad/pais/2848/A_ordenar_las_nubes_Chilenos_y_MIT_mejoran_tecnica_para_conseguir_agua/
- Bautista, A., Tovar, J., Palacios, O., & Mancilla, O. (2010, abril). La humedad atmosférica como fuente opcional de agua para uso doméstico. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000300003#:text=La%20atm%C3%B3sfera%20contiene%2012%20900,Beysens%20y%20Mili-mouk%2C%202000
- Chekh, E. (2019, 2 junio). Cerca de la mitad de la población rural vive sin agua potable. La Tercera. <https://www.latercera.com/nacional/noticia/cerca-la-mitad-la-poblacion-rural-vive-sin-agua-potable/681287/>
- de Graaf, I., Gleeson, T., van Beek, R., Sutanudjaja, E., & Bierkens, M. (2019, octubre). Environmental flow limits to global groundwater pumping. *Nature* 574. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1594-4>
- El Mercurio. (2016, 17 febrero). Veranear con baldes de agua de mar para el baño, camiones aljibe y bidones para beber. Plataforma Urbana. <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2016/01/17/veranear-con-baldes-de-agua-de-mar-para-el-bano-camiones-aljibe-y-bidones-para-beber/#:~:text=Balnearios%20como%20Mai-tencillo%2C%20Laguna%20Verde,su-ministro%2C%20ni%20tienen%20pozos%20suficientes.&text=Ahora%20en%20verano%20el%20pozo,-de%2050%20cent%C3%ADmetros%20de%20agua>
- Fundación Amulen & Pontificia Universidad Católica de Chile. (2019). Pobres de agua. http://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf
- Gobierno limita riego de más de cuatro mil agricultores para evitar racionamiento de agua potable en Valparaíso. (2021, 7 septiembre). La Tercera. <https://www.latercera.com/noticias/gobierno-limita-riego-de-mas-de-cuatro-mil-agricultores-para-evitar-racionamiento-de-agua-potable-en-valparaiso>
- Humedad media. (2022, 1 abril). [Grafico]. Weather Atlas. <https://www.weather-atlas.com/>
- Negrete, Sebastian; Wuth, P. (2017). Diseño para innovar.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. (2010). Agua. <http://www.fao.org/wa-ter/es/>
- Organización de Naciones Unidas. (2003, marzo). Informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. UNESCO/Mundi-Prensa Libros. <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spa-nish-129556s.pdf>
- Organización de Naciones Unidas. (2015). Agua para un mundo sostenible. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR-2015Facts_Figures_SPA_web.pdf
- Organización de Naciones Unidas. (2019). No dejar a nadie atrás. UNESCO. <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

7 BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS

- Organización de Naciones Unidas. (2020). Agua y cambio climático. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611/PDF/373611spa.pdf>. multi

- Organización de Naciones Unidas. (2021). Objetivos de desarrollo sostenible. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

- Organización mundial de la salud. (2019). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017. UNICEF. https://www.unicef.org/nicaragua/media/1326/file/JMP%202019%20-%20complete%20layout_clean.pdf

- Organización mundial de la salud. (2019). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017. UNICEF. https://www.unicef.org/nicaragua/media/1326/file/JMP%202019%20-%20complete%20layout_clean.pdf

- Organización Mundial de la Salud. (2019, 14 junio). Agua. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

- Osses, P., Escobar, R., del Río, C., & García, R. (2017, agosto). El Clima desértico costero con nublados abundantes del desierto de Atacama y su relación con los recursos naturales energía solar y agua de niebla. Caso de estudio Alto Patache (20,5°S), región de Tarapacá, Chile. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022017000300033&script=sci_arttext

- Pulido, A. (2001). Sobreexplotación de acuíferos y desarrollo sostenible. Instituto de Estudios Almerienses. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2138050>

- Sarriés, N. (2014, 19 noviembre). Mhrat Haile, de Etiopía: «Dedicaba cinco horas al día a buscar agua». 20 minutos. <https://www.20minutos.es/noticia/2300060/0/testimonios/personas/falta-agua-limpia/#x-tor=AD-15&xts=467263>

- UNESCO. (2006). Recursos Hídricos. Greenfacts. <https://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/l-3/2-availability.htm#Opo>

7 BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS

Diseño Responde: Desafío Latinoamericano Index Award + UDD

¡Buenas noticias Diseño Responde! Externo Recibidos x



Diseño Responde Desafío Latinoamericano <disenoresponde@udd.cl>
para mí ▾

jue, 18 mar 2021, 14:27 ☆ ↶ ⋮



Estimados diseñadores del proyecto "Water Fall": ¡Felicitaciones!

Su proyecto es uno de los 43 finalistas de Diseño Responde. Desafío Latinoamericano **Index Award + UDD**. En los próximos días podrán ver oficializada esta información en el sitio theindexproject.org/disenoresponde/ y en las redes sociales de Diseño UDD y The **Index Project**.

¡Los invitamos a compartir este logro etiquetándonos en sus redes!

Saludos,



7 BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS

Mención noticia Escuela de Diseño PUC: Diseño Responde: Desafío Latinoamericano Index Award + UDD



ESCUELA DE DISEÑO
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO
Y ESTUDIOS URBANOS

Comunicaciones > Actualidad > [Noticias](#) > PROYECTOS DE ESTUDIANTES DE DISEÑO,
FINALISTAS DE CONCURSO DISEÑO RESPONDE

La semana pasada se dio a conocer el listado de proyectos finalista del Concurso ["Diseño Responde. Desafío Latinoamericano INDEX Award + UDD"](#), iniciativa que busca incentivar la creatividad del talento joven latinoamericano, para proyectarlo como agente de cambio.

Dentro de la nómina de finalistas, **cuatro proyectos surgidos desde Diseño UC**. Propuestas que responden a cuestiones relacionadas con el agua, la conexión con la naturaleza o el cuidado de los grupos de riesgo, pensando sobre todo en problemáticas agudizadas por el contexto Covid-19:

_ **Water Fall**, Taller Crisis, Postales de Futuro
Profesor guía: José Allard
Estudiante: Silvio Arribas

Water Fall entrega a las personas agua limpia y potable en grandes cantidades a través de una sistema de globos aerostáticos capaces de condensar el agua del aire y almacenarlo para luego distribuir el contenido.



