



Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos
Escuela de Diseño

Sistema de riego por goteo a partir de destilación solar de agua marina

[Puerto Viejo, Copiapó]

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

Autor _Lucas Margotta Meneses
Prof. Guía _Alejandro Durán
Julio, 2016
Santiago, Chile

A todos los que fueron parte de este proceso y me apoyaron de una u otra manera todo este tiempo.

A Alejandro Durán por tenerme paciencia y apoyarme a pesar de los reiterados cambios del proyecto.

A la gente de Puerto Viejo por su recibimiento y colaboración, especialmente a María Vargas de ANAMURI y a Sixto Jorquera por su hospitalidad.

¡Muchas gracias!

ÍNDICE

1- Misión: enfoque de diseño	06
1.1- Relevancia social	06
1.2- Optimización de los recursos	08
2- Búsqueda área de interés	08
2.1- Realidad en campamentos [usuario crítico]	09
2.2- Interacciones cotidianas	10
2.3- Recurso mínimo	10
3- Área de trabajo	11
4- Áreas de intervención	12
4.1- Agua	13
4.1.1- Características/ propiedades del agua	13
4.1.2- Panorama general [escasez]	15
4.1.3- Panorama nacional [distribución]	16
4.1.4- Usos de agua	18
4.1.5- Tipos de agua	21
4.1.6- Obtención de agua	22
4.1.7- Mar	27
4.1.7.1- Uso de agua salada	28
4.1.7.2- Desalinización	30
4.1.7.2.1- Destilación solar	32
4.2- Cultivo	36
4.2.1- Desarrollo agricultura en Chile	37
4.2.2- Tipos de cultivo	38
4.2.2.1- Invernadero	40
4.2.2.2- Sustrato	41
4.2.2.3- Aeroponía	42
4.2.2.4- Hidroponia	42
4.2.2.4.1 Sistemas	43
4.2.2.4.1 Agua	46
5- Anteproyecto	47
5.1- Primera formulación	48
5.2- Contexto	49
5.3- Requisitos de diseño	50
5.4- Antecedentes /Referentes	51
5.5- Desarrollo	53
5.6.1- Propuesta preliminar	53
5.6.2- Evolución	54
6- Replanteamiento	56
6.1- ANAMURI	56
6.2- Agroecología	57
6.3- Modificación del brief	58
6.4- Riego localizado	59

7- Caso de estudio	60
7.1- Lugar [Pueblo Viejo]	60
7.2- Levantamiento de información	62
7.2.1- Suministro de agua	62
7.2.2- María /Cuidado del recurso	63
7.2.3- Luis /Aprovechamiento del recurso	65
7.2.4- Técnicas locales de riego	66
8- Proyecto	68
8.1- Formulación	68
8.2- Antecedentes	69
8.3- Referentes	70
8.4- Pruebas de concepto	72
8.5- Conceptualización	76
8.6- Variables	77
8.7- Versión inmediata	78
8.8- Versión semi-industrial	80
9- Conclusiones	81
10- Referencias bibliográficas	82

■ El presente levantamiento de información nace a partir de diferentes temas de interés, visiones y preocupaciones del autor, que a partir de las experiencias vividas dan pie a lo que se expondrá a continuación.

Existen principalmente dos ejes a desarrollar para poder explicitar o ejemplificar el enfoque del que se habla; estos son la relevancia social del diseño, y la optimización de los recursos, los cuales se desarrollarán a continuación.

■ Dentro de esto es necesario entender la visión del diseño, y su disciplina, en donde el autor tiene como eje la relevancia que puede, y debe tener, el diseño en la sociedad.

A lo largo de la carrera se ha podido conocer y entender el rol catalizador de la disciplina en la sociedad, siendo a fin de cuentas una forma de pensar y enfrentar las problemáticas que la sociedad nos entrega, y desarrollar las posibles soluciones en conjunto con otras disciplinas y personas relevantes para así poder llegar a la mejor solución/ propuesta posible. Algo que es muy importante de la Escuela y que no debemos tomar como obviedad: existe una preocupación por tomar los problemas de quienes por mucho tiempo el diseño ha dejado de lado, en donde cada uno verá si toma o no este camino para su desarrollo futuro como profesional, pero lo que es evidente es que nos hemos mostrado como una disciplina del "lujo" y lo "bonito" para la sociedad,

escondiendo, o no desarrollando incluso, la faceta que nos permite a la larga ser verdaderos agentes de cambio en la sociedad. No deberíamos pasar meramente por la universidad en la búsqueda de conocimientos que nos beneficien solo a nosotros en el futuro, deberíamos por contraparte nutrirnos del conocimiento que nos ayude a explotar nuestras capacidades en función del bien común, ya que "la colaboración es más eficiente que la competencia" como dice Maturana [1988], dejando de lado la "ley de la selva" que el modelo neoliberal nos ha planteado por años.

Es tiempo de dar vuelta la página y poner en común las habilidades y conocimiento que cada uno tiene para ofrecer, y bajo esta perspectiva, debemos aprovechar y entender nuestra disciplina como catalizador de oportunidades y poder encauzar el conocimiento que nos rodea en función de los problemas de quienes realmente lo necesitan, como por ejemplo las "Em-

presas B", como Late! y Algramo son ejemplos de estas, que plantean un modelo distinto de entender las empresas. Por otra parte el surgimiento de espacios de trabajo colaborativo, como Socialab, o Fablab Santiago, que buscan generar redes en pro de dar mejores respuestas a las problemáticas sociales a través de la innovación social, centrado en la interdisciplina y poniendo en valor también al diseño como medio de cambio.

Todos estos muy cercanos a las lógicas de este nuevo modelo económico y social que cada día toma más fuerza: la economía del bien común, como menciona Felber [2014] este modelo no tiene como fin el beneficio propio ni la competencia, sino que en el centro tiene la dignificación de las personas por sobre la instrumentalización de estas, lo que no solo incluye un sueldo justo por su trabajo [realmente justo; que permita el desarrollo pleno de la persona, no solamente permitirle sobrevivir sin tener libertad en el proceso], también considera variables de impacto medio ambiental y social, condiciones laborales, colaboración dentro del medio etc. Siendo interesante la cercanía de parte de esta visión de dignidad humana a la que plantea la Doctrina Social de la Iglesia [que muchas veces pareciera es ignorada en lo que plantea por sus seguidores], entendiendo que esta no está dada solamente por tener lo "suficiente" para vivir, si no que permitiendo el desarrollo humano íntegro de las personas, educarse

[pudiendo optar libremente por modelos educativos, por sobre "lo que se puede"] e incluso incorpora la recreación, que si bien pareciera ser obvio, para la gran mayoría no lo es.

■ En conjunto a esto, existe un interés por el cuidado de nuestro medio ambiente, en donde podemos ver que la relación hábitat - habitante, ha tomado un desequilibrio considerable a favor de los habitantes, teniendo estos últimos una despreocupación por el cuidado y sostenibilidad en el tiempo de lo que nos rodea. Hemos priorizado un modelo cortoplacista que busca generar la mayor cantidad de beneficios, en el menor tiempo posible, por sobre un modelo que busque prosperar en el tiempo, entregando a la sociedad lo que necesita sin dejar de pensar en lo que el medio ambiente necesita.

Es así como actualmente tenemos un planeta desgastado, en donde se hace necesario mirar hacia adelante y generar procesos, productivos por ejemplo, que sean sostenibles en el tiempo, sin dejar

■ Bajo la perspectiva expuesta anteriormente se opta por buscar problemáticas que puedan generar beneficios para quienes más lo necesitan, a quienes hemos dejado de lado como sociedad. Tomando para esto como primera carta de ruta, levantar y evaluar posibles oportunidades ligadas a las necesidades básicas que tiene todo ser humano que compone nuestra sociedad.

Dadas las habilidades que mejor se dominan y que acomodan para el desarrollo del proyecto, se optó por la búsqueda de un proyecto que tuviera un "objeto" como entregable.

de pensar en lo que el hábitat necesita para poder seguir entregándonos lo que necesitamos.

Es por esto que se busca un proyecto que sea coherente con esta lógica, buscando las soluciones más limpias; que no perjudiquen el medio ambiente y su correcto desarrollo, pensando así en la utilización y optimización de los recursos naturales que tenemos, idealmente los de carácter renovable o inagotable.

Entendiendo que el desarrollo de proyectos incluye también el desarrollo y fabricación de ciertos elementos que permitirán la existencia de lo que se haga, se tiene como eje la reducción al mínimo del impacto ambiental y social, contemplando los materiales utilizados, la producción [idealmente local], e incluso hasta el fin de su vida útil [desecho o reciclaje].

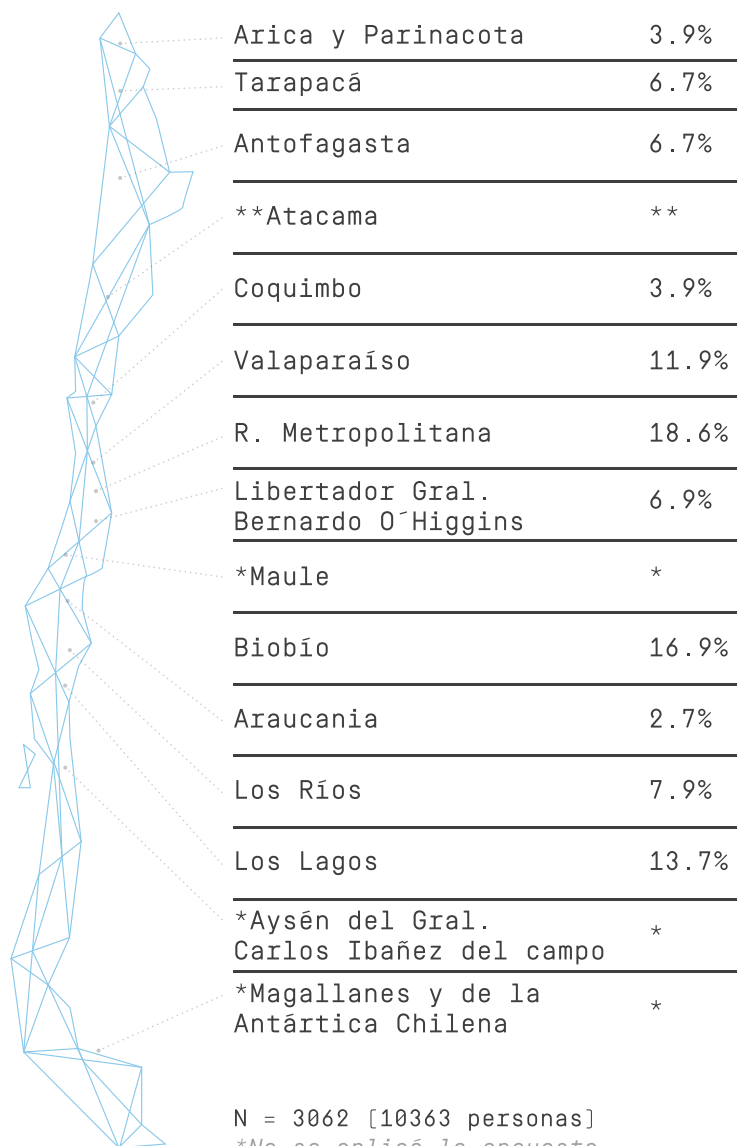
2.1 REALIDAD EN CAMPAMENTOS USUARIO CRÍTICO

■ Como primera aproximación a los problemas ligados a los servicios básicos en la sociedad chilena, se tomó la publicación de la primera Encuesta nacional de campamentos [Techo Chile, 2015], en donde se pueden observar los diferentes niveles de acceso a los servicios básicos a lo largo de Chile; como lo son el acceso a la electricidad, agua potable, servicios higiénicos y estudios educacionales de la población que los compone.

Se tomó a los campamentos como punto de partida, ya que

son el “usuario crítico” de los habitantes “sedentarios” de la sociedad chilena, lo que nos da la base para pensar oportunidades locales de un grupo-comunidad para ser abordado desde el diseño.

Dentro de los resultados expuestos en la ENDC, se pueden encontrar cifras tales como que el 95,8% de las personas que viven en campamentos no tienen acceso a la red de agua potable, el 81,9% no tiene acceso formal a la electricidad y ninguna de las viviendas tiene acceso a alcantarillado.



[Figura 1]
Distribución de hogares en situación de campamento

_Fuente
Encuesta nacional de campamentos, 2015
_Ilustración
Elaboración propia

N = 3062 [10363 personas]

*No se aplicó la encuesta

**No se realizaron entrevistas debido a aluviones en la zona.

■ Teniendo clara la situación en que miles de personas viven hoy en día en nuestro país y los servicios básicos a los que se tiene acceso, se llevó a cabo un desglose de las interacciones cotidianas mínimas, según los recursos

[REFRIGERAR]

- comida
- refrigerador
- cooler



[ILUMINAR]

- electricidad
- fuego
- luz natural



[COCINAR]

- cocina
- leña
- microondas



básicos que se requieren para su desarrollo. Todo esto con el fin de poder cruzar la información con el acceso a estos insumos, para así identificar posibles intervenciones a desarrollar.

[LAVAR]

- ropa
- menaje



[HIDRATARSE]

- agua
- bebidas



[HIGENISARSE]

- ducha
- dientes



■ De cierta forma, se hace evidente cuál es el recurso mínimo y básico que se requiere para poder desarrollar las actividades mínimas para el sustento de un hogar, y aún así podemos ver que no es algo a lo que todos tengan acceso realmente. Y si consideramos el no acceso a un recurso que se utiliza en casi todas las interacciones que tenemos día a día con nuestro hogar, acceso que nos permite mantenernos limpios a nosotros y a

nuestras casas, protegiéndonos así de enfermedades, usando el agua también para cocinar nuestros alimentos, e incluso nos damos el lujo de ocupar el agua para la eliminación de nuestros desechos biológicos, cabe preguntarse ¿qué haríamos si no tuviéramos el acceso al agua que tenemos hoy en día? ¿se vería afectada nuestra dignidad humana si no tuviéramos el acceso a algo que parece ser mínimo?

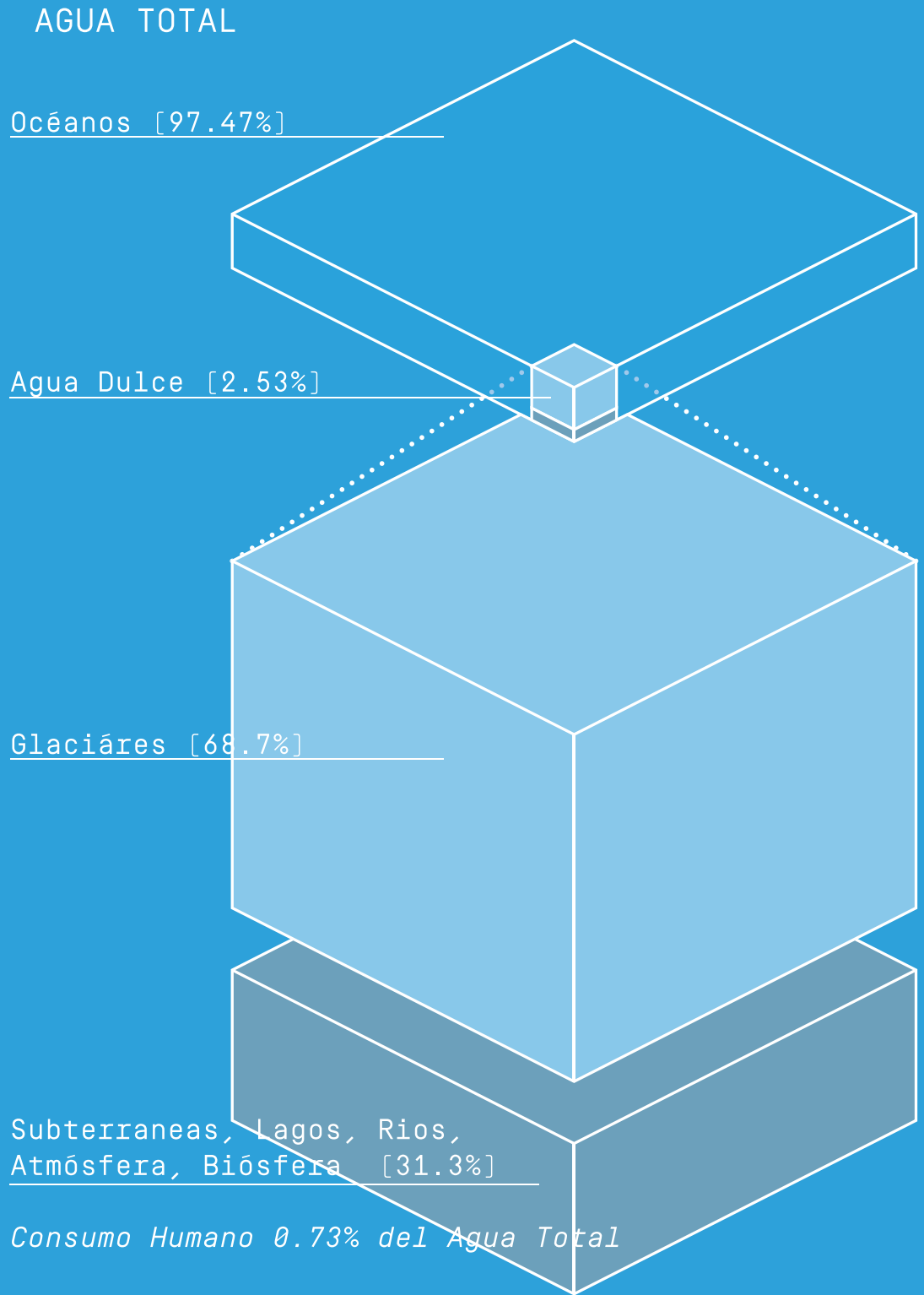
- Entendiendo la existencia de la problemática del agua y los diversos usos que se le pueden dar a esta se optó por desarrollar un proyecto que permita obtener agua en entornos donde el acceso a esta no está garantizado, para así poder aumentar las instancias en las que se ocupa el agua en ciertas comunidades, en donde la cantidad de agua a la que se tiene acceso imposibilita poder desarrollar otros usos más allá del consumo y usos básicos del recurso.

El presente informe se desarrollará en torno al desafío de dar uso al recurso hídrico más grande que se tiene en el planeta, pero que no se ocupa dada la composición que esta tiene [cantidad de sal].

El proyecto se compone de dos aristas principalmente; donde es necesario resolver aspectos **técnicos** [¿cómo?], y por otro lado aspectos **prácticos** [¿quiénes?].

La forma en la que se enfrentará el proyecto será **abordar los aspectos técnicos en primera instancia**, para así luego con una primera idea definida y el conocimiento relevante adquirido, dar paso a una **etapa de co-diseño** con la comunidad. Habrán cambios, y se definirán también ciertas variables atinentes a la realidad local, según corresponda.

4. ÁREAS DE INTERVENCIÓN



[Figura 2]
Recursos disponibles y extracciones por usos consumptivos

_Fuente
UNESCO, 2012
_Ilustración
Elaboración propia

- El agua es uno de los recursos más importantes para los seres humanos, ya sea para su consumo directo, para la producción de alimentos, industrias, etc. Básicamente la vida depende del agua, por lo que se transforma en un recurso básico para cualquier ser vivo, y lamentablemente no es un recurso ilimitado.

El agua en su estado natural la podemos encontrar principalmente salada, que corresponde al 97,47% del agua en la tierra, del resto del agua en el planeta [2,53%] es importante considerar que poco más de dos tercios se encuentran congelados en glaciares o nieve, quedando sólo un 0,73% disponible para el consumo humano [UNESCO, 2012] [aguas subterráneas, lagos, ríos, atmósfera y biósfera]

“El volumen total de agua en la Tierra es de aproximadamente 1.400 millones de km³ de los cuales sólo

el 2,5%, alrededor de 35 millones de km³, corresponde al agua dulce. De esta cifra, la parte aprovechable es aproximadamente 200.000 km³ de agua, es decir menos del 1% del total de agua dulce y sólo el 0,01% del total de agua del planeta.

Además, la mayor parte de las fuentes de agua dulce están ubicadas lejos de las poblaciones humanas, complicando aún más el aprovechamiento de agua.

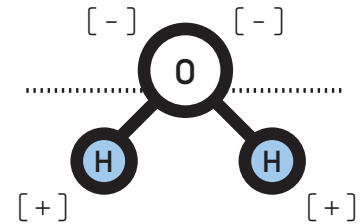
Según la UNEP [2002], “la recarga de agua dulce depende de la evaporación proveniente de la superficie de los océanos. Cerca de 505.000 km³, equivalente a una capa de 1,4 metros de espesor, se evaporan de los océanos cada año. Otros 72.000 km³ se evaporan de la tierra. Alrededor del 80% del total de las precipitaciones, es decir, alrededor de 458.000 km³/año, cae en los océanos y los restantes 119.000 km³ al año, sobre la tierra.”

- La molécula del agua está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, uniéndose entre sí por puentes de hidrógeno. Esta unión se da entre el oxígeno de una molécula [que tiene una pequeña carga negativa] y uno de los átomos de hidrógeno de otra [que tiene una pequeña carga positiva]. Estas uniones entre moléculas son de muy corta duración por lo que están constantemente formándose y destruyéndose.

Estas características tienen como consecuencia ciertas propiedades físico químicas, las cuales se expondrán a continuación.

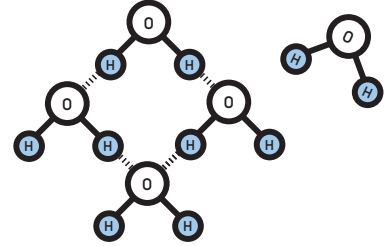
Polaridad

Dada la diferencia de electronegatividad entre el oxígeno y los átomos de hidrógeno, se generan polos en la molécula; teniendo una parte negativa y la otra positiva.



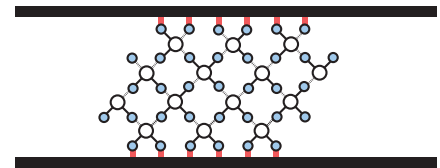
Cohesión

Existe una gran atracción entre las moléculas de agua, dada la polaridad de estas. Esta atracción hace que las moléculas se adhieran entre sí, formando así las gotas.



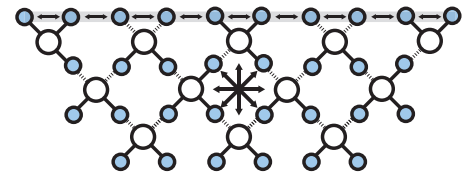
Adhesión

Dada la polaridad que tiene el agua, es atraída y se mantiene adherida a otras superficies.



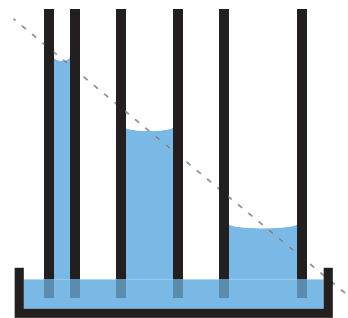
Tensión superficial

La superficie del agua ofrece cierta resistencia a romperse, esto permite que objetos livianos [distribución peso por área], incluso más densos que el agua, puedan flotar y desplazarse sobre ésta superficie.



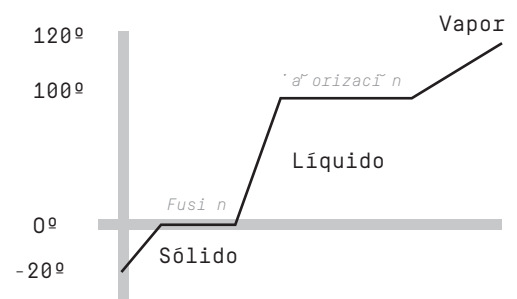
Capilaridad

Propiedad del agua que le permite ascender o descender [desplazarse] a través de un sólido que entra en contacto con el agua, dada la adhesión y cohesión entre sus moléculas. Esta es la propiedad mediante la cual las plantas se hidratan a partir del agua del suelo.



Calor específico

El alto calor específico significa que se requiere de mucha energía para elevar su temperatura y romper los puentes de hidrógeno que unen las moléculas. Esto hace que sea termorregulador del clima.



■ En el último tiempo se ha evidenciado una creciente crisis del agua que atraviesa al mundo completo. La población y la industria han crecido muy rápidamente, aún más que la regulación del uso del agua, lo que nos ha llevado a enfrentarnos a una crisis en donde el agua para el consumo humano ha quedado relegado por la industria.

Según la UNEP [2002] un tercio de la población vive en países que tiene estrés hídrico alto o moderado, cifra que se calcula se duplicará dentro de los próximos 25 años.

La UNESCO [2003] entiende por estrés hídrico: Bajo los 1.700 m³ de agua por persona al año se considera una situación de estrés hídrico. Bajo los 1.000 m³ por persona al año se considera una situación de escasez hídrica. Bajo los 500m³ por persona se determina la escasez absoluta.

Los tres principales factores que para la UNESCO [2003] han aumentado la demanda de agua son el crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y la expansión del cultivo de regadío.

Aunque es importante tomar en consideración la desertificación y el cambio climático, ya que este ha alterado las temperaturas y las precipitaciones [Andrade et al, 2014], [por desertificación se entiende la capacidad de almacenar agua en los suelos].

Este recurso es, a fin de cuentas, el sustento de la existencia humana, en donde nosotros y nuestros alimentos necesitamos de agua para poder vivir. Dados los cambios

demográficos y el crecimiento de la industria, nos hemos despreocupado de lo importante que es resguardar el uso para el medio ambiente, ya que es este el que nos da la vida, e incluso nos provee de agua para nuestro consumo; los humedales guardan agua para liberarla en períodos secos, limpiando de ciertos elementos contaminantes, así como los bosques reducen la erosión y sedimentación de ríos.

Pero frente a la escasez hemos dejado de lado estas consideraciones, y solo hemos sobreexplotado los recursos existentes, en donde sin dudas el poder económico se ha llevado la gran mayoría para el uso industrial, dejando en situaciones críticas a las comunidades.

Es la crisis del agua y la necesidad de tener acceso a este recurso mínimo en que se han levantado diferentes proyectos que permitan su obtención mediante sistemas alternativos en países como Grecia, España [Islas Canarias] y otros.

- Particularmente en Chile, dada la geografía que se tiene, los promedios son positivos, pero si vemos el detalles la situación cambia.

La mayor parte del agua dulce que tiene disponible Chile se localiza en las regiones de Aysén y Magallanes, donde la disponibilidad supera el millón de m³ por persona al año, cifras que superan con creces la demanda. Entre las regiones del Maule y Los Lagos los valores alcanzan entre 10.000 y 100.000 m³ por persona al año. Sin embargo, desde la Región Metropolitana hacia el norte de Chile la situación es totalmente diferente, siendo la disponibilidad de agua superficial menor a 800 m³ por persona al año. Si se considera que más de la mitad de la población de Chile [CENSO 2002] y el 69% de su PIB [INE 2013] se concentran desde la Región Metropolitana hacia el norte, estamos frente a un gran desafío en cuanto a asegurar la demanda de agua para consumo humano [Andrade et al, 2014, p. 6].

En Chile se tienen los recursos hídricos necesarios para abastecer a la población, pero la distribución geográfica y la ley de uso de aguas no ayuda a que esto sea efectivo. [derecha]

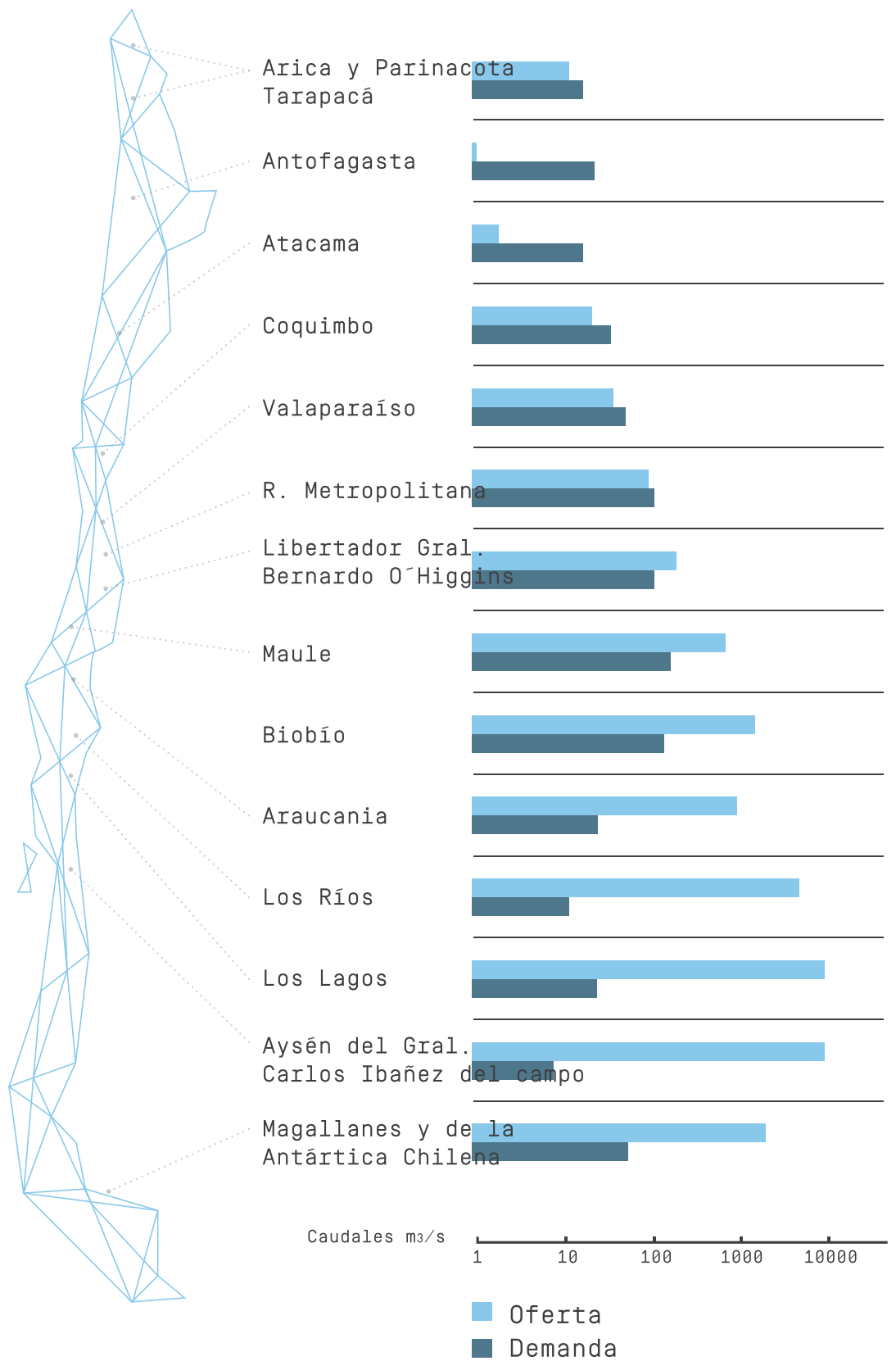
El agua que se utiliza en el norte del país, proviene principalmente de aguas subterráneas, ya que prácticamente no existen aguas superficiales. En la zona sur el abastecimiento es completamente superficial, mientras que en la zona centro es mixto. [Andrade et al, 2014]

Respecto a las lluvias, según la Universidad de Chile [2010], podemos ver otro gran problema para Chile en la distribución de los recursos, ya que se puede ver una diferencia de 70 veces entre la región de Aysén y la de Antofagasta [la con mayor y menor cantidad de precipitaciones respectivamente] [citado en Andrade et al, 2014].

[Figura 3]
Distribución de
la oferta y la
demanda en Chile

_Fuente
Elaborado por
Banco Mundial en
base datos de la
DGA, 2011.

_Ilustración
Elaboración propia

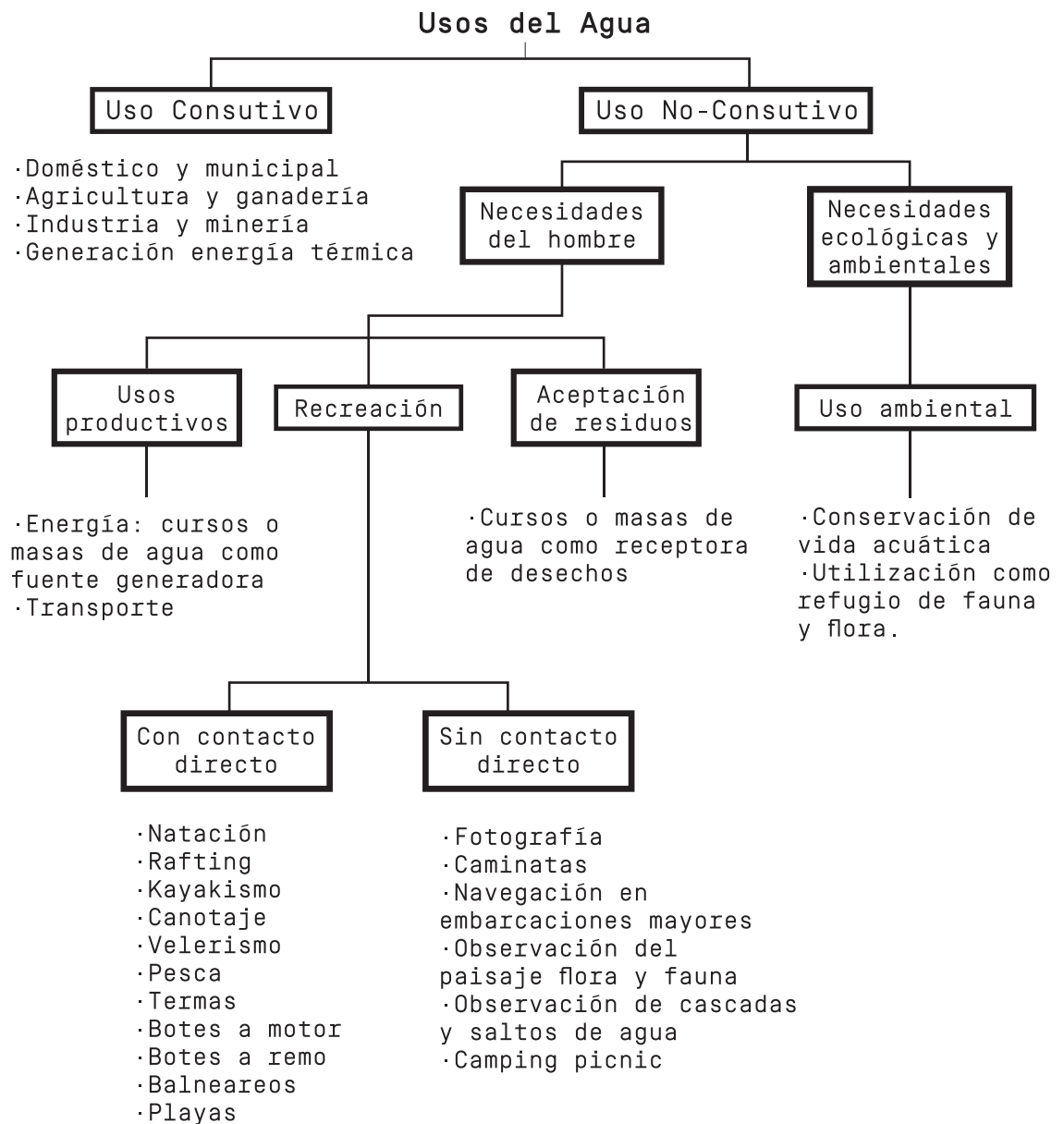


■ Sabemos ya, que el agua es un bien limitado aunque no lo parezca, y es por eso que dentro de los factores a considerar, pensando en el cuidado de este bien tan preciado, son los usos que le estamos dando o pensamos darle.

El agua muestra ser un elemento muy versátil dadas sus características, entregando así una multiplicidad de usos, que no necesariamente se benefician unos de otros, y donde queda a criterio humano la definición de éstos.

Los primeros dos grupos que podemos diferenciar a la hora de entender el uso que le damos al agua nacen de lo más macro, y el factor diferenciador es la extracción/consumo del agua utilizada; uso consuntivo [extractivo] y uso no-consuntivo [no extractivos, in-situ].

En el siguiente cuadro se hace un desglose de los usos de agua posibles de distinguir.

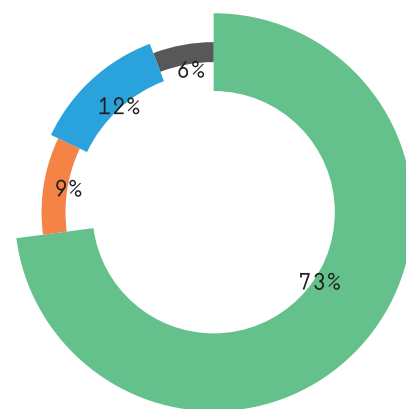


Los usos consuntivos, al extraer de su medio natural el agua, pueden ser medidos cuantitativamente, lo que permite un mayor análisis e incluso control de estos usos.

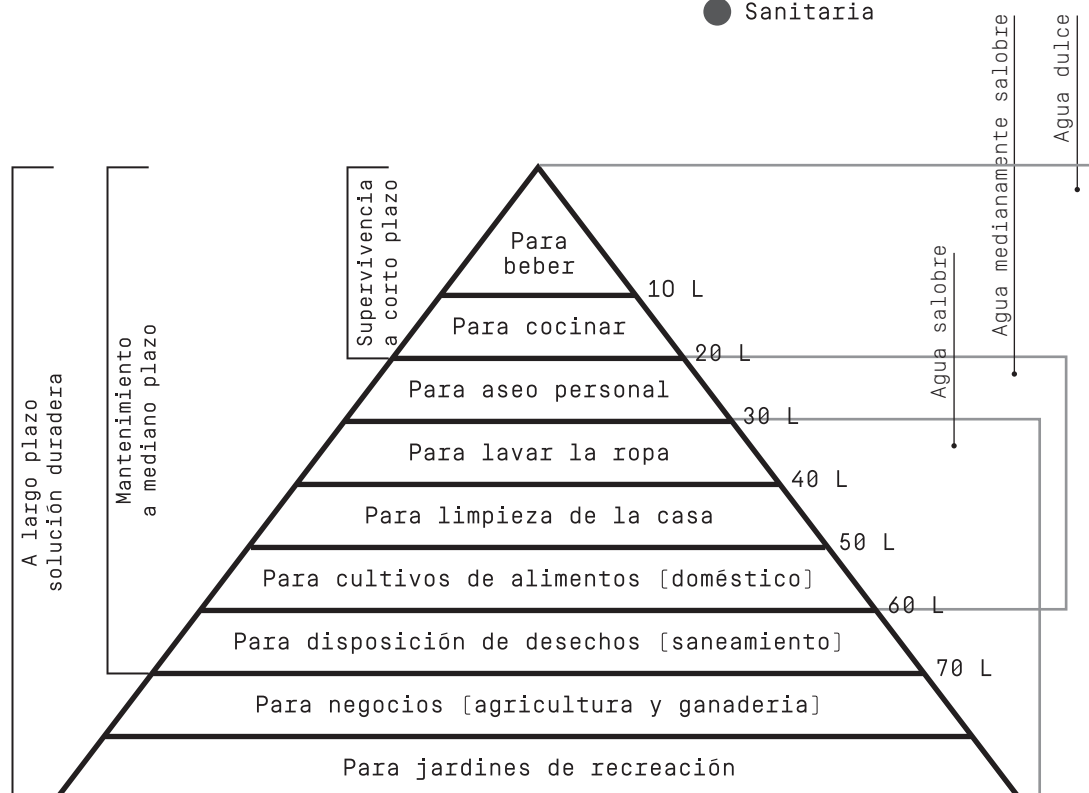
Los usos consuntivos principalmente son el uso por el sector silvoagropecuario, el uso sanitario/ doméstico, el uso industrial y en la minería.

Como se muestra en el gráfico [derecha], casi tres cuartos del agua que utilizamos consuntivamente es en agricultura, lo que contempla la producción agrícola, ganadera y forestal. En la práctica, esto significa el riego de 1,1 millones de hectáreas, principalmente entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.

Por otra parte, el uso no consuntivo del agua, dentro de lo que se puede cuantificar [sector productivo] está el uso que se le da para la generación de energía eléctrica a través de hidroeléctricas, representando éstas el 34% de la generación total de energía eléctrica del país. [Ministerio de Obras Públicas, 2013]



- Agricultura
- Industria
- Minería
- Sanitaria



[Figura 4]
Posibilidad y
uso de agua

_Fuente
OMS, 2009
_Ilustración
Elaboración propia

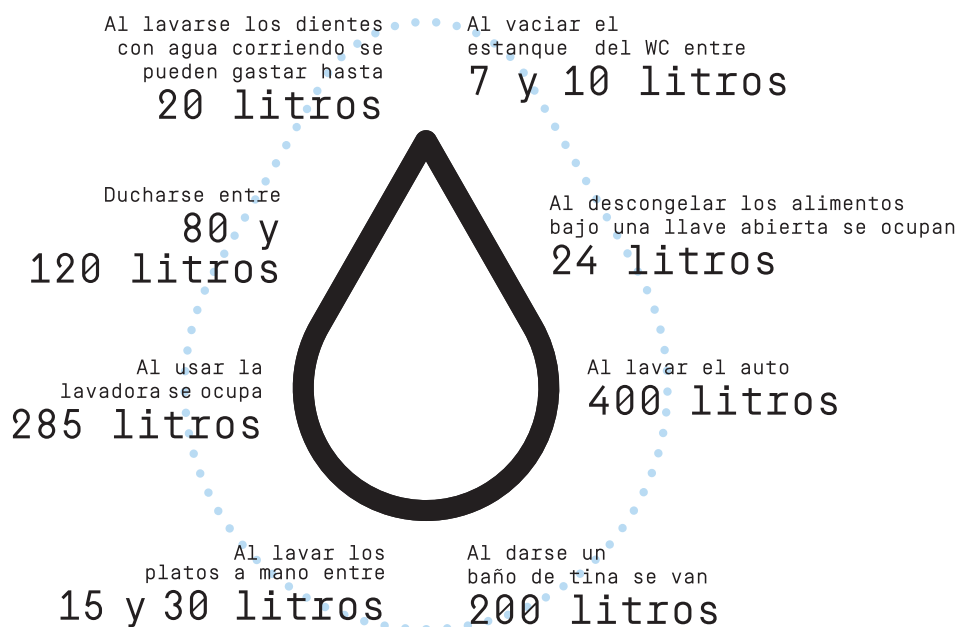
Dentro del uso sanitario/ domiciliario se entiende el uso de los recursos hídricos por parte de las municipalidades [uso público], comercial y residencial. Pero hay que tener claro también que el 44% de los derechos de agua de este ámbito están ubicados en la Región Metropolitana y un 12% en Valparaíso, lo que evidencia una vez más el problema de distribución presente en Chile. [Ministerio de Obras Públicas, 2013].

Para la OMS [2009] **son necesarios entre 50 y 100 litros de agua diaria por persona**, considerando las necesidades básicas y evitar los riesgos de salud.

Aunque señala también que lo mínimo, en caso de "supervivencia" son 7 litros diarios que contemplan el consumo

directo y cocinar. Aumentando este número a 15-20 litros si se considera una higiene mínima y lavado de ropa.

Dentro de los usos domiciliarios que realizamos a diario, sin darnos cuenta hacemos uso de grandes cantidades de agua [abajo]. Si llevamos estos números a contextos de escasez como lo es el norte de Chile, se hace aún más preocupante mirar hacia el futuro, al menos bajo las lógicas con las que funcionamos hoy en día, por lo que se hace necesario controlar el uso excesivo del recurso. [Superintendencia de Servicios Sanitarios, s/f].



[Figura 5]
Cantidades referenciales de uso cotidiano

_Fuente
SISS, s/f
_Ilustración
Elaboración propia

El agua la podemos encontrar de diferentes maneras en el planeta, en donde si bien pareciera que hay mucha disponible en el entorno, no es una realidad transversal a la sociedad, ya que es muy poca el agua del total que podemos ocupar para el consumo directo o secundario [alimentos]. Para poder determinar si el agua es apta para estos usos o no, existen ciertos parámetros que nos darán la respuesta.

Para efectos de este levantamiento de información se especificará el tipo de agua que recibe el agua según su **salinidad**. En donde Daniel Hillel [2000], separa en 7 rangos de concentración de sal:

Agua dulce: Menor a 0,5 g/L [500 ppm]

Levemente Salobre: Entre 0,5 g/L y 1 g/L [500 - 1000 ppm]

Salobre: Entre 1 g/L y 2 g/L [1000 - 2000 ppm]

Moderadamente Salina: Entre 2 g/L y 5 g/L [2000 - 5000 ppm]

Salina: Entre 5 g/L y 10 g/L [5000 - 10000 ppm]

Fuertemente Salina: Entre 10 g/L y 35 g/L [10000 - 35000 ppm]

Salmuera: Mayor a 35 g/L [35000 ppm]

Por ppm se hace referencia a una unidad de medida utilizada en concentraciones, la cual significa "partes por millón".

La concentración de sal disuelta en el agua tiene directa relación con la Conductividad Eléctrica de esta. Es importante considerar también el nivel de pH y la dureza que esta tiene.

pH: mide la alcalinidad o acidez de un líquido; en una escala de 1 a 14, donde el 7 es el valor neutral, el 1 el valor más ácido y el 14 el valor más básico.

Dureza: Se refiere a las altas concentraciones de sales en la disolución; principalmente Magnesio y Calcio. Se mide en g/L de CaCO₃ [o ppm]

Según señala Orellana [2005], en referencia a la OMS para el consumo humano se estipula que:

El pH debe estar entre 6,5 y 8,5.

El material particulado total disuelto no debe exceder las 1000 ppm.

Los elementos químicos [minerales] en el agua generan distintas variaciones en la Alcalinidad, Dureza y Salinidad.

-Producen solo alcalinidad: Carbonato de potasio, bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, carbonato de sodio.

-Producen dureza y alcalinidad: carbonato de calcio, carbonato de magnesio, bicarbonato de calcio, bicarbonato de magnesio.

-Producen salinidad y dureza: sulfato de calcio, cloruro de calcio, nitrato de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, nitrato de magnesio.

-Producen solo salinidad: sulfato de potasio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, sulfato de sodio, cloruro de sodio, nitrato de sodio.

Ciclo del agua

■ Para entender las posibilidades que tenemos para obtener agua para la utilización en cualquier uso, es necesario tener claro el ciclo hidrológico, sus etapas y factores relevantes.

Si bien no se puede determinar un inicio en un ciclo, se describirá el ciclo tomando como inicio la evaporación del agua.

Lo que ocurre es que el calor provocado por **el sol evapora moléculas de agua**, el cual en forma de vapor asciende dada su densidad. Proceso similar ocurre con las plantas y la tierra, mediante evapotranspiración de parte del agua que contienen.

Toda esta agua en forma de vapor asciende hasta que las temperaturas disminuyen y se condense, formando así las nubes.

Las nubes son desplazadas por las corrientes de aire. Al chocar estas nubes, entre ellas o contra montañas, **se producen las precipitaciones**, esta puede ser en forma de nieve o agua.

Si estas precipitaciones caen en los polos o glaciares,

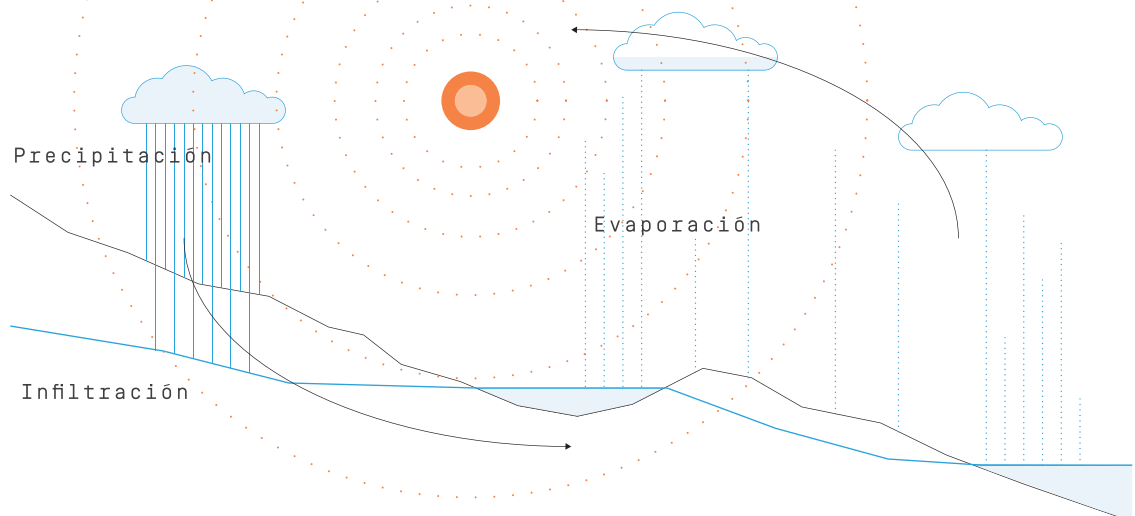
pueden quedar acumulada por años. En cambio en climas más cálidos, la nieve se derretirá cuando aumente la temperatura, fluyendo por la tierra.

La gran mayoría de las precipitaciones caen en el mar, o sobre la superficie terrestre, fluyendo también por gravedad hacia los valles o mar [dependiendo el relieve terrestre de donde caiga].

El agua que fluye desde las partes más altas, entra en ríos, los que conducen el agua al mar para así cerrar el ciclo.

Pero no es solamente este el único camino para que se cierre el ciclo, sino que el agua también filtra en la tierra mientras se desplaza, infiltrándose así la tierra y alimentando las aguas subterráneas, las que a su vez se almacena en lagos de agua dulce o se infiltra profundamente quedando acumulada por largo tiempo en acuíferos.

Algunas de estas aguas subterráneas emergen a la superficie u océanos mediante grietas que encuentra en la Tierra, gracias al calor interno de esta, llegando así también al mar, en donde nuevamente puede empezar el ciclo.



[Figura 6]
Ciclo
hidrológico

Ilustración
Elaboración
propia

Lluvia [irregularidad y escasez]

Básicamente la cantidad de agua a la que se tiene acceso en Chile depende de las precipitaciones; por una parte están las lluvias que riegan la superficie y filtran hacia las aguas subterráneas, acción que también realizan las precipitaciones en forma de nieve, las cuales se acumulan en las montañas y alimentan los ríos y lagos.

En principio se hace necesario entender estos sucesos en el territorio chileno, lo que podemos ver en el informe Agua que has de beber en que claramente se posee como país grandes diferencias a lo largo del territorio, teniendo en el norte del país condiciones completamente desfavorables, que se enfrentan por contraparte al sur del territorio en donde el acceso al agua esta lejos de ser un problema. [Andrade et al, 2014]

Junto a esto, en el último tiempo ha habido inconsistencia e irregularidad de las lluvias, lo que puso en peligro la flora y fauna del Norte Chico; al haber menos precipitaciones, hay menos vegetación, por lo que los herbívoros no tienen de qué alimentarse y por ende los carnívoros tampoco. Se habla del período 2003-2013 como el más seco desde 1866 para la zona entre Coquimbo y Biobío, siendo el año 2013 el quinto año seguido con déficit de precipitaciones en esta zona, en donde a nivel nacional ha disminuido entre un 30% y un 50%, dependiendo del lugar [Alfaro, 2014].

Derechos de agua

La ONU [2010] se declara que todas las personas tienen el derecho a disponer de agua suficiente, en las condiciones adecuadas [potable], en forma continua [accesible] y debe ser asequible [costos].

Se considera que el pago por este derecho, no debe exceder el 5% de los ingresos del hogar, permitiendo así el acceso a otras necesidades básicas como lo pueden ser los alimentos, salud, educación, vivienda, etc.

Para Rodrigo Mundaca [2012] este derecho entra en controversia con el carácter privado que tiene el agua en Chile, en donde el 90% de los derechos de uso consuntivo, y cerca del 100% de los derechos de uso no-consuntivo pertenecen a privados [mineras/ agroexportadoras y ENDESA respectivamente].

Es esto a fin de cuentas lo que dificulta, e incluso muchas veces impide, el acceso al agua por parte de las comunidades, no quedando otra opción más que seguir las "reglas" que el mercado entrega, teniendo que limitar el uso a lo mínimo y comprar en el caso de ser necesario. El problema de los derechos de agua, es que no está determinada la prioridad de los usos, por lo que las empresas que tienen mayor capital terminan usando el agua para grandes empresas o mineras y dejan sin agua a las comunidades [Andrade et al, 2014].

Esta situación llevó a la sequía, por ejemplo, a Pozo Almonte, localidad hacia la cordillera de Iquique, en donde personas relatan en una Crónica de 24 horas de TVN [2011] como se han ido secando las napas subterráneas [principal fuente de agua para cultivo y para la ganadería de las comunidades] por el uso indiscriminado de empresas como Minera Cosayach, extrayendo ilegalmente agua, excediendo incluso diez veces los derechos de agua permitidos para dicha empresa. Esta situación refleja en parte como a través de la privatización y el descuido de los derechos de agua, se han pasado a llevar las necesidades locales, dejando que el agua que se utilizaba sea ahora utilizada [legal o ilegalmente] por grandes empresas que prefieren pagar los derechos de agua o las multas respectivas por sobre buscar alternativas para su obtención.

Multas que son extremadamente bajas respecto a los costos de la empresa, siendo de 20 unidades tributarias mensuales, lo que hace aún más difícil enfrentar el uso ilegal de las aguas. [MOP, 2013]

En el último tiempo se han levantado proyectos que a través de la desalación del agua del mar, entregan el suministro necesario para mineras del Norte Grande del país. Es el caso, por ejemplo, de Minera Escondida que se encuentra construyendo una planta desalinizadora en la caleta Coloso, en Antofagasta, la cual abastecerá a la mina del agua que necesita.

No es nueva esta tecnología en el norte de nuestro país, el caso estrella es Antofagasta, que doce años atrás comenzó la construcción de una planta desalinizadora, la cual abastece al 60% de la ciudad. Existen diversos proyectos en tramitación y desarrollo, que pretenden abastecer al 100% a la ciudad e incluso otras ciudades de la región, así como mineras han comenzado también la construcción y/o planificación de la construcción de sus propias plantas.

Dado el contexto, podemos entender por qué se presentó una modificación al Código de Minería en Mayo de este año en la Cámara de diputados, que exigiría el uso de agua desalada, o otras alternativas, por parte de las mineras, permitiendo así un desarrollo compatible de las mineras, la agricultura y el consumo humano.

Dentro de las opciones que se tienen para tener acceso directo al agua, dejando de lado el acceso mediante la red

de agua potable y la extracción directa de pozos subterráneos, ríos y lagos, se han levantado diferentes alternativas para su obtención, y así aprovechar ciertas características del ciclo hidrológico.

Alternativas de obtención de fácil implementación

Una de estas alternativas surge de la oportunidad de "hacer precipitar" a las nubes-niebla, antes de que estas lo hagan de manera natural al chocar entre ellas o con algún relieve de la tierra en las alturas. Estos son los atrapanieblas, los que se encargan de generar un "muro", mediante una malla, por la cual pasarán las nieblas [nubes que se desplazan a menor altura], generando así un contacto que condensa las partículas de agua en estado de vapor. Estas gotas de agua generadas por gravedad caen a través de la malla, siendo colectada en la parte inferior y siendo acumulada o transportada directamente para ser tratada según se necesite.

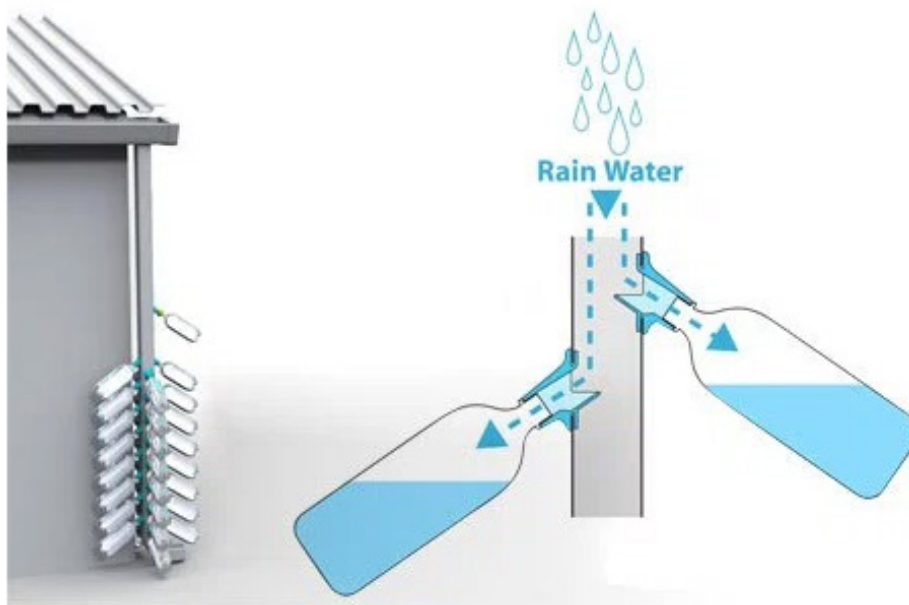


Proyecto atrapaniebla Peñablanca con el cual se han beneficiado pequeños agricultores de la zona. Fuente imagen: Felipe Abreu, BBC.

Otra alternativa que se ha desarrollado son los colectores de agua lluvia. Estos buscan aprovechar las precipitaciones que caen sobre la tierra, pero capturándolas antes de que caigan a la tierra y sean filtradas. Básicamente funcionan como un gran embudo, en donde se busca aumentar la superficie de recolección para luego almacenarla. También requiere un proceso de tratamiento, ya que cae también como agua destilada [afectada

levemente por los componentes que hayan en el aire].

Proyecto RainDrops: un sistema simple de recolección de agua lluvia y que a la vez funciona modularmente, optando por un modelo simple que puede aumentar su obtención, aumentando los dispositivos, lo que permite adaptarse a distintos usuarios sin generar barreras de entrada por costos [foto abajo].



Fuente imagen: ecoinventos.com

Por otra parte, se han desarrollado lógicas que más allá de aprovechar el ciclo natural del agua y sus variables, lo que se hace es reproducir el ciclo completo de manera artificial. En este proceso se tiene como materia prima agua de mar o contaminada, la cual es evaporada con el calor del sol [por ende destilada], y se usa un plástico con el cual choca el vapor y se condensa, precipitando por gravedad y siendo colectada para luego ser tratada.

Eliodomestico es un destilador de terracota que tiene como gran diferencia la forma en la que condensa el agua; en una cámara superior hermética se calienta el agua y se evapora, en la parte más alta hay un tubo que une este compartimiento con el colector que se encuentra abajo. Aprovechando la presión generada por el vapor, este desciende por el tubo y es decantada dada la diferencia de temperatura [foto derecha].

En estos tres casos el agua se obtiene con bajas concentraciones de minerales. Dado esto es importante considerar su composición si se pretende ocupar para el consumo humano, hidratación de ganadería o cultivo.



Fuente imagen: disenosocial.org

■ En resumen, se podría decir que el agua que obtenemos, mediante cualquier medio, en algún momento llega al mar [o proviene de éste], por ende es agua salada que luego es evaporada; quedando en su estado puro [destilada], para luego desplazarse por el aire y precipitar según las condiciones ambientales lo determinen.

Al ser el mar el que cubre casi tres cuartos de la superficie terrestre, pareciera ser un bien alcanzable por gran parte de la población. El problema son sus características de salinidad, la que la hace inconsumible por seres vivos [exceptuando los que viven en medios salinos]. Es entonces este el problema a enfrentar, poder hacer consumible la fuente de agua más grande del mundo.

Dado el contexto de escasez del recurso hídrico, y lo difícil que es acceder a este por parte de las comunidades en el norte de nuestro país, que quedan relegadas por las grandes industrias que tienen los recursos para acceder, usar, comercializar, etc. Surge la idea de poder aprovechar el recurso hídrico con mayor presencia en la corteza terrestre; el mar, al cual gran parte de la población chilena tiene acceso dada la transversalidad de acceso a costa en todo el territorio nacional y la cantidad de comunidades que viven en esta. Se busca así entregar mayores libertades y posibilidades a las comunidades en el uso del agua, sin necesariamente tener que pagar por su aprovechamiento, donde lo principal es poder entregar la opción de diversificar los usos que se le da al agua.

■ Es claro que el agua de mar sí se utiliza actualmente. No es que esté presente y nadie nunca haya tomado provecho de esta para el uso humano, en el último tiempo, dada la escasez de acceso a aguas potables y de energía, se han desarrollado ciertas investigaciones que han logrado dar diferentes usos a este recurso.

A continuación se hará referencia a los usos que el humano le ha dado al agua de mar, dejando de lado el uso natural por flora y fauna marina, y también el uso recreativo de éste [ambos expuestos anteriormente en el ítem "Usos de agua"].

Uno de los usos más importantes que se le da al agua de mar es la generación de energía, pudiendo extraer energía de las corrientes submarinas, energía de la fuerza de las olas [undimotriz], energía por las diferencias de altura provocadas por los cambios de marea [mareomotriz], también se ocupa la diferencia de temperatura entre la superficie y las aguas profundas [mereomotérmica] y, por último, se aprovecha también la potencia osmótica que tiene, permitiendo obtener energía de la ósmosis generada al momento de juntar agua de mar con la de ríos.



Ejemplo de generación de energía undimotriz.

Ejemplo de generación de energía mareomotriz.



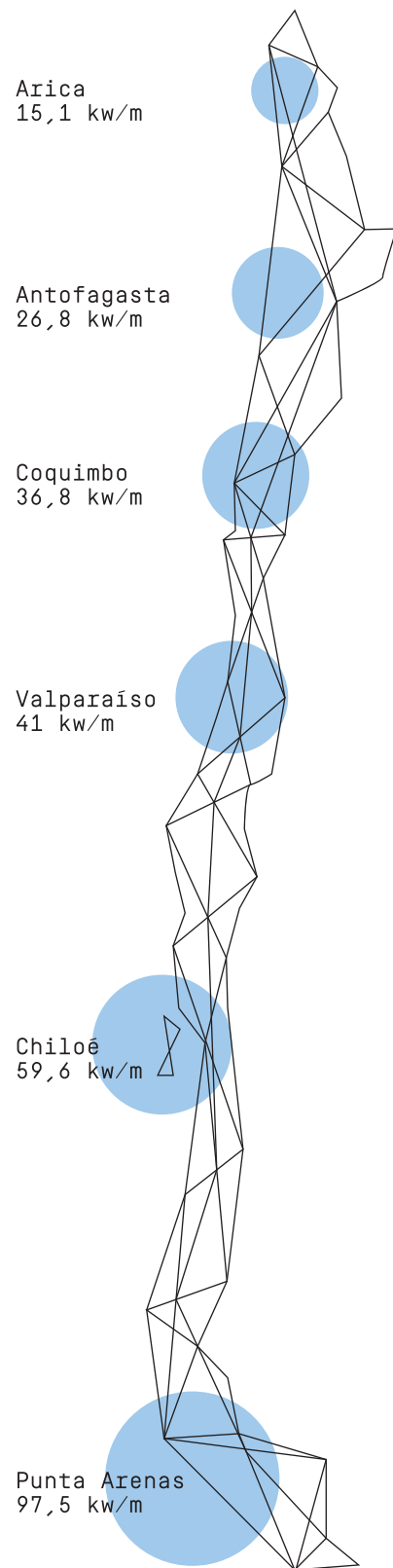
Si bien en Chile no se han puesto en marcha muchos proyectos que aprovechen la energía del mar, se tiene la estimación más alta del mundo, en cuanto al potencial energético mediante energías provenientes del mar, dada la extensa costa que tiene el país y el comportamiento del mar en esta.

Se estima que se podrían obtener 164 GW en total en el país bajo el desarrollo óptimo, en donde si se pudiese capturar el 10% se excedería la capacidad del Sistema Interconectado Central [“Preliminary site selection, chilean marine energy resources”, 2009].

Este mismo estudio ejemplifica con el canal del Chacao, en donde si se obtuviera la energía generada a lo largo de los 2600 metros del proyecto para unir el continente con Chiloé, se podrían obtener 800 MW.

Como ejemplo, con 1MW se puede abastecer a una comunidad de 500 hogares y los negocios de ésta.

Existen también usos del agua de mar, pero con un nivel de impacto ambiental menor; cervezas con agua de mar, el uso de la sal de mar como producto gastronómico, e incluso se habla de los beneficios medicinales que tiene en algunos casos, ya sea por la ingesta o por el contacto del cuerpo con ésta.



[Figura 7]
Potencial mareomotriz distribuido

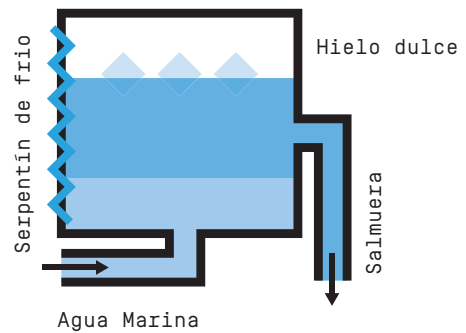
_Fuente
“Preliminary site selection, chilean marine energy resources”, 2009
_Ilustración
Elaboración propia

■ A la hora de hablar del agua de mar como una fuente para el consumo humano [ya sea el consumo directo o a través de alimentos], la forma de conseguirlo es desalinizando; con esto lo que se entiende es **eliminar el exceso de sales** presentes en esta dependiendo del uso que se le quiera dar.

Para esto se han desarrollado diferentes métodos, los cuales eliminan las sales del agua a través de diferentes reacciones del agua.

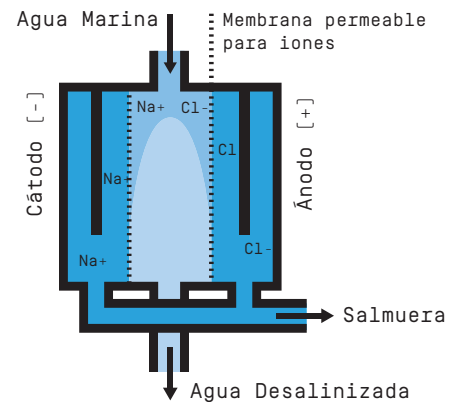
Congelación

Al someter a bajas temperaturas el agua salada se formarán hielos de agua pura, que flotarán sobre concentraciones saladas de agua. Si separamos estos dos elementos podemos obtener agua pura a través de los hielos, que si son lavados con agua potable, eliminarán las sales superficiales.



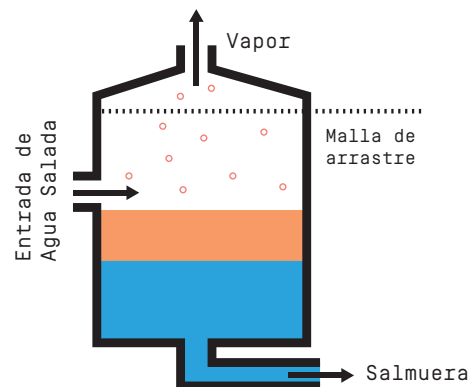
Electrodialisis

Es una técnica separadora de concentraciones, en donde se transportan soluciones iónicas a través de membranas ionizadas, las que permiten o rechazan el paso selectivamente. En el caso de la desalinización se rechaza el paso de los iones de sodio.



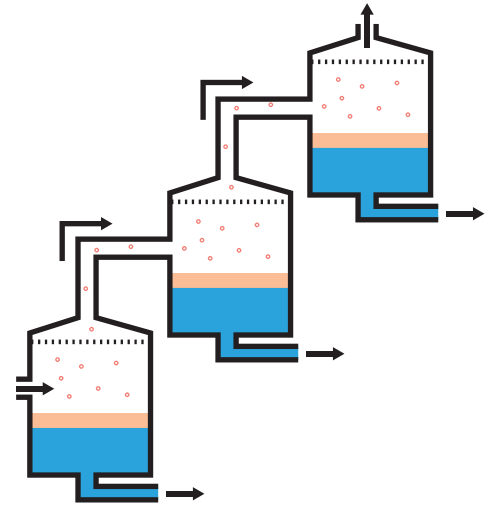
Destilación súbita por "efecto flash"

El agua salada se calienta a temperatura de ebullición, aumentando la presión de la cámara. Al abrirse una salida, el agua se evapora súbitamente y sale de la cámara, quedando la salmuera dentro de esta. Para asegurar que el vapor esté libre de sales se utilizan mallas que evitan el paso de estas.



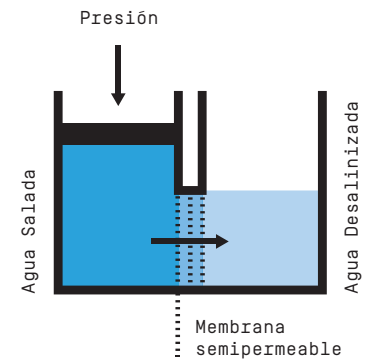
Destilación por "múltiple efecto"

Es un proceso parecido al anterior, pero a menor presión y temperatura, teniendo como resultado una evaporación parcial, por lo que el agua pasa por varias cámaras hasta obtener agua limpia.



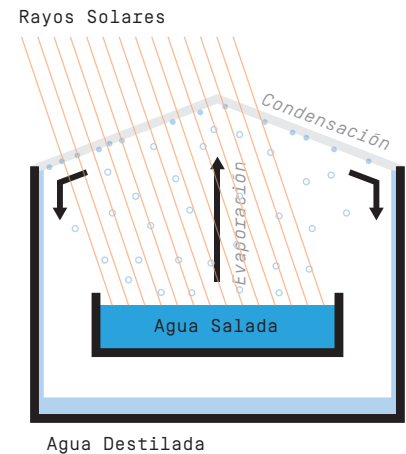
Osmosis inversa

Este proceso revierte el sistema natural del agua, en donde el agua con menor concentración de sal traspasa una membrana hacia concentraciones mayores, logrando así un equilibrio. De forma artificial se revierte el proceso, generando altas presiones a la solución de mayor concentración, pasando por una membrana que impide el paso de los iones de sal.



Destilación solar

La destilación solar como su nombre lo indica es un proceso de destilación mediante la evaporación del agua. En este caso la energía que se utiliza es la del sol [energía renovable no convencional]. Se recrea el ciclo hidrológico del agua dentro de un "invernadero"; la energía térmica del sol evapora el agua, este vapor asciende, y al chocar con la membrana superior [que se encuentra en contacto con el exterior, por ende más fría que el interior condensa el vapor y precipita por ésta, siendo captada para su utilización.



Ventajas

- El resultado obtenido es agua destilada, lo que significa que es lo más cercano a su estado puro [puede eliminar sales e impurezas].
- Ocupa energía renovable no convencional: el sol. Esto permite que pueda ser utilizada en contextos en ausencia de energía eléctrica.
- Nulos costo de operación. Sólo requiere una inversión inicial, que también es baja respecto a otros sistemas.
- No contamina en ningún grado el ambiente.
- Permite obtener agua a partir de agua salada, embarrada e incluso de vegetales.
- El tamaño tiene directa relación con el agua obtenida, por lo que no requiere de una inversión elevada para recién comenzar a destilar.

Desventajas

- Tiene una baja producción, la que no alcanza a solventar el consumo promedio de una persona [obviamente va a depender del sistema utilizado y de las dimensiones de este, ya que tiene una relación directa el tamaño del destilador con la producción].
- Depende de la energía del sol para funcionar.

La destilación solar tiene como principal beneficio la ausencia de gastos operacionales

y dependencia energética. Por otra parte el "desecho" que genera es sal, o en caso de no esperar que el agua se destile por completo, se obtendrá salmuera, que a fin de cuentas es agua con la misma sal que venía en un principio, pero a mayor concentración, que si se devuelve al origen, se disolverá, siendo mínimo el cambio en la fuente, ya que es muy poca sal en relación al solvente receptor [mar].

En resumen se reproduce en pequeña escala, y de manera acelerada, el ciclo natural del agua.

La destilación solar a gran escala proviene del año 1872, en donde Charles Wilson, un ingeniero sueco, desarrolló la primera planta desalinizadora en Las Salinas [a 112 km de Antofagasta], para la salitrera Lastenia Salinas, ubicada en el desierto de Atacama. Este sistema ocupó dos recursos naturales que se encontraban presentes; 1] el viento, con el cual desarrolló un sistema de molino de viento que elevaba las aguas desde los pozos hasta un estanque de almacenaje y que era distribuida en arcas poco profundas que estaban cubiertas por un vidrio oblicuo. Por otra parte se ocupó, 2] el calor solar, con el cuál se calienta hasta evaporar el agua en las arcas, este vapor era condensado en el techo de vidrio y era recolectado para ser almacenado hasta su uso. Se llegaron a producir 22500 litros diarios en verano [la superficie ocupada era de 4000 metros cuadrados].

Con el tiempo se han desarrollado diferentes técnicas de destilación solar a lo largo del mundo, donde podemos encontrar diferentes formas de disposición de la cubierta de cristal.

También se han desarrollado sistemas que utilizan diferentes estructuras o que aprovechan propiedades del agua para optimizar el proceso.



[a] Batello - Lot design



[d] Stretched plastic or inclined glass cover design



[b] Inflated plastic cover design



[e] CSIRO - Australia design



[c] V-Shape plastic cover design

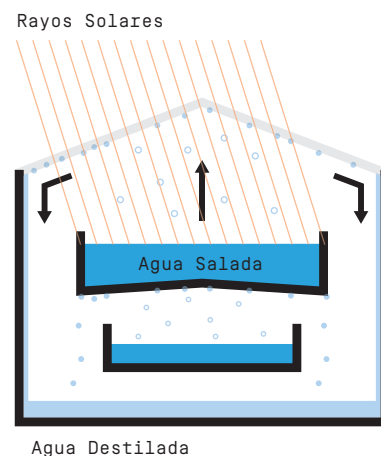


[f] Delyannis [1973] design

TIPOS

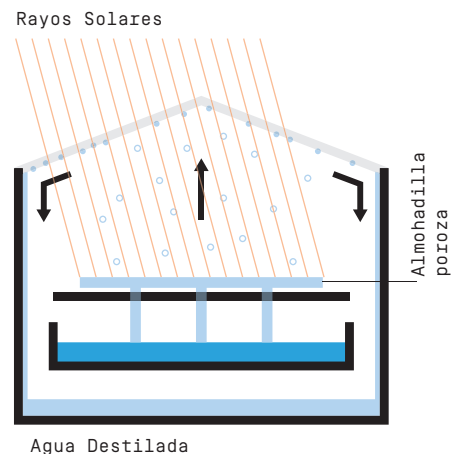
Destiladores de efecto múltiple

En estos se ocupan dos o más compartimentos con agua, ubicados uno sobre el otro, en donde la base de uno es la superficie condensadora del otro, el cual también entrega calor al compartimento superior, ayudando en el proceso. Tiene un mejor rendimiento, aunque tiene costos y complejidad consecuentemente más elevados.



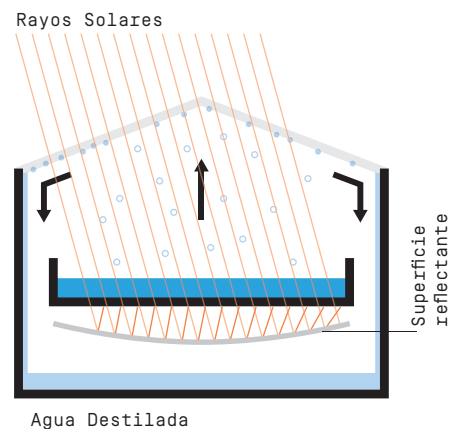
Destilador de mecha

En este sistema se ocupa la propiedad de la capilaridad del agua, en donde a través de una almohadilla porosa se expone el agua a la radiación solar. Esto permite tener un mejor ángulo respecto a la radiación que entra y representa una superficie más grande y eficiente a la hora de evaporar el agua, disminuyendo la cantidad de agua por superficie a calentar.



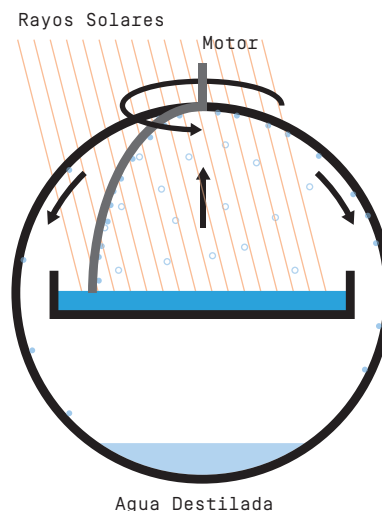
Destilador con reflector

Otra técnica que se ocupa para intensificar la destilación, es la utilización de reflectores [así como en los hornos solares], en donde se ocupan coberturas reflectantes, lo que intensifica el calor entregado; este proceso se hace por debajo de la bandeja contenedora, duplicando el calor que llega al agua.



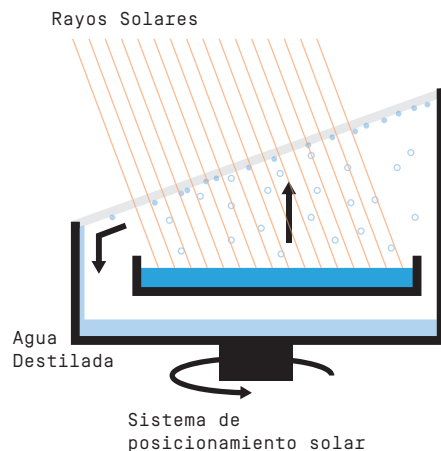
Destilador esférico

Se tiene como base una esfera plástica con una bandeja de agua a tratar en el centro, sin tocar los bordes. El agua que se evapora sube y se condensa por dentro de la esfera en la parte superior. Se ocupa un motor con una goma que hace de limpia parabrisas, forzando que el agua de las paredes precipite hacia la parte inferior [debajo de la bandeja con agua inicial].



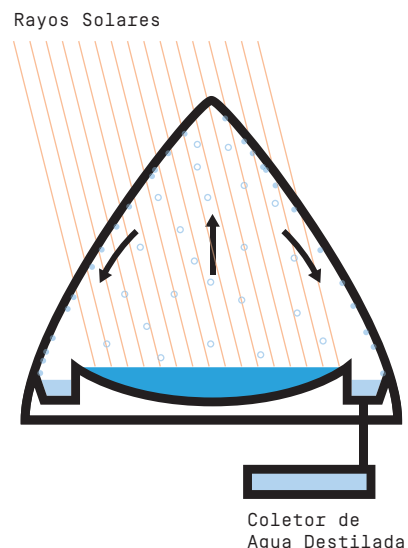
Destilador inclinado

Como su nombre lo dice, en este sistema se busca obtener la mayor cantidad de radiación del sol, por lo que la superficie de condensación se orienta hacia el sol, evitando el reflejo desperdiciado. Para esto se requiere mover constantemente, o instalar sistemas que lo hagan, para seguir el movimiento del sol.



Destilador de emergencia

Las fuerzas armadas marinas de EE.UU. desarrollaron un destilador inflable para casos de emergencia, el cual ha evolucionado y se comercializa actualmente. Antes de ser inflado se introduce agua de mar. Una vez inflado, el agua en el interior se evapora, y dada su forma piramidal, precipita hacia los bordes, en donde existe una especie de canaleta que evita que el agua se junte con el agua salada. Tiene una manguera por donde se puede beber esta agua mientras se va acumulando.



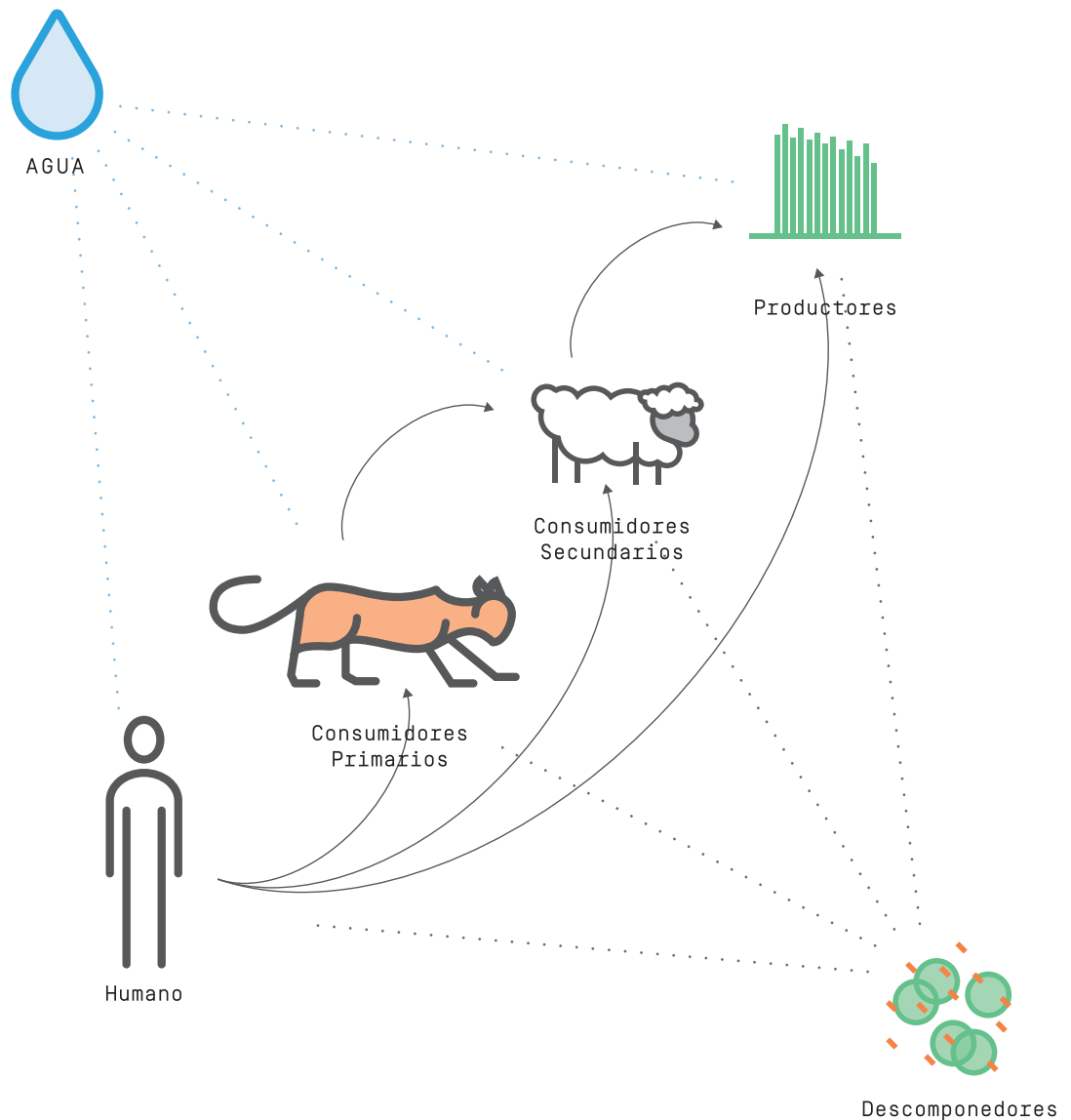
Se han desarrollado también combinaciones de destiladores solares con otras tecnologías, para la obtención de agua contaminada o para intensificar el calor.

Se han ocupado colectores de agua lluvia como insumo para ser destilada, se ha aprovechado el techo de invernaderos como cubierta condensadora del vapor obtenido y se ha ocupado el calor generado por motores para aumentar el calor del agua en destilación.

■ Existe una relación directa entre el agua disponible y la capacidad que se tiene de producir alimentos de origen orgánico. Entendido desde el ciclo trófico, el agua hace que crezcan plantas, los herbívoros se las comen y los carnívoros se comen a los herbívoros, necesitando también agua. Dado que el ser humano depende de todas estas partes de la cadena, necesita poder acceder a cada una de estas, por lo que además de necesitar agua para el consumo propio, la necesita para poder entregar este recurso a quién po-

dría ser su alimento el día de mañana.

Bajo esta lógica se optó por utilizar el agua obtenida para la generación de alimentos para el ser humano, dentro de los cuales se optó por el primer eslabón de la cadena, las plantas [productores], dado que de estas depende el resto de la cadena y a la vez son de consumo directo para las personas. Cabe mencionar que dentro de las alternativas, representan un muy bajo consumo de agua virtual para su obtención, respecto a los otros alimentos.



[Figura 8]
Ciclo trófico

_Ilustración
Elaboración
propia

■ De acuerdo al VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, realizado en el año 2007, existen 2.121.000 hectáreas en uso agropecuario y forestal, de las cuáles 1,1 millones de hectáreas dependen del regadío. Estas representan el 3,4% del Producto Interno Bruto [PIB] nacional.

Se indica también que el 8,4% de las explotaciones se encuentran entre la primera región y la de Coquimbo, el 54% en la región de La Araucanía, del Biobío y del Maule, mientras que en el extremo sur del país [región de Aysén y Magallanes] solo se encuentra el 1,8% de las explotaciones.

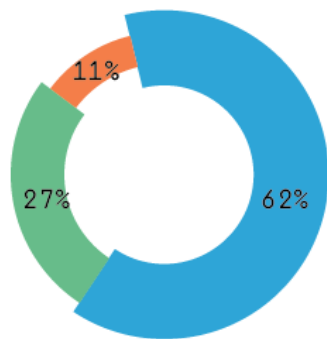
Dentro de la información entregada por la Oficina de Estudios y políticas agrarias [ODEPA, s/f], en sus estimaciones para el año agrícola 2014-2015, solo el 0,4% del total de hectáreas para cultivo anual, corresponden a "Otras regiones"; lo que incluye a las regiones XV [Arica y Parinacota], I [Tarapacá],

II [Antofagasta], III [Atacama], XI [Aysén] y XII [Magallanes].

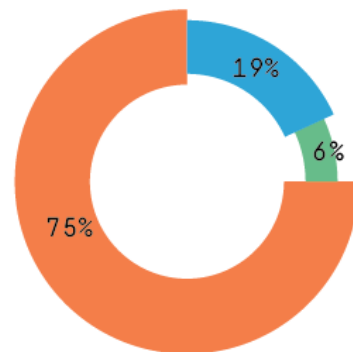
Se puede ver también que el 72,8% de las explotaciones tienen un tamaño inferior a 20 hectáreas, las que representan el 2,4% de la superficie explotada. Por contraparte el 8,2% de las explotaciones tienen un tamaño mayor a 100 hectáreas, las que representan el 93% de la superficie agrícola.

Esta situación habla de la distribución que ya no es sorpresa para nadie en Chile, en donde sabemos que los promedios tienden a ser buenos, pero a la hora de ver los detalles se ven los grandes problemas de distribución, o más que nada, la centralización de las grandes economías en pocas personas y sociedades. Esto genera grandes barreras de entrada para pequeños agricultores, en este caso, y la dependencia de la sociedad del mercado competitivo, por sobre el autosustento y colaboración entre las comunidades.

Número de explotaciones



Superficies de las explotaciones



● Mujeres ● Hombres ● Sociedades

**En el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal se consideran explotaciones agrícolas y pecuarias por sobre 0,1 hectáreas y mayores a 5 hectáreas en las forestales.*

■ Los cultivos generalmente inician su proceso en un semillero, en donde con especial cuidado las semillas son germinadas, para así asegurar que el uso de la tierra de buenos resultados.

Existe también la posibilidad de sembrar directamente sobre la tierra, lo que requerirá mayor cuidado, dadas las condiciones ambientales, y no necesariamente todas las semillas plantadas darán fruto.

Al plantar sobre tierra, ya sea directamente, o previa germinación de las semillas en un semillero, es importante considerar que esta tiene ciertos nutrientes, que las plantas que vivan en ese lugar irán consumiendo en diferentes cantidades, así como también dejarán otros en esta. Es por esto que se hace necesario primero analizar y fertilizar la tierra según corresponda y segundo ir rotando el tipo de plantación, para no desnutrir por completo de un nutriente particular la tierra, ya que así esta se inhabilitaría para futuras siembras.

Agua

El agua que se utiliza a la hora de cultivar tiene ciertas características que dependen del cultivo que se quiere llevar a cabo.

Factores importantes a considerar son el nivel de pH, la conductividad eléctrica [salinidad], oxígeno disuelto y dureza entre otros. El agua y la tierra en la que se encuentra la planta serán las encargadas de entregarle los nutrientes necesarios [en caso

de no existir tierra, será solo el agua la que entregue los nutrientes]. Es por esto que se debe aprovechar de tener el mayor control sobre el agua, para así tener cultivos eficientes.

El nivel de pH determinará si los nutrientes podrán ser asimilados por las plantas de manera correcta, sin tener sales indisolubles ni aprovechables por las plantas, ni intoxicarse. Lo ideal es entre 5,5 y 7,5, siendo óptimo entre 6,5 y 7.

La conductividad eléctrica se relaciona con el total de sales disueltas en el agua, lo que nos permite saber si tenemos o no los nutrientes necesarios para la planta. Este se puede medir en ppm [partes por millón] en donde el rango óptimo va entre 750 y 1500. Ambas formas de conocer esta información se miden con un conductivímetro.

La dureza del agua determinará la concentración principalmente de Magnesio y Calcio, en donde el exceso de estas, además de poder intoxicar el cultivo, puede afectar los sistemas de riego, tapando las salidas de agua, o los espacios de oxigenación.

La oxigenación de las aguas es uno de los factores más fáciles de conseguir, ya que lo que se necesita es mover el agua, para que se oxigene, permitiendo así que las plantas tengan un buen intercambio de gases con el medio ambiente.

Riego

El riego cumple una función determinante a la hora de cultivar, siendo éste el que transporta los nutrientes a las plantas, la que reduce y mantiene la temperatura de las hojas para que no se sequen, ayudando a la transpiración, respiración y fotosíntesis de ellas.

El riego puede ser proporcionado de diferentes maneras al cultivo, y va a depender del tipo de cultivo que se tenga cual es la mejor opción.

La opción natural son las precipitaciones del ciclo hidrológico, las que riegan las plantaciones administrando el recurso hídrico: en este caso es necesario hacer análisis pluviales para ver qué minerales alcanzó a incorporar en la precipitación. Esto permitirá, en conjunto con el análisis de la tierra, saber qué minerales está recibiendo el cultivo y así regular en función de la planta.

Existe también el riego por surcos, que sin dudas es el más barato, pero que tiene consecuencias que lo desfavorecen: no es constante ni uniforme, es de bajo rendimiento, ya que la tierra absorbe mucha del agua que podría recibir la planta, en invernadero puede alterar la humedad y no permite la automatización.

Otra alternativa son los sistemas con presión de agua, los cuáles tienen como beneficio la posibilidad de ser automatizados. Estos son:
1] El riego por aspersion [también la nebulización:

igual pero utilizada en invernaderos, esta funciona a menor presión], se utiliza en cultivos que no están alineados, donde la densidad de plantas es alta y donde es necesario aumentar la humedad atmosférica del lugar. En general se utiliza como complemento al sistema de riego, estando por sobre las plantas.

2] El riego localizado [más conocido como riego por goteo], entrega beneficios de rendimiento, ya que se entregan ininterrumpidamente pequeñas cantidades de agua, lo que reduce las pérdidas. Uno de los problemas de este es la posibilidad de que los orificios por donde sale el agua se tapen dado el tamaño de estos, por lo que tiene que ser revisado cada cierto tiempo y tener especial cuidado con el filtrado del agua, evitando material particulado dentro del sistema. Al ser de fácil instalación y remoción, facilita trabajar bien la tierra al final de los ciclos sin dañar el sistema.

Bajo los procesos de optimización de los recursos para el cultivo y el control de sus variables han surgido diferentes tipos de alternativas que buscan enfrentar de mejor manera el uso de los recursos.

■ Los invernaderos se definen como un espacio prácticamente aislado del exterior, lo que permite intensificar la producción a través de la obtención de condiciones ambientales que las plantas necesitan, de manera artificial. Permite también la instalación de sistemas de control climático automatizado, lo que puede llegar a condiciones óptimas en cuanto a las condiciones de cultivo.

Nos da como beneficio también de poder cultivar todo el año y a menores tiempos, y no sólo en las estaciones en las que el clima es apto para esta actividad. La aislación de los cultivos del exterior permite proteger del cambio climático [agentes abióticos] a los cultivos, reduciendo los riesgos de producción, protegiendo también de plagas, enfermedades y malezas [agentes bióticos] que puedan dañar los cultivos.

Los cultivos en invernadero representan un aumento de 2 a 3 veces el rendimiento en relación al cultivo a campo abierto. El tipo de planta que se puede cultivar son las herbáceas o semi-leñosas [hortalizas y flores].

Las condiciones óptimas dentro de un invernadero indican que la temperatura debe estar entre 20° y 25°, y la humedad entre 60% y 70%.

Existen también técnicas que no necesitan del suelo natural para el cultivo hortícola, las cuales principalmente se llevan a cabo en invernaderos, pero a menor escala [una casa por ejemplo] no necesariamente requieren de estos. En estos

casos es de suma importancia la solución nutritiva que se le entregará a las plantas, ya que no existen minerales en el soporte de esta; esto tiene un beneficio, ya que a través del agua que se le entregue a la planta, se tendrá total control de lo que se le da, lo cual beneficia los tiempos y eficiencia de los cultivos.

4.2.2.2 CULTIVO EN SUSTRATO

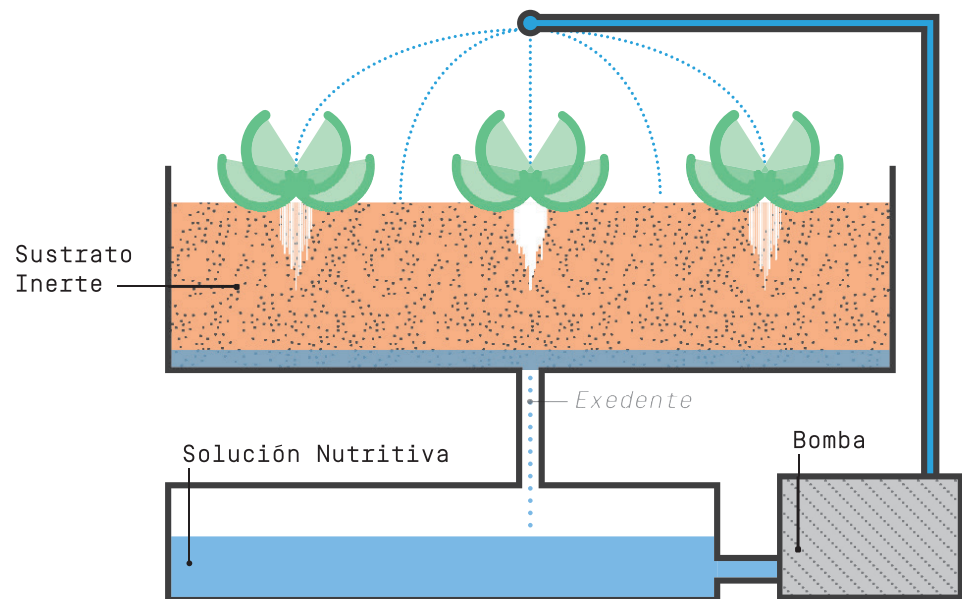
■ Se entiende por sustrato la base que sustenta el crecimiento de las plantas.

Para determinar un buen sustrato es necesario que éste; 1) puede acumular y suministrar grandes cantidades de agua, aumentando así los tiempos entre riego, 2) tenga estructura estable y constante durante el período que se utilice, 3) permite la aireación del sistema mediante porosidad, 4) debe absorber y retener los nutrientes, amortiguando los excesos o déficit en caso de ser necesario y 5) debe ser inerte [química y biológicamente].

Los sustratos permiten evitar las pérdidas de agua, ya que en caso de regar en exceso, esta se puede recolectar ya que no es absorbida por la tierra. Existen los sustratos de tipo orgánico, inorgánico y

sintético. En los dos primeros es necesario tener controlado el pH, la CIC [capacidad de intercambio catiónico], y el contenido de sales solubles.

Esta técnica en cuanto a proceso de cultivo es el más parecido a el cultivo en suelos naturales. Industrialmente son desarrollados en invernaderos, ayudando así a controlar las variables.



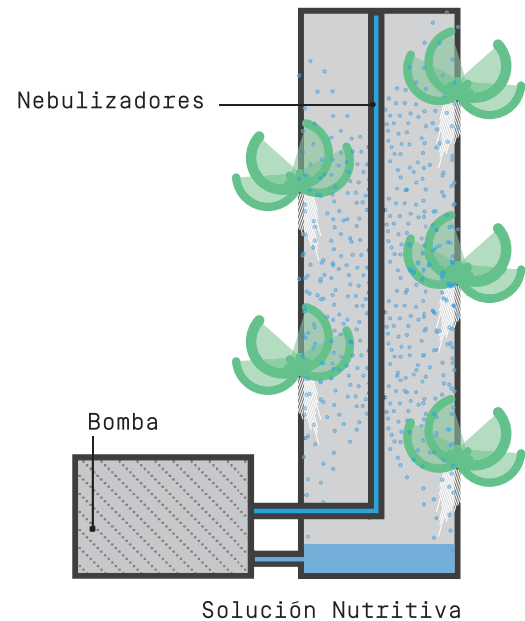
■ Otra forma de poder cultivar sin tierra, abstrae al límite la lógica de la agricultura. Las raíces se encuentran en el aire, dentro de un espacio hermético, lo que la protege de infecciones y plagas, en donde la solución nutritiva entrega los nutrientes a las plantas, a través de la humedad, en forma intermitente.

Si una de las plantas se contagia de alguna infección, no dañará al resto de las plantas ya que no tienen contacto entre ellas. Se permite una oxigenación perfecta de las plantas, ya que están en constante contacto con el aire, pudiendo absorber el CO₂ que necesitan también.

Puede triplicar la eficiencia de cultivos normales. Uno de los factores más relevantes es que este sistema permite tener un control absoluto de los minerales, temperatura, humedad, etc, lo que es un beneficio pero a la vez implica mucho tiempo de dedicación.

Es importante considerar que este sistema permite la automatización de los procesos.

Este sistema requiere de una alta inversión inicial y complejidad técnica en su fabricación, ya que se debe obtener una hermeticidad lo más perfecta posible, en conjunto con el desarrollo de sistemas de control de humedad y nebulizadores.



■ Este tipo abstrae en menor medida la lógica de cultivo, en este caso las raíces de las plantas se encuentran en constante contacto con la solución nutritiva, prescindiendo de soporte para estas. Este tipo de cultivo se desarrolla en invernaderos, aumentando el control sobre las variables.

Al igual que la aeroponía, requiere de un control de la solución nutritiva, ya que es esta la que entregará todos los nutrientes, lo que tiene como beneficio poder controlar el crecimiento con totalidad.

Requiere alta rigurosidad en los procesos y una inversión inicial mayor al cultivo normal, pero es más eficiente y constante que este.

Uno de los principales beneficios que tiene la hidroponía es la optimización del recurso hídrico [al igual que la aeroponía y similar al cultivo en sustrato], ya que no existe agua filtrada por la tierra y la que no es absorbida por las plantas puede ser reutilizada.

Raíz flotante

El sistema de raíz flotante es de los más sencillos, este consta de una piscina de solución nutritiva, en donde las plantas tienen constante contacto con esta, absorbiendo lo que van necesitando. Esto acelera los tiempos de desarrollo. El sistema también maximiza los el espacio, ya que el espacio entre plantas solo dependerá del volumen que tendrá esta cuando crezca.

Las principales variables a considerar de la solución nutritiva son; el nivel del pH, la conductividad eléctrica y la oxigenación del agua. Como es un sistema estático, el agua no tiene un movimiento natural ni contacto con el aire exterior, por lo que es necesario utilizar bomba de aire para oxigenar el agua [lo que se necesita es mover el agua para que respire].

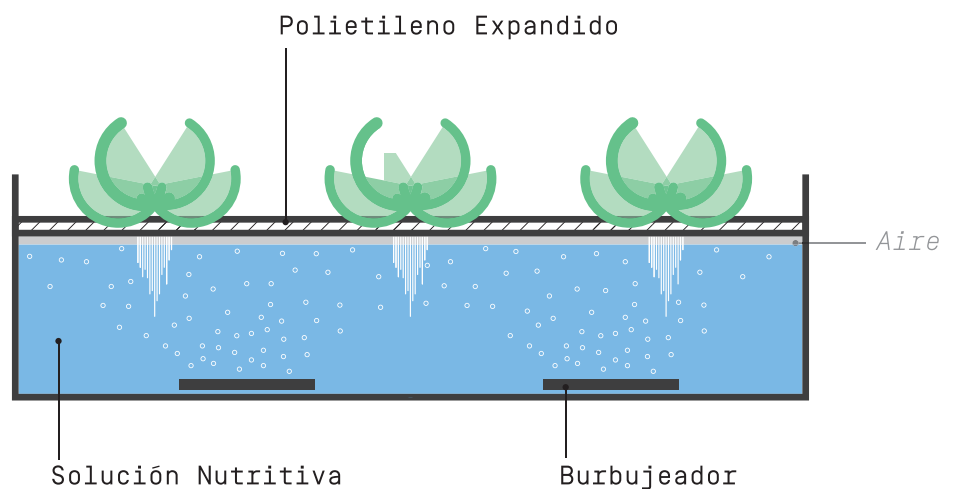
Por otra parte es importante permitir que las raíces también se oxigenen por lo que debe existir un espacio entre la planta y el agua. Es muy importante también evitar el

contacto de la luz solar con el agua y las raíces, esto puede secar las plantas o generar algas dentro del agua, ya que en ausencia de luz no es posible que se desarrollen.

La solución nutritiva debe ser revisada todas las semanas e idealmente debe ser cambiada una vez por mes.

Se pueden cultivar principalmente plantas chicas que no tengan un periodo de desarrollo muy largo, para así cambiar la solución nutritiva junto con la cosecha. Por ejemplo la lechuga hidropónica tiene un ciclo de 35 días, y permite hasta 40 plantas por metro cuadrado.

Utiliza un espacio horizontal, ya que todas las plantas deben estar en contacto con el agua, y de esta manera podemos optimizar las solución nutritiva. Se hacen perforaciones en la superficie y se pasan las raíces a la parte de abajo, sosteniendo la base con algún sustrato [generalmente el mismo en que se germinaron las semillas].



NFT [Nutrient Film Technique]

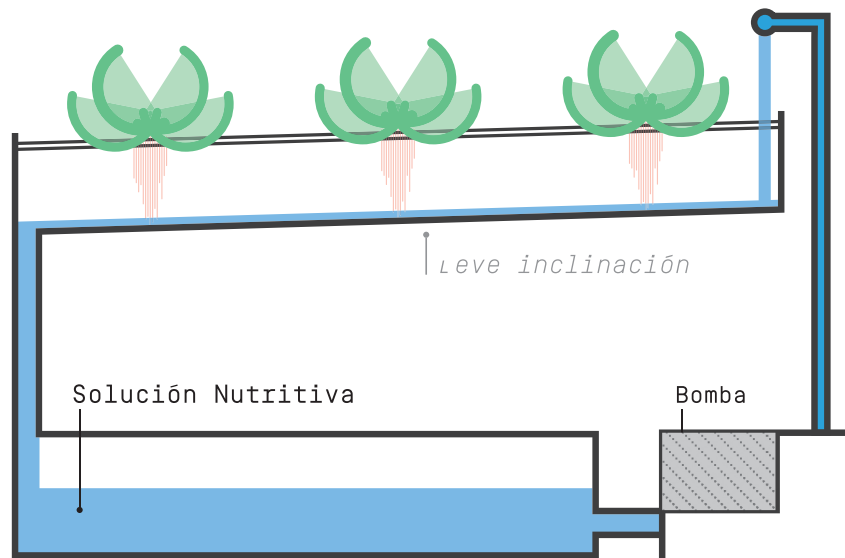
Este sistema, al igual que el sistema de raíz flotante, mantiene en constante contacto a las raíces con el agua, lo que las mantiene húmedas, fortaleciendo el desarrollo.

En este sistema se toma como principio la constante oxigenación del agua, por la que está en constante movimiento; para esto el sistema utilizado consta de canaletas levemente inclinadas [lo que hace que el agua circule], al final de la canaleta existe un estanque colector, en donde a través de una bomba de agua, es elevada para ingresar nuevamente al sistema, manteniéndose así en constante movimiento, lo que oxigena el agua. La película de agua que corre por las canaletas debe tener aproximadamente 4 mm, para asegurar así un contacto suficiente con las raíces de las plantas. Es importante mantener las raíces sin contacto al sol.

Con esta técnica se optimizan los espacios verticales, ya que pueden utilizarse canaletas en forma de escalera y dado que el agua se encuentra en circulación, no tiene un lugar determinado, lo que permite recircular el agua por donde se quiera, siempre y cuando vaya de arriba hacia abajo, moviéndose por gravedad.

En las canaletas/ tuberías hay perforaciones en donde se ponen las plantas germinadas con el sustrato respectivo, muchas veces para asegurar que no se rompan las raíces por el movimiento del agua, se utilizan unos canastos plásticos que mantienen en su lugar las raíces.

Dados los aspectos técnicos de este sistema, es el más caro en cuanto a inversión inicial y que requieren mayor rigurosidad en su armado [por la inclinación que deben tener las canaletas [1º a 2º]].



Forraje verde

El forraje verde es un tipo de cultivo hidropónico utilizado para la germinación y crecimiento de cereales o leguminosas sobre unas bandejas. Se utiliza para la obtención de alimento para ganado vacuno, ovino, cunicultura [conejos], etc.

Este sistema consta de una "bandeja" en donde se depositan los granos y se riegan mediante nebulización discontinua, manteniendo así las cantidades de agua justas y una humedad adecuada.

Básicamente este sistema es el que se realiza para niños, en donde en un vaso con algodón se hacen crecer porotos, pero llevado a mayor escala y con una concentración mucho mayor, obteniendo así "mantos" de cultivo.

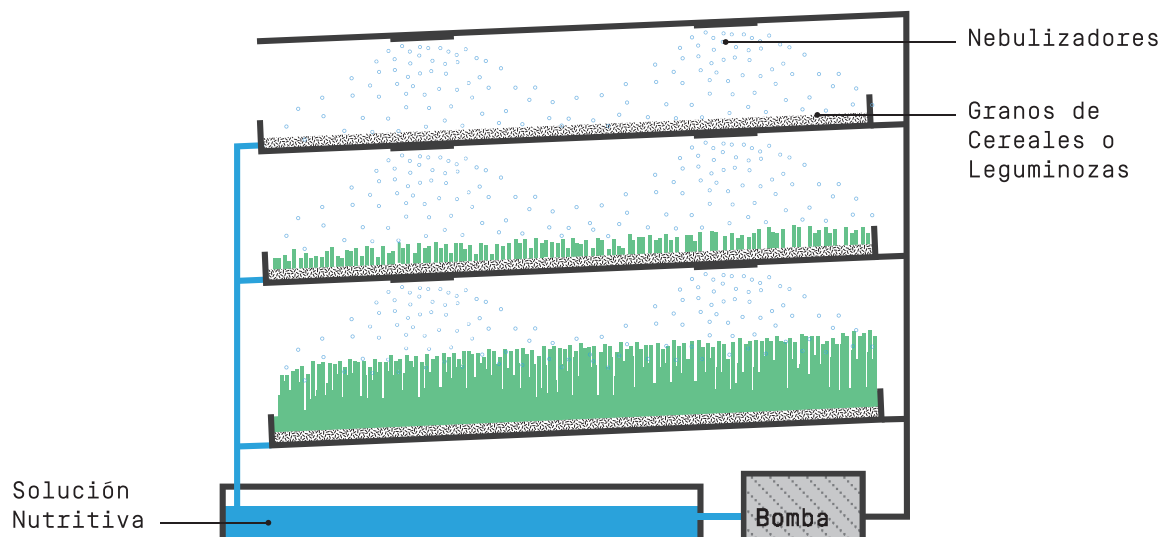
Para su implementación es importante considerar una pequeña inclinación de las bandejas, lo que permitirá retirar el exceso de agua. El uso del espacio tiende a ser

vertical, ya que se puede poner una bandeja sobre la otra, dejando el espacio suficiente para el sistema de riego y el crecimiento [idealmente 25 cm] entre estas.

El proceso debe llevarse a cabo en un lugar oscuro, hasta que ya se hayan puesto verdes los primeros pastos, ocurrido esto se debe mantener el cultivo sin contacto directo con el sol, pero si con un contacto indirecto por lo menos nueve horas al día.

Se debe pre germinar el grano, en donde se realizan lavados con agua y cal, y las bandejas con agua y cloro, con respectivos enjuagues entre estos procesos. Por último se enjuagan y dejan oxigenar las semillas, para luego ser puestas en las bandejas.

El ciclo tiene una duración de unos 7-14 días aproximadamente, dependiendo de las variaciones de temperatura del lugar en el proceso. Los últimos dos días se debe reemplazar la solución nutritiva por agua normal.



Variables del agua

Factores a considerar:

1. Solución nutritiva se deben cambiar, cada 2-4 semanas.

2. El agua tiene que oxigenarse [basta con moverla], de lo contrario aparecen algas y sin oxígeno las raíces se pudren.

3. La clave de hacerlo en el mar es que se tiene que desalinizar el agua. La salinidad se mide según la conductividad eléctrica el rango óptimo es de C.E.:

1,2 - 2,5 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C. [la herramienta para medirlo es el conductivímetro].

Solución nutritiva

Común a todos los sistemas hidropónicos, existe el uso de una solución hidropónica compuesta por agua mineralizada según corresponda. Para esto existen concentraciones especiales para cada tipo de planta hidropónica, las que permiten suministrar condiciones óptimas a las plantas.

Dentro de las características que debe tener esta, existen factores relevantes:

PH:

Este debe ser levemente ácido, estando entre 5,5 y 6,4.

Conductividad Eléctrica:

Entre 1,2 y 2,5 $\mu\text{Siemens}$ por centímetro [a 25°C Celsius].

Temperatura:

La solución debe estar entre 18° y 24°.

Concentración de oxígeno:

Debe ser entre 7 y 14 mg/L.

También es importante que la solución no tenga contacto con la radiación solar para evitar el crecimiento de algas y la evaporación de esta, previniendo un cambio en las proporciones de nutrientes.

La solución se debe cambiar luego de 3 y 4 semanas.

■ Este proyecto en primera instancia, nace como consecuencia al levantamiento realizado en los sistemas de obtención de agua y el cultivo hidropónico. Se consideró la destilación solar como medio de obtención y el sistema de raíz flotante como medio de cultivo.

El sistema de destilación representa la mejor opción debido a la nula energía que necesita para su funcionamiento y baja complejidad en su estructura y funcionamiento. Este sistema optimiza los recursos de la zona de mayor escasez [norte de Chile]: las altas temperaturas y la presencia casi todo el año del sol.

Por otra parte se optó por el sistema de raíz flotante como medio hidropónico de cultivo, ya que este es el de menor complejidad en su estructura y funcionamiento. No se necesitan tecnologías complejas que haga funcionar al sistema, sino que una vez instalado, es autónomo mientras la solución nutritiva se encuentre en condiciones aptas.

Los dos sistemas permiten ser complementarios entre sí, ya que los soportes en ambos procesos son similares: Se ocupa una "piscina" receptora y se utiliza un "invernadero" en su proceso.

Otro punto favorable es el agua que se puede obtener mediante la destilación solar, ya que se encuentra en condiciones favorables para ser mineralizada y no afectar el proceso.

Se optó por el diseño de un sistema flotante, para así estar en constante contacto con la materia prima a utilizar: el agua.

Esto permite también que no sea necesario extraer el agua de los colectores hacia la costa, lo que implica costos y complejidad en su transporte.

Uno de los puntos relevantes en ambos sistemas es que permiten ser implementados en mecanismos flotantes.

Qué:

Plataformas marinas flotantes de cultivo hidropónico, en base a agua obtenida por destilación solar del mar, destinado a las prácticas y condiciones del litoral chileno [Norte Grande].

Por qué:

La falta de agua para uso humano es un fenómeno global. En nuestro caso, el norte de Chile presenta una creciente escasez generada por las mineras que ocupan la gran mayoría del agua obtenida en el territorio, dejando lo justo para abastecer el consumo humano y imposibilitando así, el desarrollo agropecuario de las comunidades.

Para qué:

Proveer de una nueva fuente de agua dulce sin los elevados costos de los sistemas convencionales, y de esta manera, entregar una alternativa para el cultivo agrícola de las comunidades, la obtención de alimentos y el desarrollo de habilidades diferentes a las actualmente desarrolladas.

Objetivo general

Aprovechar las condiciones ambientales del territorio [energía solar, temperatura, marea, etc] para obtener agua dulce [no potable] para el cultivo de hortalizas hidropónicas en conjunto a la comunidad.

Objetivos específicos

- Obtener y capturar agua apta para el cultivo por medio de destilación solar.
- Entregar conocimientos de cultivo hidropónico a las comunidades para el cultivo en las plataformas.
- Obtener autonomía energética y agrícola de las plataformas.
- Facilitar el cultivo de hortalizas de consumo humano en el lecho marino.
- Proteger las plataformas de las variables naturales [vandalismo animal y condiciones climáticas].

Contexto

El agua representa el recurso mínimo para el desarrollo de la vida del hombre en la tierra, ya sea por el consumo directo o la utilización para higiene, producción de alimentos, etc. A la vez, es un bien escaso, al cual no todos tienen un acceso asegurado.

Esta situación ha llevado al mundo a investigar y desarrollar distintos medios alternativos de obtención y optimización de agua, los cuales buscan principalmente aprovechar el recurso hídrico con mayor presencia en el planeta; el agua de mar o salada.

El panorama nacional no se aleja mucho de esta realidad, aunque los números [promedios] no lo representen. Se tiene mucha agua, incluso por sobre lo que se necesita, pero la geografía es desigual y los contextos varían a lo largo del territorio.

El proyecto está propuesto para el norte del país, en donde la escasez es una realidad y las precipitaciones son prácticamente inexistentes. Se tienen también condiciones climáticas que favorecen el proyecto; constancia de temperaturas [altas], en el ambiente y superficie marítima. Coincide también que se observan asentamientos humanos de baja escala y con problemas de accesibilidad sanitaria y alimentaria.

Usuario

La potencialidad del proyecto tiene un carácter transversal y global dado que puede ser realizado en cualquier contexto en donde se tenga agua salada y las condiciones climáticas. Es así como cualquier persona que viva cerca de la costa y no tenga las condiciones para cultivar por la escasez de agua o por un interés personal, podría ser un usuario.

De todas formas se apunta a un usuario que vive de manera rural en la costa del país, en donde el agua es un bien escaso y que no permite el uso de esta más allá del consumo y las necesidades básicas. Se busca desarrollar un proyecto que apunte al autosustento o beneficio comunitario.

Si bien el proyecto es transversal, luego del levantamiento de información realizado, se optó por acotar el proceso de diseño al Norte Grande, donde **el lugar y la comunidad determinarán el camino a seguir.**

Exposición al sol

Es necesario propiciar altas temperaturas al sistema, siendo indispensable la obtención constante de energía calórica y radiación, ya que el control del proceso de aislación es de menor complejidad, en cambio el aumento de la temperatura requiere energía externa en caso de no tenerse.

Flotabilidad

Se requiere generar un sistema que permita la flotabilidad sobre el mar en cuanto a sus dimensiones y peso. Esto debe contemplar el sustento del sistema en la superficie y al mismo tiempo controlar la estabilidad, evitando el volcamiento.

Sistema mixto

El sistema debe permitir que ambos procesos [destilación y cultivo] coexistan, sin afectarse negativamente.

Producción

El nivel de producción que se elaborará depende del uso que la comunidad le quiera dar: Puede ser un medio de autosustento a nivel del hogar o de la comunidad en su conjunto.

Escalabilidad

Las dimensiones deben tener directa relación con la producción esperada, buscando optimizar el espacio y los recursos.

Anclaje

El sistema debe anclarse de alguna manera a la tierra, asegurando que este se mantenga en zonas de mareas adecuadas.

Acceso

El sistema debe ser accesible para quién lo ocupará, ya sea por proximidad a la costa, o por disponibilidad de bote.

Defensa del medio

El sistema en su conjunto debe mantenerse invulnerable por agentes externos del mar [flora y fauna marina], así como también del exterior [aves, botes, etc]

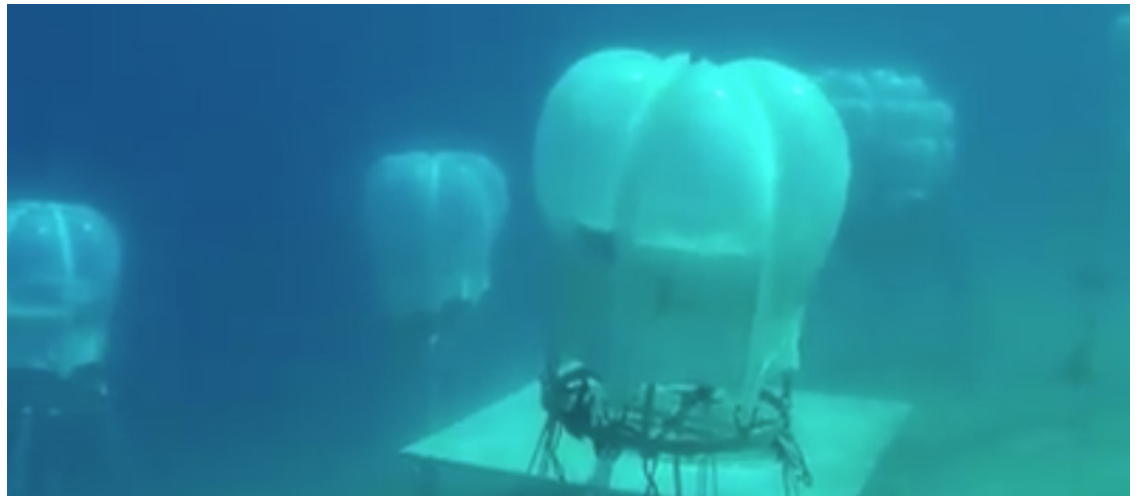
Respeto por el ecosistema

Se pretende que el sistema no sea un agente de cambio negativo en el entorno en donde se sitúe: ya sea por la biodegradabilidad de sus elementos o por el desgaste nutritivo del entorno.



Existen diferentes proyectos que abordan la destilación solar como insumo. A la izquierda podemos ver como a través de un proceso muy simple de fabricación se entrega simpleza al proceso.

Abajo se muestra un proyecto que utiliza la evaporación del mar para cultivar. Ellos lo hacen en invernaderos sub-acuáticos y aprovechan la constancia de la radiación, ya que el mar es el gran termo-regulador de la tierra.



Desde la emergencia se han desarrollado proyectos que pretenden usar la destilación solar en casos de emergencia. Proyecto que nace desde la Marina de Estados Unidos. Se diseñó un destilador solar inflable para quienes pudieran naufragar.



Pensando en el proyecto y su evolución se hace necesario revisar posibles soluciones a los tecnicismos del sistema.

Abajo podemos ver el sistema Capto, desarrollado por estudiantes del taller Producto de la PUC el año 2013. Este sistema optimiza el agua que no



ha llegado a las plantas en el riego y mediante capilaridad entrega agua a las plantas. Ellos investigaron sistemas de capilaridad que pueden favorecer el proyecto.

Dentro de las ideas para alivianar las plataformas flotantes y optimizar la decantación desde las paredes del destilador, es imposible no tomar en consideración las tecnologías utilizadas para las carpas, donde mediante poca estructura se alcanza una alta tensión en la membrana.

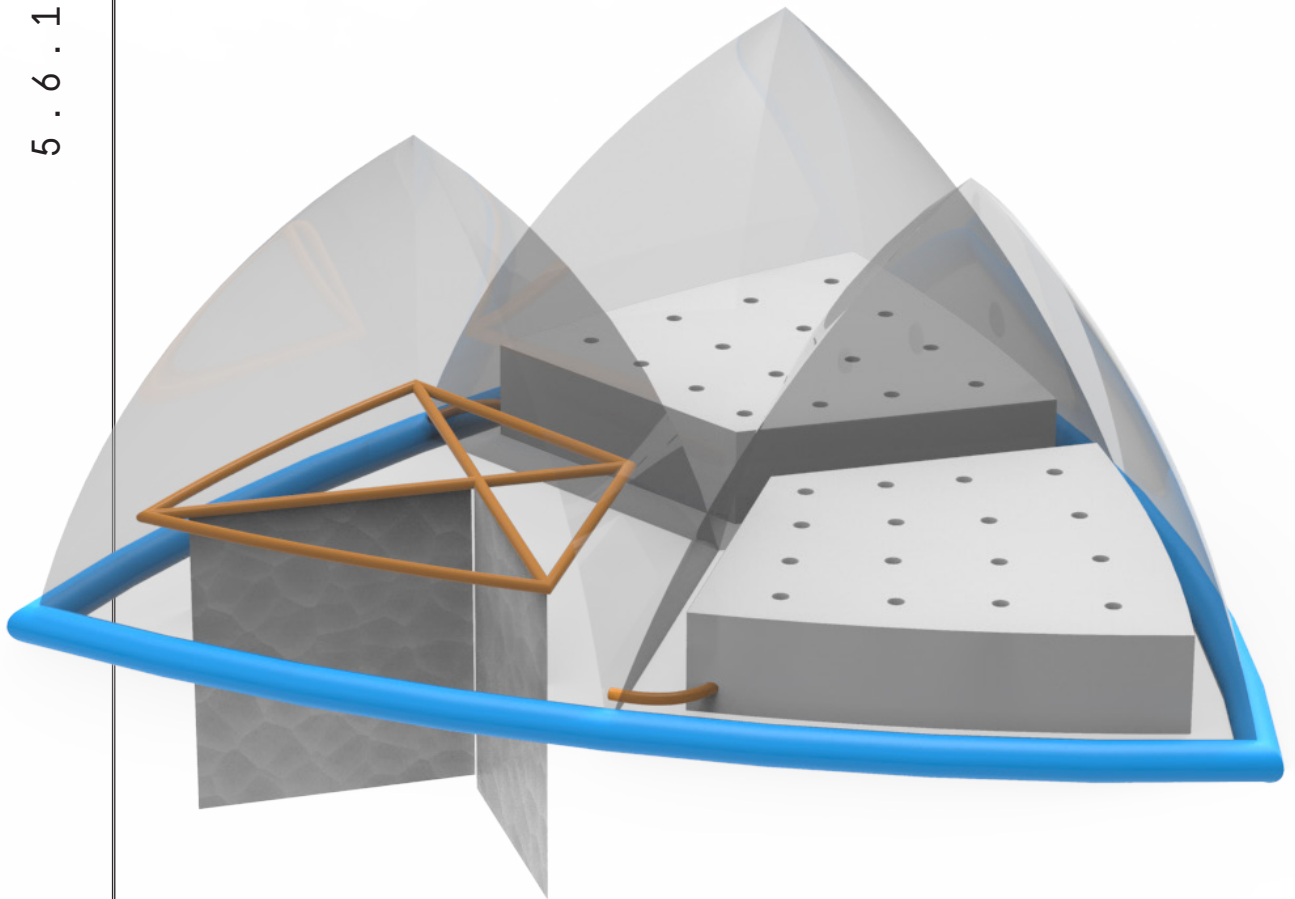


En estado de proyecto se encuentra esta verdadera granja flotante, que plantea la utilización del mar como terreno cultivable. Se plantea una isla flotante de cultivo hidropónico abastecida de energía solar [uso de paneles solares]



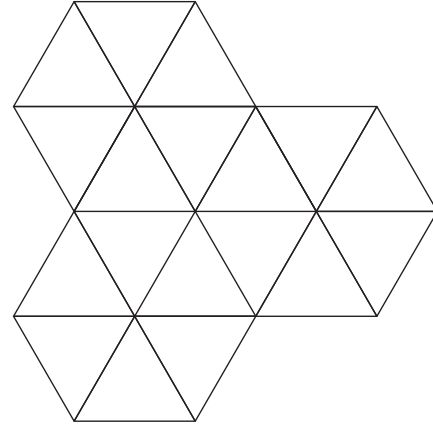
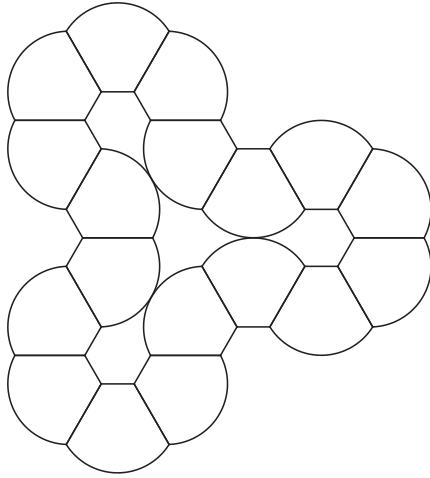
Finalizado el proceso de Seminario de título, el objetivo a perseguir sería la eficiencia de un sistema de destilación solar, para abastecer un sistema de cultivo hidropónico. La idea sería pensar un sistema modular, que pudiese desempeñar las labores requeridas [obtención de agua limpia mediante destilación marina, como también un sistema efectivo en el cultivo de hortalizas hidroponicas.

El sistema a desarrollarse consistía en una balsa en el mar, capaz de abastecerse de agua marina, para luego evaporarla y ser recogida para su uso.



Se utilizaron telas para la obtención, aprovechando la capilaridad del agua. Esta agua sería expuesta eficientemente a la radiación solar para así limpiar el agua para los cultivos hidropónicos. Siempre se pensó en la utilización de materiales accesibles, permitiendo así el aprovechamiento de la idea desarrollada. También fue importante considerar la modularidad, permitiendo hacer eficiente el uso de la tierra y poder entregar segundas funciones al proyecto.

El proyecto se fue encausando y desarrollando, mientras se buscaba la manera de poder hacer coexistir ambos desafíos. Tanto en complejidades técnicas de cada uno, como del aprovechamiento máximo de los recursos que tenemos a nuestra disposición.

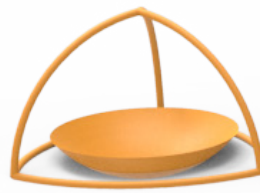
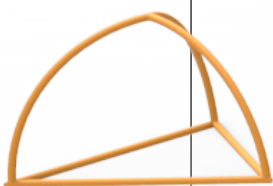


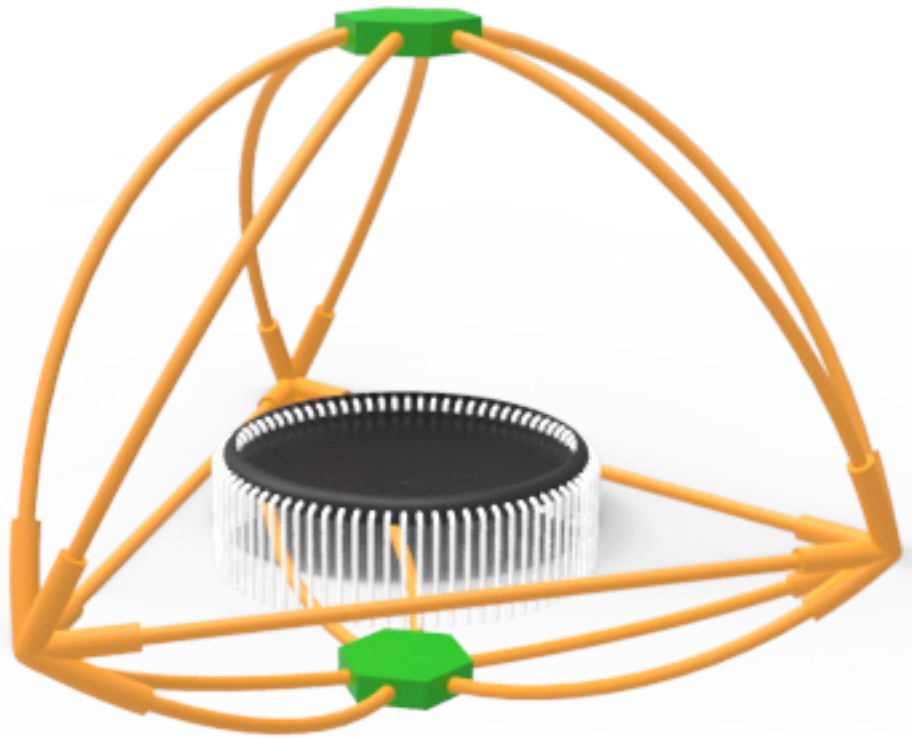
Se busco la mejor manera de poder optimizar los procesos, por lo que se dividieron en módulos de destilación, y otros en módulos de cultivo.

Pensando siempre en la optimización de la relación entre estos.

Considerando la cantidad de agua que se estima poder obtener en un destilador de 1m², y relacionándolo con la cantidad de agua que requiere el sistema hidropónico para comenzar, se establece una relación de 2[destiladores]:1[cultivo].

Se trabajo la estructura del destilador, así como también la bandeja de destilación. Siempre en una directa relación con las funciones que debía cumplir. Pensar en la obtención de agua por capilaridad en el medio marino, fue desde el principio una gran dificultad. Se pensó un sistema tensionado utilizando tubos de instalaciones eléctricas, que si bien son menos rígidos que los de intalaciones sanitarias [tubos celestes], al ser tensionados aumentan su resistencia. Esto permitiría también el aumento del espacio interior, lo que aumenta la cantidad de espacio para cultivar.





Luego de pasar por variadas opciones para definir la estructura y funcionamiento del destilador, se llegó a lo siguiente. El destilador cuenta con una bandeja central rodeada de cuerdas de polietileno. Para el proceso de patente de Capto, se estudiaron las posibilidades de subir agua por capilaridad.

El resultado de esto es que la cuerda de polietileno, ya que esta compuesta de muchos filamentos, generando espacios entre estas, por donde el agua sube utilizando dicha propiedad. De todas maneras se debe considerar que por capilaridad es muy difícil subir más de 8-10 cm [Durán.A, 2016, comunicación personal].

Es por esto que se pensó replicar la estructura superior en la base, para así poder proteger las cuerdas del medio marino, forrando esta estructura con el mismo nylon que se ocupará para el destilador [pero con perforaciones pequeñas para permitir la entrada de agua.



Asociación Nacional de Mujeres Rurales e Indígenas ANAMURI

■ En la búsqueda de dar realidad al proyecto se buscó alguna organización que sirviera como plataforma en el desarrollo y diseño del proyecto.

En esta búsqueda se llegó a la Asociación Nacional de Mujeres Rurales e Indígenas, la cual busca contribuir al desarrollo integral de las Mujeres Rurales e Indígenas, considerando los aspectos laborales, económicos, sociales y culturales, a través del estímulo a la organización y su fortalecimiento. Todo su quehacer está sustentado en una ideología que apunta a la construcción de relaciones de igualdad, considerando la condición de género, clase y etnia, en un medio ambiente de relaciones de respeto entre las personas y la naturaleza.

Dentro de las líneas de trabajo de ANAMURI está el trabajo y enseñanza de la Agroecología, la cuál se canaliza en talleres a lo largo de Chile y, principalmente, en la creación del Instituto de Agroecología de las mujeres del campo [IALA]. Éste último se encuentra en un proceso de validación y reconocimiento del Estado como un instituto de formación superior, en donde recientemente se obtuvo el reconocimiento como instituto de educación para adultos. El IALA busca empoderar a los estudiantes como sujetos políticos y transformadores

en las comunidades a las que pertenecen, a través de una visión global y local, teórica y práctica, de la agricultura ecológica.

Se trabaja desde una visión socio-política en cuanto a soberanía alimentaria y feminismo campesino, buscando así influir en la agricultura y sus procesos en el mediano y largo plazo. Además, potenciando una alimentación sana, que respeta y cuida la naturaleza, generando compromiso y participación joven, e igualitaria en cuanto a género.

■ Disciplina científica que se basa en la aplicación de los conceptos y principios de la ecología al diseño, desarrollo y gestión de sistemas agrícolas sostenibles. Se basa en principios como el reciclaje de nutrientes, la diversidad, las sinergias y la integración. Es decir, el tratamiento del espacio de cultivo como un lugar vivo, que tiene valor como fin en sí mismo.

La agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es determinar esta relación. Por medio del conocimiento de estos procesos y relaciones los sistemas agroecológicos pueden ser mejores, en cuanto a su impacto en el medio ambiente y la sociedad, haciéndose sostenible y reduciendo [incluso eliminando] el uso de insumos externos [Altieri, 1999].

Objetivos de la agroecología:

1. El mejoramiento de la producción de alimentos básicos.
2. El uso eficiente de recursos locales y la reducción de insumos externos.
3. El rescate y la reevaluación de sistemas agrícolas indígenas.
4. El incremento de la diversidad de cultivos y animales.
5. El mejoramiento de la base de los recursos naturales. [Altieri, 1999].

■ Dadas estas nuevas exigencias y variables se hizo necesario modificar el enfoque del proyecto, ya que la hidroponía propone como eje el control a través de químicos del suministro de los nutrientes que la planta necesita.

Por contraparte la agroecología plantea el uso de recursos naturales. La tierra es tratada con desechos orgánicos y procesos de descomposición natural para brindarle los nutrientes necesarios. En síntesis, hay un rechazo al uso de agroquímicos y al control artificial de los cultivos, ya que deterioran a largo plazo la tierra y desequilibran el ecosistema.

Se mantiene:

- Exposición al sol y uso de su energía.
- Defensa del medio [ahora terrestre y no marino].
- Nivel de producción.
- Respeto por ecosistema.
- Escalabilidad.

En conjunto con la gente de ANAMURI se plantearon y analizaron posibles salidas al proyecto. Se consideró como principal limitante la cantidad de agua que se puede producir con la destilación solar. Se mantuvo también el objetivo del proyecto: aumentar las posibilidades de cultivo en zonas de escasez del recurso hídrico, a través de la destilación solar de agua marina, potenciando así la soberanía alimentaria de la comunidad.

A partir de esto el proyecto sufrió una mutación hacia el diseño de un sistema de riego por goteo, ya que suministra constantemente agua a la planta. En este escenario cambian variables a considerar en el diseño del proyecto:

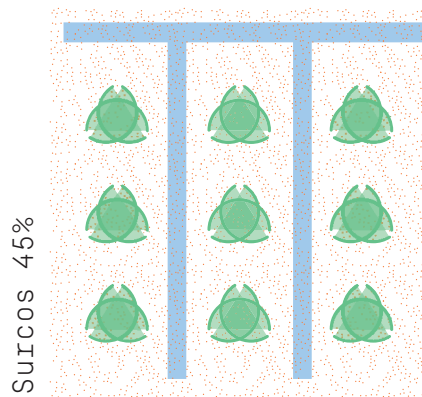
Cambia:

- Ubicación [ahora junto a zona de cultivo en tierra].
- Se debe abastecer el sistema de agua marina.
- Optimización de decantación hacia las plantas.
- No es necesario anclar.
- No requiere de un bote.
- No es necesario agregar nutrientes al agua.
- No es necesario controlar agua durante los cultivos.

A pesar de estas variables que se suman, el proyecto mantiene su objetivo principal: aumentar las posibilidades de cultivo en zonas de escasez del recurso hídrico, a través de la destilación solar de agua marina.

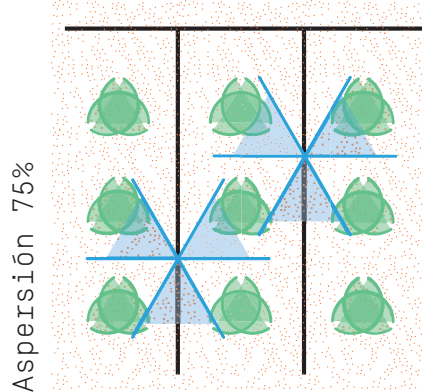
6.4 RIEGO LOCALIZADO [POR GOTEO]

- El riego localizado es uno de los sistemas que mejor rendimiento entrega respecto al uso de agua, alcanzando una eficiencia del 90%, que si bien es menor a la de la hidroponía [ya que este es un sistema que recircula el agua], es el que sigue en cuanto a eficiencia. Este sistema controla el flujo de agua por tuberías, eliminando la pérdida y entregando directamente al cultivo el agua que necesita.



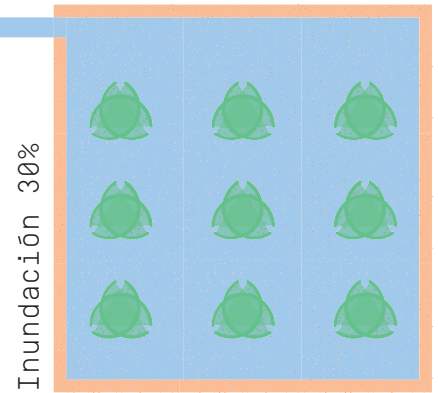
Surcos 45%

El sistema de surcos trabaja la tierra para dirigir el agua a través de leves pendientes.



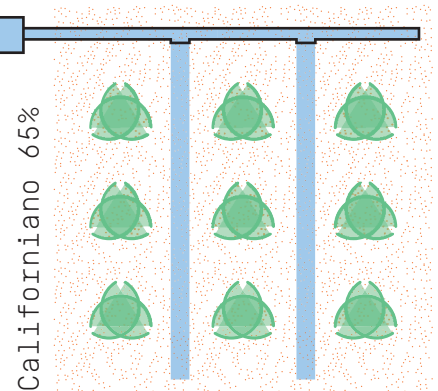
Aspersión 75%

Este sistema utiliza presión, entregada a aspersores [fijos o móviles] que riegan.



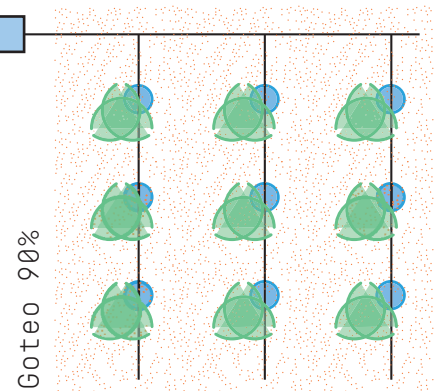
Inundación 30%

Para este sistema se genera una pequeña pared de tierra rodeando el cultivo para generar piscinas de riego.



Californiano 65%

Sistema similar al de surcos, pero se evita la pérdida de agua en el transporte utilizando tuberías.



Goteo 90%

*Por eficiencia se entiende la relación de agua requerida para entregar la misma cantidad de agua al cultivo.

[Figura 9] Sistemas y eficiencia de riego

_Fuente INIA, 2010
_Ilustración Elaboración propia

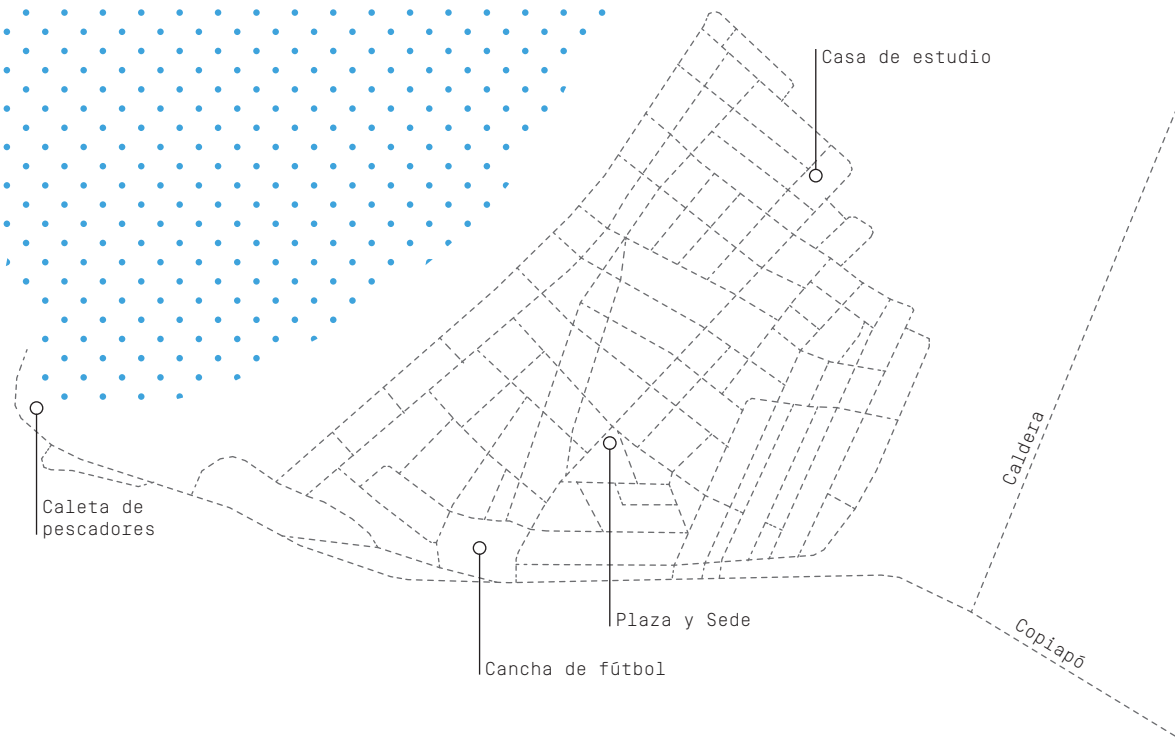
■ A través del contacto con ANAMURI, se pudo buscar una localidad que cumpliera con estar en la costa del Norte Grande, y que ANAMURI tuviera presencia. Particularmente se escogió un lugar que presenta una alta necesidad de agua.

Puerto viejo es una localidad de la comuna de Caldera. Se ubica en una bahía que se compone más de dos mil casas, de las cuales aproximadamente cien de estas pertenecen a la población habitante [principalmente pescadores], y las otras son parte de una "toma" [ocupación ilegal de un terreno].

Estas casas son ocupadas comúnmente en vacaciones y fines de semana, como vivienda de descanso para la gente de Copiapó en su mayoría. Vivienda que se considera un derecho, ya que siendo los que habitan la región, no tienen los recursos para aprovechar las playas que son parte de esta.

Las casas pertenecen a gente de escasos recursos principalmente, que fueron adueñándose del lugar, luego de ir siendo "expulsados" de otras playas de la zona como Bahía Inglesa, Playa Brava, Playa las Machas, Playa Rocas Negras y Bahía





Cisne. Ahí se acomodaban en carpas, sin embargo no duraban mucho tiempo, ya que iban siendo desalojados. Por último llegaron a Puerto Viejo, un lugar de viento molesto y poco atractivo para el turismo, lo que les permitió asentarse y formar una comunidad.

Este lugar presenta ciertos rasgos que dejan en evidencia la formación emergente, que si bien en un principio no existía ningún tipo de orden, con el tiempo la gente se fue organizando, trazando calles e incluso nombrándolas.

Las viviendas son principalmente auto construidas y son el resultado de años de ir creciendo pieza a pieza.

Luego de años de trabajo con las autoridades, y por ejemplo, la creación de una directiva para organizar a la comunidad, se logró estabilizar la situación y las autoridades se comprometieron a no desalojarlos, pero para que esto ocurra deben cumplir ciertos parámetros: principalmente regular los servicios sanitarios, para no ser clausurados. Es por esto que toda la comunidad tiene como tarea a corto plazo regular esta situación [instalación de fosas sépticas y tuberías para la circulación de agua] y así mejorar la calidad de vida y disminuir los riesgos de sanidad.

[Figura 10]
Mapa de Puerto Viejo

_Ilustración
Elaboración propia

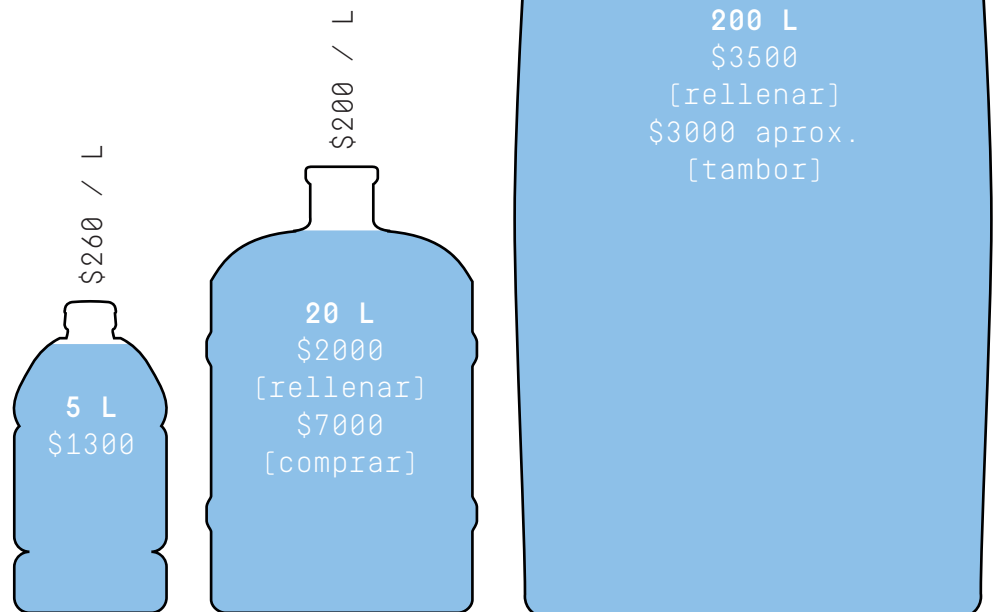
Acceso al agua

En Puerto Viejo el agua debe ser transportada desde otros lugares, ya que no es parte de la red de agua potable.

Para acceder al agua, existen diferentes tipos de suministro y almacenamiento.

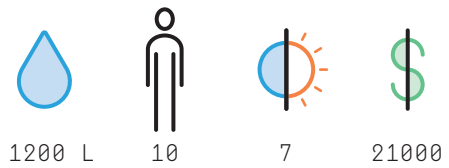
El principal medio para abastecerse de agua es la compra a camiones aljibe, la cual es transportada desde Copiapó. Esta agua es almacenada en estanques, ya sea uno grande ubicado en altura [en casas donde se tienen conexiones por cañerías], o en tambores de 200 litros principalmente.

En algunas casas prefieren no consumir esta agua, dado que se considera de mala calidad y sabor. Para suplir esta necesidad se compran bidones de agua embotellada, ya sea en el comercio local [bidones de 5-6 litros], o también llevando desde las ciudades de origen bidones de 20 litros, en el caso de la población no residencial [la mayoría].



Uso del agua

Como en todo contexto de escasez, los recursos deben ser dosificados. Para ejemplificar esto se tomará el caso de la casa de María Vargas, quién en una comunicación personal cuenta cómo y cuánta agua se usa en su casa. Según ella afirma, con 1200 L [seis tambores], alcanza para una semana, con la casa ocupada [10 personas].



17 L a \$2100 diarios p/persona

**No se considera agua de consumo.*



■ En el caso de María, el agua es almacenada en tambores de 200 litros, que están repartidos en la casa [cocina y cerca del baño] para facilitar el abastecimiento de los baños y el uso en la cocina, dado que no cuenta con un sistema de cañerías para esto. Dentro de la casa se pueden encontrar variados recipientes y bidones para el traslado [arriba].

Baño

En el baño hay un especial cuidado y dosificación del agua que se utiliza. Al ir al baño, se debe rellenar el estanque con un bidón, y en caso de solo orinar la cadena no se tira,

por lo menos hasta que haya sido utilizado unas cuatro veces.

En el caso del aseo personal también se tiene un orden, por persona se pueden ocupar 5 litros diarios en "ducha" y ojala reutilizar esa agua para rellenar el estanque del WC.

Cocina

Para ahorrar agua, se lava una sola vez al día, se deja la loza en una batea con agua y detergente para después limpiar y enjuagar. En el lavaplatos se tiene la única conexión de cañería [abajo izquierda], la que dirige el agua para regar algunas suculentas que se tienen [abajo derecha].

En las imágenes de abajo se puede ver una bomba manual fabricada con tubos de PVC, la que surgió frente a la necesidad de sacar el agua de un tambor donde no se podía usar un jarro.



También se pudo observar algunas técnicas que se utilizan para optimizar los recursos. En la casa de María se tiene un horno solar, construido por ellos mismos, el cual se utiliza a veces para cocinar [se hierve el agua previamente, y así ocupar poco gas], pero para lo que más se ocupa es para calentar agua para ducharse [cabén seis bidones de 5 litros].

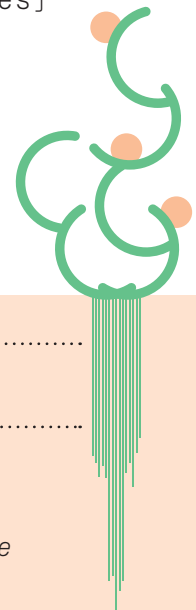


Otro proceso que se hace para optimizar lo que se tiene es la separación de los desechos orgánicos de la basura. Lo que se hace es hacer un hoyo, dentro del cual se pone una capa de yoghurt natural para ayudar en la descomposición, y sobre esta se ponen los desechos orgánicos y se cubre con tierra, y cuando se tiene una buena cantidad se ponen en el hoyo y se cubre con tierra. Luego de un tiempo se revuelve con pala y se utiliza la tierra para nutrir las plantas. Es un proceso lento, pero permite preparar la tierra para plantar.



Características del tomate

- Temperatura óptima: 18-25°C
- Ciclo: 3-4 meses
- Humedad: 60-80%
- Densidad: 3,8 plantas/m²
- Riego: 1,5 litros/m²
- Absorción: 25-50 cm abajo [80% de las raíces]



**Al ser el suelo más arenoso, permite que el agua descienda hasta la zona óptima.*

[Figura 11]
Cultivo de
tomate

_Fuente
Escalona,
Alvarado,
Monardes,
Urbina y
Martín, 2009

_Ilustración
Elaboración
propia

Al no vivir en Puerto Viejo, a María se le hace imposible cultivar, pero ella cree que hay que "darle a la tierra para que nos dé" [María Vargas, comunicación personal, Junio 2016], y así ha sido. Para los veranos, se van a vivir por más de dos meses, y con el agua del lavaplatos de todos los días, crece una mata de tomate entre las suculentas que tiene. Lamentablemente la madurez de los tomates llega en los últimos días, por la duración del ciclo de la planta de tomate.

■ Otra realidad es la que tiene Luis, quien vive en Puerto Viejo, y es el que trae en camión aljibe el agua que compran los pobladores. En su caso el agua no es algo que falte: tiene arboles de olivo en un sistema de terrazas [el que riega con grandes mangueras] y ganadería, lo que demuestra de cierta manera que si es posible cultivar, desarrollarse agropecuariamente y tener real soberanía alimentaria, cuando se tiene acceso al recurso hídrico en esta zona del país.

La casa de Luis se encuentra en la parte alta de Puerto Viejo, lo que incluye una quebrada: esto permite tener un sistema de terrazas para el cultivo y optimizar el riego. En la parte alta se encuentran los corrales de los animales.

Se tiene una serie de estanques de almacenamiento, de los cuales salen mangueras que se utilizan para regar los olivos.



■ A pesar de la escasez de agua en la zona, igual existe una perseverancia en mantener "el verde" en el lugar, por lo que la gente ha plantado [principalmente cactus y suculentas por su resistencia] y aplica diferentes técnicas para regar cuando no están.



Para aprovechar el agua proveniente de la "camanchaca" del invierno [neblina] y el rocío de la mañana, se instalan mallas y rejillas al rededor de las plantas, para atrapar esta agua y precipitar las gotas de agua que se van formando hacia la planta.

También se utilizan botellas para dejar agua, a estas se les hace una pequeña perforación en la tapa, y se dejan boca abajo. La idea es que por la presión de la gravedad, ayudada por la presión generada por el aire que se calienta con el sol [se expande], hacen salir gotas de agua hacia las plantas.



Otra técnica, que llama la atención, es la utilización de planchas metálicas sobrantes de la construcción. Al ser el metal un material que se enfría fácilmente, se utiliza como condensador de la neblina y rocío. Estas planchas se instalan vertical o diagonalmente, apuntando a la raíz de la planta, en donde es enterrada y así asegurar que el agua obtenida llegue a las raíces de la planta.

Parecido al caso anterior, en donde se aprovecha el metal como elemento condensador, existen instalaciones de latas de bebida con perforaciones o pequeños latones sobre un palo, parecido a un techo [justo sobre la planta]. Con esto se busca decantar gotas de agua a las plantas.

Si bien ya se han mostrado antecedentes en esta t esis, es necesario agregar sistemas que ocupan solo la energía del sol, los que pueden ser útiles para el proyecto, por lo menos como punto de partida.

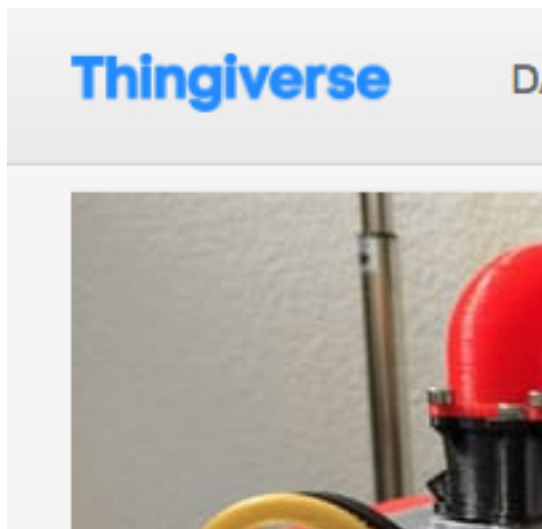
A la derecha vemos el sistema de bombeo planteado por Washington Luiz de Barros.

Este sistema se basa en principios b asicos de termodinámica. Es un sistema cerrado herméticamente, que utiliza la presión del aire por aumento de su temperatura [radiación solar] para bombear agua a través de "tuberías que transportan aire o agua, alterando la presión de las otras botellas [cámaras de presión]. Luiz lo plantea como una alternativa para dosificar el riego.



A la izquierda podemos ver una técnica de dosificación del riego a través de destilación solar. Se busca aumentar la eficiencia del agua utilizada en riego.

En el ultimo tiempo han pasado cosas interesantes en cuanto a la llamada "democratización" del diseño, lo cual pareciera tener relación con el fenomeno internet. Se a transformado en un capital de conocimiento abierto. Se han formado comunidades de colaboación y de difusión de conocimientos particulares. Reflejo de esto son Thingiverse y Make Magazine.



Thingiverse es una comunidad en donde la gente comparte material diseñado con otras personas, para que así otros puedan aprovechar lo que en principio se diseño para el propio uso. Todo esto en el marco del "boom" de la impresión 3D no industrial. Tecnología que ha revolucionado, y siue en constante crecimiento, empoderando a las personas a través de una alternativa diferente de "consumo".

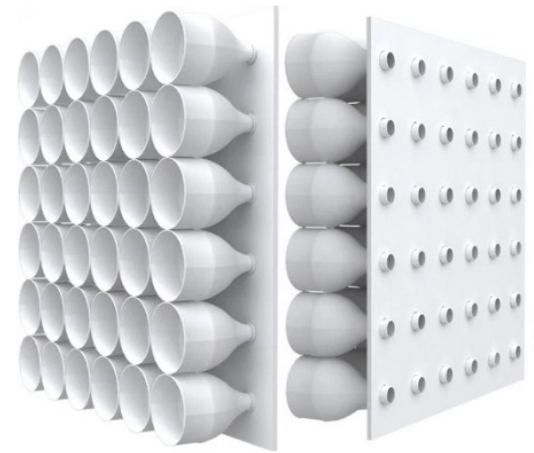
Make Magazine se ha dedicado a difundir y explorar en el mundo DIY ["do it yourself"], enfocado en la tecnología muchas veces, pero a fin de cuentas transmitiendo los conocimientos a otras personas, para que ellas puedan experimentar.



El origami aparece aca como un ejemplo de estructuración de elementos laminares, aumentando así su resistencia en diferentes sentidos.



Diferentes
 accesorios
 diseñados por
 Coca Cola
 para dar
 nuevos usos a
 las botellas.



Los proyectos que aparecen arriba, son proyectos que llaman la atención por lo simples que son. A través de la reutilización de ciertos elementos o de pequeños gestos, se produce una resignificación de las cosas con las que interactuamos día a día. Son proyectos también que no tienen grandes aspiraciones monetarias, ya que son sistemas muy replicables, pero que a fin de cuentas para eso fueron diseñados, para que el que lo necesite, lo pueda ocupar.

Water well [arriba-izq] es un proyecto que busca mejorar el transporte de agua en Africa, los cuales son bastante largos, para esto se resignifico el bidón de agua como una rueda, permitiendo el transporte del agua con una baja considerable de esfuerzo.

Eco Cooler [arriba] es un sistema, hecho con botellas, de enfriamiento de aire que utiliza el aumento de presión al reducirse el canal por donde pasa el aire.

Litre of water es un proyecto que utiliza una botella con agua como tragaluz en lugares sin acceso a luz.



Riego por destilación

Se utilizó un bidón de 5L de agua [al que se le cortó la base] y la base de una botella de 3L [la que se pintó negra para aumentar la recepción de radiación solar].

Sobre un cajón de tierra se colocó la base negra como recipiente de agua. El bidón se utilizó como membrana de condensación del agua evaporada, para esto se puso sobre el recipiente y se enterró en la tierra para evitar filtraciones y dirigir las precipitaciones.

Se obtuvo un buen resultado, en donde a lo largo de 4 días [con un promedio de 14°C] se pudo destilar 80 cc aprox.

Considerando que el área de destilación es de más o menos 15 cm², lo que equivale a [1/44,4] m², por lo que bajo este sistema, cubriendo 1 m² se podrían obtener 3,5 litros en 4 días [875 cc diarios].



Un detalle a considerar son las nervaduras de la botella, que al estar dispuestas paralelamente al suelo, hacen de freno en la decantación. Si bien el aumenta el área de condensación del vapor, en este caso juega en contra a la hora de precipitar [foto de más arriba].

Goteo por evaporación

Se quiso probar si es que sería posible dirigir el vapor generado dentro de un bidón de 5L para decantar a través de una manguera de riego.

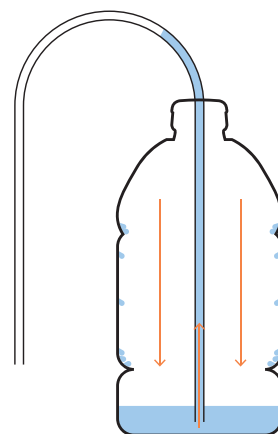
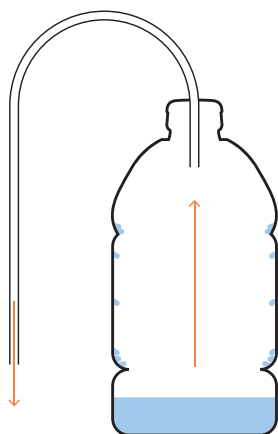
Para esto se hizo una perforación en la tapa del bidón, por donde se paso una manguera y se selló con silicona para evitar fugas.

La parte baja del bidón se pinto negro, para absorber más calor en la zona donde se encontraría el agua.

Los resultados no fueron para nada buenos, si bien se evaporo agua dentro del bidón y se condenso en las paredes, nunca salió, ya que la presión del calor "respiraba" por la manguera.

Para probar, se pinto todo el bidón negro, lo que no cambió el resultado.

Cuando sí se pudo ver un cambio, fue cuando se metió más la manguera en el bidón, quedando sumergida en el agua. Así, cuando aumento la temperatura en el interior de la botella, aumento la presión, y al no tener por donde salir como antes, y ser a través de la manguera la única alternativa de liberar presión, el aire empujó el agua, y ésta subió por la manguera hasta afuera. Pero el agua que salió, no era la que se había evaporado, por lo que en un sistema de destilación solar no cumpliría el objetivo de entregar agua desalada.





Bomba de agua solar

Dado que el sistema a diseñar debe tener cierta autonomía en el abastecimiento, para poder mantener una baja cantidad de agua en el destilador y acelerar la evaporación, pero sin tener que abastecer diariamente, se hace necesario incorporar un sistema de bombeo hacia el destilador. Para esto se pensó en utilizar la misma energía del sol, así la velocidad de evaporación estará en directa relación con la velocidad de abastecimiento, disminuyendo la posibilidad de rebalse de agua marina a los cultivos por exceso de agua en la bandeja de destilación.

Se hicieron pruebas con botellas plásticas y mangueras de riego por goteo. Para simular la presión ejercida por el aire al calentarse y expandirse dentro de una botella se utilizó una jeringa para acelerar el proceso.

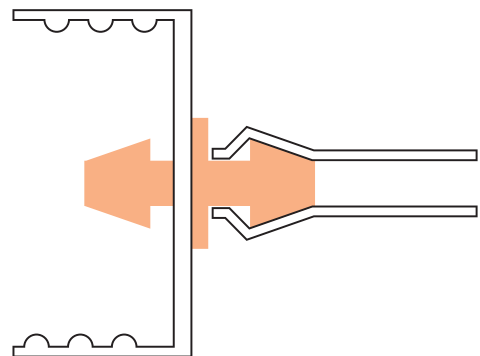
Lo primero fue replicar lo ocurrido con el bidón de 5L, por lo que se perforó la tapa de una botella por donde se introdujo la jeringa. Se hizo otra perforación a la botella,

por donde se introdujo la manguera que queda sumergida en el agua. Ambas conexiones fueron selladas con silicona para evitar fugas de presión.

Se quería probar que tanto podría subir el agua por la manguera al aumentar la presión, lo que no tuvo problema en superar, sobrepasando el nivel de agua del interior de la botella.

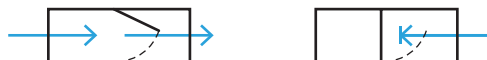
Con esto ya probado se busco completar el sistema de bombeo, que además de poder bombear agua por la manguera, debe auto rellenarse para poder seguir funcionando. Se probó el sistema expuesto en los referentes para poder así certificar y entender el funcionamiento de este.

Para esto se llevaron todas las conexiones que deben ser herméticas a las tapas de las botellas, para así tener una superficie de pegado más sólida y evitar filtraciones. Para facilitar el trabajo y pegado de las mangueras se ocuparon uniones disponibles en el mercado para estas mangueras, lo que facilito y mejoró también el sellado de las uniones.

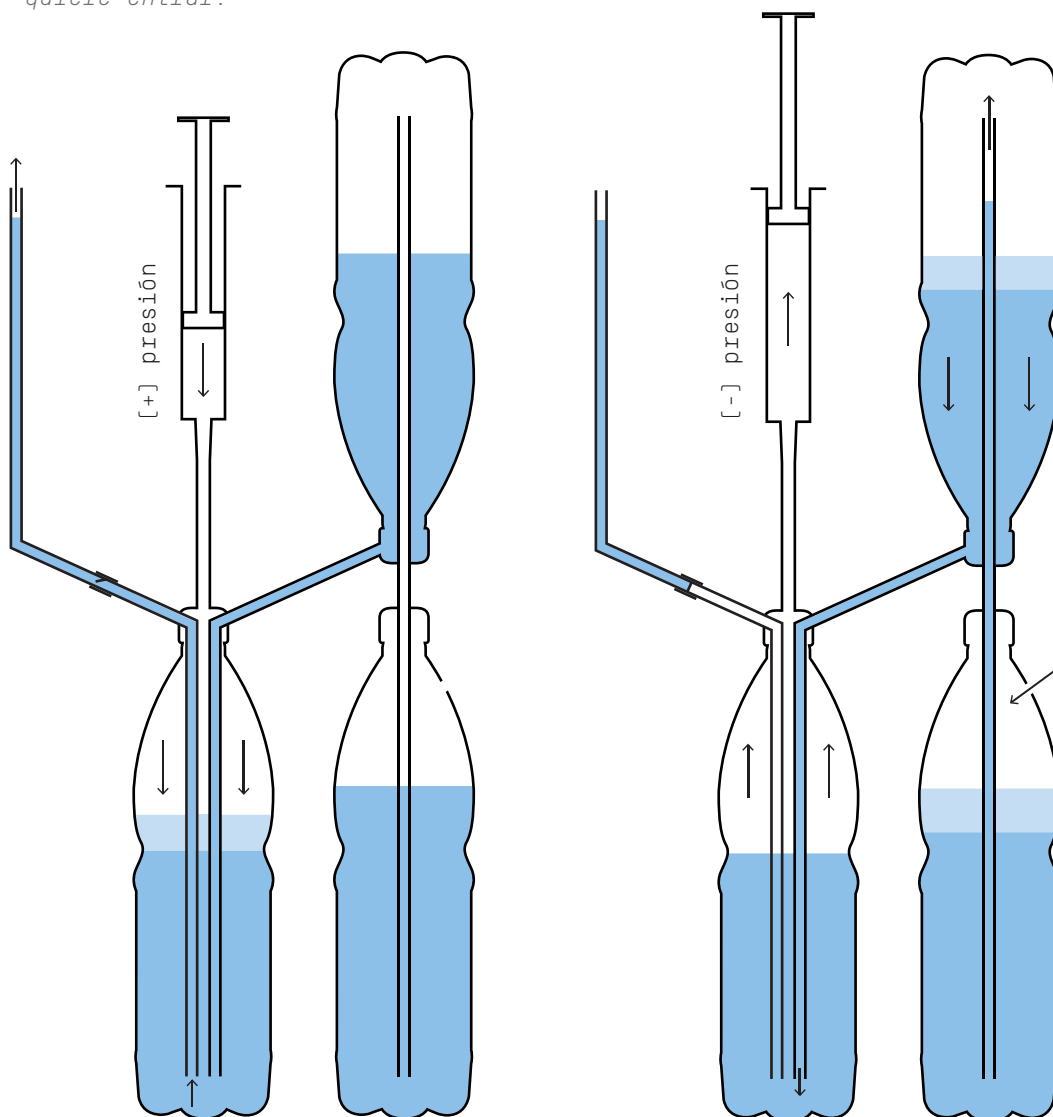


Se obtuvieron los resultados esperados, en donde al agregar presión, el sistema bombea agua por la manguera, y al quitarle presión, el sistema se abastece desde otra botella, siempre utilizando la presión como motor del sistema. Es a fin de cuenta un sistema cerrado con cámaras de aire que empujan o succionan agua a través de las mangueras.

Se incorporó una válvula de un sentido, que permite que el agua bombeada no se devuelva.

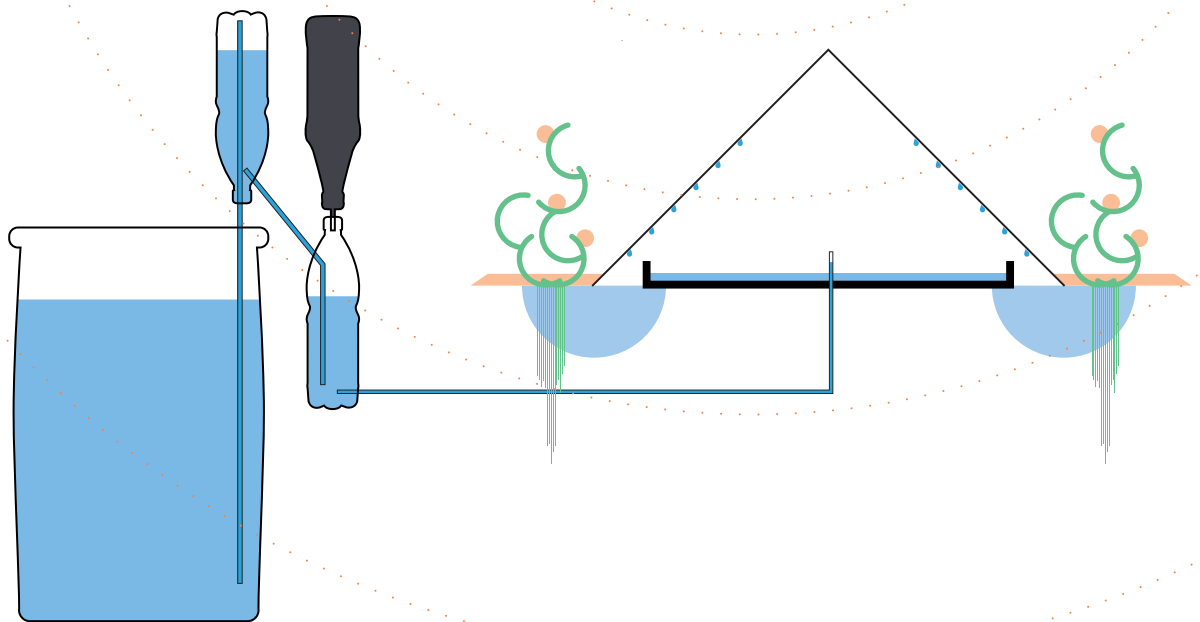


**Se abre una puerta para que salga el agua, pero se cierra cuando quiere entrar.*



[Figura 12]
Sistema de
bomba por
presión

_Ilustración
Elaboración
propia



Sistema semi-abastecido de riego por goteo solar

Se generó una conceptualización de lo que sería el proyecto para así entender y llevar de buena manera el control de las variables que el mismo proyecto exige.

Se requiere entonces la generación de un sistema de abastecimiento de larga duración, que mantenga abastecida la bandeja de destilación. Para esto se utilizará energía solar en la generación de presión.

El sistema principal es el destilador, en donde se utilizará la decantación como medio directo de riego, por lo que se deben dirigir las aguas hacia las raíces del cultivo.

Dadas las condiciones de escasez que existen hoy en día en Puerto Viejo y los bajos recursos que se tienen para invertir, el proyecto se enfocará en el desarrollo de un sistema fácil de implementar en el corto plazo ["Do it yourself"]. Siendo así una posibilidad real para los pobladores. A esta versión la llamaremos "inmediata".

También se desarrollará una versión semi-industrial, que pretende optimizar el sistema en cuanto a su funcionamiento y fabricación.

[Figura 13]
Conceptualización del proyecto

Ilustración
Elaboración propia

Abastecimiento del sistema

El sistema debe ser abastecido de agua de mar para funcionar, el tiempo de autonomía dependerá del tamaño del estanque, por lo que debe haber libertad para decidir cuál será.

Hermeticidad en bomba

La bomba de abastecimiento debe ser hermética para asegurar su funcionamiento. Sólo hay una entrada de aire [en el estanque] y una salida [goteo al destilador].

Cultivo

Se debe decidir lo que se cultivará para determinar cantidad de plantas por metro cuadrado.

Se optó por el tomate como caso de estudio, ya que tenemos evidencia de que es posible su crecimiento en el lugar del proyecto.

Cantidad de agua producida

El nivel de producción debe suplir la necesidad de agua de los cultivos. La que determinará la planta a cultivar.

Escalabilidad

El proyecto debe tener la posibilidad de adaptarse a la necesidad de cultivo que se tenga [modularidad].

Doble función

Se pretende que el sistema pueda ser útil también para precipitar la neblina y rocío en períodos más fríos.

Acceso

Debe ser accesible para quién lo vaya a ocupar, ya sea por el uso, como también por los costos que éste tenga.

Respeto por el ecosistema

Se pretende que el sistema no sea un agente de cambio negativo en el entorno en donde se sitúe.

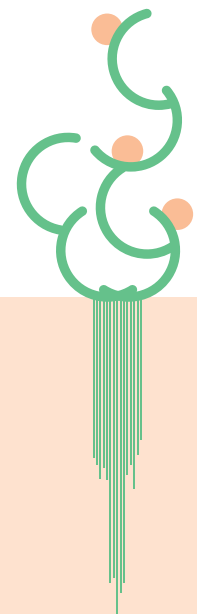
**La planta diseñada por Charles Wilson en 1874, ubicada en el desierto de Atacama, llegó a producir 5,625L diarios por m2.*

Info. relevante del cultivo de tomate

- 3,8 plantas de tomate por m2
- 1,5 L diarios de riego por m2
- Plantar en Septiembre-Octubre

Info. relevante de la destilación solar

En los meses de cultivo del tomate Septiembre-Febrero hay una radiación promedio de 247,3 W/m2/hr en Caldera, lo que equivale a la energía para evaporar más de 4 litros por día. Considerando que a la destilación solar se le atribuye un 50% de eficiencia, teniendo un destilador de 1 m2, se podría abastecer 1 m2 de plantas de tomate.



8.7 VERSIÓN INMEDIATA

Conexión a destilador solar



Manguera de conexión al estanque de distribución

Armado de las conexiones herméticas



Se utilizaron accesorios de riego por goteo para conectar las mangueras a las tapas de las botellas. Lugar más rígido de la botella, por lo que el pegado resultó mejor que en otras partes. Se concentraron las conexiones en estas, permitiendo así trabajar con facilidad y entregando la opción de cambiar las botellas en el futuro sin afectar el sistema.

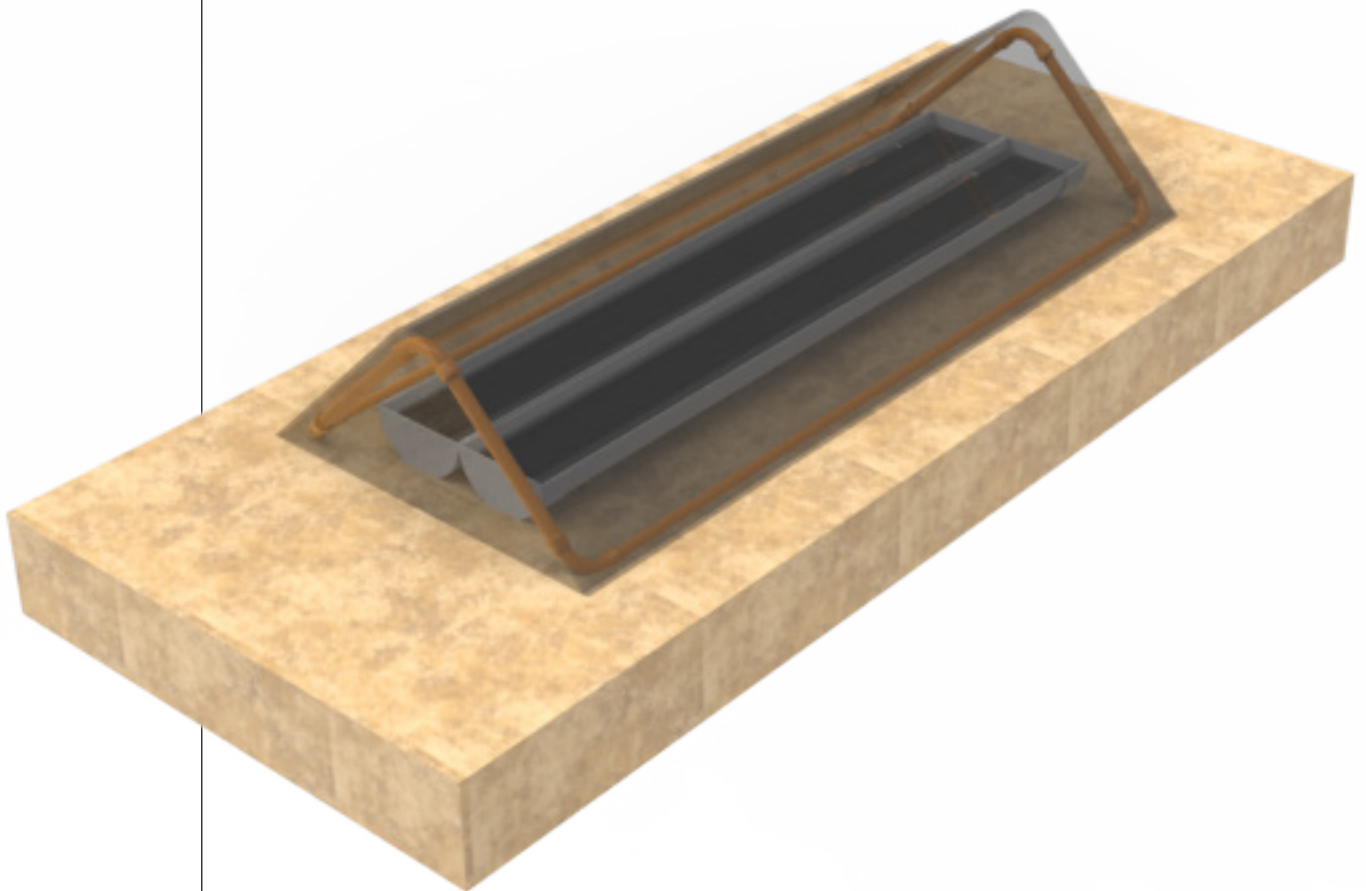
Para el destilador se pensó un armazón que se puede construir con un tubo de 3 metros

y 6 uniones de 90°. La idea es dirigir la pendiente hasta las raíces para optimizar el riego de las plantas.

En períodos más fríos la pendiente servirá para captar el rocío hacia las plantas.

El armazón es forrado con manga plástica y sellado con cinta de embalaje [ojalá transparente].

Como cama de destilación se utilizó un tubo de 110 mm cortado a lo largo y con tapas en sus extremos.

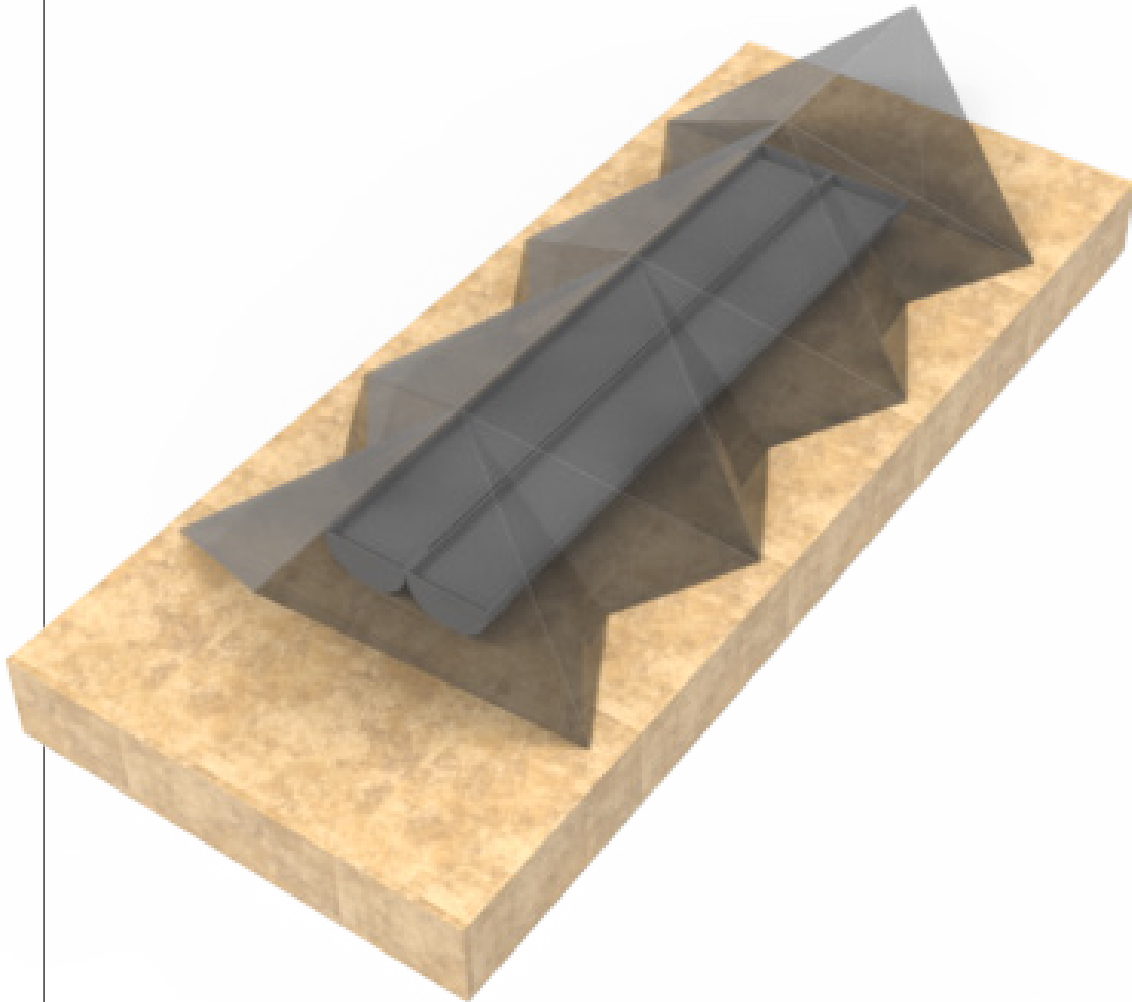


En una versión mejorada del sistema, se pensó la creación de una membrana termoformada, evitando así la necesidad de estructuras. La forma se inspira en pliegues de origami, estructurando la lámina y aprovechando de aumentar el área de condensación. Los pliegues dirigen la caída del agua hacía ciertas zonas dónde se debe plantar.

Las nervaduras generadas son perpendiculares al suelo, para así no frenar la decantación, más bien se aprovecho el uso de este relieve, combinando pendientes de caída, para localizar el riego.

Se penso el sistema de destilación desde la modularidad, permitiendo así adaptarse a diferentes necesidades.

Lamentablemente para este sistema se requiere un proceso de fabricación que no pueden realizar todas las personas. Aun que de todas maneras se pensó en un sistema no tan lejano como la inyección de plástico, soplado, etc.



Tener la posibilidad de poder trabajar en contextos de real escasez confirma mi vocación de trabajar por quienes más lo necesitan. Si bien este proyecto aborda una arista de la escasez de agua en la zona norte de nuestro país, existen muchísimos otros problemas en torno al recurso hídrico por los que debemos trabajar en conjunto con quienes viven esta realidad.

Si bien el proyecto no tuvo un camino muy claro, en dónde se pasó por variadas opciones de trabajo. Fue un proceso enriquecedor en cuanto al resultado. Tener que pensar siempre desde la escasez y adaptarse a los cambios es algo de lo que se pudo aprender.

Se logró el objetivo planteado, generando un sistema efectivo, que permite mantener el riego en períodos de ausencia prolongada. Siendo un sistema autónomo energéticamente y que entrega una alternativa que no se tenía previamente. Si bien podríamos decir que no es tanta el agua que se puede obtener, sí permite poder cultivar en una realidad en dónde antes no era posible, más que nada por no tener agua disponible para eso ni los recursos para comprar más de lo justo.

Tener que adecuarse al contexto de trabajo y buscar el potencial que se tenía fue algo desafiante y necesario a la vez.

- Felber, C. [2014]. La economía del bien común. [S. Yusta, Trad.] Buenos Aires, Munro, Argentina: Master Graf.
- Maturana, H. [1988]. Emociones y lenguaje en educación y política. Santiago, Chile: Dolmen Ensayo.
- Centro de investigación social Techo Chile. [2015]. Resumen ejecutivo encuesta nacional de campamentos. Techo Chile. Santiago: Sin editorial.
- Alfaro, W. [5 de Junio de 2014]. Sequía en Chile: los grandes efectos de la desertización en la flora y fauna. [R. Bevilacqua, Entrevistador]
- Mundaca, R. [17 de Febrero de 2012]. La privatización de las aguas en Chile viola los derechos humanos. Ciper Chile , pág. s/n.
- Altieri, M. [1999]. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. [2003]. Agua para todos agua para la vida. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>
- The United Nations Environment Programme [UNEP]. [2002]. Global Environment Outlook 3. Disponible en <http://www.unep.org/geo/geo3.asp>
- Andrade, P., Donoso, C., Frene, C., Molina, P., Nuñez-Ávila, M., Ojeda, G.,...Sanzana, C. [2014]. Agua en Chile: diagnósticos territoriales y propuestas para enfrentar la crisis hídrica. Chile: Agua que has de beber.
- Unesco. [2012]. Agua para todos Agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Francia: Ediciones Unesco.
- Ministerio de Obras Públicas. 2013. Chile cuida su Agua: Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. Chile: [s.n].
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. [2009]. Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. Recuperado en <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/9-Usodomestico.pdf>

Superintendencia de Servicios Sanitarios. [s/f]. Manual para el consumo responsable de agua potable. Disponible en http://www.siss.gob.cl/577/articles-9103_recurso_1.pdf

Hillel, D. [2000]. Salinity Management for Sustainable Irrigation. Disponible en https://books.google.cl/books?id=XZYG0e2WcdkC&pg=PA24&dq=what+is+-brackish+water&hl=en&sa=X&ei=4_8hVM_OIarwi-wK2u4GgAw#v=onepage&q=what%20is%20brackish%20water&f=false

Orellana, J. [2005]. Ingeniería Sanitaria. Características del agua potable. Argentina: [s.n].

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. [2010]. El derecho humano al agua y al saneamiento. Disponible en http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf

Mundaca, R. [2012]. La privatización de las aguas en Chile viola los derechos humanos. Recuperado de <http://ciperchile.cl/2012/02/17/la-privatizacion-de-las-aguas-en-chile-viola-los-derechos-humanos/>

TVN. [2011]. Crónica de 24 horas. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=VhDLkKss6Uw>

Garran Hassan research. [2009]. Preliminary site selection, chilean marine energy resources.

ODEPA. [s/f]. Cultivos anuales: Superficie, producción y rendimiento. Disponible en <http://www.odepa.cl/cultivos-anuales-superficie-produccion-y-rendimientos-4/> [Altieri, 1999]

