

Proyecto

RALL

<< Recolector de agua lluvia basado en la captación y almacenaje de agua en las turberas de Chiloé >>

Alumna: Constanza Mellado Bordoli
Profesor Guía: Patricio Pozo
Enero 2022; Santiago, Chile

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



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño



Enero 2021 ; Santiago Chile

Proyecto

>>**RALL**: Recolector de agua lluvia basado en la captación y almacenaje de agua en las turberas de Chiloé>>

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

Alumna: Constanza Mellado Bordoli

Profesor Guía: Patricio Pozo



DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Contenido

Introducción	02
---------------------------	----

Capítulo 1: Agua

Estado del Arte

1.1 Recurso Hídrico a nivel mundial	04-06
1.1.1 Fuentes alternativas de agua	07-08
1.1.2 Agua lluvia y su uso a lo largo de la historia	09-10
1.1.3 Sistemas de Captación de agua lluvia	11-12
1.2 Estado del agua potable en Chile	13-14
1.2.1 Déficit Hídrico en la región de la Araucanía	15- 16
1.2.2 Oportunidad de captación de agua lluvia.....	17-18

Capítulo 2: Biomímesis

Estado del Arte

2.1 Historia de la Biomímesis en el Diseño.....	20-22
2.2 Metodologías de la Biomímesis	23-24
2.3 Diseño emulativo de Janine Benyus	25-26
2.3.1 Espiral del diseño biomimético.....	27-30
2.3.2 Emulación Sostenible de Benyus.....	31-32
2.4 Biomímesis en Chile	33-34

Capítulo 3: Recolección hídrica en la naturaleza

Estado del Arte

3.1 Captación y almacenaje natural de agua	36-38
3.1.1 Organismos recolectores de agua lluvia en Chile.....	39-40
3.1.2 Las turberas de Chiloé.....	41-42
3.2 Diseño emulativo de organismos en la recolección de agua	43-46

Capítulo 4: RALL

Formulación del proyecto e Interacciones

4.1 Oportunidad	48-50
4.2 Propuesta de diseño.....	51-52

4.3 Contexto de uso	53-54
4.4 Usuarios.....	55-58

Capítulo 6: Aproximaciones de diseño RALL

6.1 Emulación del musgo Sphagnum Magellanicum	60-62
6.2 Diseño: de la función a la forma	63-64
6.3 Mecanismos funcionales de plegabilidad	65
6.3.1 Mecanismo articulado “tijeras”	66
6.3.2 Mecanismo del Origami	67-68
6.4 Evolución del diseño de RALL.....	69-74

Capítulo 7: Propuesta final RALL

7.1 Diseño final RALL	76-80
7.1.1 Materialidad final	81-82
7.1.2 Mecánica y Forma	83-84
7.1.3 Filtración mediante geotextil.....	85-86
7.1.4 Portabilidad	87-88
7.1.5 Proceso de construcción	89-90
7.1.6 Marca.....	91-92
7.2 Testeo RALL	93-96

Capítulo 8: Implementación RALL

8.1 Difusión y Proyección.....	98-100
--------------------------------	--------

Capítulo 9: Conclusiones

9.1 Análisis de diseño e interacciones.....	102-104
---	---------

Bibliografía	106-108
---------------------------	---------

Anexos	110-126
---------------------	---------

Introducción

Diseño emulativo de la naturaleza ante crisis naturales



[1] Imagen página 02:
Proyecto Warka Water.
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-351457/proyecto-warka-torres-de-bambu-que-recogen-agua-potable-desde-el-aire>

En la actualidad se puede observar significativamente como el diseño ha tenido un giro hacia una forma y función a favor de las necesidades del medio ambiente más que las del ser humano en sí. Esto se debe principalmente a la crisis climática que vive el mundo entero, sin diferenciar ni discriminar por países más o menos desarrollados socioeconómicamente.

Para la naturaleza no hay límites ni focos específicos, su actuar es impredecible, sin embargo, muchos de los fenómenos y crisis naturales que se viven hoy en día en diversos ecosistemas es por causa de falta de consideración, empatía y gestión del hombre en relación al medio ambiente y sus recursos.

Algunas de las crisis de la naturaleza más críticas que se evidencia en diferentes países del mundo es la

crisis hídrica. África ha sido uno de los continentes que ha llevado la delantera en relación a esta crisis.

Dado lo anterior, mucho de los proyectos ligados a la recaudación de fuentes alternativas de agua se han creado y generado para poblaciones sudafricanas. Uno de ellos es el proyecto “Warka Water”, diseñado por (nombre), (profesión) y (año de creación). Este consiste principalmente en la producción de agua potable mediante la captación de gotas del aire o neblina, inspirado tanto en su forma como función por un árbol llamado (nombre), nativo de la zona.

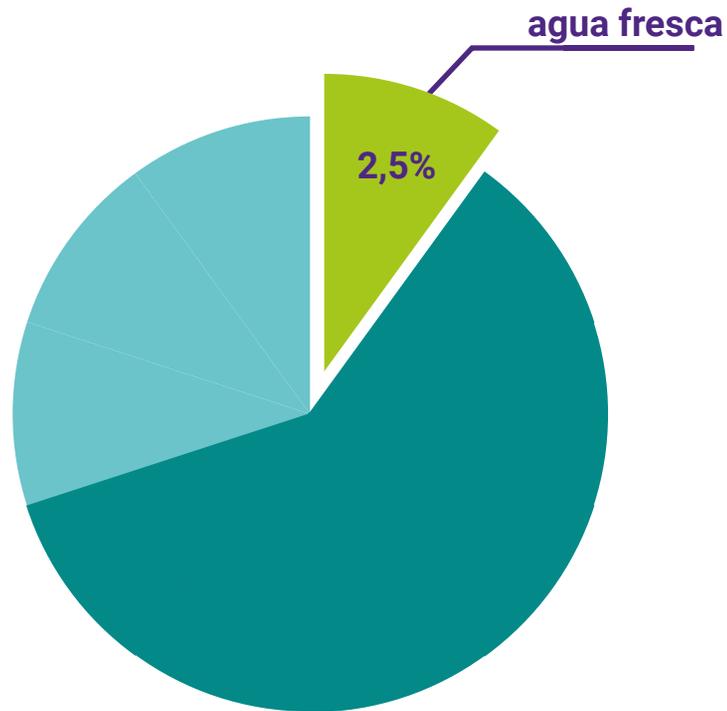
Se entiende de este modo, que muchas de las respuestas a las crisis naturales que vive el planeta, están siendo buscadas, tanto por científicos como diseñadores en la simplicidad de los organismos vivos.

Capítulo 1

Agua

Estado del arte

1.1 Recurso hídrico a nivel mundial



[1] Imágen página 04:
Elaboración propia.
Fuente: Escenarios Hídricos
2030, 2018.

«El agua, eje de la vida. El agua es su materia y matriz, madre y medio. ¡El agua es la sustancia más extraordinaria! Prácticamente todas sus propiedades son anómalas, lo que permitió a la vida utilizarla como material de construcción para su maquinaria. La vida es agua bailando al son de las macromoléculas.» Albert Szent-Györgyi, Premio Nobel de Medicina en 1937 (Van den berg, 2017).

El agua cubre el 70% de la superficie del planeta –pero sólo el 2,5% corresponde a agua fresca (ríos, lagos, acuíferos)– y únicamente el 0,62% es apta para el consumo humano, agrícola e industrial (Escenarios Hídricos 2030, 2018).

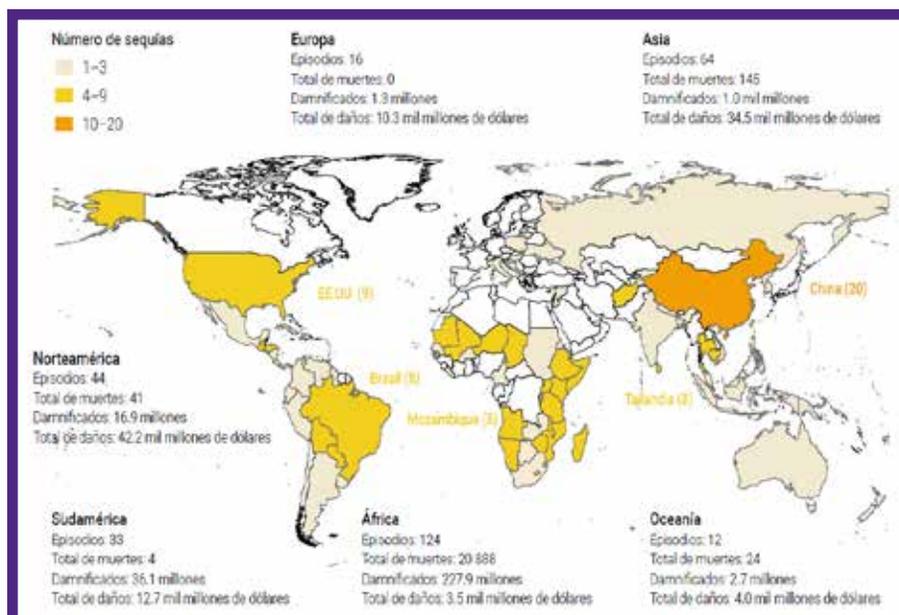
En paralelo a lo anterior, la población mundial sigue creciendo. Se espera

que para el 2050 la demanda del agua llegue a un 55%, el cual cubrirá las necesidades de los sectores más demandantes: industria (que aumentará en un 400%), producción eléctrica (+140%) y uso doméstico (+130 %) (Van den berg, 2017).

En relación a la industria, dentro de esta, el sector de alimentos aumentará su demanda en un 60%. Este aumento se justifica en que cada persona requiere solamente entre 2 y 5 litros diarios para beber, pero para producir los alimentos que necesita diariamente, se deben emplear entre 3.000 y 5.000 litros de agua. Por esto, la agricultura es el mayor consumidor de agua; a nivel mundial usa alrededor del 70% del recurso que se extrae de las diversas fuentes (Escenarios Hídricos 2030, 2018).



[2] Imagen página 05: Países donde las porciones de tierra dedicadas a los principales cultivos – trigo, soja, arroz y maíz – estarán bajo condiciones permanentes más secas por el cambio climático. Fuente: ONU-Agua, 2020.



[3] Imagen página 05: Distribución espacial de sequías, 2001-2018. Fuente: ONU-Agua, 2020.

Al año 2050 más del 40% de la población mundial vivirá en zonas con estrés hídrico severo (OCDE, 2012).

Se concluye entonces, que el agua dulce -para consumo del ser humano -es un bien muy escaso, y si bien está considerado como recurso hídrico renovable, este sufrirá un agotamiento dentro de la próxima década, teniendo como responsable principal, el cambio climático global

Se pronostica que por cada grado de aumento de la temperatura global, aproximadamente el 7% de la población mundial estará expuesta a una disminución de los recursos

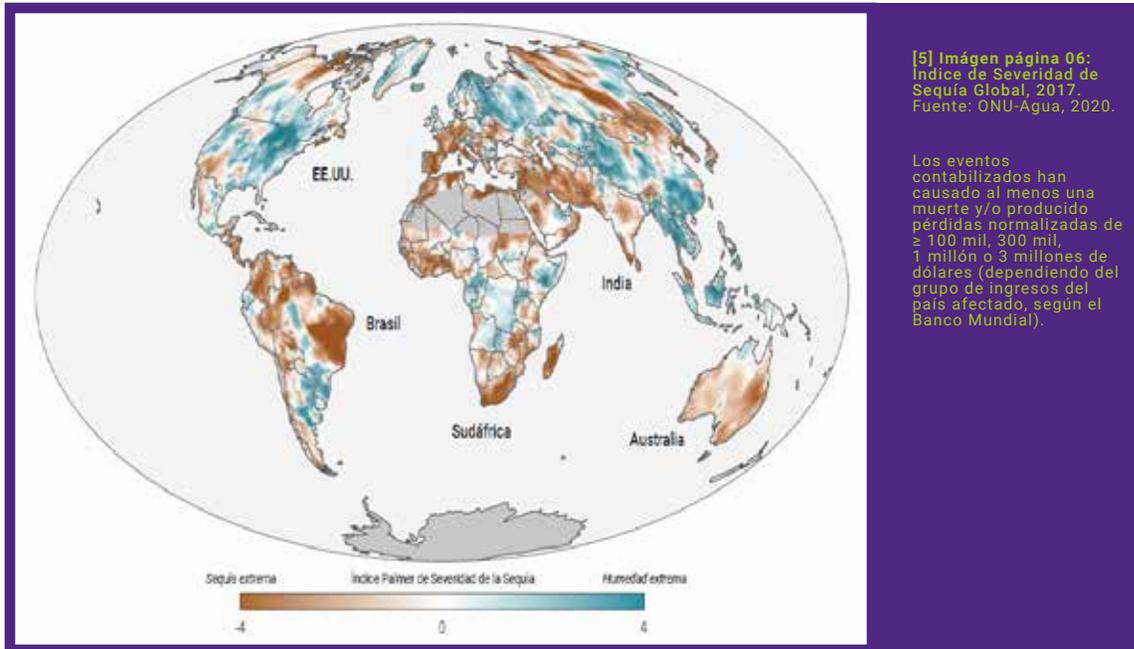
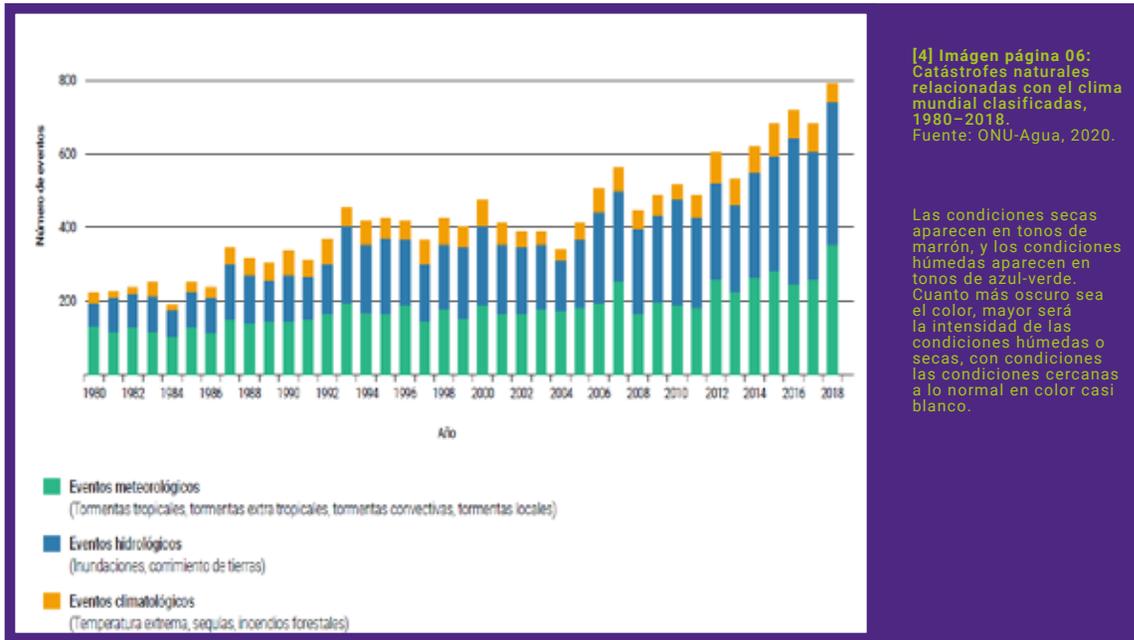
hídricos renovables de al menos el 20%. Esto posicionará a la mayor parte de la población mundial en riesgo de escasez hídrica.

La Organización Meteorológica Mundial (2014) es una de las instituciones que se ha pronunciado respecto la importancia de los desastres ocasionados por el clima, debido a las pérdidas de vida y el consecuente retroceso en el desarrollo económico. Entre estos desastres se encuentran: La

sequía, la temperatura extrema, las inundaciones y los ciclones tropicales son destacados por el aumento en frecuencia e intensidad.

Dentro de la escala de “desastres” ocasionados por el clima, las tormentas e inundaciones predominan con un 79%, causando un 55% de las muertes y un 86% de las pérdidas económicas.

La sequía representa el 35% de las muertes. En el 2015, se



alcanzaron registros récords de temperaturas, precipitaciones y sequías, continuando en 2016 con esa tendencia. La sequía es definida como un evento en que la demanda supera a la oferta de agua, generando un déficit que tiene asociado un daño. Esta se agudiza significativamente por el aumento demográfico, ya mencionado anteriormente, y una mala gestión del manejo del recurso hídrico por parte de las autoridades de cada país.

En cuanto a los ecosistemas relacionados con el agua, como lagos, ríos y humedales vegetados, se han visto altamente afectados por cambios en los flujos de agua a través de los sistemas fluviales y/o de las marejadas costeras, así como también por la construcción de presas y cultivos de bosques y humedales. En los últimos 100 años, se estima que el mundo ha perdido la mitad de sus humedales naturales y con esto un número significativo de especies de agua dulce.

Aunque representan solo un 0.01% del agua del mundo, estos proporcionan agua dulce natural, regulan los flujos y las condiciones extremas, purifican el agua y reabastecen los acuíferos (ONU-Agua, 2020)

1.1.1 Fuentes alternativas de agua

Asumir y enfrentar la nueva realidad en cuanto a la crisis hídrica es fundamental para la búsqueda de nuevas fuentes de agua o fuentes no convencionales, considerando estas como propuestas complementarias o suplementarias al recurso disponible.

Algunas de las soluciones que ya se han aplicado a nivel mundial y nacional son la desalinización de agua de mar, reutilización de aguas residuales (tratadas) y captación de agua lluvia y/o agua atmosférica (niebla).

Si bien el reuso de agua residual tratada de manera deficiente puede tener consecuencias en la salud debido a contaminantes microbianos, varios países, particularmente de regiones áridas y

semiáridas, utilizan aguas residuales tratadas para el riego. Por ejemplo, en la ciudad Windhoek, Namibia, hace ya 50 años se reutiliza el agua potable.

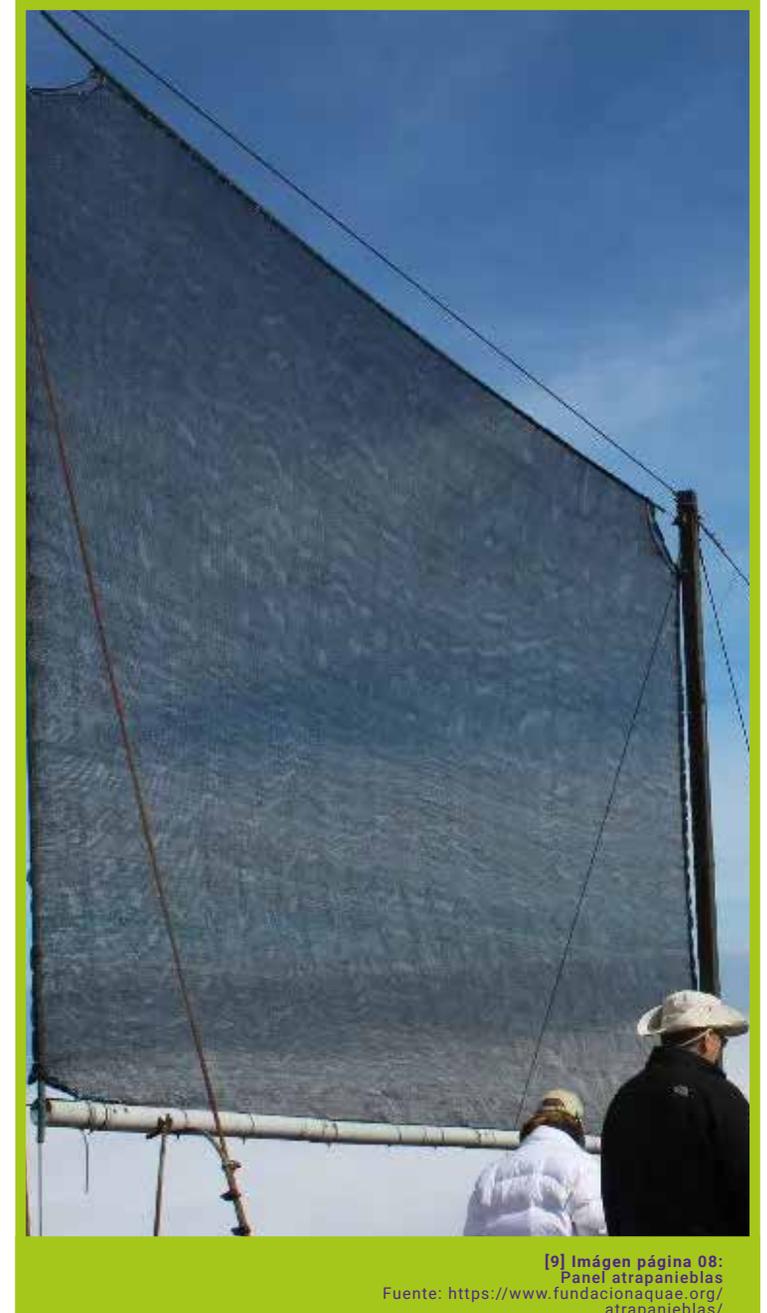
La desalinización del agua de mar es cada vez más utilizada pese al alto costo de producción por el elevado consumo energético. De todos modos se calcula que hay 16 mil plantas desalinizadoras operativas en todo el mundo, produciendo alrededor de 95 millones de m³/día de agua desalinizada; de las cuales alrededor del 50% se produce en la región de Oriente Medio y Norte de África (ONU-Agua, 2020)

Optando por una producción bastante más económica, se encuentra la captura de humedad o agua atmosférica, como la siembra

de nubes, o la recolección del agua de niebla. Esta se practica mayormente en áreas donde la niebla de advección es abundante, como por ejemplo, América del Sur, Oriente Medio y América del Norte.

En comparación a las otras fuentes no convencionales, el agua de niebla es de muy bajo costo y bajo mantenimiento.





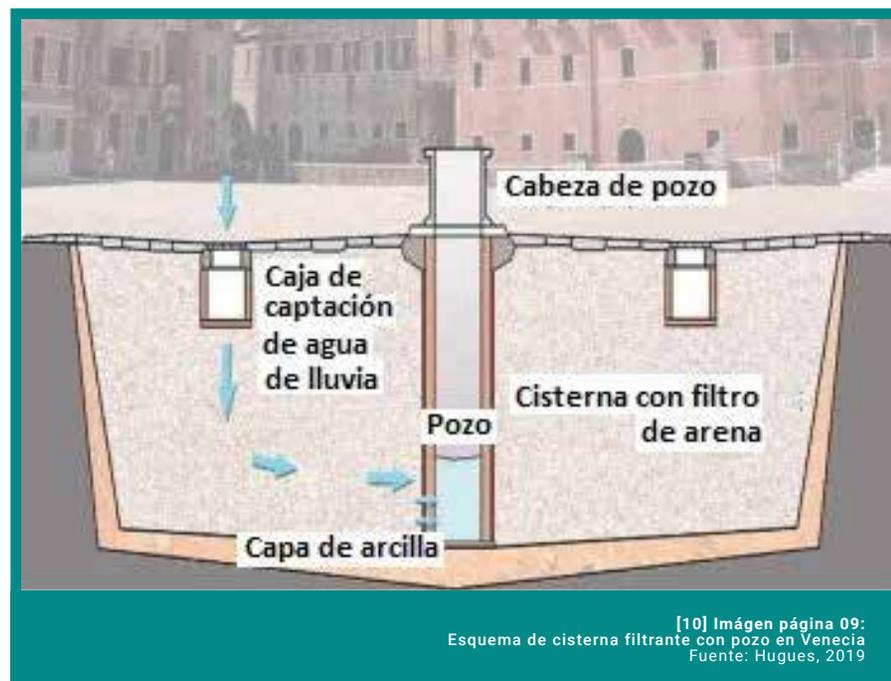
1.1.2 Agua lluvia y su uso a lo largo de la historia

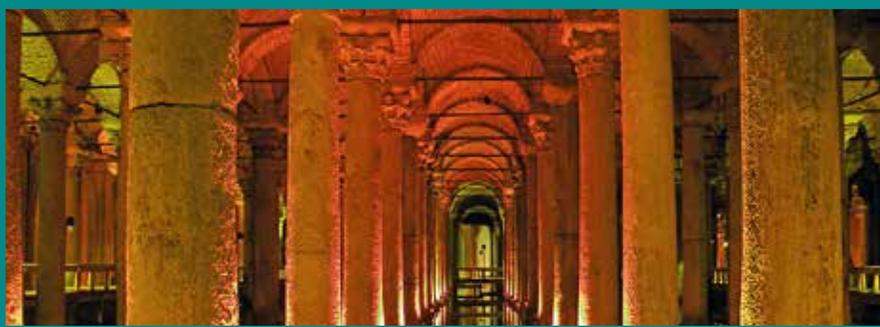
Junto con las anteriores fuentes alternativas de agua mencionadas, se encuentra la captación de agua lluvia, una solución que se ha practicado por diversas civilizaciones y culturas a lo largo de la historia, utilizando tecnologías ancestrales con el fin de aprovechar un recurso que está a la mano del ser humano.

Como ejemplo significativo, se puede mencionar Venecia, una ciudad que por siglos ha practicado la cosecha de agua lluvia. Durante la Edad Media se construyeron más de 6.700 cisternas subterráneas filtrantes. Este sistema recolectaba el agua lluvia desde los tejados de las casas, para luego conducirla por canales a las cisternas o

también llamados pozos, los cuales contenían en su interior arena para mantener el agua fresca y pura, además de contener en su borde una capa de arcilla que ayudaba a impedir la entrada de agua salada (Hugues, 2019).

En los siglos III y IV a. de C., en el Imperio Romano se implementaban sistemas de captación de agua lluvia al momento de construir las casas, como complementos de las cisternas, con fines domésticos. Las viviendas contaban con un atrio – espacio principal a cielo abierto – en el cual se instalaba un estanque central o “impluvium” para recolectar el agua lluvia que ingresaba por un orificio desde el techo o también denominado “compluvium”.





[12] Imagen página 10:
Cisterna Basílica de Constantinopla
Fuente: Hugues, 2019



[13] Imagen página 10:
Chultún
Fuente: <http://www.explore.mx/cisternas-mayas-para-recolectar-agua-chultunes/>



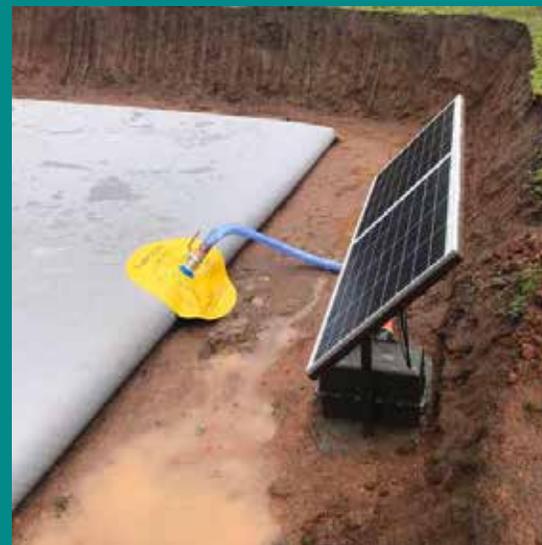
[14] Imagen página 10:
Aljibe Convento Santa Clara, Cuba.
Fuente: https://www.fotosdlahabana.com/el-convento-de-santa-clara-primero-habana/**

Este mismo sistema de recolección se ha encontrado en Turquía, alrededor de 150 cisternas de la época bizantina, destacando entre estas la cisterna de la Basílica de Constantinopla que podría recolectar y almacenar 80.000 metros cúbicos.

En la provincia de Gansu, China, se utilizaban pozos y jarras para la captación de agua lluvia, práctica que realizaban desde hace más de 2.000 años. Utilizando una técnica muy distinta, en Namibia y Botsuana, hasta el día de hoy captan agua lluvia en huevos de avestruz, los cuales entierran y guardan para disponer de agua urante los meses de sequía. Al otro extremo de China, en el Imperio Maya, durante el siglo X a. de C., se usaban

cisternas excavadas en el suelo llamadas "Chultunes", los cuales impermeabilizaban revistiéndolos con yeso. Durante la época colonial era muy común encontrar sistemas de captación de agua lluvia en haciendas, conventos y casas en ciudades de México y Brasil.

Por su parte, en Cuba, durante la misma época se empleaban aljibes o cisternas para cosechar el agua lluvia que caía desde los techos, específicamente a través de caños de ladrillos. Este sistema era exclusivo de conventos y castillos, debido al costo de las excavaciones sobre roca viva, por lo que los habitantes utilizaban tinajones (Hugues, 2019).



[15-16] Imágen página 11:
Hidroacumulador
Fuente: <https://scalls.cl/>

1.1.3 Sistemas de captación de agua lluvia

Antecedentes

Desde 1982, la Asociación Internacional de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (IRCSA) promueve el uso de estos sistemas mediante conferencias y tecnología. En la misma línea de promover los sistemas de cosecha de agua lluvia y su potencialidad como recurso hídrico, el año 2011 se editó, junto con 40 entidades internacionales la “Declaración Conjunta sobre el Aprovechamiento de Agua de Lluvia” (Hugues, 2019).

A estos sistemas se le conoce también a nivel mundial como SCALL, por sus iniciales, y a los

sistemas de captación de agua pluvial en techos se les denomina SCAPT, vinculado a sus iniciales también. En todos los países donde se utiliza el sistema de cosecha de agua lluvia, este se caracteriza por estar compuesto de varios elementos que tienen como función captar, conducir, filtrar y almacenar agua lluvia. Existen excepciones, donde el sistema debe tener una mayor tecnología –dispositivos de bombeo y distribución del agua – como por ejemplo en edificios, los cuales requieren de un sistema a mayor escala.

En general, como todo sistema de captación de recursos naturales, presenta sus ventajas y desventajas. Algunas de sus ventajas son: reduce el escurrimiento y erosión, su disponibilidad es independiente del sistema de agua concesionada o servicios públicos, reduce criaderos de mosquitos, en zonas sin smog o contaminación del aire el agua es pura, está libre de cloro y subproductos como pesticidas y químicos, entre otros, sin embargo, no se recomienda beber directamente, debe ser filtrada de todos modos. Dentro de las desventajas se encuentran:

el agua lluvia no es controlable durante periodos de sequía, puede llegar a contaminarse por animales, materias orgánicas y contaminantes atmosféricos, sistemas a gran escala, como cisternas, tiene un costo alto en su construcción e instalación, además si esta no se mantiene o protege puede atraer la presencia de mosquitos y contaminantes (Hugues, 2019).

Por otro lado, con relación a los sistemas de captación de agua lluvia existentes en Chile, específicamente a nivel doméstico, se caracterizan principalmente por requerir en la mayoría de los casos una instalación desde el estanque o contenedor de agua lluvia hacia el sistema de

abastecimiento de agua potable del hogar. Una de las escasas empresas que ofrece este servicio, tanto la instalación como producto –captador y almacenador de agua lluvia –es Cosecha Agua, quienes, dentro de su gama de productos, ofrecen el “Kit Premium estero”, el cual no tiene como primera y única finalidad el abastecimiento de agua para uso doméstico, sino para uso de regadío de invernaderos que poseen muchos de los habitantes de zonas rurales, quienes tienden a cultivar hortalizas y verduras como emprendimiento familiar. Este kit cuenta con un estanque de 5.000 litros, colador, filtro de hojas, filtro de malla y descartador de primeras aguas.

De este modo, la mayoría de los captadores de agua lluvia que funcionan dentro de zonas rurales, y en la región de la Araucanía, se caracterizan por ser SCALLs para uso agrícola y ganadero, por lo cual no responden del todo a las necesidad doméstica y cotidiana de un hogar, es decir, tanto su dimensión como estructura y estética se alejan del uso personalizado. Estos sistemas de captación de agua lluvia a gran escala han sido promovidos y subvencionados por el gobierno de Chile, el cual ha realizado manuales y guías para dar a conocer los diversos tipos, instalaciones y usos de SCALLs, tanto para el rubro agrícola como para un determinado

número de hogares que se dedican a oficios ganaderos y/ agrícolas. Uno de estos manuales es el “Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de agua lluvia en zonas rurales”, realizado por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2015), en el cual se da a conocer tanto las características hidrológicas del sitio a instalar el sistema hasta los tipos de captadores de agua lluvia existentes, algunos de ellos son: Geomembranas, Hidroacumulador de PVC, Estanque fabricado de hormigón, entre otros.



[17] Imágen página 12:
Estanque Herkules
Fuente: www.impluvia.cl



[18] Imágen página 12:
Kit premium estero
Fuente: www.cosechaagualluvia.cl

El país se ubica entre los 30 Estados del mundo con mayor estrés hídrico, donde se destaca a Chile como la única nación latinoamericana que pasará a un estrés hídrico extremadamente alto al año 2040 (escenarios hídricos 2030, 2018).



[19] Imágen página 13:
Antes y Después de la Laguna de Aculeo, comuna de Paine, Chile.
Fuente: <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/medioambiente/laguna-de-aculeo-se-seco-y-soluciones-podrian-tardar-anos/2018-05-09/111017.html>

1.2 Estado del agua potable en Chile

Chile es uno de los 30 países con mayor riesgo hídrico al año 2025. Esta situación, ya se evidencia en el país por medio de una sequía meteorológica que afecta a diversas regiones de Chile, en especial zonas rurales que no están conectadas a redes de abastecimiento de agua potable. La sequía que se vive hasta la actualidad a lo largo de Chile se ha acentuado en los últimos años debido a la disminución de precipitaciones y el aumento en la sequedad del aire por incremento

en la temperatura, lo cual, entre la zona del Maule y el resto de la zona sur del país, incluido Magallanes, ha aumentado el consumo de agua por parte de la cobertura vegetal. (Escenarios Hídricos 2030, 2018).

Por otro lado, por su ubicación geográfica y condiciones climáticas, es uno de los países que está siendo más afectado por el Cambio Climático. Este cumple con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad establecidas por la Convención

76% de la superficie de chilena está afectada por sequía, desertificación y suelo degradado; y 110 acuíferos del país se encuentran actualmente con una demanda comprometida superior a su recarga (escenarios hídricos 2030, 2018).

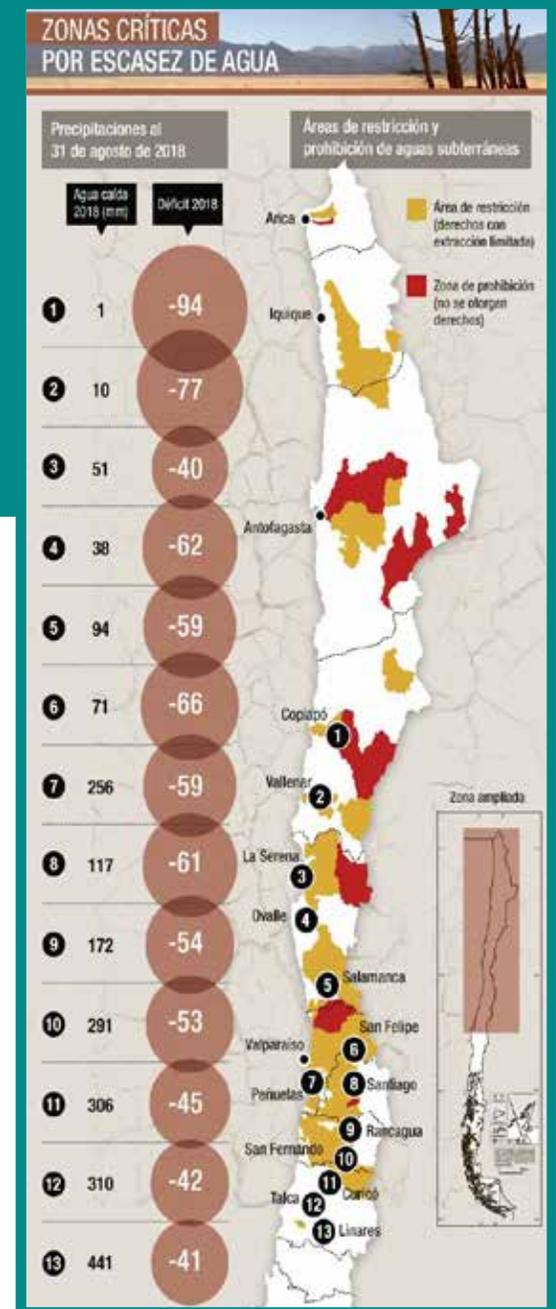
Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC; posee áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos.

En relación a las aguas subterráneas, también se ha notado una disminución en la disponibilidad

del recurso hídrico, donde 110 acuíferos del territorio nacional se encuentran actualmente con una demanda comprometida superior a su recarga.

En cuanto a la situación hídrica a nivel doméstico, se ratificó que 203 pozos monitoreados por la DGA, ubicados entre la región de Arica y Parinacota y O'Higgins, 147 (72%) de ellos eventualmente se agotarán (Escenarios Hídricos 2030, 2018).

[20] Imagen página 14: Zonas críticas por escasez de agua en Chile Fuente: <https://www.agryd.cl/agua-energia/zonas-criticas-del-pais-por-la-escasez-de-agua/>



11 Déficit hídrico en la región de la Araucanía

A partir del 2010 se ha producido uno de los ciclos con menos lluvias y temperaturas más altas en la Araucanía. Claudia Villarroel, encargada de la oficina de cambio climático en la Dirección Meteorológica de Chile, comenta que si en Temuco llovía en promedio 1.148 milímetros al año, el año 2016 solo cayeron 814 milímetros. En consecuencia de aquello, un reportaje de Ufrivisión emitido el 2015, evidenció que diversas habitantes de localidades rurales de la zona sufrieron la muerte de sus animales, al no tener agua en sus pozos.

Desde el 2000, el registro de la Dirección Meteorológica indica que el déficit total de lluvia en la región ha llegado al 60%, sin embargo según registros de la misma institución se puede establecer que

en la región han ocurrido periodos de sequías igual o de mayor magnitud en el pasado, pese a esto la presencia del cambio climático en la zona es innegable. Los periodos de sequía se están haciendo mucho más largos y frecuentes. Si hace 300 años ocurrían cada 40 o 50 años, en estos últimos 100 años están sucediendo cada 10 y 20 años, es decir, la frecuencia de las precipitaciones han disminuido significativamente.

Claudia Villarroel, jefa oficina cambio climático Meteochile, comenta que una charla a agricultores en la IX Región, ellos le contaron que algunos se han visto obligados a hacer pozos para desarrollar la agricultura y a otros se les han secado los pozos que ya tenían. Irónicamente, hace unos años

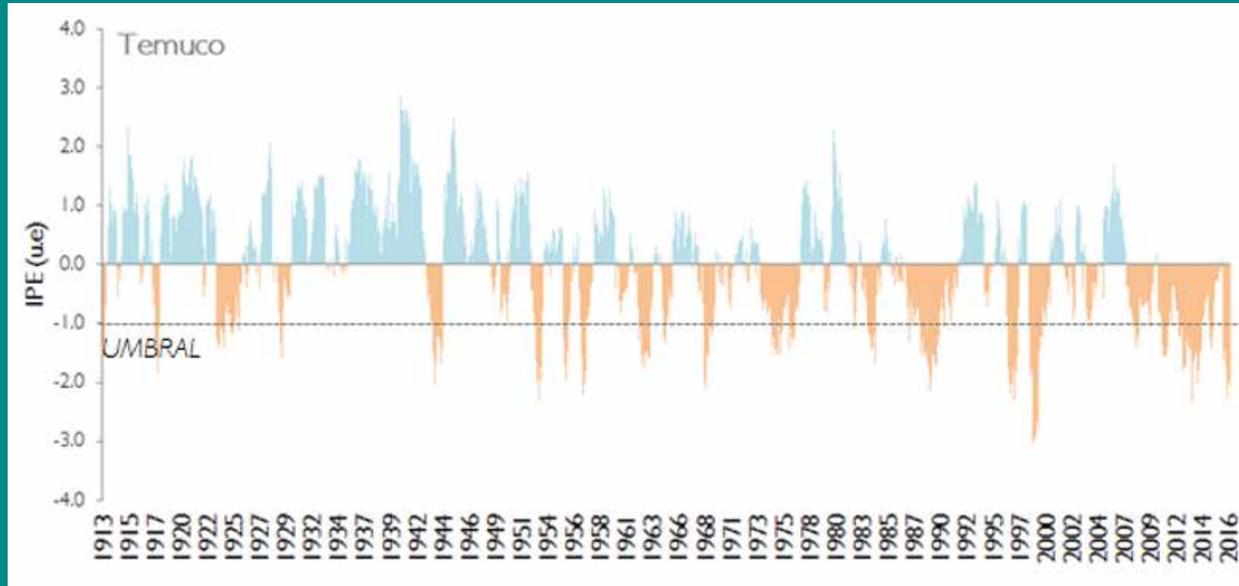


[21] Imágen página 15:
Reportaje Ufrivisión
Fuente: <https://www.sequiaenlaarucania.cl/cambio-climatico>

Cristián Frêne, doctor en ciencias biológicas señala que “si siguen aumentando las temperaturas y disminuyendo las precipitaciones, en un futuro próximo la situación se agudizará y será más preocupante” (Navarro, 2017)



[22] Imágen página 15:
Alcalde de Villarrica y nuevos camiones aljibes adquiridos
<https://www.redinformativa.cl/villarrica/actualidad/nuevo-camion-aljibe-para-reparto-de-agua-en-sectores-rurales-de-villarrica-2021-03-10>



"Se pueden apreciar períodos secos (color café) y lluviosos (azules) con más de un siglo de información en Temuco, donde se evidencia que la variabilidad natural del clima juega un rol principal en la identificación de las sequías como la de 1924, 1944, 1974, 1988, 1998, entre otras. Sin embargo, la actual sequía, entre 2007 y 2016, no tiene precedentes en cuanto a la extensión de los años secos. Llevamos 10 años consecutivos con déficit de precipitación y no se ha presentado ni siquiera un período lluvioso", según Claudia Villarroel (Navarro 2017)

[23] Imagen página 16:
Índice de sequía meteorológica para Temuco (1913-2016)
Fuente: <https://www.sequiaenlaaraucania.cl/cambio-climatico>

los agricultores de la zona debían preocuparse por las inundaciones en las praderas y no a una escasez hídrica en sus terrenos.

El 73% de los hogares de la región son abastecidos por el sistema de agua potable concesionada y por el sistema de agua potable rural. Un 27% de los hogares de la IX región de la Araucanía, Chile, acceden al agua mediante sistemas de abastos, pozos, norias, entre otros, los cuales sin duda se ven fuertemente

afectados por la sequía, ya que estos se abastecen de precipitaciones. Actualmente este déficit hídrico en la región se soluciona mediante camiones aljibes privados y municipales que deben abastecer de agua potable a más de 20.000 familias en la región (Navarro, 2017).

Según un reporte de Ciper (2017), la Araucanía es la segunda región en la que el Estado ha invertido más recursos en la distribución de agua potable. Uno de los puntos más

preocupantes que se ha presentado en relación a la distribución de agua potable a hogares de zonas rurales de la región, es que la distribución se ha efectuado por "trato directo", un mecanismo que permite que se genere un negocio entorno al agua, ya que la entrega de agua es a razón de las sequías, que son catalogadas como episodios de emergencia según la Ley 19.886 (Navarro, 2017).

Se considera que la mitad de los convenios firmados con los

proveedores de camiones aljibes han sido efectuados vía trato directo y suman más de 4 mil millones de pesos desde el 2010. Esto se logra contrastar además en el aumento de camiones aljibes en la zona, si en el 2006 solo circulaban 6 camiones, para el año 2016 este número aumentó a 186 (Navarro, 2017)

Lo anterior es aún más grave si se considera el alto índice de pobreza en la región, acentuando la inaccesibilidad al agua potable.

1.2.2 Oportunidad de captación de agua lluvia

Esta fuente alternativa de agua potable se ha aplicado específicamente en zonas agrícolas de la región de la Araucanía, que, si bien sufre un déficit hídrico desde el 2010 –año en el que comenzó uno de los ciclos con menos lluvias y temperaturas altas –estas siguen ocurriendo entre mayo y septiembre, periodo en el cual cae alrededor del 60% de la precipitación de la región.

Sin embargo, este aprovechamiento de agua lluvia en la zona es mínimo, esto es reconocido por la directora de la Dirección General de Aguas en La Araucanía, Vivianne Fernández, explicando que como organismo público están conscientes que mucha del agua que cae no alcanza a infiltrarse a las napas subterráneas y se desplaza por los cursos de agua superficiales hasta desembocar en el mar, generando una gran pérdida de agua, la cual aún no se logra

recuperar ni utilizar debido a una falta de infraestructura de tranque para retener y utilizar el agua caída. Lo mencionado anteriormente por la directora general de Aguas en la Araucanía, se vincula principalmente al uso de agua lluvia a nivel agrícola y ganadero, es decir, sistemas de captación de agua lluvia o SCALLs a gran escala que por lo general requieren de expertos o técnicos para su instalación (Navarro, 2017)..

En cuanto al uso de agua lluvia a nivel doméstico, no se tiene un registro oficial de cuantos hogares cuentan con ello en la zona, si bien algunos hogares lo realizan utilizando métodos caseros, aún sigue siendo una fuente de agua alternativa desconocida y no considerada por los habitantes, tanto de zonas rurales como urbanas de la región



[24] Imágen página 17:
Inundación en río Toltén, Araucanía por intensas lluvias
Fuente: <https://www.meteored.cl/noticias/actualidad/lluvia-regresa-al-sur-decretan-alerta-roja-en-tolten-por-inundaciones-junio-2021.html>

Vivianne Fernández, directora de la Dirección General de Aguas en La Araucanía, explica que como organismo público están conscientes de los cambios registrados en torno a las precipitaciones y que mucha del agua que cae no alcanza a infiltrarse a las napas subterráneas y se desplaza por los cursos de agua superficiales hasta desembocar en el mar (Navarro,2017).



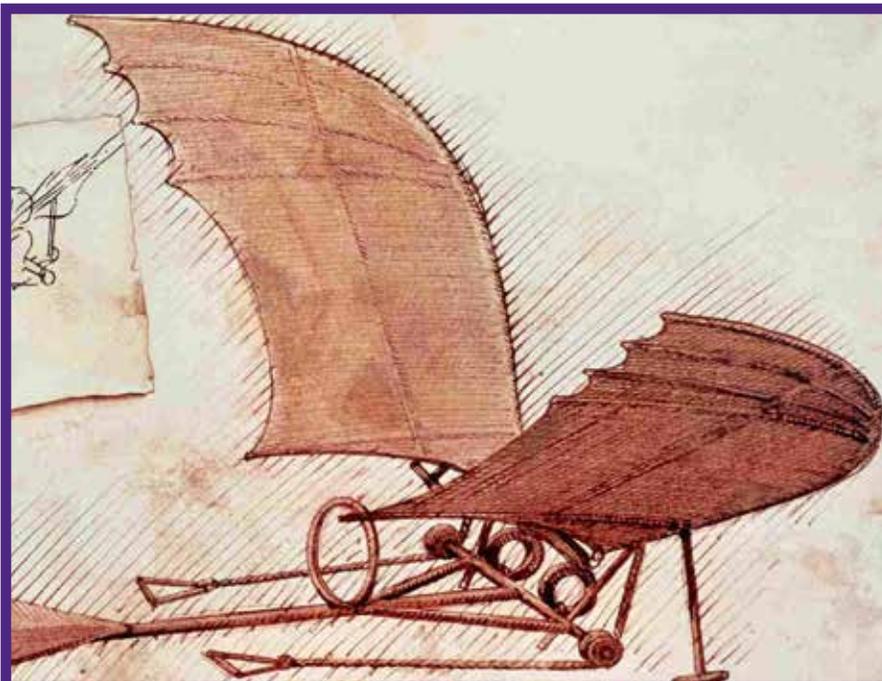
[25] Imagen página 18:
Sistema de captación de agua lluvia instalado por "Isla Urbana" en Lumaco, IX región
Fuente: <https://www.clave9.cl/2021/09/20/cosecha-de-lluvia-el-innovador-sistema-de-captacion-de-precipitaciones-que-asegura-agua-potable-a-familias-de-comunidades-rurales-de-lumaco/>

Capítulo 2

Biomímesis

Estado del arte

2.1 Historia de la Biomimesis en el Diseño



[26] Imagen página 20:
Ornitóptero
Fuente: <https://revistadehistoria.es/la-maquina-voladora-leonardo-da-vinci/>

El uso de la Biomimesis -disciplina que observa sistemas naturales para luego aplicarlos en la resolución de problemas cotidianos del ser humano -tiene un origen desde ya hace unos años, y ha sido aplicado por diversas áreas de la ciencia, ingeniería y artes. Para varios expertos del área, su fecha de origen es inexacta ya que que el ser humano tiene de modo interiorizado observar y emular la naturaleza como una forma de subsistir o adaptarse al medio.

Uno de los primeros registros que se puede tener de la imitación a la naturaleza es la creación de la seda artificial hace 3000 años, por parte de la cultura china. Esta buscaba imitar el proceso de fabricación de los capullos que generan las larvas *Bombix* (mariposa de seda)

(Sánchez, 2010). Leonardo Da Vinci, fue uno de los pioneros más sobresalientes respecto al uso de formas y mecanismos que otorga el medio natural, como, por ejemplo, insectos, plantas, semillas, aves, entre otros habitantes del entorno. Uno de sus inventos ligados a este principio, fue el ornitóptero, un artefacto volador con alas batientes inspirado, fabricado a partir del estudio morfológico de pájaros y murciélagos (Guzmán y Villar, 2019).

Victor Papanek (1977), en su libro *Diseño para el mundo real: Ecología humana y cambio social*, define y describe en uno de sus capítulos, el término de Biónica, que, si bien no es el mismo de Biomimesis, refiere también al estudio de la naturaleza para llegar a procesos y soluciones que involucren necesidades del ser



[27] Imágen página 21:
Proyectil Sidewinder
Fuente: <https://www.turbosquid.com/es/3d-models/free-3ds-model-missile-aim-9-sidewinder/924208>

[28] Imágen página 21:
Serpiente cascabel.
Fuente: <https://www.ambientum.com/ambientum/biodiversidad/la-serpiente-de-cascabel-cambian-su-comportamiento.asp>



humano. Algunos de los ejemplos que menciona respecto a este principio son las serpientes de cascabel, a las que los biólogos llaman víboras de hoyuelos, por los dos hoyuelos que se encuentran a mitad de camino del morro, entre las fosas nasales y ojos. Estos dos hoyuelos se componen de unos órganos sensibles a la temperatura, los cuales pueden detectar cambios de tan solo una milésima de grado Fahrenheit, diferencia fundamental ya que puede notar la variación, por ejemplo, entre una piedra calentada

por el sol y un conejo inmóvil. Esta característica fue analizada y utilizada para diseñar el proyectil "Sidewinder", un misil aire-aire buscador de calor que se ubica en la tobera de salida de los aviones a reacción (Papanek, 1977).

Un ejemplo excelente de diseño de investigación biónica se puede presenciar en el indicador de velocidad de los aviones, que fue perfeccionado emulando una característica hallada en los ojos de los escarabajos. Se logró

descubrir que algunos de estos insectos, cuando se disponen a aterrizar, calculan su velocidad en el aire observando los objetos que se mueven en el suelo. El estudio de sus órganos sensoriales ha dado pie a el actual indicador de velocidad para aviones, que mide el tiempo transcurrido entre su paso sobre dos puntos del suelo conocidos y lo traduce en velocidad.

Ralph Redemske, especialista en biónica que actualmente trabaja para la Servomechanism, Inc. de

Santa Bárbara, California, recubrió recientemente una abeja común con una fina capa de aluminio. Dicho recubrimiento le permitió, sobre fondo negro estándar, sacar fotografías (menos borrosas que el movimiento de una abeja) de todos los detalles de su compleja estructura. Por medio de este trabajo se cree que algún día la ingeniería podrá crear ojos mecánicos contruidos emulando los de las abejas (Sánchez, 2010).

Por otro lado, uno de los animales



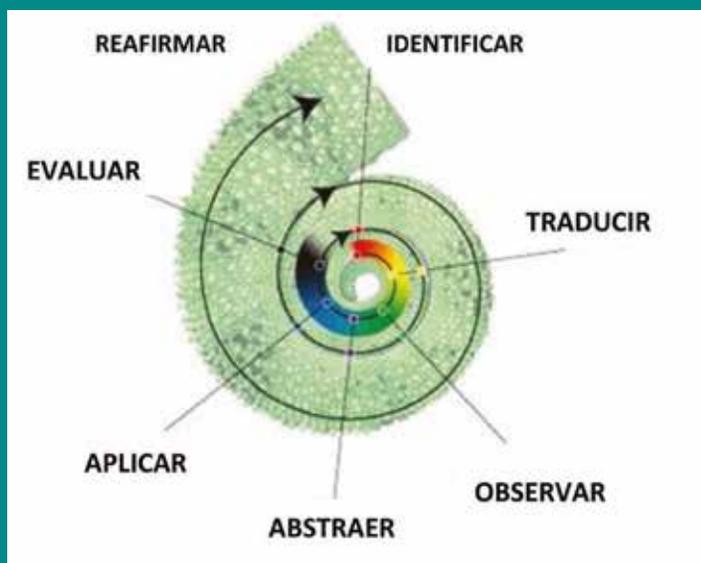
[29] Imagen página 22:
Delfín nariz de botella
Fuente: <https://www.infoanimales.com/delfin-nariz-de-botella>

La biomimesis logra agregar a su metodología principios de sustentabilidad y ecología, representando más aún la emulación de la naturaleza, la cual dentro de sus procesos no genera residuos, sino más bien los transforma o reutiliza.

que más soluciones de diseño promete es el delfín de nariz de botella (*Tursiops truncatus*). El delfín utiliza un sistema de navegación parecido al radar y al sónar que es independiente del oído. Al igual que otros cetáceos, riza la epidermis, característica que utiliza para la navegación y para nadar a mayor velocidad.

La biónica que describe Papanek comenzó a implementarse en el diseño con el objetivo de formalizar el uso de analogías biológicas para resolver problemáticas, como lo plantea Fabricio Vanden Broeck en su libro *El diseño en la naturaleza o la naturaleza del diseño*.

Sin embargo, a lo largo del tiempo, la biónica, ha sido reemplazada en cierta forma por la biomimesis, la cual logra agregar a su metodología principios de sustentabilidad y ecología, representando más aún la emulación de la naturaleza, la cual dentro de sus procesos no genera residuos, sino más bien los transforma o reutiliza. John Todd, biólogo canadiense ha sido uno de sus principales iniciadores, ya que durante los años setenta, el ya incluía principios naturales y holísticos mediante tecnologías de ecosistemas que incorporaba plantas, bacterias y animales (Sánchez, 2010).



[30] Imágen página 23:
Espiral de diseño biomimético
Fuente: Sánchez, 2010

Una de las fases más importantes del espiral, es la traducción, ya que en esta etapa se acentúa el uso de la naturaleza para crear. Se debe plantear el proyecto de diseño desde la perspectiva que tiene la naturaleza, es decir, biologizar el diseño mediante las siguientes preguntas:

¿Cómo la naturaleza realiza esta función?
¿Cómo la naturaleza no realiza esta función?

2.2 Metodologías de la Biomimesis

Si bien la biomimesis se fundamenta en principios básicos biológicos y sustentables en la generación de un diseño, esta disciplina consta de diversas metodologías para la ejecución de un proyecto. Algunas de las más conocidas son las mencionadas a continuación.

Espiral de diseño biomimético (Biomimicry Institute)

Metodología creada por Janine Benyus y Dayna Baumeister,

fundadoras de Biomimicry Institute. El espiral de diseño biomimético, busca enseñar y practicar la biomimesis a través de una serie de pasos que se distribuyen en forma de espiral. Se destaca principalmente por ser una guía para innovadores, estudiantes y académicos, para biologizar una problemática de diseño, entregando una solución o respuesta basada en el funcionamiento y morfología de organismos vivos de la naturaleza. Al final del proceso se evalúa si el

proyecto de diseño logró emular la naturaleza en forma, función y morfología.

Método de Biodiseño

Este modelo de trabajo proyectual es empleado por el biólogo Janitzio Égido, en el cual propone distinguir tres elementos fundamentales: La entidad biológica, el modelo lógico y la aplicación de diseño. Finalmente, busca utilizar material cinético que complemente el objetivo del diseño.

Diseño basado en la Simbiogénesis

Es una forma un poco más completa de Biomimesis, creada por Alejandro Durán, académico de la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Se basa en [1] separar las prestaciones a resolver; [2] analizar el estado actual del problema a resolver para crear métricas de evaluación; [3] buscar inspiración separada para cada prestación inicial indicando las dependencias y beneficios, de esta manera,

puedes descubrir fusiones o cooperaciones entre inspiraciones que permitan generar una solución de mejor performance; [4] luego comienza la etapa de diseño y fusión de las inspiraciones. Una cosa, estas inspiraciones pueden o no ser exclusivamente biológicas, la metodología está biológicamente inspirada es los procesos de surgimiento de nuevas especies (simbiogénesis) y no solo en adaptaciones biológicas. [5] Por último el modelo plantea la realización de pruebas y testeos comparativos para ir refinando

la propuesta y comparar su performance con las actualmente existentes (Durán, 2019)

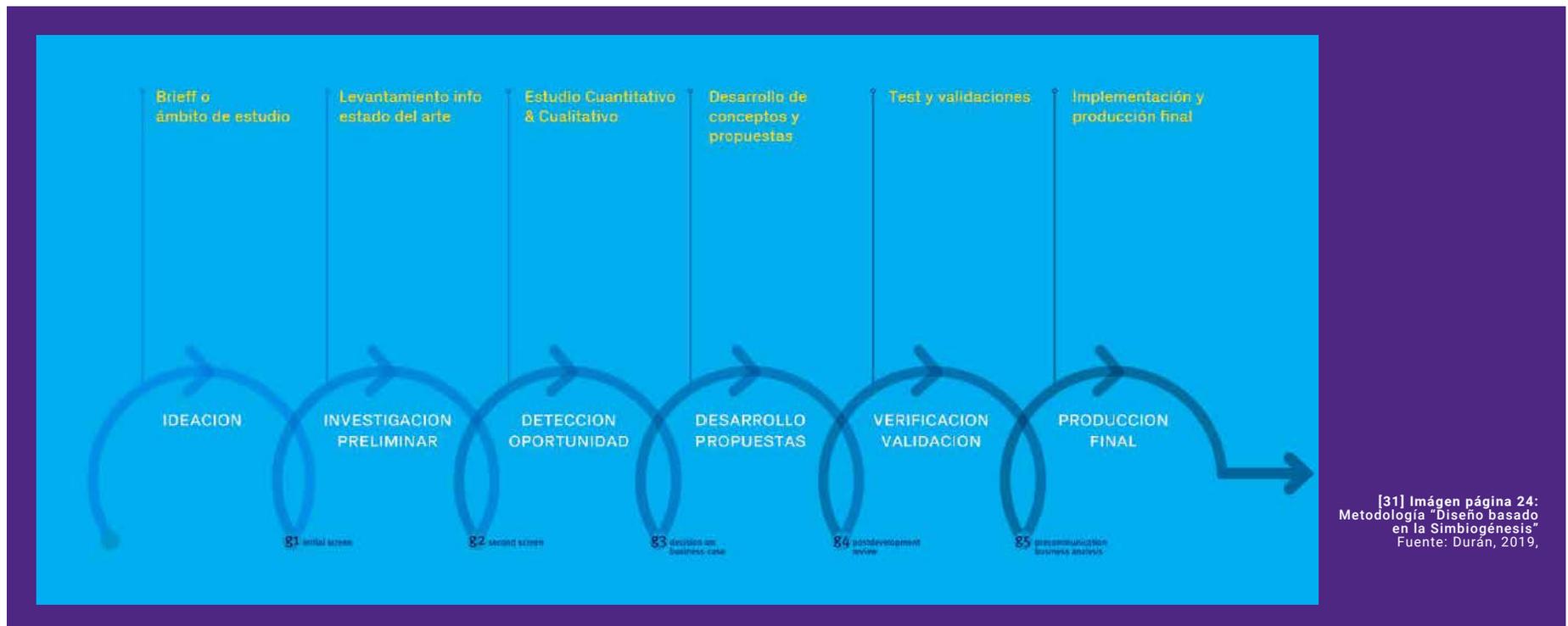
Método Inductivo/Deductivo de la Biónica

Implementado originalmente por el Instituto Europeo di Design en Milán por el académico Carmelo Di Bartolo. Según su planteamiento, puede aplicarse bajo dos perspectivas: Deductiva e Inductiva.

La modalidad inductiva requiere de observar la especie a emular, luego

se procede a buscar información científica respecto al organismo, para finalmente abstraer sus procesos biomecánicos y aplicarlos en alguna necesidad del ser humano o naturaleza.

La forma deductiva, comienza con el análisis del objeto. Por ejemplo, una pinza adaptada a la utilización humana de la mandíbula o las manos para transformarla en el rediseño, haciéndola más eficiente que la pinza analizada. Es decir, se busca rediseñar un objeto ya creado mediante soluciones biológicas.



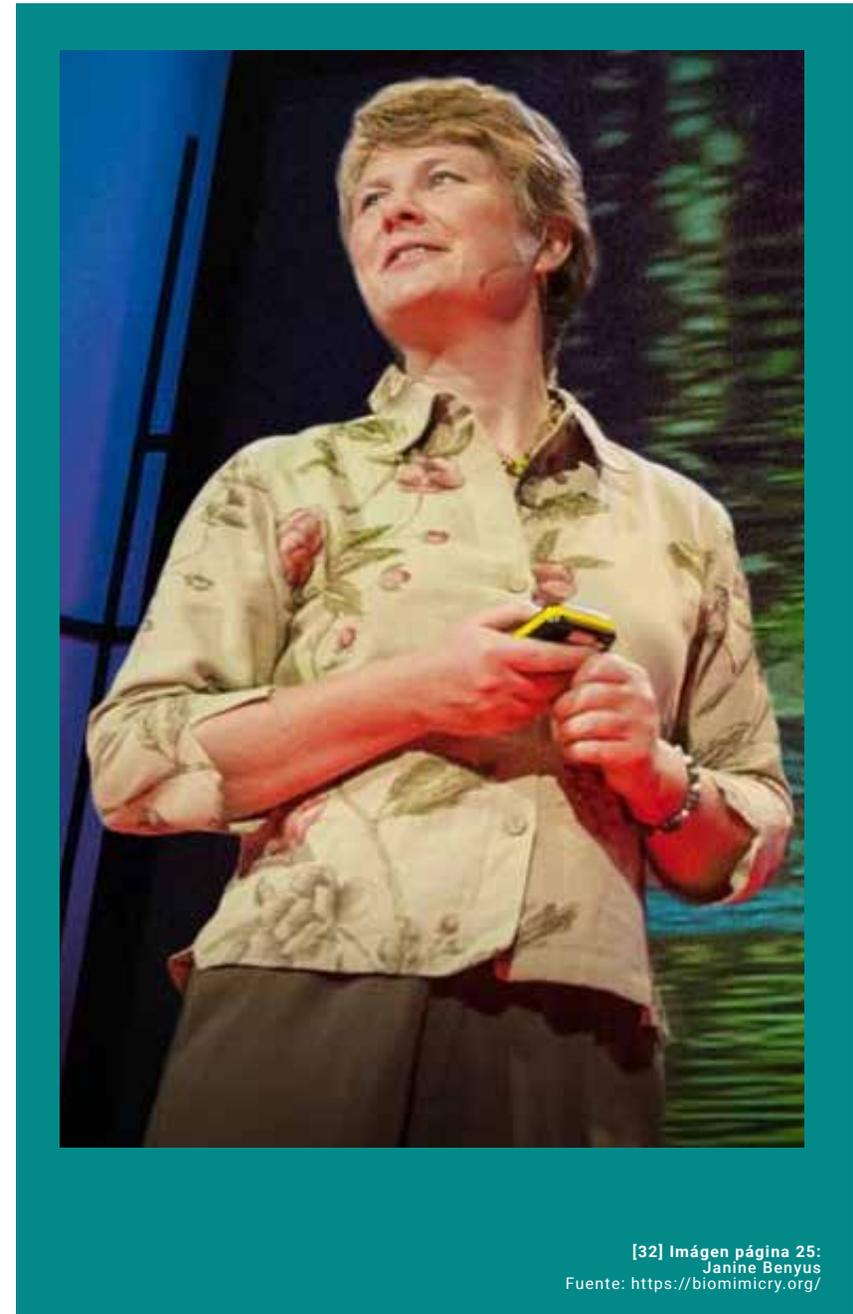
2.3 Diseño emulativo de Janine Benyus

Sin embargo, no es hasta el año 2006, con el nacimiento del Biomimicry Institute, donde la disciplina de Biomimética se establece con mayor fuerza. Una de las co-fundadoras del Biomimicry Institute y Biomimicry 3.8, Dra. Dayna Baumeister, define la Biomimética, a modo general, como la conciencia de imitar el genio de la naturaleza, definición que se desglosa desde el término en sí, en el cual bio significa “vida” y mimética proviene de “mímesis” que refiere a “imitación”.

Por otro lado, Janine Benyus (s.f.), compañera de Baumeister en el campo de la Biomimética, explica el concepto como una forma de buscar soluciones sostenibles tomando prestados planos de vida, recetas

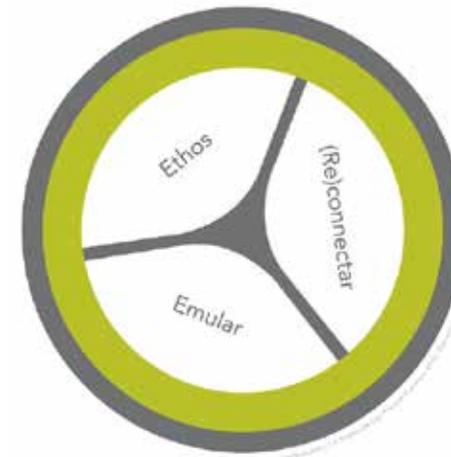
químicas y estrategias desde el ecosistema, estableciendo al ser humano como alumno que debe aprender de la naturaleza. Si bien ambas autoras, tiene una definición específica y similar respecto a la Biomimética, explican que su significado puede ser mucho más amplio y profundo, desplazándose entre diversas definiciones: una disciplina de diseño, una rama de la ciencia, un método de resolución de problemas, una ética de la sostenibilidad, un movimiento, una postura hacia la naturaleza, una nueva forma de ver y valorar la biodiversidad, y entre tantas otras clasificaciones que se le pueden otorgar (Guzmán y Villar, 2019).

Pese a la diversidad de definiciones, el Instituto de Biomimética establece



[32] Imágen página 25:
Janine Benyus
Fuente: <https://biomimicry.org/>

Aunque no tengamos título o grado de diseñador, todos diseñamos los elementos de nuestras vidas profesionales y personales. En Biomimicry 3.8, utilizamos el término “diseñador” de manera amplia para referirnos a cualquier persona responsable de concebir, crear e implementar ideas que influyen la cultura, la tecnología, lo social, lo científico o los sistemas financieros a cualquier escala. Quizás no se ha dado cuenta que estaba diseñando, pero cuando crea una nueva forma que no existía antes, eso hace de usted un diseñador (Benyus, 2011)

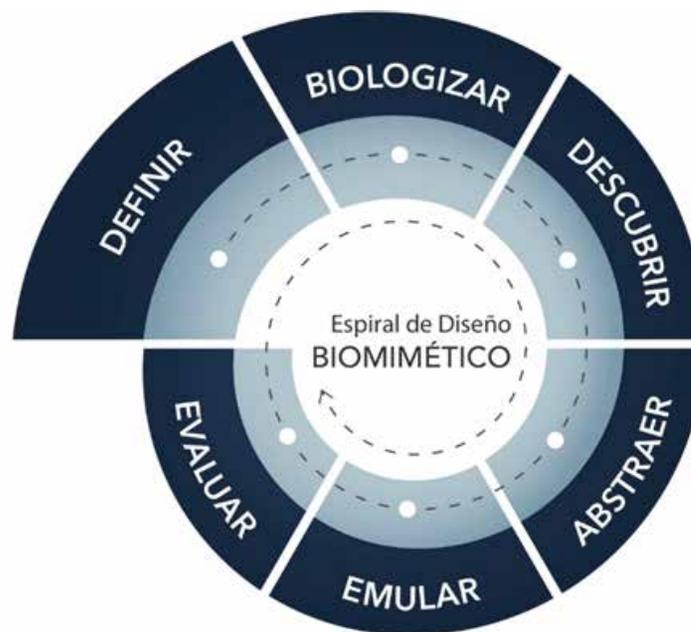


[33] Imágen página 26:
Elementos esenciales en la
biomímesis
Fuente: <https://biomimicry.org/>

tres elementos que se deben emular al momento de aplicar este método: la forma de la naturaleza o la especie natural a analizar, procesos del modo en como esta hecho el organismo y ecosistemas naturales con el finde realizar diseños más sostenibles. Además, ambas co-fundadores definen tres áreas o elementos esenciales para la práctica de la Biomimética o Biomimesis: (ethos) esencia de la ética de la Biomimesis, plantea una línea de respeto, responsabilidad y gratitud entorno a las especies que rodean al ser humano, (create) crear soluciones emulando principios, formas, funciones, patrones y estrategias encontrados en los organismos naturales—no extraerlos, sino aprender de ellos – y finalmente, (re conect) relacionar e

interconectar a las personas con la naturaleza (Benyus, 2011)

Junto con lo anterior, el Instituto incluye dentro de sus bases metodológicas, el uso de recursos de modo sustentable, siendo consecuentes respecto a la enseñanza y conceptualización que plantean de este principio, el cual al buscar, observar, analizar y emular patrones y estrategias de la vida natural, debe sin duda aspirar a optimizar al máximo el uso de materiales, evitando en la medida de lo posible desperdicios o efectos negativos en el mismo medio que tiene como referente de aprendizaje, la naturaleza. De este modo Benyus, demuestra mediante sus principios y método, las diversas enseñanzas que ofrece la biodiversidad.



[34] Imágen página 27:
Espiral del diseño
biomimético
Fuente: Benyus, 2011

2.3.1 Espiral del diseño biomimético

...la naturaleza ha estado diseñando lenta, iterativa y apropiadamente durante 3.8 billones de años y ha evolucionado con sus propios principios de diseño a un nivel sofisticado y sustentable en donde el concepto de “desperdicio” no existe. Todo lo que la Naturaleza crea es biodegradable, desde panales hasta telarañas, desde arrecifes de coral hasta hormigueros. Si los diseñadores hicieran más que seguir los pocos y simples principios de diseño encontrados en la Naturaleza, nuestra sociedad probablemente podría transformarse a lo largo de una sola generación... (Sánchez,

2010)
En la actualidad la biomimética cuenta con una variedad de instituciones y organizaciones alrededor del mundo, en las cuales expertos en la disciplina han desarrollado distintas metodologías y/o principios de diseño respecto a la emulación de formas, procesos y estructuras de la naturaleza. Una de ellas es la autora Janine Benyus, co-fundadora del Instituto de Biomimética y Biomimicry 3.8, en el cual junto con la Dra. Dayna Baumeister, han desarrollado la “Espiral de Diseño Biomimético”, la cual otorga en cada una de sus

etapas descripciones y elementos esenciales de un proceso de diseño que emula la naturaleza para crear soluciones frente a contextos e interacciones críticas presentes en el día a día (Biomimicry Institute, 2015)

La espiral se constituye de 6 etapas fundamentales que un equipo o individuo de diseño debe cumplir en relación con soluciones y diseños vinculados a la biomimesis. Estos están ordenados secuencialmente, sin embargo, algunos se van moviendo entre los distintos pasos, avanzando y retrocediendo, así como también repitiéndolos,

práctica muy eficiente ya que una etapa más avanzada puede exponer o revelar nueva información o ideas creativas que pueden aportar a pasos anteriores, cuestionando y rediseñando lo ya supuesto y formulado previamente. El instituto de biomimética, establece que el espiral esta desarrollado metodológicamente para ser utilizado tanto por principiantes como expertos en biomimesis o del diseño en general.

Si bien se entiende que la metodología coopera en emular información biológica de la naturaleza, esta también cuenta con etapas finales donde guía en el

proceso de fabricación, packaging y toda la ruta de venta y distribución. En cuanto a la base de conocimiento de aspectos biológicos y naturaleza que se requieren para llevar a cabo la biomimesis, el Instituto otorga en su página web, ASK Nature, una base de datos e información libre respecto a diversos tópicos vinculados a la biodiversidad, desde resultados a partir de múltiples estudios por expertos hasta productos o sistemas de innovación basados en la biomimesis.

Las seis etapas de la Espiral de Diseño Biomimético (Figura 1) se describen a continuación a modo de resumen de cada uno, considerando

que cada una de ellas cuenta un proceso detallado y materiales de trabajo específicos en su desarrollo. Además, se expone el estado actual del diseño de RALL con relación a la Espiral (Imagen 2).

1. Definir: Articula con claridad el impacto que se desea obtener con el diseño, así como también sus criterios y restricciones que determinarán su éxito en los usuarios y contexto de implementación. En esta etapa se sugiere investigar sobre el tema a tratar, hablar con expertos y grupos de interés -actores interacciones críticas -, identificar la problemática implicada y así poder definir el

planteamiento del diseño a trabajar.

Algunos consejos de trabajo son: enunciar el reto a través de una pregunta, asegurarse de considerar el contexto – ubicación o entorno donde se utilizará el diseño – y necesidades del grupo de interés o usuario, y por último asumir una visión sistémica y buscar puntos potenciales de abarcamiento, es decir, pensar en las interacciones y relaciones que son parte del contexto del problema u oportunidad, así como también identificar los límites del sistema y su conexión con otros sistemas

2. Biologizar: Analizar las funciones

...la naturaleza ha estado diseñando lenta, iterativa y apropiadamente durante 3.8 billones de años y ha evolucionado con sus propios principios de diseño a un nivel sofisticado y sustentable en donde el concepto de “desperdicio” no existe. Todo lo que la Naturaleza crea es biodegradable, desde panales hasta telarañas, desde arrecifes de coral hasta hormigueros. Si los diseñadores hicieran más que seguir los pocos y simples principios de diseño encontrados en la Naturaleza, nuestra sociedad probablemente podría transformarse a lo largo de una sola generación... (Sánchez, 2010)

esenciales y el contexto que el diseño debe abordar, para luego replantearlas desde una perspectiva biológica. El objetivo de esta etapa es plantear una o varias preguntas del tipo “¿Cómo la naturaleza retiene líquido?” que pueden guiar durante la búsqueda de modelos biológicos en el siguiente paso “Descubrir” de la Espiral de Diseño. Para formular buenas preguntas en esta etapa, se deben considerar las necesidades o funciones identificadas en la etapa anterior mediante la pregunta de diseño, y así se pueden encontrar con mayor facilidad respuestas en la naturaleza.

Ejemplos de pregunta biologizadas:

- > Pregunta de diseño: ¿Cómo podríamos reducir el uso de sustancias tóxicas en la pintura?
- > Pregunta biologizada: ¿Cómo la naturaleza crea color?

3. Descubrir: Buscar modelos naturales, ya sea organismos o ecosistemas, que requieran realizar las mismas funciones y contextos que la solución de diseño planteada.

Se debe identificar en la naturaleza estrategias usadas que apoyan su supervivencia. Esta etapa tiene como principal foco la investigación y recolección de información, con el objetivo de generar la mayor cantidad posible de fuentes de inspiración, utilizando como soporte las preguntas de la etapa anterior “Descubrir”. Se sugiere buscar en diferentes especies, ecosistemas y escalas, y así reunir la mayor cantidad de información en relación con la variedad de formas en las que la naturaleza se ha adaptado y evolucionado a las funciones y contextos ya definidos en el proyecto durante la primera etapa.

4. Abstracter: En esta etapa se debe estudiar detalladamente las características o mecanismos esenciales que llevan a las estrategias biológicas al éxito, para luego replantearlas en términos no biológicos, es decir, estrategias de diseño. El objetivo de crear una estrategia de diseño es facilitar la traducción desde las enseñanzas de la naturaleza hacia las soluciones



[35] Imagen página 29:
Espiral del diseño biomimético detallado
Fuente: Benyus, 2011

Biomímesis es la emulación consciente de la genialidad de la naturaleza. Es una aproximación interdisciplinaria que junta dos mundos a menudo desconectados: la naturaleza y la tecnología, la biología y la innovación, la vida y el diseño. La práctica de la biomímesis busca traer la sabiduría de la vida, probada por el tiempo, a la mesa de diseño, para informar las soluciones humanas y así crear condiciones que conduzcan a la vida (Benyus, 2011).

de diseño, si viene esta dependen de la operación de las estrategias biológicas, no depende del uso de términos biológicos, facilitando el enfoque en la función y mecanismos sin la carga de conceptos biológicos desconocidos en su gran parte. Se sugiere utilizar un lenguaje coloquial para describir las funciones de las características a estudiar, así como también utilizar bocetos para asegurar la comprensión de los mecanismos estudiados.

5. Emular: Buscar patrones y relaciones entre las estrategias encontradas y enfocarse en las enseñanzas claves que se requieren en el diseño. En otras palabras, mediante el aprendizaje de los organismos y ecosistema se deben aplicar conocimientos extraídos de ellos en el diseño a realizar. Emular no es copiar las estrategias de la naturaleza en su totalidad, es un proceso de exploración y aprendizaje del cual se busca captar el plan de acción o receta del modelo natural estudiado – función, forma, procesos biológicos, estructuras,

estética, entre otros – y que luego pueda ser aplicado o modelado en el diseño propio. Se aconseja utilizar técnicas como lluvia de ideas, mapas mentales y bocetos para ayudar a generar ideas en el proceso creativo.

6. Evaluar: Prototipar y testear los conceptos de diseño para evaluar y verificar qué tan bien cumplen con los criterios y las limitantes de la propuesta de diseño, y a la vez, que tan adecuados son para la naturaleza, es decir, su grado de sustentabilidad que debe ir acorde a los principios biomiméticos. Se debe considerar la viabilidad técnica, para ello el Biomimicry Institute otorga a través de su página web, el kit de diseño de IDEO.org para aprender sobre métodos de prototipado rápido y las ideas de prueba. Además, se debe incorporar la viabilidad del modelo de negocio, donde también mediante la web, se sugiere el libro “Business Model Canvas”, herramienta para cartografiar estrategias de mercado.

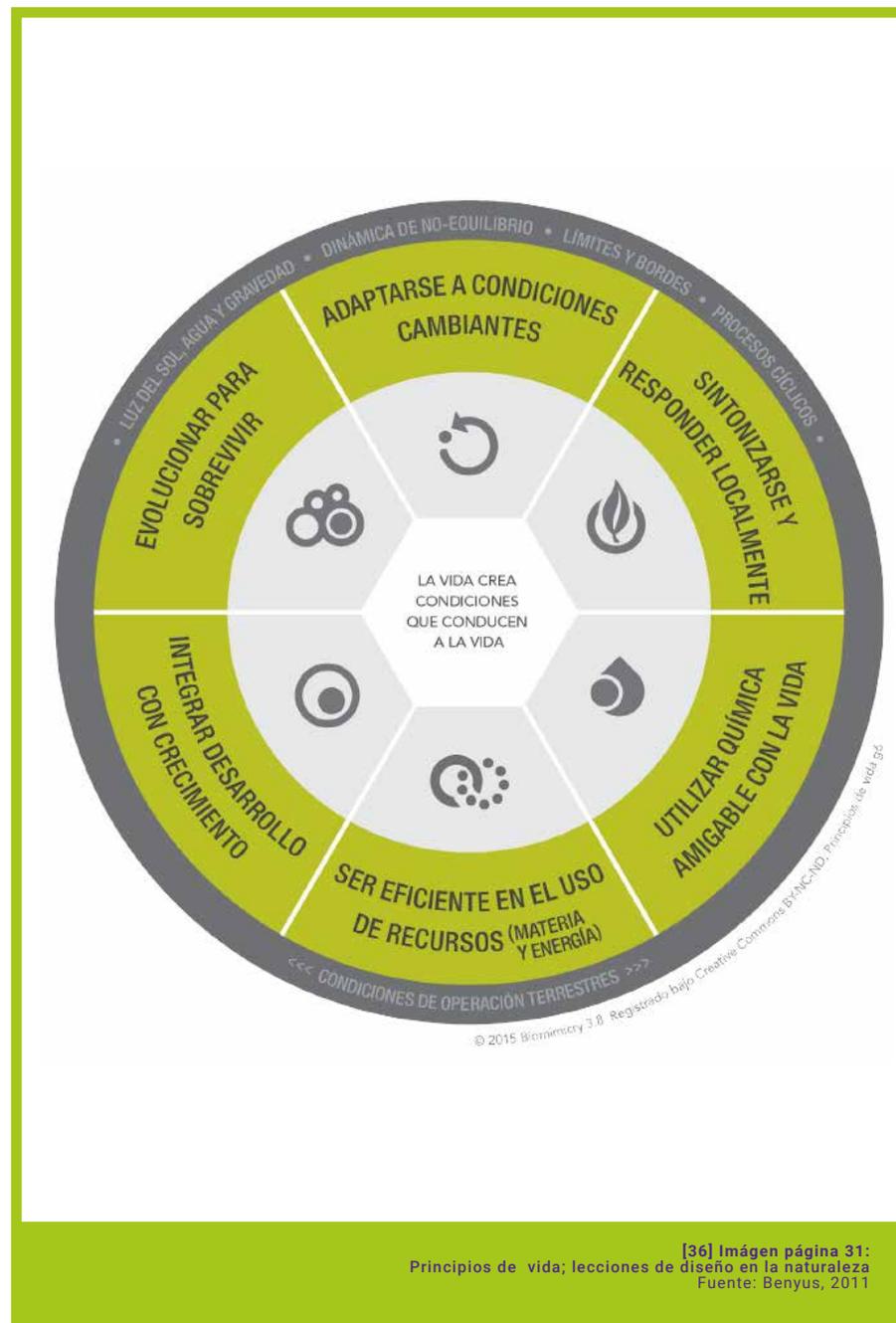
2.3.2 Emulación sostenible de Benyus

...En su fase más práctica, la biomimesis es una manera de buscar soluciones sostenibles tomando prestado de la vida sus patrones, sus recetas químicas y sus estrategias ecosistémicas. En su fase más transformadora, la biomimesis nos conecta con los procesos naturales de manera que podamos ocupar nuestro lugar, alinearnos e integrarnos a los procesos naturales de la tierra... (Benyus, 2011)

El Instituto Biomimético incluye dentro de sus bases metodológicas, el uso de recursos de modo sustentable, siendo consecuentes respecto a la enseñanza y conceptualización que plantean de este principio, el cual, al buscar, observar, analizar y emular patrones y estrategias de la vida natural, debe aspirar a optimizar al máximo el uso

de materiales, evitando en la medida de lo posible desperdicios o efectos negativos en el mismo medio que tiene como referente de aprendizaje, la naturaleza.

Con el fin de acentuar la sustentabilidad en su metodología, Benyus presenta los principios de vida y patrones unificadores de la naturaleza. El primero consiste en lecciones de diseño que se encuentran en la naturaleza, como por ejemplo, ser eficientes en el uso de recursos (materia y energía). El segundo, patrones unificadores de la naturaleza, sigue una línea sustentable similar a los principios de vida, estableciendo un decálogo de las lecciones más esenciales que se pueden encontrar en la naturaleza, que deberían ser consideradas como parte de un proceso de diseño.



Los 10 patrones unificadores de la naturaleza a considerar

Haz clic en cualquiera de los siguientes patrones para obtener una explicación detallada y ejemplos.

- » La naturaleza usa solo la energía que requiere y depende de la energía de libre disposición.
- » La naturaleza recicla todos los materiales.
- » La naturaleza es resiliente a los disturbios.
- » La naturaleza tiende a optimizar en vez de maximizar.
- » La naturaleza provee beneficios recíprocos.
- » La naturaleza opera con base en información.
- » La naturaleza usa procesos químicos y materiales que son seguros para los seres vivos.
- » La naturaleza construye utilizando recursos que son abundantes, e incorpora recursos escasos solo con moderación.
- » La naturaleza está en sintonía con el ámbito local y es sensible al entorno.
- » La naturaleza usa la forma para determinar la funcionalidad.

El fin de aplicar los patrones unificadores de la naturaleza al diseño biomimético es crear soluciones más sostenibles. El diseño bioinspirado puede impulsar nuevas formas de pensamiento e ideas innovadoras, pero solamente considerando las lecciones de la naturaleza en un contexto sistémico se puede asegurar que el diseño será adecuado para la vida en la Tierra (Biomimicry Org, s.f.).

[37] Imágen página 32:
Patrones unificadores de la naturaleza
Fuente: <https://toolbox.biomimicry.org/es/conceptos-medulares/patrones-unificadores-de-la-naturaleza/>

2.4 Biomímesis en Chile

Entrevista a académica vinculada a la disciplina de la Biomímesis

1. ¿Qué es la biomímesis para usted?

Para mí la biomímesis se ha convertido en una fuente de inspiración al momento de observar el mundo natural en sus ecosistemas idóneos y a la vez en su convivencia con lo artificial. Si bien existen diversas metodologías asociadas a la biomímesis, las más certeras según mi punto de vista son las que logran abstraer las estrategias de la naturaleza de manera integral no solo mediante su forma sino entendiendo sus cualidades sustentadas en la adaptación de las especies para sobrevivir de manera sostenible.

2. ¿Qué elementos de la biomímesis son fundamentales para diseñar un objeto?

Dentro del mundo objetual, los elementos artificiales llevan la delantera como materia prima y

material. Esto conlleva el desperdicio de material y el requerimiento de grandes cantidades de energía para concretar las formas deseadas. La naturaleza funciona bajo principios que metodologías como las del Biomimicry Institute han identificado para diseñar desde la eco concepción de los objetos. No solo con el fin de mantener una huella de carbono neutro, si no también incrementar procesos de diseño restaurativo y regenerativo. Estos principios deben ser vistos de manera integral comprendiendo que están todos relacionados entre sí.

3. ¿Ha diseñado algún objeto basado en la biomímesis?

Tuve la oportunidad de participar con un equipo de 7 integrantes del Centro de Innovación para la agricultura, Ceres en Quillota, V región. Aquí un grupo de agrónomos, diseñadores, biólogos y un arquitecto, desarrollamos el



[38] Imagen página 33
Camila Hernández, Docente Escuela de Diseño, Facultad de Arquitectura y Artes, UACH. Se desempeña en el área de Diseño de objetos. Diseño, sostenibilidad y sustentabilidad. Diseño y biomímesis
Fuente: <https://diseño.uach.cl/academico/camila-herandez/>



[39] Imagen página 34:
Ganadora del Biomimicry Global Design Challenge, 2016
Fuente: <https://www.pucv.cl/pucv/noticias/destacadas/proyecto-ceres-pucv-fue-el-ganador-de-competencia-internacional-para-el>

producto BioNurse. Un restaurador biológico de suelo inspirado en el efecto nodrizo de plantas en condiciones extremas como la Yareta. Inspirándonos en el efecto nodrizo que permite la sobrevivencia de especies allegadas en los alrededores de la Yareta. Bionurse era capaz de albergar diversas plantas escogidas por sus características morfológicas para el establecimiento de estas en huertos de monocultivo sobre espacios vacíos por sobre acumulación de raíces. Este objeto compitió internacionalmente en el concurso “Biomimicry Global Design Challenge 2015” obteniendo el primer lugar. Después de esto el objeto tomó un giro y nació Lifepatch, una segunda versión impulsada de manera independiente junto a una agrónoma. esta vez el objeto no consideraba como público objetivo los huertos de monocultivo sino espacios residenciales, parques e incluso terrenos degradados tomando como actores claves a los viveros asociados a la selección de plantas. Lifepatch fue testeado en el “Akrotiri Environmental Education Centre” en Chipre junto a otra innovación biomimética llamada Mangrove Still, la cual mediante un objeto inspirado en los manglares es capaz de desalinizar agua a bajo costo y que logró regar las plantas del

Lifepatch para su establecimiento.

4. ¿Por qué cree que es importante diseñar en base a la naturaleza?

Porque la naturaleza convive con el planeta tierra desde hace billones de años sin necesidad de lo artificial. El ser humano lleva poco tiempo habitando el planeta y cuenta con su materia prima sin considerar que esta es finita y que no es solo para nosotros. Los humanos somos parte de la naturaleza y a la vez somos únicos como cada una de las especies. Ante esto lo artificial es parte de nuestra huella y perturbación hacia el ecosistema, sin embargo, debemos resolverlo para dar paso a otras especies de nuestro planeta. Así no tan sólo sostener la situación actual sino regenerar daños insostenibles a la velocidad y forma en la que actualmente se está realizando.

5. ¿Conoce organismos que logren captar, absorber y almacenar agua lluvia en zonas lluviosas?

El reino de las plantas es asombrosamente rico en formas para captar agua. Cada espécimen crece desde el suelo hacia arriba

con el fin de captar el agua y luz necesaria para mantenerse en sus condiciones óptimas. En las zonas lluviosas muchas veces encuentras más características asociadas a la distribución de agua más que a la captación, ya que el recurso hídrico es abundante. El caso de las plantas en zonas con poca lluvia podría manifestar de manera más explícita las formas que estas plantas adoptan. Teniendo en particular modelo de observación la forma de sus hojas.

6. ¿Conoce dispositivos o algún producto que recolecte agua lluvia basado en algún organismo de la naturaleza?

Groasis waterboxx es un objeto diseñado para reforestar y se inspira en la germinación de las semillas bajo condiciones particulares. Tiene una forma para recolectar agua que puede servir de referencia. Otro producto interesante es Aqua web, quienes ganaron el Biomimicry Global Design Challenge 2017 creando una malla recolectora de agua inspirada en las telas de araña.

7. En relación con la crisis hídrica que vive el mundo ¿Qué rol tiene la

biomimesis en esta crisis y cómo puede ayudar a no agotar el agua en su totalidad?

El agua es un recurso clave para la vida, sin embargo, en la naturaleza convive con el suelo, el fuego y el aire de manera integral mediante el traspaso de estas fuentes mediante los diversos organismos que habitan el planeta. El considerar el agua como fuente para las múltiples acciones que genera el ser humano sin devolverla al sistema es un pensamiento extractivista que agotará este recurso desencadenando perturbaciones planetarias de magnitudes irreparables. Ante esto es primordial observar cómo convive el agua con los ecosistemas e inspirarse en ellos al momento de integrar el agua como materia prima en el desarrollo de las innovaciones humanas. Integrando los conceptos de mínimo de energía, el agua debe ser considerada como un elemento que debe volver al sistema y no un recurso con el que contamos para seguir generando artificios para la sociedad.

Capítulo 3

Recolección hídrica en la naturaleza

Estado del arte

3.1 Captación y almacenaje natural de agua



[40] Imagen página 36:
Escarabajo de Namibia
Fuente: <https://biomimicryiberia.com/>

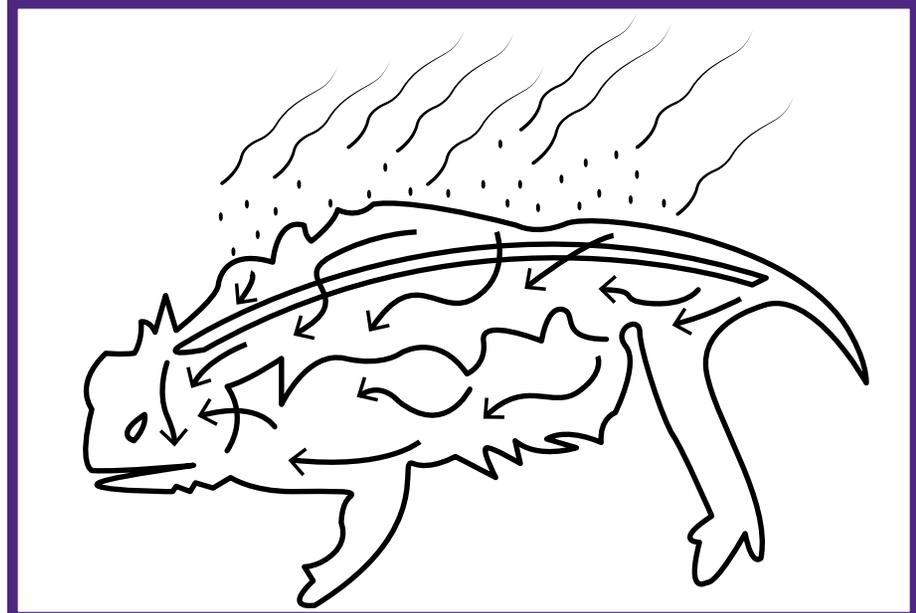
Para el ser humano, la captación y almacenaje de agua lluvia directa, no ha sido el primer método ni medio para la obtención de agua potable, más bien se ha recurrido a procesos de extracción desde ríos, lagunas, mar y otras fuentes hídricas subterráneas y superficiales, para luego dirigirlas a un proceso industrial de potabilización y posteriormente ser distribuidas a hogares y otros establecimientos. Es un sistema hídrico a nivel macro – abastecimiento para millones de personas – que ha funcionado por siglos, lo cual también ha llevado a una cierta disminución de este recurso en sus diversas fuentes naturales.

Sin embargo, el ser humano no es el único ser viviente que ha logrado aplicar métodos para abastecerse

de agua y así lograr sobrevivir. En la naturaleza el proceso de captación, absorción, almacenaje e incluso filtrado del agua en algunos organismos ha existido sin duda previo a la subsistencia humana. Uno de los insectos que más ha sido analizado y emulado por su proceso de captación de agua, es el escarabajo de Namibia, el cual habita en uno de los lugares más secos la tierra, cayendo escasas gotas entre octubre y marzo. Al no poder obtener agua de las precipitaciones, este lo obtiene mediante la niebla matinal que se producen cada cierta cantidad de días. Para captar agua de la niebla, este insecto se encorva, levanta el torso o caparazón y se pone en posición frontal al viento, logrando así extraer gotas de agua a través de la niebla, que luego mediante



[41] Imágen página 37:
Lagarto diablo espinoso
Fuente



[42] Imágen página 37:
Lagarto diablo espinoso captanado agua lluvia
Fuente: Sherbrooke, 1990

un proceso de condensación en el mismo torso elevado, se deslizan hacia su boca (Norgaard y Dacke, 2011). Otro de los animales vinculado a la captación de agua lluvia, es el lagarto diablo espinoso, el cual pertenece a un grupo de animales que se les denomina “recolectores de humedad”, esto porque son capaces de absorber agua ya sea colocando una de sus patas sobre un charco como hundiendo su abdomen entre la arena del desierto,

específicamente luego de las lluvias. También, suele buscar agua bajo las hojas por las mañanas, esperando que caigan las gotas de rocío sobre su piel, posición que le favorece debido a la gravedad, consumiendo menos energía corporal durante la absorción. El modo de beber el agua, que capta en estas diversas situaciones, es a través de un recorrido de esta desde su piel hasta la boca mediante un sistema de canales, que se encuentra en las aberturas que se forman entre las

escamas hexagonales superpuestas entre sí que conforman su piel. Este sistema se encuentra en toda la superficie del cuerpo del diablo espinoso, y así extender la distancia de transporte, con el fin de reduciendo significativamente el volumen de agua necesario a beber. Su sistema de canales es muy similar al que tienen las raíces de las plantas, las cuales transportan el agua por capilaridad (Commans, 2015). Algunas telas de arañas, como



[43] Imágen página 38:
Araña Cribelada
Fuente: <https://asknature.org/strategy/web-continuously-collects-water-from-air/>



[44] Imágen página 38:
Red de araña cribelada
captando gotas de agua
Fuente: <https://asknature.org/strategy/web-continuously-collects-water-from-air/>

aquellas producidas por las arañas cribeladas, son consideradas muy buenas captadoras de agua, que no necesariamente proviene de precipitaciones, sino más bien de la atmosfera. Cuando las temperaturas disminuyen, el vapor de agua del aire tiende a condensarse sobre toda la extensión de la telaraña. Esto sucede principalmente porque la telaraña tiene secciones enredadas que cuentan con mayor superficie para que el agua se condense y se adhiera a esta, de este modo el agua que se capta en los hilos delgados y con menor superficie, se desliza hacia estas partes o marañas, que al tener formas curvadas logran canalizar mejor el agua.

Finalmente, el agua se acumula y almacena en los ovillos, donde se forman gotas de agua cada vez más grandes. Este movimiento, desde las marañas o enredos hacia los ovillos, libera nuevos hilos relativamente secos, en los cuales se capta más vapor de agua, generando así un proceso continuo natural. Esta estructura de la araña cribelada y otros arácnidos también, pueden capturar, transportar y almacenar una gran cantidad de agua del aire, lo cual sin duda es un patrón natural por emular, con el fin de generar nuevos sistemas de captación de agua, sobre todo en zonas con sequías extensas o muy áridas (AskNature, 2020).

3.1.1 Organismos recolectores de agua lluvia en Chile

Existe una variedad de organismos y ecosistemas alrededor del mundo que poseen una forma y morfología específica para captar, almacenar y utilizar agua lluvia o agua atmosférica, con el propósito de poder vivir y subsistir ante el cambio climático que vive el mundo actualmente.

En Chile se pueden identificar diversos organismos y ecosistemas que tiene una capacidad de captación y almacenaje de agua particular. Uno de ellos son bosques templados del sur de Chile, principalmente los que cuentan con árboles que se han mantenido en pie por más de 400 años. Estos cuentan con un especial atributo: ser un ecosistema con gran capacidad para almacenar agua y liberarla

lentamente a distintos cauces, beneficiando también el consumo humano (IEB, 2020).

Estos ecosistemas, ubicados entre la región de La Araucanía y Los Lagos, constan de suelos con cenizas volcánicas, que los transforman en verdaderas esponjas que favorecen la regulación del ciclo hídrico, superando que cualquier otro tipo de bosque presente en Chile y el mundo.

Además este tipo de vegetación, conocida también como selva valdiviana o chilota, tiene la ventaja de ser un sistema que ayuda a proteger los suelos contra la erosión, ocasionada por acciones humanas y naturales, tales como deforestación e incendios respectivamente.



[45] Imágen página 39:
Bosque selva valdiviana.
Fuente: <https://www.diariosustentable.com/2016/06/natura-mitiga-emisiones-chile-protege-la-selva-valdiviana/>



[46] Imagen página 38:
Humedales orientales de Chiloé.
Fuente: <http://humedaleschiloe.cl/turismo/>



[47] Imagen página 40:
Turbera de Magallanes
Fuente: <https://humedaleschile.mma.gob.cl/ecosistemas/humedales/>

Grandes almacenadores de agua también son los humedales. En Chile hay cerca de 4,5 millones de hectáreas de humedales y el 97% está desprotegido. Estos ecosistemas son fuentes importantes de agua dulce para Chile y el planeta, otorgan alimentos, albergan una gran biodiversidad, controlan las crecidas y mitigan el cambio climático. A falta de ellos, se ven afectadas todas las especies de flora y fauna que habitan en sus terrenos y también se altera al medio ambiente completo. Hoy estos se encuentran amenazados por la desviación de cursos de agua y su contaminación, además del uso de sus suelos para el desarrollo inmobiliario, agricultura y minería.

Otro de los ecosistemas que almacenan grandes cantidades de agua

son las turberas. Se trata de un tipo de humedal continental que cubre un 3% de la superficie terrestre. En Chile, se encuentra desde la región de Los Lagos hasta Magallanes. En la naturaleza tienen un importante rol ecosistémico como almacenadoras de agua y carbono, ayudando a mitigar efectos del cambio climático y siendo un hábitat para una biodiversidad única del sur de Chile. Su principal amenaza hoy en día es la extracción de uno de sus más grandes e importantes componentes, el musgo *Sphagnum Magellanicum*, más conocida como pompón, el cual tiene un rol importante en la absorción de agua lluvia, así como también regulador de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera (Droppelmann, 2020).



[48] Imagen página 41:
 Turbera de Isla Grande
 de Chiloé, Chile.
 (link)

3.1.2 Las turberas de Chiloé

Las turberas son un ecosistema perteneciente a los humedales. Representan cerca del 50 al 70% de todos los humedales del mundo,, extendiéndose por los seis continentes. Usualmente se encuentran en lugares donde la precipitación es alta y la evaporación es baja, además de áreas donde nunca o rara vez hay sequías de verano.

Son reconocidas a nivel mundial como un recurso económico

y ecológico, siendo uno de los mayores almacenamientos de carbono del mundo, que superan al de los bosques. En ese sentido, son ecosistemas que contribuyen a la diversidad biológica, al ciclo hídrico y al almacenamiento de carbono mundial.

Se caracterizan por presentar depósitos esponjosos de turba, crecimiento de árboles y arbustos, y dependiendo del tipo de turbera, un suelo cubierto por una alfombra

gruesa de musgo (*Sphagnum* spp.).

Están conformados por estratos subyacentes originados por acumulación de materia orgánica de origen vegetal en distintos estados de degradación anaeróbica (ausencia de oxígeno) y un estrato superficial biológicamente activo, conformado por asociaciones de especies, entre las que predominan plantas hidrófilas con gran capacidad de retener humedad. Acumulan y almacenan

restos de plantas muertas, como juncos, arbustos y árboles en forma de turba (Díaz, Zegers & Larraín, 2020).

El principal componente biológico de las turberas, es el musgo Sphagnum, el cual forma un ambiente pobre en nutrientes (baja concentración de nitrógeno) y ácido, anóxico, lo cual ayuda a prevenir la presencia de hongos y bacterias que de otra forma descompondrían el material muerto, dejando que no se logre formar la turba.

Uno de los musgos más representativos de las turberas de Chiloé es el musgo Sphagnum Magellanicum, el cual permite a este ecosistema ser grandes almacenadores de agua, dado su gran capacidad de absorción y almacenaje de agua. De este modo logra tener una significancia en la hidrología, dinámica de los bosques y clima del área donde se encuentra.

En Chiloé la existencia de grandes extensiones de turberas se hace fundamental, ya que no cuentan

agua de deshielo proveniente de la Cordillera de los Andes, como ocurre en el continente. Es así entonces, que este ecosistema se convierte, especialmente en Chiloé, como el gran reservorio de agua dulce para las personas, flora y fauna de la isla (Díaz, Zegers & Larraín, 2020).

Lamentablemente las turberas han estado permanentemente amenazadas, principalmente por drenaje para la agricultura, quemaduras frecuentes, extracción de turba y cosecha no sustentable. Las

turberas de Chiloé son explotadas principalmente para extraer turba y musgos, en particular la especie Sphagnum Magellanicum o más conocido como pompón.

La explotación de estos ecosistemas se relaciona con su alta valoración económica y comercialización, debido a sus diversas utilidades, entre ellas la elaboración de fertilizantes para la horticultura, la elaboración de productos manufacturados como pañales, y la biorremediación (Arriaza, 2020).



[49] Imagen página 42:
Turba en Parque Tantauco, Chiloé
Fuente: <https://laderasur.com/articulo/turberas-un-singular-ecosistema-de-gran-valor-para-la-humanidad/>



[50] Imagen página 42:
Musgo Sphagnum Magellanicum
Fuente: <https://laderasur.com/articulo/turberas-un-singular-ecosistema-de-gran-valor-para-la-humanidad/>

1.1 Diseño emulativo de organismos en la recolección de agua

Referentes

Una de las observaciones e investigaciones biomiméticas más reconocidas respecto al agua, es el escarabajo de Namibia, el cual levanta la espalda en el aire durante la entrada de la niebla a su habitat desértico. Al realizar aquel movimiento, su caparazón atrapa gotas de agua, que luego corren por conductos hacia su boca.

A raíz de este estudio nacieron diversas estructuras recolectoras de agua por medio de la niebla, uno de ellos fue Dew Bank Bottle o Botella de Rocío, diseñada el 2010 por Pak Kitae – diseñador de la Universidad Tecnológica Nacional de Seoul – la cual imita o emula el sistema de recolección de agua del

escarabajo, condensando el rocío de la mañana sobre él, para luego llevarlo a una botella interior, que tiene una bombilla pequeña u orificio para beber directo de este (Stewart, 2010).

Otro sistema de captación de agua lluvia – o más bien agua vaporizada del aire – que se generó a partir de la emulación de recolección y absorción de agua lluvia por parte del escarabajo de Namibia, es Warka Tower, diseñada por el arquitecto Arturo Vittori el año 2015 un sistema de captación de vapor de agua atmosférico, formado por un marco de bambú en el cual se extiende una malla de poliéster. Este vapor procedente de la lluvia, niebla o

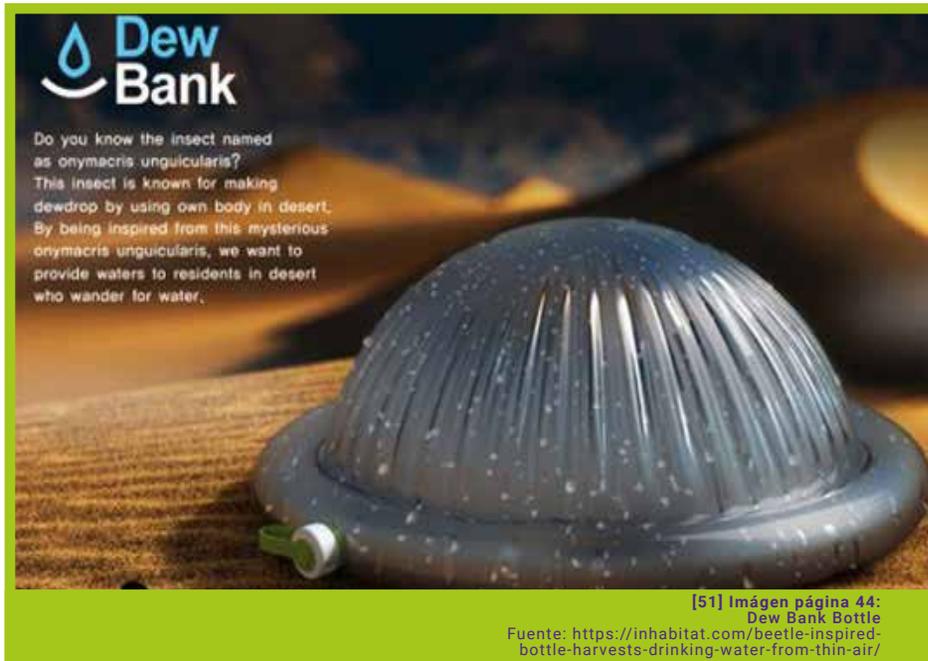
rocío, se condensa en la superficie fría de la malla, produciendo gotas de agua, que luego caen en un depósito ubicado en la parte inferior de la estructura, similar al recorrido de las gotas de agua que capta el escarabajo, que se deslizan desde su caparazón en altura hacia su boca. Este contiene además un toldo de tela que rodea la parte inferior de la torre, evitando que el agua recolectada se evapore (Franco, 2014).

Continuando con sistemas de captación contextualizados en zonas áridas, el proyecto Dewdrop tree, llevado a cabo por el diseñador Taesik Yoon el año 2015, simula el funcionamiento de un árbol que

capta gotas de rocío, para luego purificarlas en agua potable que pueda beberse.

El sistema se divide en tres partes: dispositivo de formación de gotas de rocío – utilizando el material PCM que recoge la humedad eficazmente –, el cuerpo, que purifica las gotas de rocío captadas para convertirlas en agua potable, y la cesta de agua, parte que almacena el agua ya purificada y se puede desmontar.

Este producto ha sido diseñado para zonas con gran escasez de agua, sin embargo, también puede utilizarse en contextos domésticos o zonas sin un déficit hídrico considerable (iF World Design Guide, 2015).





[54] Imágen página 45:
Lifestraw Flex with Gravity Bag
Fuente: <https://lifestraw.com/collections/frontpage/products/lifestraw-flex-multi-use-water-filter-with-gravity-bag>



[55] Imágen página 45:
Strawlife
Fuente: <https://waterislife.com/impact/clean-water>

Lifestraw, empresa estadounidense que produce diversos productos en relación con la obtención inmediata de agua potable, además de generar productos que pueden ser trasladado fácilmente por el usuario. Uno de ellos es Lifestraw Flex with Gravity Bag, una bolsa de gravedad junto con una bombilla flexible, que puede ser colgada en árboles o estructuras en altura para captar agua lluvia, este además contiene un filtro de intercambio iónico y carbón activado que protege contra

bacterias, parásitos, microplásticos, metales pesados, productos químicos, materia química orgánica, suciedad, arena y turbidez mientras elimina los olores para mejorar el sabor (Lifestraw, 2021).

En la misma línea de inmediatez de obtención de agua y portabilidad del producto, Waterislife, organización sin fines de lucro que ayuda a solucionar problemas vinculados al agua en diversas comunidades del mundo, creó Strawlife, una

bombilla con membranas, filtro y carbón activado, que proporciona agua potable desde fuentes de agua contaminada (WATERisLIFE, 2021).

Paper Kettle, creado por Ryo Katayama el año 2021 -diseñador de productor, graduado de Tama Art University el año 2016 - consiste en una tetera está construida completamente de papel, que se puede usar de manera segura para hervir agua gracias a su punto de combustión de 300 grados Celsius



[56] Imagen página 46:
Paper Kettle
Fuente <https://www.trendhunter.com/trends/paper-kettle>

frente al punto de ebullición del agua que es de 100 grados Celsius. Esto permitirá que el agua se hierva fácilmente sobre una estufa de campamento para preparar comidas y más desde prácticamente cualquier lugar.

Paper Kettle tiene un diseño de paquete plano que se deslizará perfectamente en cualquier mochila o bolsa de equipo para garantizar que siempre esté a mano cuando más se necesita para preparar bebidas calientes o una comida (Hemsworth, 2021)



- ✓ Volume folding at 80%
- ✓ Ultra stable when unfolded
- ✓ Patent-pending design technology



Cleaning

- ✓ Dishwasher-safe
- ✓ Easy for brush-cleaning
- ✓ Glossy internal surface
- ✓ Non-adhesive material



Lightweight

- ✓ 4.2 ounce (120 g with cap)

[57] Imagen página 46:
DiFOLD Origami Bottle
Fuente: <https://www.indiegogo.com/projects/difold-origami-bottle-pocket-sized-reusable-hero/>

DiFOLD Origami Bottle, es una botella de agua plegable que ahorra espacio, creada el año 2020 por el diseñador de producto Petar Zaharinov – co-fundador de DiFOLD. Cuando la botella está vacía, un simple giro comprime el recipiente de 8 pulgadas de alto a solo 2 pulgadas para que quepa fácilmente en un paquete, bolsillo, bolso o bolsa. El cuerpo de la botella está hecho de un elastómero termoplástico sin BPA que es inodoro, insípido y reciclable (Zaharinov, 2020).

Capítulo 4

RALL

Formulación del proyecto

4.1 Oportunidad



Desde el año 2010 el territorio comprendido entre las regiones Coquimbo y la Araucanía ha experimentado un déficit de precipitaciones cercano al 30% (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, 2015). Esta disminución de lluvias tiene como causa principal el cambio climático que se vive mundialmente, por lo que la sequía que vive Chile hoy en día, también la viven otros países, en los cuales, desde hace años ya, se implementan desde campañas de consumo consciente hasta sistemas de reutilización de aguas. Medidas que se pueden evidenciar en el documental Blue Brave World, el cual explora tecnologías e innovaciones de diversos países, que tienen potencial para resolver la crisis mundial del agua.

Con relación al déficit hídrico mencionado anteriormente, una de las zonas más afectadas es la región de la Araucanía, la cual, el año 2015, registró un déficit de lluvias de 98%, le siguió la región de Los Ríos con un 92%, y Los Lagos con un 87%. Un alto porcentaje de la población rural semi concentrada de la región utiliza agua para consumo humano proveniente de esteros y pozos (sin potabilización), los que actualmente se encuentran secos la mayor parte del año por efecto de la disminución de lluvias (Navarro, 2017). Esta situación sigue igual hasta el día de hoy, donde zonas rurales, como Putúe Bajo, sector perteneciente a la ciudad de Villarrica, debe abastecerse durante cuatro o cinco meses de camiones aljibes, además de tener que comprar frecuentemente bidones de

agua, utilizar aguas de esteros, ríos, piscinas u otros, y así una diversidad de medidas de emergencia para el déficit hídrico que se vive entre enero y junio de todos los años. Pese a la disminución de lluvias en la novena región, estas siguen ocurriendo durante los meses de déficit de agua, pero no lo suficiente para poder llenar las napas subterráneas, las cuales son responsables de abastecer pozos y norias de las zonas rurales. Actualmente, estas lluvias poco frecuentes y con intensidades irregulares, no son aprovechadas por los habitantes de la región. De este modo, se produce la problemática principal que aborda el presente proyecto.

Una de las razones de por qué muchos hogares no cosechan y consumen agua lluvia, es porque la mayoría de los sistemas de

captación de agua lluvia son a gran escala, es decir, para abastecer más de un hogar, por ejemplo, la Fundación Amulen en colaboración con Isla Urbana, ha llevado a cabo alrededor de tres proyectos de sistemas de colección y potabilización de agua lluvia para quince o más hogares en la zona sur de Chile. Empresas como Cosecha Agua Lluvia, Bioplastic y Delsantek, operantes en Chile, también ofrecen sistemas a gran escala tanto para uso doméstico como agrícola o ganadería, sin embargo, estos requieren de técnicos para realizar la conexión del sistema al hogar, además de ser sistemas fijos, no pueden trasladarse o reposicionarse.

Los sistemas actuales de captación de agua lluvia, tienen un estructura y estética desnaturalizada en relación con el entorno natural de la región de la Araucanía, la mayoría se basan en

Zonas rurales, como Putúe Bajo, sector perteneciente a la ciudad de Villarrica, debe abastecerse durante cuatro o cinco meses de camiones aljibes, además de tener que comprar frecuentemente bidones de agua, utilizar aguas de esteros, ríos, piscinas, entre otros.



[59] Imágen página 49:
Camión aljibe abasteciendo un hogar
en la región de La Araucanía
Fuente: <https://www.radiouniversal.cl/hace-mas-de-un-ano-localidades-rurales-de-la-araucania-son-abastecidas-de-agua-con-camiones-aljibes/>



[60] Imagen página 50:
Bioplastic "Kit Cosecha Agua Lluvia"
Fuente: <https://www.bioplastic.cl/Productos/view/183/4>

formas cilíndricas o rectangulares, así como también se construyen a partir de plástico no reciclado, es decir, poseen un proceso de fabricación no sustentable.

De este modo, se genera la oportunidad de diseñar un recolector de agua lluvia en base a la metodología biomimética o biomimesis de la autora Janine Benyus, la cual plantea y soluciona problemáticas de diseño desde la identificación, traducción, abstracción y aplicación de fenómenos y/o componentes de la naturaleza, con el fin de crear un objeto que se caracterice desde su forma hasta su manufactura en las enseñanzas provenientes de la naturaleza.

...la biomimesis es una manera de buscar soluciones sostenibles tomando prestado de la vida sus

patrones, sus recetas químicas y sus estrategias ecosistémicas. En su fase más transformadora, la biomimesis nos conecta con los procesos naturales de manera que podamos ocupar nuestro lugar, alinearnos e integrarnos a los procesos naturales de la tierra... (Benyus, 2011).

Mediante la Biomimesis, el presente proyecto busca reenforzar la captación de agua lluvia existente, que, si bien es eficiente y soluciona el déficit hídrico de muchos hogares, queda al debe en cuanto a una cosecha independiente, personalizada y naturalizada por parte de los usuarios, donde estos puedan experimentar un proceso más cercano y biogilizado a la recaudación de este valioso recurso natural.

4.2 Propuesta de diseño

QUÉ

RALL; Recolector de agua lluvia portable para uso doméstico y salidas a exterior, basado en el mecanismo de captación y almacenaje de agua lluvia del musgo *Sphagnum Magellanicum* presente en las turberas de Chiloé.

POR QUÉ

La naturaleza lleva aproximadamente 3,8 billones de años evolucionando y diseñando iterativamente formas y procesos biológicos para la subsistencia de los organismos vivos que la componen. De este modo se busca transferir el mecanismo de captación y almacenaje de agua lluvia del musgo *Sphagnum Magellanicum* que habita en las turberas de Chiloé, el cual ha creado y adaptado un sistema de abastecimiento y almacenaje hídrico natural por medio de la lluvia desde sus orígenes.

PARA QUÉ

Actualmente la Región de la Araucanía vive un periodo de déficit hídrico, en el cual no se aprovecha el agua lluvia a nivel doméstico ni en salidas a exterior. Esto ocurre principalmente porque la mayoría de los sistemas de captación de agua lluvia son para uso agrícola y ganadero, siendo estos de gran tamaño, de instalación fija, requiriendo además de técnicos para su conexión al hogar. Por esta razón, se plantea recuperar y valorizar el agua lluvia que cae en periodos de déficit hídrico en hogares y exterior de zonas rurales de la región de la Araucanía, con el fin de evidenciar su relevancia a través de la biomímesis, disciplina que recupera, resignifica y emula procesos biológicos y formas

OBJETIVO GENERAL

Explorar un medio de captación y almacenaje de agua lluvia alternativo mediante la emulación de un organismo vivo en relación a su mecanismo de abastecimiento de agua desde la naturaleza.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1

Incorporar información crítica de los usuarios – con relación al consumo de agua en el hogar durante déficit hídrico – en el diseño que se busca implementar, y como estas se podrían desarrollar e integrar en función de la forma, estética y mecanismos naturales estudiados.

IOV

Identificación de actividades e interacciones críticas de los usuarios dentro del hogar, mediante una encuesta a habitantes del sector Putúe Bajo, Villarrica, IX Región de la Araucanía.

2

Investigar procesos biológicos, formas, mecanismos y morfología del musgo *Sphagnum Magellanicum* en relación a la captación y almacenaje de agua lluvia en su hábitat; turberas de Chiloé.

IOV

Búsqueda y análisis de mecanismos y morfología del musgo de la turberae con relación la captación y almacenaje de agua lluvia a través de la metodología Biomimética, utilizando bases de datos, como, por ejemplo, AskNature, Google Scholar, Scielo, entre otros

3

Recolectar y almacenar agua lluvia en el contexto de uso mediante la unificación del sistema de captación de agua lluvia natural analizado e interacciones críticas de los usuarios con relación al uso doméstico del agua.

IOV

Abstracción del musgo a través de herramientas de dibujo y prototipado de las propuestas de diseño biomimético, considerando cuatro aristas esenciales: mecanismo de plegabilidad, captación/almacenaje de agua lluvia y uso de materiales reciclados

4

Evaluar funcionalidad, forma y estética biomimética del recolector de agua lluvia en los usuarios dentro del contexto de uso; doméstico y espacio exterior.

IOV

Prototipado final y testeo mediante una pauta entregada a los usuarios dentro del contexto de uso, observando sus interacciones vinculadas a la manipulación del recolector, mecanismo de recolección e impresiones frente a la estética del recolector.



[61] Imágen página 53:
Contexto de uso RALL; Lavado de loza.v
Fuente: Elaboración propia



[62] Imágen página 53:
Contexto de uso RALL; Cocina
Fuente: Elaboración propia

4.3 Contexto de uso

El contexto en el cual se desarrolla RALL es dentro de dos marcos que se han ido presentando a lo largo del proyecto. Uno de ellos es un contexto de uso doméstico, vinculado a situaciones de déficit hídrico que se experimenta en hogares de zonas rurales de la Región de la Araucanía, específicamente la ciudad de Villarrica. El segundo es un uso en espacios al aire libre, ya sea parques, reservas, camping, entre otros. Este último escenario de

uso se fue desarrollando a medida que el usuario interactuaba con el recolector, considerando que muchos de ellos sugirieron un uso en contextos outdoor.

Marco Castillo, encargado de repartir agua potable – por medio de un camión aljibe municipal – a zonas rurales y no rurales que presentan complicaciones con sus pozos, afirma que abastece alrededor de 25 familias los jueves de cada semana entre el sector Putue Bajo, a cinco

kilómetros de la ciudad de Villarrica, y Ñancul, un pueblo pequeño a veinte kilómetros más al sur.

La totalidad de las familias cuenta con pozos o norias que suelen secarse entre marzo y junio, algunos incluso más tiempos, ya que, al estar varios meses en desuso, comienzan a presentarse problemas técnicos en el sistema de bombeo desde el pozo hacia el estanque. Además, comenta que algunos hogares han presentado problemas en el filtrado del agua subterránea, la cual no pueden utilizar y deben recurrir al subsidio

de agua potable mediante camiones alijbes y compra de agua por cuenta propia. De este modo el principal contexto de uso del recolector de agua lluvia está determinado por la problemática que ocurre en los hogares de los usuarios descritos.

El agua lluvia recolectada, tanto en el marco doméstico como outdoor, tiene como enfoque de uso tareas que no requieren grandes cantidades de agua, pero que son fundamentales para el día a día de las personas. Algunas de ellas son:

1. Lavado de dientes. Se gastan 250 ml por minuto (si se hace de la manera recomendada cerrando la llave) pero si se deja abierta la llave, por cada minuto se desperdician 5 litros de agua.
2. Lavado de manos. Gasto de agua de 2 a 18 litros, dependiendo del uso correcto del agua.
3. Lavado de loza. Se gastan de 15 a 30 litros, sin embargo este cálculo está calculado para una gran cantidad de loza.
4. Cocina y para consumo propio (beber agua). Se utilizan 10 litros diarios, el cual varía según cantidad

de alimento a cocinar, tipo de alimentos y cantidad de agua que consume cada persona.
5. Regado de jardín. Se consume alrededor de 1000 litros por 100 metros cuadrados (Sernac, 2003)

Cabe destacar que la cantidad de agua utilizada por tarea se calcula no considerando el cierre de la llave al realizarlas, sin embargo siguen siendo las tareas domésticas y de higiene personal, que menos utilizan agua potable. Unas de las que más gastan agua son la descarga de wc, duchas y uso de la lavadora.-



[63] Imagen página 54:
Contexto de uso RALL; Doméstico.
Fuente: Elaboración propia



[64] Imagen página 54:
Contexto de uso RALL; Outdoor
Fuente: Elaboración propia

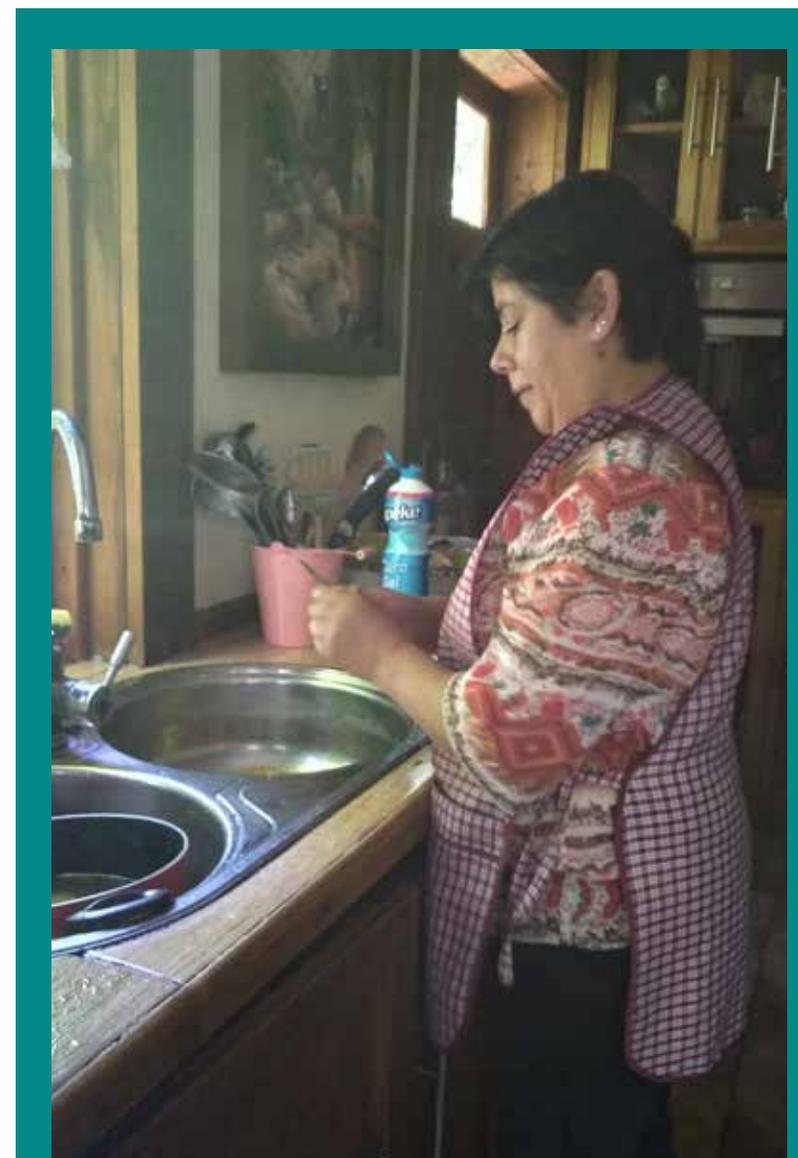
4.4 Usuarios

En relación con el contexto anterior se establece el perfil de usuario del proyecto, el cual corresponde a hombres y mujeres mayores de 17 años, que se ven enfrentados a la necesidad de una fuente de agua optativa y personalizada para uso de tareas domésticas y personales fundamentales en su vida cotidiana.

Uno de los momentos críticos que experimenta el usuario dentro del contexto de déficit hídrico descrito con anterioridad, es cuando el agua del estanque se acaba y este debe esperar un días o más, ya sea al camión aljibe municipal o privado, por lo cual se ve imposibilitado para realizar tareas básicas y que no requieren de grandes cantidades de agua, como por ejemplo, cocinar

alimentos perecibles, lavar loza utilizada en el día, higiene personal – lavado de dientes, lavado de manos y cara, entre otros – preparar un té, café o una mamadera para bebés y entre otras tareas que requieran de pequeñas cantidades de agua, pero fundamentales para que los usuarios puedan permanecer tranquilos durante el periodo de nulo abastecimiento hídrico en sus hogares.

Estos usuarios además de buscar una fuente de agua optativa de emergencia, que sea eficaz con relación a la captación y almacenaje de agua lluvia, también tienen la necesidad de un dispositivo que puedan manipular y trasladar sin mayor dificultad. Por otro lado,



[65] Imagen página 55:
Usaria; Habitante de sector Putúe Bajo.
Fuente: Elaboración propia.



[66] Imagen página 56:
 Usuaría; Habitante de sector Putúe Bajo.
 Fuente: Elaboración propia.

dentro del rango de estos usuarios, están aquellos que aprecian una fabricación sustentable, con materiales reciclados o reutilizados que respondan a una economía circular y que al tener que posicionarse dentro de la naturaleza, este responda a una forma y estética consecuente a su producción e implementación en el contexto de uso

Por otro lado, también logra llegar a usuarios indirectos, que tienen interés por objetos o elementos de diseño con carácter particular y sustentable, que se desmarquen de lo convencional y predecible, proponiendo una estética y función distinta que logre diferenciarlos dentro de su ambiente social.

Por último, se consideró a lo largo del proyecto usuarios más pequeños, específicamente de segundo ciclo escolar. Estos fueron integrados específicamente por una de las alternativas de implementación que se estableció finalizando el diseño; transferir el concepto del proyecto por medio de un taller teórico/práctico a niños de segundo ciclo escolar de establecimientos educacionales de la zona, con el objetivo que puedan crear su propio recolector de agua lluvia utilizando el patrón de valor del proyecto; recolección de agua lluvia, reciclaje y reutilización de materiales y emulación de organismos y ecosistemas naturales con relación a su forma de captar y almacenar agua lluvia.

Encuesta a usuarios

Para poder tener una mejor aproximación al diseño del recolector de agua lluvia, se decidió realizar una encuesta a los usuarios -habitantes del sector de Putúe Bajo, Villarrica -con la finalidad de obtener información e interacciones críticas de los habitantes respecto a la escasez hídrica que vive la mayoría de ellos.

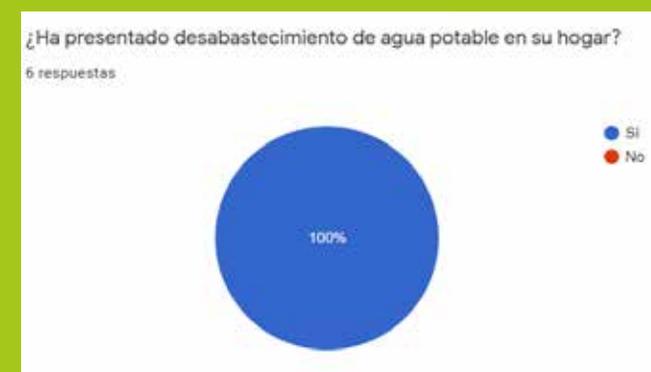
La encuesta consistió en 8 preguntas realizadas en un formulario de google online, para así tener un acceso más rápido y eficiente a los encuestados. Esta fue difundida por medio del grupo de whatsapp de la junta de vecinos, logrando solo 6 respuestas.

Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

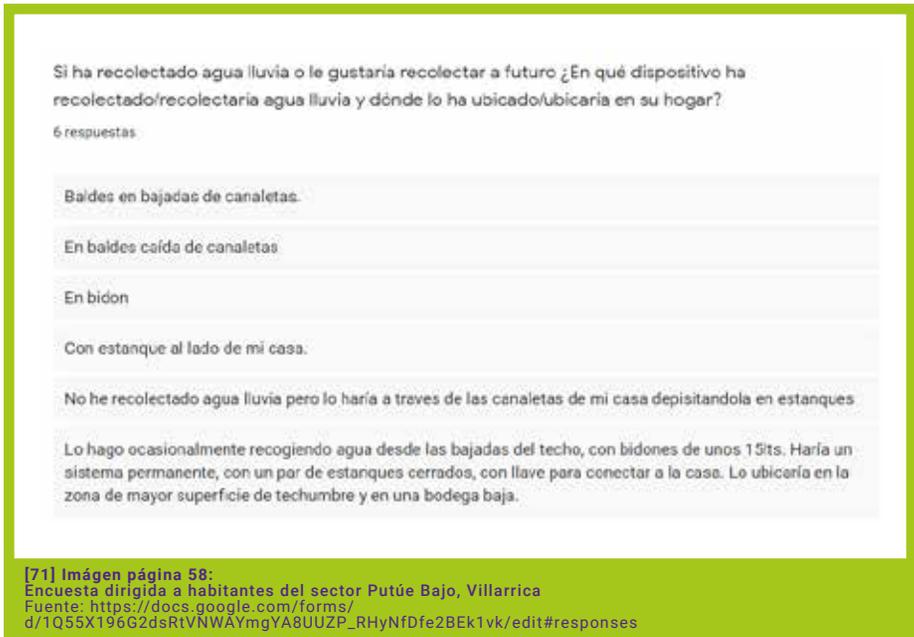
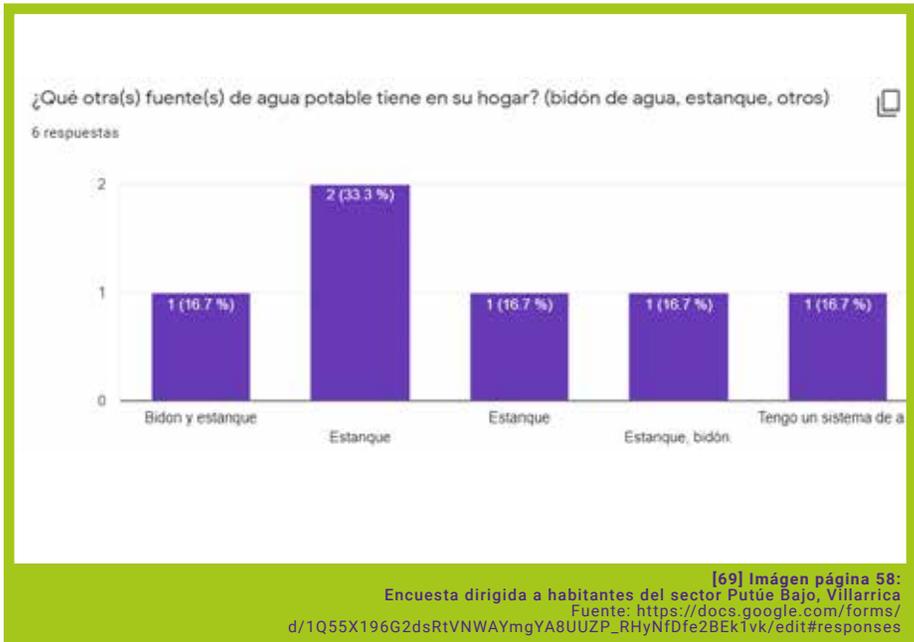
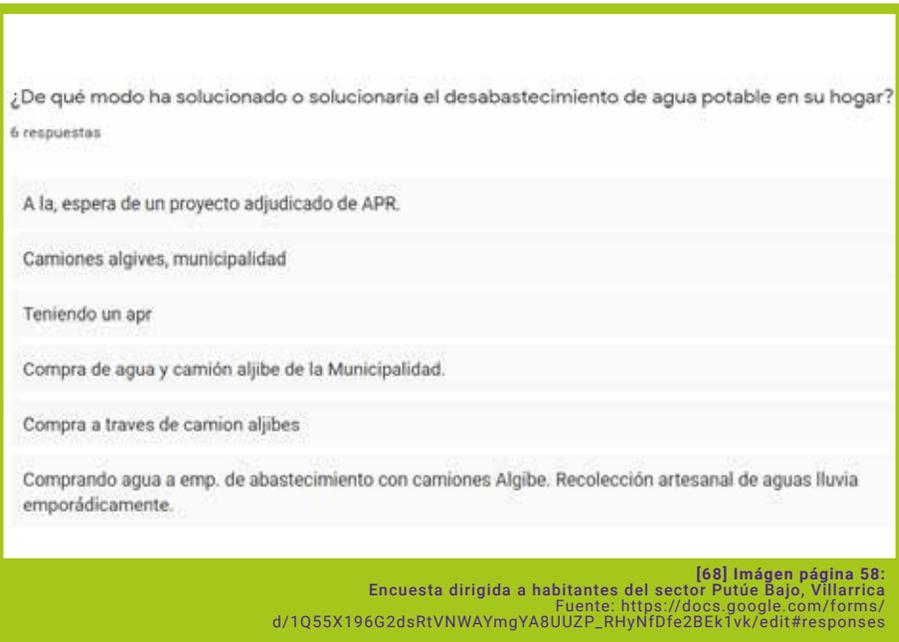
1. ¿Qué sistema de agua potable tiene en su hogar? (pozo, noria, otros).

2. ¿Ha presentado desabastecimiento de agua potable en su hogar?
3. Si la respuesta anterior es afirmativa ¿En qué periodo del año se ha quedado sin agua y por cuánto tiempo?
4. ¿De qué modo ha solucionado o solucionaría el desabastecimiento de agua potable en su hogar?
5. ¿Qué otras fuentes de agua potable tiene en su hogar? (bidón de agua, estanques, otros)
6. ¿Ha utilizado algún sistema de recolección de agua lluvia?
7. Si ha recolectado agua lluvia o le gustaría recolectar a futuro ¿En qué dispositivo ha recolectado/ recolectaría agua lluvia y dónde lo ha ubicado/ubicaría en su hogar?
8. Si ha recolectado agua lluvia o le gustaría recolectar a futuro ¿En qué tareas o actividades domésticas la ha utilizado/utilizaría? (lavado de loza, aseo personal, lavadora, cocina, entre otros)

El 100% de los encuestados afirmó haber presentado desabastecimiento de agua potable durante el año 2021, durante los meses de escasez hídrica; marzo, abril, mayo y junio en algunos casos.



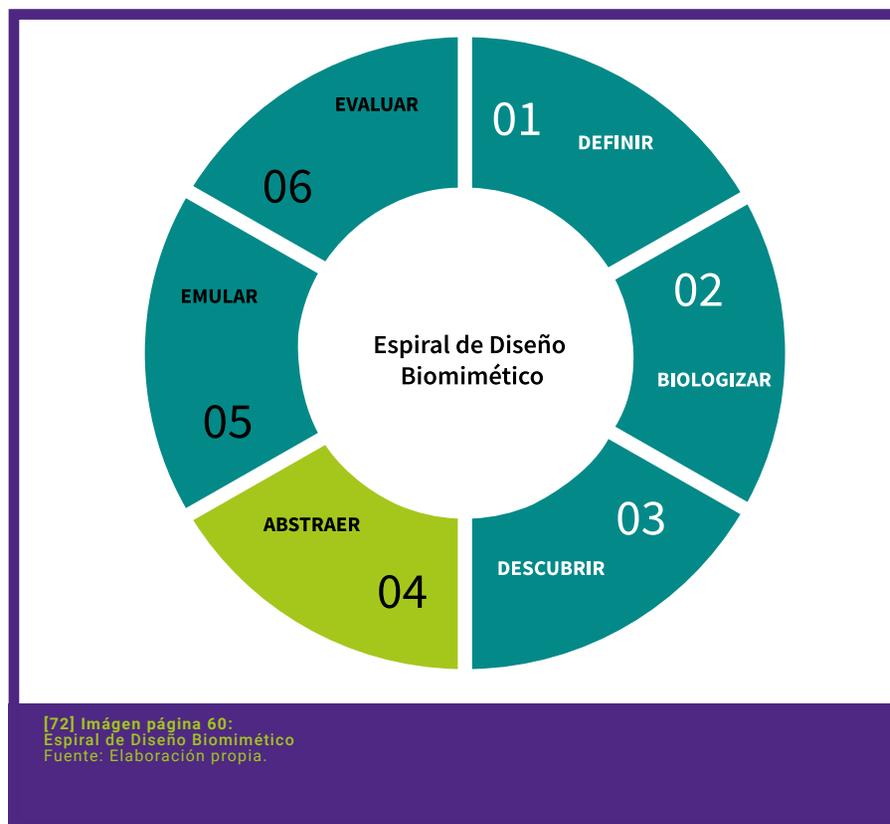
[67] Imagen página 57:
Encuesta dirigida a habitantes del sector Putúe Bajo, Villarrica
Fuente: https://docs.google.com/forms/d/1Q55X196G2dsRtVNWAYmgYA8UUZP_RHyNfDfe2BEk1vk/edit#responses



Capítulo 5

Aproximaciones de diseño RALL

5.1 Emulación del musgo *Sphagnum Magellanicum*



Siguiendo la metodología del espiral de diseño biomimético de Benyus, se procedió a realizar el primer acercamiento al diseño del recolector de agua lluvia, luego de haber definido el organismo a emular (etapa 3: Descubrir): Musgo *Sphagnum Magellanicum* de las turberas de Chiloé.

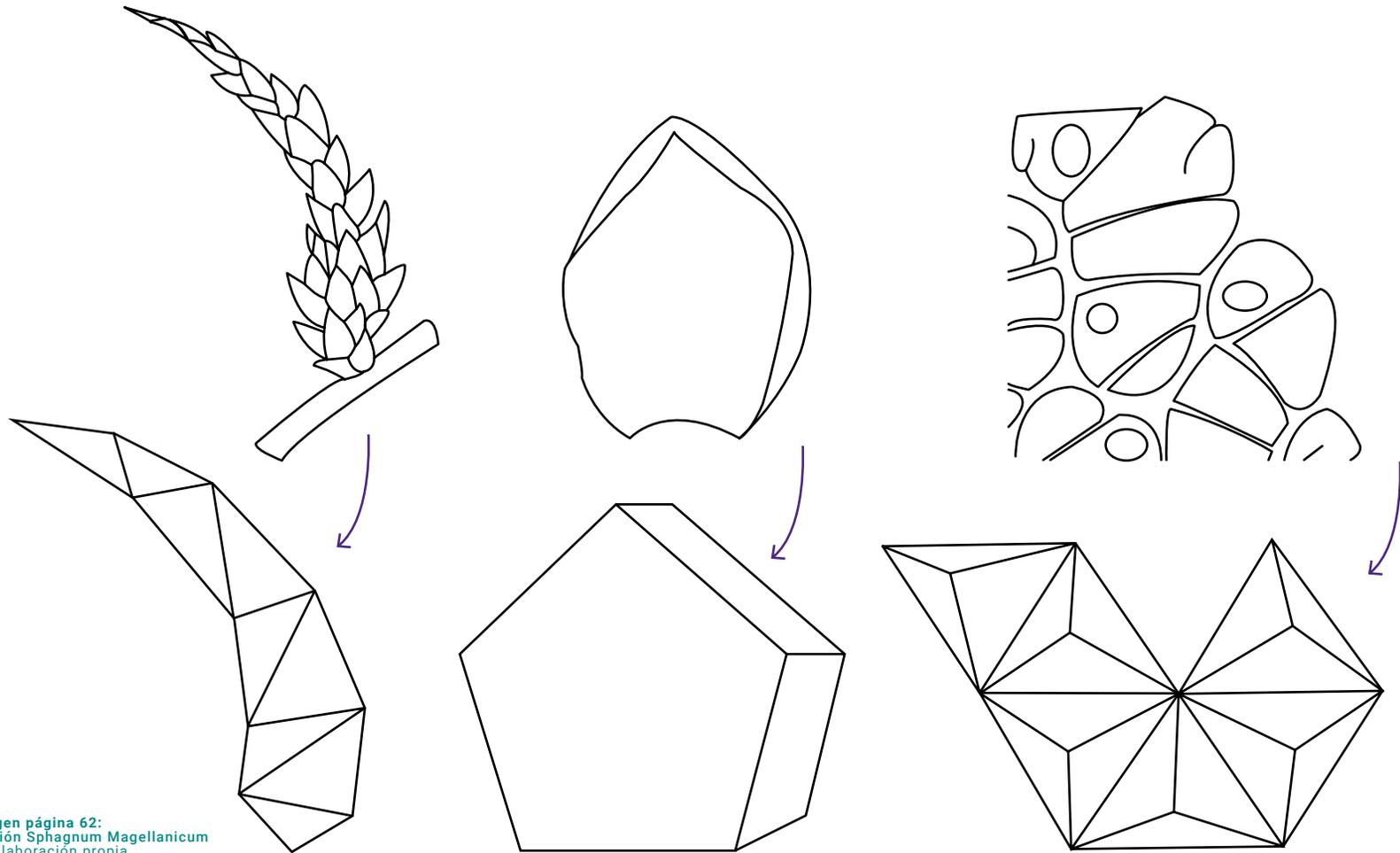
La especie *Sphagnum magellanicum* es un musgo hidrófilo, que vive en ambientes húmedos y se distribuye en Chile desde las Regiones de La Araucanía hasta Magallanes, adquiriendo importancia en términos de frecuencia y cobertura en Aysén y Magallanes. Los *Sphagnum* son los musgos responsables del origen de la turba. La turba se forma por la acumulación de los tejidos de esta y de otras plantas que crecen sobre los restos de otras ya descompuestas. Así forman

una serie de estratos de tejidos vegetales muertos que se acumulan con el paso del tiempo, formando el material que llamamos turba.

Una de las características de los *Sphagnum* es su gran capacidad de retener agua, debido a la presencia de poros en las células hialinas ubicadas en los caulidios y filidios, las que pueden absorber rápidamente el agua a través de sus poros de diámetro de 5 - 20 μm . Estas células pueden contener mucha agua, pudiendo abarcar alrededor del 80% del volumen del musgo. La fibra de *Sphagnum magellanicum* (pompon) se caracteriza por presentar un color anaranjado, una textura firme y por formar una hebra de longitud variada que en promedio puede superar los 25 cm (Dominguez & Larrain, 2012)



Abstracciones de la forma del musgo Sphagnum Magellanicum



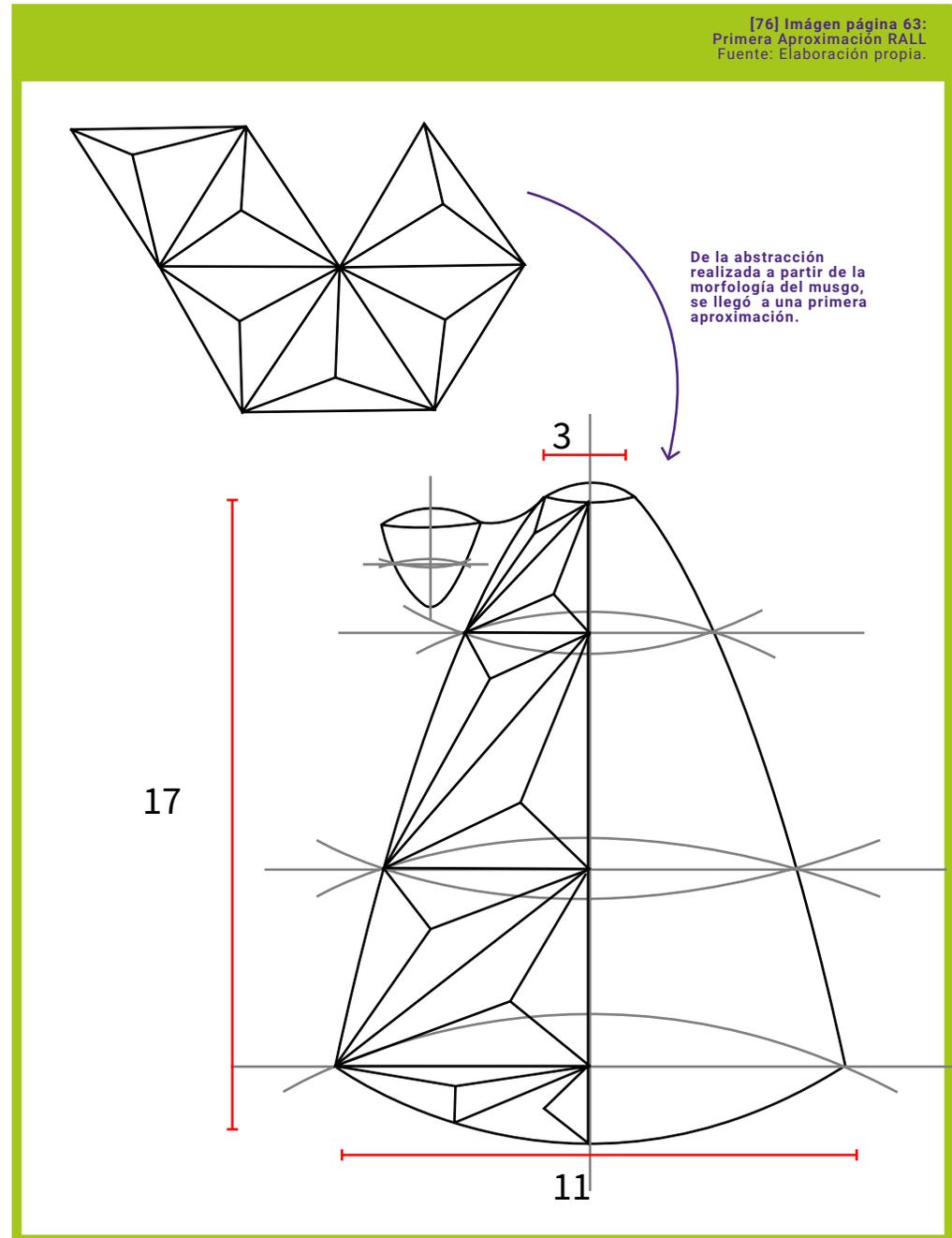
[75] Imágen página 62:
Abstracción Sphagnum Magellanicum
Fuente: Elaboración propia.

5.2 De la función a la forma

La primera aproximación de RALL fue en función de su morfología, es decir, mediante la abstracción de su forma realizada en la etapa de abstracción de la espiral del diseño biomimético, se llegó a un diseño netamente estético, sin tener en consideración su forma de captar y almacenar agua.

De este modo, el primer acercamiento de emulación no cumplía exactamente con la metodología biomimética de Benyus, ya que la biomimesis busca inspirarse en como los organismo realizan cierta función, ya sea mediante su color, textura, forma, tamaño, entre otras características, por lo que al emular solamente su forma, se estaba ignorado su principal característica; ser una gran reserva de agua.

Dado lo anterior, se procedió





[77] Imágen página 64:
Mecánica de captación de agua del musgo *Sphagnum Magellanicum*
Fuente: Defendamos Chiloé, Medio de comunicación sociomambiental



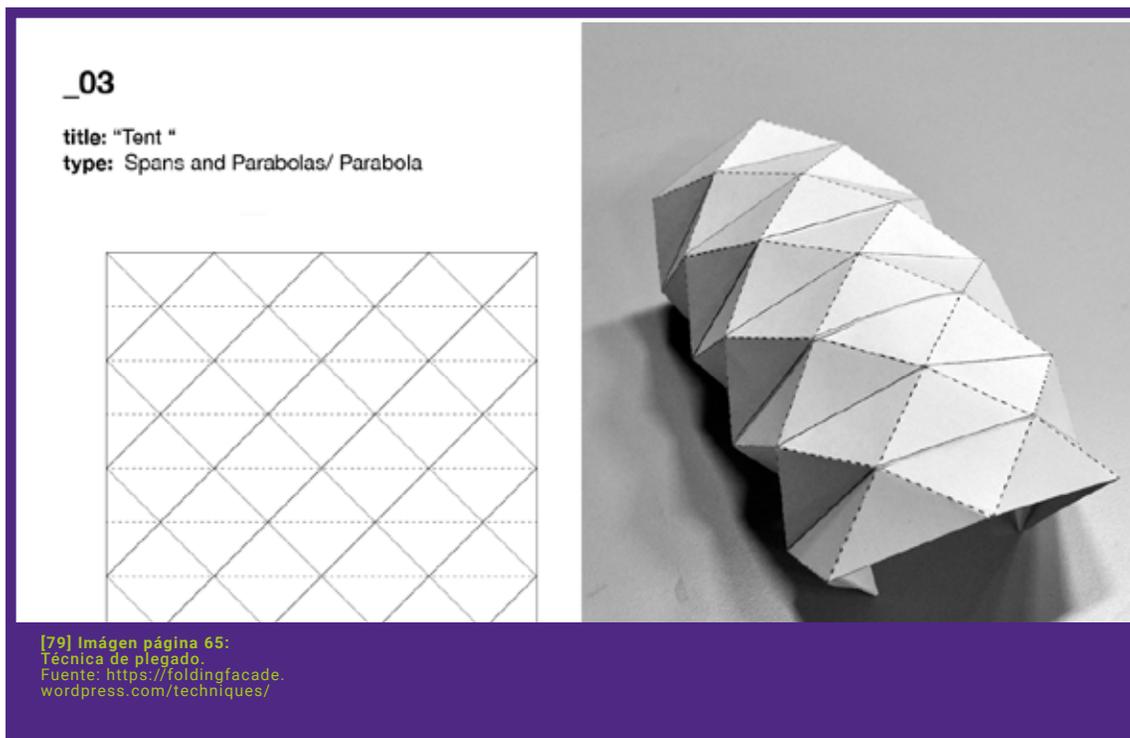
[78] Imágen página 64:
Mecánica de captación de agua del musgo *Sphagnum Magellanicum*
Fuente: Defendamos Chiloé, Medio de comunicación sociomambiental

a investigar de que forma o mecanismo, el musgo lograba captar y retener el agua tanto en su cuerpo (caudilio) como cabeza (capítulo).

Para ello se observó un video publicado por un movimiento sociambiental de Chiloé, de como el musgo en su estado seco y comprimido interactuaba dentro de un vaso con agua. Se logró identificar que al pasar los segundos, el musgo se expandía en diversas direcciones, lo cual confirmó su gran capacidad de captación y almacenaje de agua lluvia, ya que este no perdió su volumen con el correr del tiempo, reteniendo sin lugar a dudas el agua captada dentro del vaso.

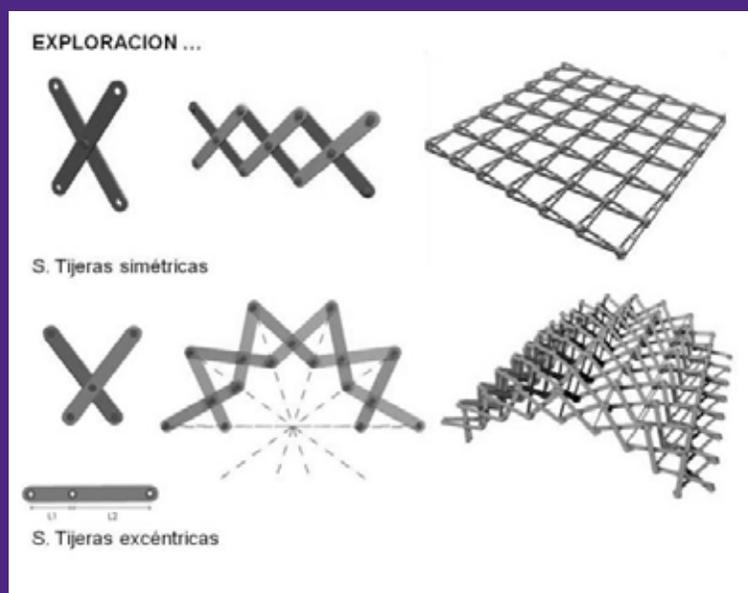
De este modo, la emulación fue replanteada: el diseño debía seguir a la función o mecánica del musgo, y no solo a su forma o morfología.

5.3 Mecanismos funcionales de plegabilidad



Para poder llevar a cabo la emulación de la mecánica de captación y almacenaje del musgo, se realizó una búsqueda de formas de contracción y expansión, considerando que el musgo al captar el agua comienza a expandirse a medida que la absorbe, y logra contraerse -por acción de terceros -al ser secada o comprimida, como si fuera una esponja.

Dentro de la investigación, se encontraron dos clases de mecánicas útiles. La primera es el mecanismo articulado, al cual se le llama "Tijeras" ya que funciona muy similar o igual a una tijera, y la segunda es el mecanismo de origami, específicamente estructuras y formas plegables.



5.3.1 Mecanismo articulado “tijeras”

Dentro de las estructuras desplegadas basadas en el mecanismo de tijera existen principalmente tres tipos para generar curvatura en la estructura. La primera de ellas sería la comenzada por Pérez Piñero y continuada por Félix Escrig, que consiste en emplear tijeras rectas polares cuyos extremos están definidos por un arco de circunferencia. La segunda manera de dotar de curvatura sería la desarrollada por Luis Sanchez-Cuenca, en la que las tijeras rectas se inscriben en un romboide con cierta distorsión angular. En tercer lugar estaría la escuela de Hoberman, en la que las tijeras se inscriben en un arco

de circunferencia, pero empleando tijeras anguladas

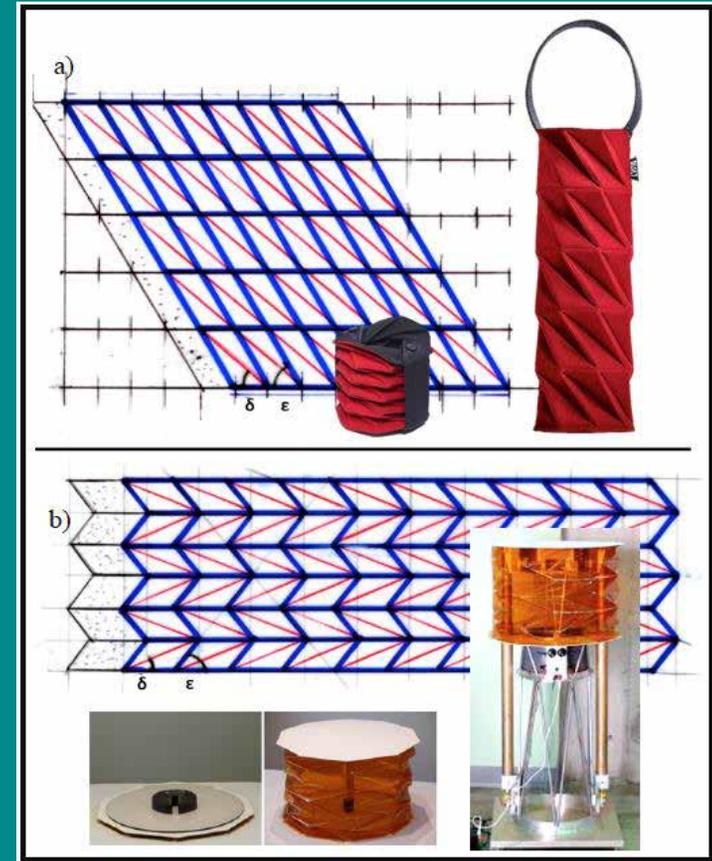
Cada uno de los tipos tiene sus ventajas y desventajas. El primer sistema tiene la ventaja de poseer la mayor capacidad de plegado y tiene la desventaja de dar lugar a fases geométricamente incompatibles durante el proceso de desplegado. La segunda no da lugar a incompatibilidades, pero se obtienen muchas barras de diferentes longitudes dentro de la estructura. La tercera tampoco da lugar a incompatibilidades geométricas durante el desplegado y las longitudes de las barras pueden ser iguales, pero posee una menor capacidad de plegado

5.3.2 Mecanismo del Origami

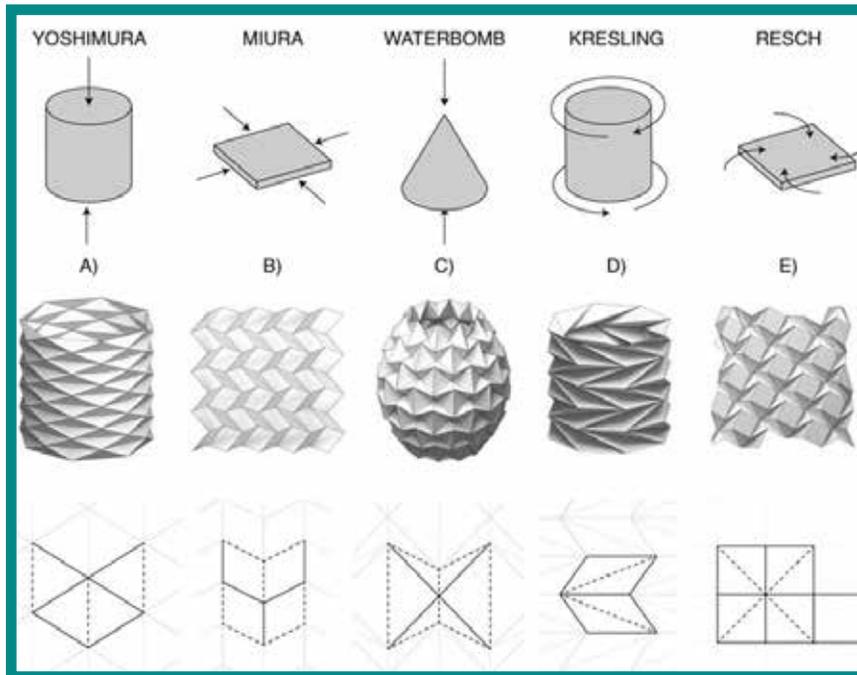
El arte del plegado de papel ha evolucionado durante siglos, y no fue hasta principios del siglo del siglo XX que se conoció como Origami. Se han documentado casos de plegado de papel del periodo Muromachi (1333-1573) eran envoltorios de regalos y objetos ceremoniales. Estas primeras formas de plegado de papel se conocían con otros términos como orisue, orikata (forma plegada) y orimono (objeto plegado). En Japón, el plegado de papel se desarrolló a través de la tradición oral y algunas publicaciones raras de instrucciones impresas, como el Secreto de

las mil grullas (Hiden mil grullas (Hiden Senbazura Orikata). La aplicación práctica contemporánea del plegado ha recorrido un largo camino desde la tradición cultural. La estética ordenada de líneas geométricas, planos y curvas, es una fuente de inspiración definitiva para artistas diseñadores, casas de moda, arquitectos, matemáticos, científicos, nanotecnólogos, biólogos y educadores (Gardiner, 2008).

Existe la hipótesis de que el plegado existe en todas las escalas de la

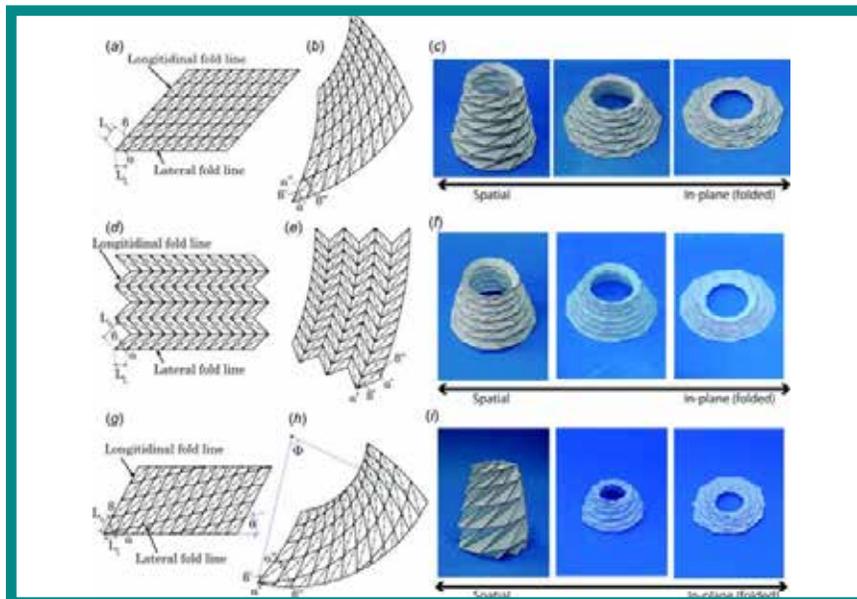


[81] Imagen página 67:
Kresling Origami Pattern
Fuente: https://www.researchgate.net/publication/346643969_The_Fifth_Fold_Complex_Symmetries_in_Kresling-origami_Patterns



[82] Imagen página 68: Estructura de origami plegables
 Fuente: https://www.researchgate.net/figure/a-Yoshimura-Origami-b-Waterbomb-Origami_fig1_309952117

naturaleza, desde la nanoescala hasta la escala universal. Esta investigación se ha llevado a cabo por diversos autores a lo largo de los años, sin embargo se pone de manifiesto por medio de los trabajos de investigación de Kresling, en los que sus estudios visuales muestran claras estructuras tipo origami en la naturaleza. En este trabajo menciona que las estructuras resuelven problemas increíblemente únicos, a veces con resultados ligeramente diferentes, ya que ningún objeto natural es idéntico. Kresling muestra cómo los pliegues surgen espontáneamente en la naturaleza, reiterando la investigación de Yoshimura y Miura. Los pliegues aparecen como si estuvieran programados en los materiales de antemano, pero lo sorprendente es que es solo un acto de la naturaleza. Por el contrario ocurre en el origami, en la cual existe una propiedad genética o mutativa adicional en la formación de pliegues por aplicación de presión (Gardiner, 2008)



[83] Imagen página 68: Estructuras cónicas plegables
 Fuente: <https://asmedigitalcollection.asme.org/mechanicaldesign/article->

Combinando la naturaleza del plegado y la presión del ser humano, nacen los patrones de plegado natural. Estos son el resultado del llamado pandeo o bifurcación de los materiales bajo tensión, es decir, mediante una fuerza externa indirecta se genera un patrón de plegado, similares a la naturaleza.

Prototipo 1

Se realizó un prototipo visual, mediante la abstracción ya realizada del musgo de la turbera, considera su geometría poligonal y la mecánica de expansión al momento de captar el agua.



[84] Imagen página 69:
Prototipo 1
Fuente: Elaboración propia

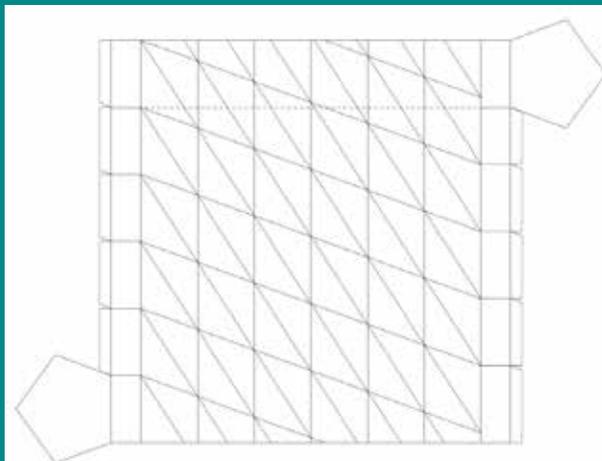
5.4 Evolución del diseño de RALL

Luego de realizar una investigación de mecanismos de plegabilidad para emular el musgo en su expansión al momento de captar agua, se procedió a experimentar con el patrón de plegado de origami. Su elección fue considerando su mecánica más natural de plegado y desplegado, sin la necesidad de usar más de un material.

Además este logró responder a principios de vida de la metodología biomimética de Benyus, en la cual se

establece que la naturaleza tiende a optimizar los recursos a disposición.

De este modo se llevaron a cabo más de siete prototipados, con el fin de encontrar la mecánica de plegado más adecuada a la emulación del musgo de la turbera. Por otro lado, se fueron probando diversas aristas del recolectos. Los primeros prototipos responden a pruebas de plegado y los últimos a materialidad, funcionamiento de portabilidad y de filtrado del agua lluvia recolectada.



[85] Imágen página 70:
Prototipo 2
Fuente: Elaboración propia.



Prototipo 2

Prototipo físico utilizando un patrón de plegado ya existente, el cual consiste en la repetición de un polígono, en el cual hay una diagonal que le atribuye plegabilidad a la estructura.

El material utilizado fue un género rígido que se utiliza como forro de otros textiles.

Prototipo 3

Se utilizó el mismo patrón, pero en un tamaño mayor.

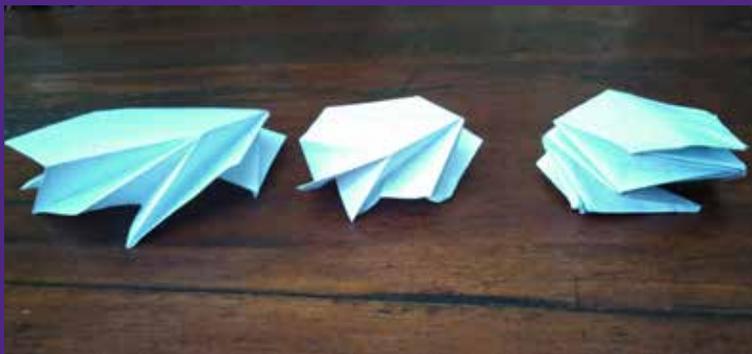
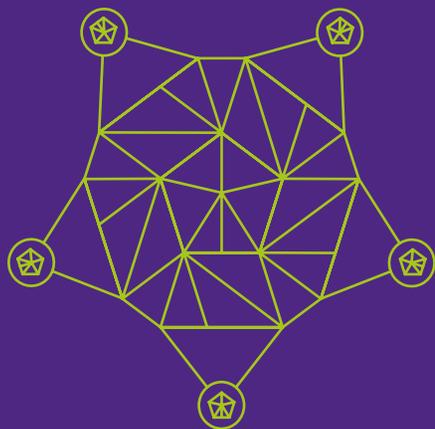
Prototipo fabricado con un cobertor de lona reciclado, con el objetivo de probar impermeabilidad y contención de agua, logrando solo el primero.



[86] Imágen página 70:
Prototipo 3
Fuente: Elaboración propia

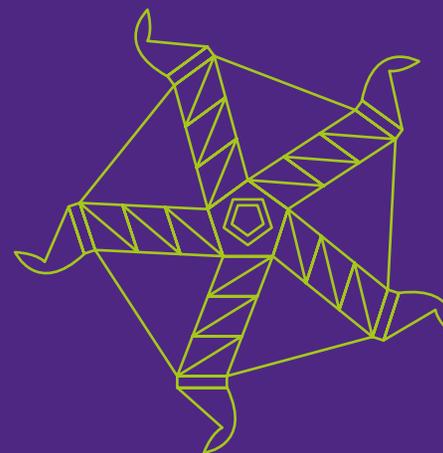
Prototipo 4

Al fallar en la contención de agua en el prototipo 3, se decidió cambiar el patrón de plegado, ya que el anterior al tener agua dentro despegaba los extremos del patrón, así como también las aletas de la base, procediendo a encontrar un patrón con más firmeza y que no dependa de pegamento.



[87] Imagen página 71:
Prototipo 4
Fuente: Elaboración propia

[88] Imagen página 71:
Prototipo 5
Fuente: Elaboración propia

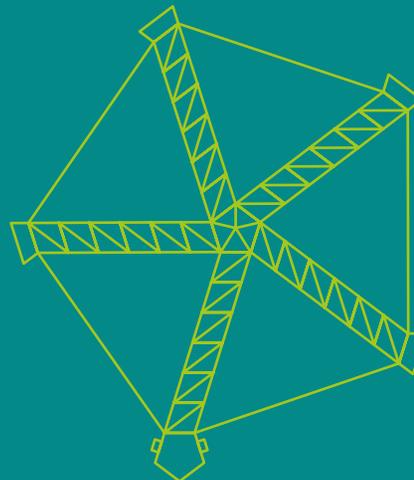


Prototipo 5

Al funcionar el patrón testeado en el prototipo 4, se realizó el mismo, pero aumentado la cantidad de polígonos por lado del pentágono. Se prototipo con un cobertor de lona reciclado, sin embargo, no se logró contener el agua.



[89] Imagen página 72:
Prototipo 6
Fuente: Elaboración propia.

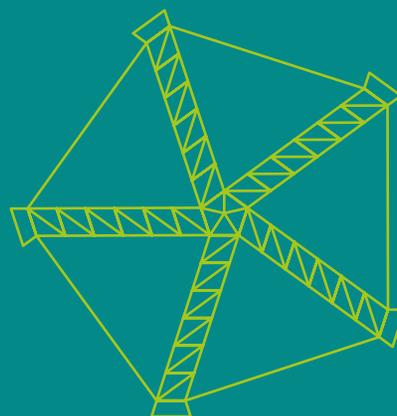


Prototipo 6

Se utilizó el mismo patrón de plegado, solo aumentando la cantidad de poligonos por lado del pentagono. Se decidió testear con el cobertor de lona reciclado y un geotextil de filtrado de agua. Para la unión de ambos se utilizó costura, sin embargo, esto causó orificios en el plegado, lo cual llevo a una filtración de agua al momento de llenarlo.

Prototipo 7

Luego de fallar con la unión de ambos materiales mediante costura, se decidió utilizar termosellado entre ambos, es decir, aplicación de calor y presión para evitar la filtración de agua. Finalmente esta técnica dio resultado para poder contener el agua dentro del plegado, sin embargo, este tuvo una deformación con el calor, perdiendo la estética de plegabilidad.



[90] Imagen página 72
Prototipo 7
Fuente: Elaboración propia

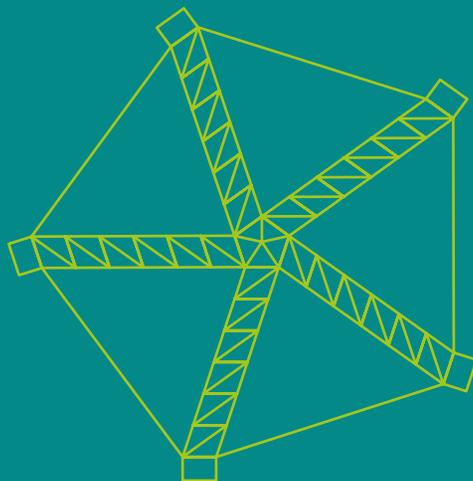


[91] Imagen página 72
Prototipo 7
Fuente: Elaboración propia

Prototipo 8

Al perder la estética y forma del plegado en el prototipo 7, se decidió cambiar de materialidad, llegando al reciclado de PVC presente en las palomas publicitarias políticas, así como también liezos de publicidad en desuso.

Sin embargo no se logró unir el PVC con el geotextil, ya que ambos tienen tiempos de termosellado distintos. Al momento que lograba sellarse el PVC, el geotextil se consumía por el sobre calentamiento. De este modo, se agregó el geotextil a través de un filtro removible.



[92] Imagen página 73:
Prototipo 8; Plegado y Termosellado
Fuente: Elaboración propia



[93] Imagen página 73:
Prototipo 8
Fuente: Elaboración propia



[94] Imagen página 73:
Prototipo 8 junto con filtro removible.
Fuente: Elaboración propia



[95] Imagen página 73:
Prototipo 8.
Fuente: Elaboración propia

Prototipo 9

Se corrigió la calidad de termosellado y plegado. Por otro lado se agregó la marca del recolector y una etiqueta explicando el producto y su materialidad.

Por otro lado se utilizó un PVC con mayor gama de colores y más atractivos. Así también se utilizaron los retazos de PVC de una imprenta para poder imprimir la marca y la etiqueta.



[97] Imágen página 74:
Prototipo 9; Filtros de Geotextil
Fuente: Elaboración propia



[96] Imágen página 74:
Prototipo 9; Marca
Fuente: Elaboración propia



[97] Imágen página 74:
Prototipo 9
Fuente: Elaboración propia



[98] Imágen página 74:
Prototipo 9
Fuente: Elaboración propia



[99] Imágen página 74:
Prototipo 9
Fuente: Elaboración propia

Capítulo 7

Propuesta final RALL



[100] Imagen página 76:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia

7.1 Diseño final RALL

Luego de los 9 prototipos realizados, testeando la mecánica de plegabilidad, sellado anti filtración, materialidad, patrón de plegado, filtración antibacteriana, tamaños del contenedor, haza de portabilidad y marca, se llegó a un resultado final de RALL.

Si bien tiene ciertas características y funcionamiento que aún no se logra adecuar a la perfección al usuario, logra su patrón de valor; recolección de agua lluvia, emulación de la naturaleza y uso de materialidades recicladas. En este diseño final se realizaron pequeños cambios

entorno al uso y guardado del filtro, tamaño y guardado del contenedor y presencia de la marca.

Se eliminó la etiqueta de la marca de RALL, dejando la explicación y marca del producto solo en la haza de portabilidad. Se agregó al filtro de geotextil reciclado un estuche en el cual se explica como usarlo y de que está fabricado. Además se rediseñó la haza, entregándole una segunda función aparte de portabilidad; un estuche de guardado para el contenedor plegable, el cual también fue útil para guardar el estuche del filtro de geotextil.

RALL

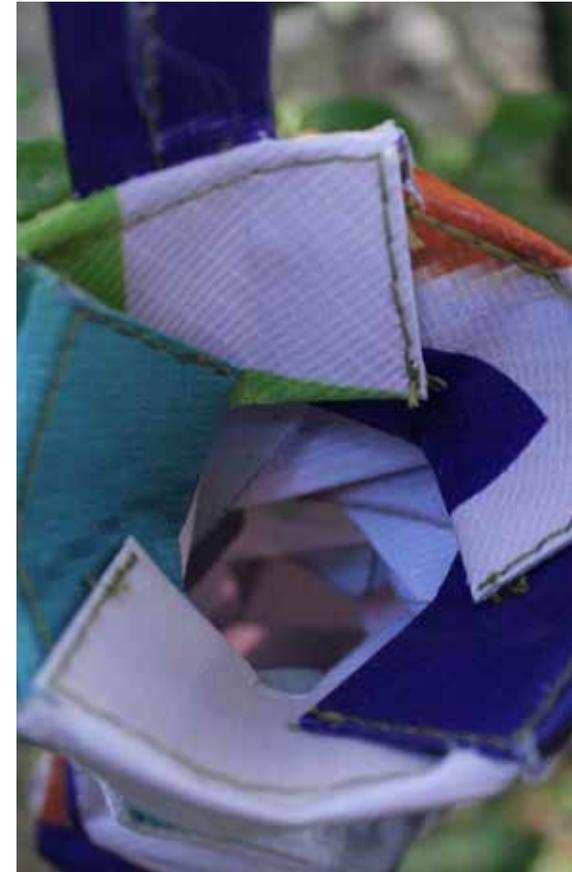
>> Recolector de agua lluvia basado en la captación y almacenaje de agua en las turberas de Chiloé <<



[101] Imagen página 77:
Prototipo 10; Plegado y guardado en estuche
Fuente: Elaboración propia



[102] Imagen página 77:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[103] Imagen página 77:
Prototipo 10; Interior RALL
Fuente: Elaboración propia



[104] Imagen página 78:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[105] Imagen página 78:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[106] Imagen página 78:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia

RALL

Modo de uso



[107] Imágen página 79:
Prototipo 10; Extraer de estuche
Fuente: Elaboración propia



[108] Imágen página 79:
Prototipo 10; Colgar en altura
Fuente: Elaboración propia



[109] Imágen página 79:
Prototipo 10; Insertar filtro dentro de RALL
Fuente: Elaboración propia



[110] Imágen página 80:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[111] Imágen página 80:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[112] Imágen página 80:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[113] Imágen página 80:
Prototipo 10
Fuente: Elaboración propia



[114] Imágen página 81:
Lienzo publicitario donado
Fuente: Elaboración propia



[115] Imágen página 81:
Paloma publicitaria del candidato a diputado
Pablo Astete.
Fuente: Elaboración propia.

7.1.1 Materialidad

Finalmente se procedió a utilizar PVC reciclado de las llamadas “palomas” publicitarias. En su mayoría pertenecían a publicidad de las campañas políticas del año 2021, así como también lienzos de venta de propiedades, publicidad de comercio, entre otros.

El PVC recaudado y reciclado se obtuvo por voluntad de los propietarios de estos. En el caso de las palomas de campañas políticas estas fueron entregadas



[116] Imágen página 81:
Paloma publicitaria política donada
(link)



[117] Imágen página 82:
Paloma publicitaria
abandonada en sitio
eríaso.
Fuente: Elaboración
propia.

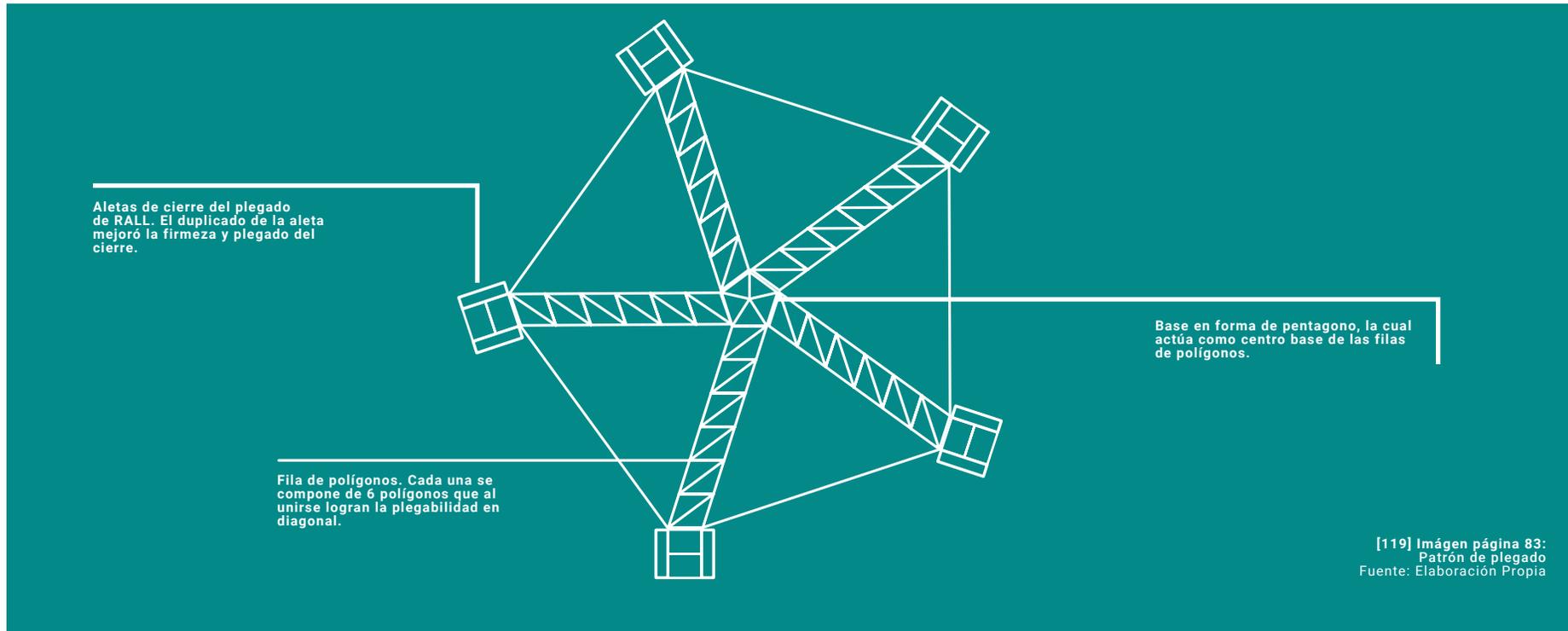
por los propios candidatos, en el caso de Pablo Astete. Otras fueron entregadas por por propietarios de locales que realizaban campaña a diversos políticos. En cuanto a los lienzos de venta de propiedades y otras publicidades tuvieron una entrega por desgaste del PVC o desuso por parte de los propietarios.

Por otro lado llamó la atención que muchos de los lienzos y palomas publicitarias estaban abandonadas en sitios erásios o en basureros de la ciudad. De este modo se confirma que su uso es a corto plazo, ya sea porque caduca la campaña política o por cambio de publicidad de locatarios. Este material abandonada fue recogido y reciclado también para la producción de RALL.



[118] Imágen página 82:
Paloma publicitaria en
basurero de Villarrica
Fuente: Elaboración
propia.

Para la producción de PVC impreso con la marca de RALL, se procedió a utilizar retazos de PVC en blanco que sobran de impresiones de imprentas. En este caso, se trabajó con la imprenta/plotter Arte Copia de la ciudad de Villarrica, IX región de la Araucanía. El procedimiento de impresión dependía de la cantidad de encargos que tenían en el día, ya que para varios pedidos ocupan un solo pliego de PVC. Se decidió además utilizar aquellos retazos con una gramaje menor, esto porque lograban plégarse bastante mejor.



7.1.2 Mecánica y forma

Para la construcción del Prototipo 10, se realizaron algunos cambios en el patrón de plegado. En primer lugar se aumentó su tamaño, con el objetivo de que el contenedor tuviera más capacidad. En segundo lugar se agregó un margen de un centímetro en las aletas de cierre y se duplicó el PVC en cada una de ellas, con el objetivo de generar más firmeza en el cierre. Por último se decidió agrandar el pentágono de base, ya que debía ser proporcional a las filas de polígonos, de lo contrario el

pliegue no se puede realizar.

La mecánica de plegado no tuvo cambios sustanciales en cuanto a forma. En relación a la marcación del plegado este fue realizado con mayor cuidado, es decir, al momento de transferir el patrón al PVC, se tomó en cuenta en utilizar una transferencia que no dejara marcas de tinta. Dentro del mismo marco de mejora de plegado, se decidió optar por un PVC de menor gramaje en la recolección y reciclaje de estos. La

mayoría de ellos tenían un espesor significativos, lo cual evitaba que el plegado fuera más definido y por ende funcional. Por otro lado a mayor gramaje el termosellado debía durar más tiempo, así como también se debía ejercer mayor presión.

Si bien los detalles anteriores no tienen una relación directa con la mecánica y forma, si fueron de gran relevancia para mejorar la mecánica de plegado, así como también la estética de la forma de RALL.



[120] Imagen página 84:
Mecánica y forma RALL
Fuente: Elaboración Propia



[121] Imagen página 84:
Mecánica y forma RALL
Fuente: Elaboración Propia



[122] Imagen página 84:
Mecánica y forma RALL
Fuente: Elaboración Propia



[123] Imagen página 84:
Mecánica y forma RALL
Fuente: Elaboración Propia



[124] Imágen página 85:
Geotextil
Fuente: Elaboración Propia



[125] Imágen página 85:
Geotextil
Fuente: Elaboración Propia

7.1.3 Filtración mediante Geotextil

Los Geotextiles son telas sintéticas permeables formadas por fibras poliméricas, polipropileno o poliéster, con alta resistencia a la tracción y al punzonamiento, cuya misión es hacer las funciones de:

(1) Separación: Barrera que impide la migración de partículas entre dos tipos de suelos, permitiendo la transmisión de agua

(2) Drenaje: Debido a la alta porosidad y estructura de

fibras entrelazadas tienen una alta permeabilidad, lo que permite el flujo de agua y retención de las partículas del suelo (Geoamerica, s.f.).

Este material se suele usar frecuentemente en labores de construcción e ingeniería, teniendo un alto costo, debido a que su venta es por grandes cantidades de metros. Por lo general en las construcciones muchos rollos de geotextil no son utilizados, por lo

que optan por botarlos o alguno de los trabajadores los guardan.

Para la construcción del filtro de geotextil de RALL, se reciclo y reutilizo geotextil, contactando a ingenieros en construcción para su obtención. Una de ellas fue la ingeniera en construcción Susan Villanueva, la cual facilitó una gran cantidad de metros de geotextil, el cual habia guardado de obras de construcción en las que participó un tiempo atrás.



[126] Imágen página 86:
Filtro de geotextil reciclado
Fuente: Elaboración Propia



[127] Imágen página 86:
Filtro de geotextil reciclado
Fuente: Elaboración Propia



[128] Imágen página 86:
Mecánica y forma RALL
Fuente: Elaboración Propia



[129] Imágen página 86:
Filtro de geotextil reciclado
Fuente: Elaboración Propia



[130] Imágen página 87:
Haza RALL
Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Portabilidad

Uno de los objetivos de RALL es poder trasladar el agua recolectada desde el lugar de recolección de agua lluvia hasta el espacio de uso, ya sea doméstico o al aire libre. Para ello se diseñó un haza con el material reciclado.

Si bien la principal función del haza de portabilidad es el traslado de RALL, a lo largo de los rediseños obtuvo una nueva función; poder ser un estuche de guardado del contenedor plegado cuando se

encuentra en desuso, así también actúa como estuche de guardado para el filtro de geotextil reciclado, facilitando de este modo más aún la portabilidad y guardado del recolector, además de protegerlo ante suciedad y bacterias del entorno.

Por otro lado, contiene la marca del recolector, su descripción y materiales de fabricación. De este modo logra tener una segunda función; informar sobre el producto.



[131] Imágen página 87:
Haza RALL
Fuente: Elaboración propia.



[132] Imagen página 88:
Construcción Haza RALL
Fuente: Elaboración propia.



[133] Imagen página 88:
Construcción Haza RALL
Fuente: Elaboración propia.

Para la construcción de la haza se utilizaron los retazos de PVC de la imprenta Arte Copia, en la cual se imprimió la marca y descripción del producto.

Luego de la impresión, esta se corta del retazo y se marcan los márgenes para poder ser armada.

Este armado consiste en la utilización de costura, descartando el termosellado ya que las terminaciones a través del calor y

presión no fueron correctas. Luego de la costura de la haza, esta se debe unir al contenedor, la cual también se llevó a cabo mediante costura, teniendo mejor terminación y firmeza al momento de ser colgado.

Al momento de guardar el recolector, el haza se pliega alrededor de las aletas de cierre y se ingresa al estuche, quedando así no solo un estuche sino un dispositivo similar a una pequeña mochila.



[133] Imagen página 88:
Construcción Haza RALL
Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 Proceso de construcción

Para la construcción de RALL se debe seguir una serie de etapas, desde la transferencia del patrón al PVC hasta el plegado del recolector luego de ser sellado.

1. Se transfiere el patrón de plegado impreso al PVC reciclado a utilizar. Esta se realiza mediante remarcado del patrón sobre el material.

2. Luego se cortan los triángulos que se forman entre las filas de poligonos, quedando como una estrella de mar.

3. Se marca el patron de plegado en cada linea, con el fin de facilitar significativamente el plegado final.

4. Se unen las filas de poligonos por el reverso del PVC. La unión se hace utilizando la técnica de termosellado, es decir, se aplica

calor y presión entre cada fila de poligonos, este debe realizarse utilizando un textil entre el PVC y la plancha de calor, ya que el contacto directo absorbe el PVC de inmediato.

5. Luego de sellar el contenedor, este debe darse vuelta para el lado del color del PVC. Se debe hacer con cuidado, ya que si se hace rápido puede romper el material.

6. Luego se procede a fabricar el filtro de geotextil reciclado. Se corta un rectángulo de 14x14 cm aproximadamente, luego se pliega, para finalmente termosellar cada extremo del rectángulo.

7. Por último se realiza la costura de la haza y el estuche del filtro. Finalizando con la unión de la haza al contenedor mediante costura, y luego plegar el contenedor.



[134] Imágen página 89:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[135] Imágen página 89:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[136] Imágen página 89:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[137] Imágen página 90:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[140] Imágen página 90:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[138] Imágen página 90:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[141] Imágen página 90:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[139] Imágen página 90:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.



[142] Imágen página 90:
Construcción RALL
Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Marca

Marca

RALL se compone de una paleta de colores llamativa y fuera de lo convencional dentro de lo que es un producto para recolección o portabilidad de agua lluvia.

La finalidad de sus colores es justamente romper la línea de marca ya existente en productos relacionados al agua. La mayoría de ellos utiliza colores verdes y azules, generando una impresión en el usuario de un producto muy industrializado.

Se seleccionó una paleta de 4 colores, inspiradas tanto en los

colores de los componentes de la turbera, así como también en los colores de las palomas y lienzos publicitarios recolectados. La mayoría de ellos presentaban colores fuertes y atractivos a la vista, justamente por ser publicidad debían cumplir esa función.

Por otro lado se pensó en la marca como un logotipo simple, utilizando solo el nombre del recolector. RALL. Para la tipografía se decidió usar Roboto, principalmente por sus líneas más gruesas y rectas, de fácil lectura.



RALL

Recolector de Agua Lluvia

Capacidad: 500cc

Recolector de Agua Lluvia
basado en la captación y
almacenaje de agua en las
turberas de Chiloé.

Hecho de:
PVC y Geotextil
reciclados.

RALL

Recolector de Agua Lluvia

Capacidad: 500cc

Recolector de Agua Lluvia
basado en la captación y
almacenaje de agua en las
turberas de Chiloé.

Hecho de:
PVC y Geotextil
reciclados.

[144] Imagen página 92:
Marca RALL
Fuente: Elaboración propia.



[145] Imagen página 92:
Marca RALL
Fuente: Elaboración propia.



[146] Imagen página 92:
Marca RALL
Fuente: Elaboración propia.



[147] Imagen página 92:
Marca RALL
Fuente: Elaboración propia.



[148] Imagen página 92:
Marca RALL
Fuente: Elaboración propia.

7.2 Testeo RALL

Finalizando la construcción del prototipo 10, se llevó a cabo un testeo a 10 personas tanto de la zona de contexto de uso, como también habitantes de la zona central de Chile, considerando que también ha entrado en un período de escasez hídrica hace unos años ya.

Resultados testeo:

1. Estética RALL:

El 98% sí está de acuerdo con la Estética. El 2% no está en acuerdo con la estética del estuche de guardado del contenedor y filtro.

2. Funcionalidad RALL:

El 99% está de acuerdo en la Funcionalidad. El 1% no está en acuerdo con la funcionalidad del guardado de RALL (plegado en estuche).

3. Manual o Guía de uso:

El 90% si esta en acuerdo con un manual o guía, señalando que:

“Si, para tener mejor explicación del producto y poder dárselo a conocer a más gente y se entere de lo útil que puede ser”

“ Es muy necesario, sobre todo para el uso del filtro y cómo hacer la extracción de agua.”; “

El 10% no está en acuerdo con un manual o guía, se señala que: “sólo algo gráfico impreso en el mismo contenedor. Evitar uso de más materiales como el papel”.

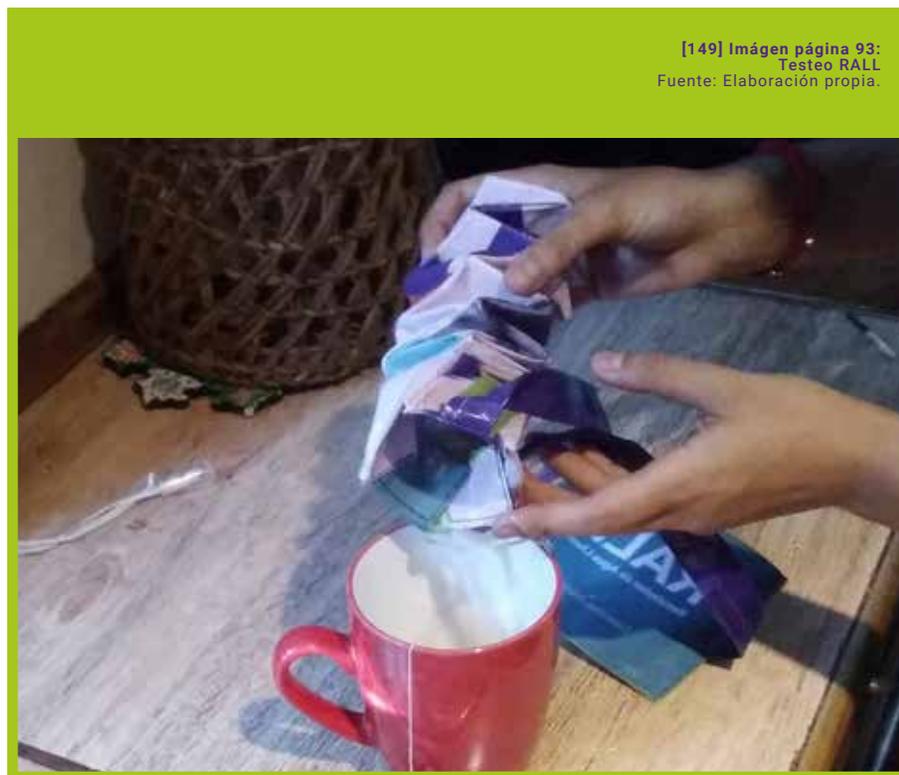
4: Marca en el producto:

El 88% está en acuerdo con relación a la marca, señalando que:

“No, creo que no es necesario ya que el estuche es parte de todo el recolector”

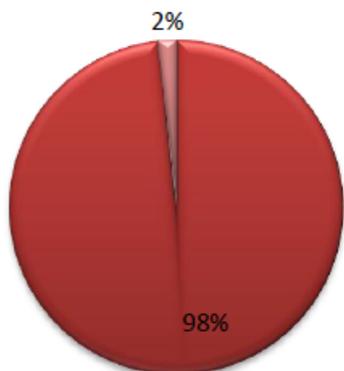
“ No, está presente de manera justa y necesaria.”

El 12% Sí esta en acuerdo con relación a la marca, señalando que: “Si, para hacerse más conocida”



1.- ESTÉTICA RALL

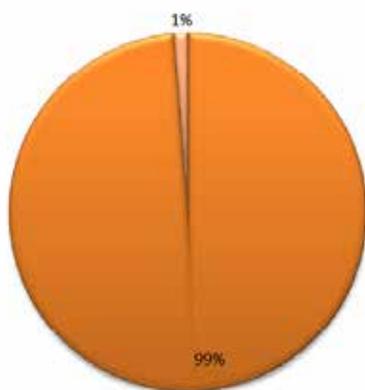
■ Si ■ No



[150] Imágen página 94:
Resultados Testeo RALL
Fuente: Elaboración propia.

2.- FUNCIONALIDAD RALL

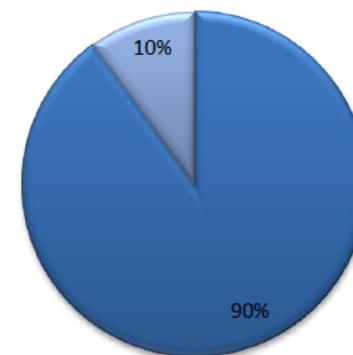
■ Si ■ No



[151] Imágen página 94:
Resultados Testeo RALL
Fuente: Elaboración propia.

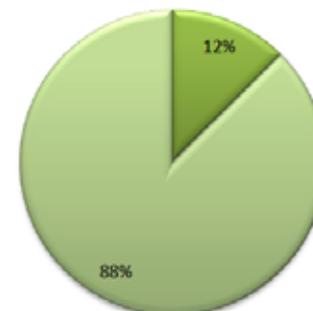
a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

■ Si ■ No



b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes del producto? ¿Por qué?

■ Si ■ No



[152] Imágen página 94:
Resultados Testeo RALL
Fuente: Elaboración propia.

Resultados Implementación RALL (10 usuarios)

¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio, plataforma web, redes sociales, taller educativo de medio ambiente y reciclaje, otros)

El 100% Si esta en acuerdo con encontrar y/o conocer este producto, en:

“Redes sociales, talleres en municipalidades, comercios con enfoque sustentable”

“Me gustaría encontrarlo en tiendas de accesorios outdoor, también en algún kit de accesorios de emergencia en conjunto con linterna, velas, botiquín, etc. “

“En todas partes, incluso como una actividad outdoor, como cuándo voy de camping o cuándo se corta la luz; que alguien me enseñe cómo se hace y/o enseñar a quienes no saben, tiene su magia. “

Observaciones RALL (10 usuarios)

“Sugiero que existan de distintos tamaños.”

“Todo lo que sea para ayudar al planeta y reciclar sirve mucho”.

“Me ha encantado la estética, forma y color, de fácil transporte y adaptabilidad en su uso. El armado interactivo hace del producto un elemento funcional como resultado de un juego de camping. Se sugiere que el colgado al momento de usar, también sea un elemento de recolección de agua. ”

Capítulo 8

Implementación RALL

Proyecciones

8.1 Difusión y Proyección



[153] Imágen página 98:
Estudiantes de la Escuela "Los Arrayanes"
en salida a terreno
Fuente: Elaboración propia.

Para difundir RALL en la comunidad afectada por la escasez hídrica, tanto del sector de Putúe Bajo como diversas ciudades de la región de la Araucanía, se propone la presentación y/o difusión del proyecto, por medio de un taller teórico/práctico para escuelas y colegios de la zona. En este caso el taller será impartido específicamente en la Escuela "Los Arrayanes" en la asignatura de Ciencias y Tecnología.

Para ello se gestionó la comunicación con Jonathan Elías Urra Liempi, encargado de convivencia escolar y de educación medio ambiental, presentándole el proyecto por medio de correos, el cual luego de un análisis aceptó la propuesta del taller. De este modo se procedió a organizar y planificar la difusión del proyecto junto con profesores de ciencias de la escuela

ya mencionada.

Este consiste principalmente en la transferencia conceptual de RALL, a través de su base teórica y diseño, fomentando los siguientes conceptos y actividades:

1. Recolección de agua lluvia
2. Reciclaje y reutilización de materiales.
3. Imitación de organismo de la naturaleza y/o ecosistemas en relación con la captación y almacenaje de agua lluvia por estos.

El taller consiste en utilizar el concepto, aplicado en la creación de RALL, obteniendo el mismo resultado de forma y función por medio de diferentes materiales. A través de la combinación de actividades teóricas y prácticas, busca enseñar y aplicar nuevas formas de recolección de agua lluvia



[154] Imágen página 99:
Estudiantes de la Escuela "Los Arrayanes"
en salida a terreno
Fuente: Elaboración propia.

mediante nuevas materialidades recicladas inspiradas en la naturaleza y finalmente lograr que los estudiantes puedan fabricar un auténtico recolector de agua lluvia para sus hogares y/o salidas a terreno.

Sesiones del Taller "Recolectar agua lluvia imitando a la naturaleza"

1. RALL:

1.1. Presentación de RALL:

1.1.1 Problemática: escasez hídrica

1.1.2 Propuesta de diseño: recolector de agua lluvia basado en el reciclaje e inspiración en la

naturaleza mediante la metodología biomimética de Janine Benyus, fundadora del Instituto de Biomímesis.

1.1.3 Construcción y uso del producto.

2. Transferencia de concepto:

Actividad práctica: por medio del uso de la creatividad y dibujo respondiendo a la siguiente pregunta ¿De qué modo recolectarías agua lluvia en tu hogar? Considerando el uso de materiales reciclados y formas naturales de recolección que tengan en conocimiento.

3. Emulación o Imitación de la naturaleza:

Salida a terreno: parque, lago, campo, entre otros. Con el objetivo de observar y analizar la naturaleza en relación con la captación y almacenamiento de agua lluvia.

4. Aprender a reciclar y reutilizar:

Reciclaje y reutilización de materiales que los estudiantes puedan encontrar en sus hogares, centro de la ciudad o en el mismo establecimiento educacional. En caso de no lograr esta adquisición de materiales, se procedería a realizar una campaña de reciclaje

dentro del establecimiento y ciudad.

5. Creación de un nuevo RALL:

Crear y fabricar un recolector de agua lluvia auténtico con los materiales recolectados y junto con la observación y análisis de la naturaleza que se realizó en la salida a terreno

6. Uso:

Prueba del recolector en sus hogares, establecimiento educacional o salidas a terrenos que realicen los estudiantes. Se llevará a cabo un registro fotográfico y audiovisual de cada recolector

creado.

7.Exposición:

Presentar los recolectores de agua lluvia creados por los estudiantes en el establecimiento educacional y/o ferias relacionadas con el medioambiente y reciclaje.

8.Difundir para seguir educando:

Difusión digital de las creaciones mediante redes sociales, con la finalidad de continuar la cadena de transferencia conceptual de RALL. Utilizando de ejemplo los realizados por cada estudiante mediante el registro fotográfico y audiovisual realizado en la sesión 6, mostrando

el proceso de creación de cada recolector.

Para poder llevar a cabo los costos del Taller, en relación a las salidas de terreno, campañas de reciclaje, uso de plataformas digitales para la difusión de los resultados, entre otros, se tiene como objetivo postular junto con la escuela a trabajar al siguiente fondo del gobierno:

Fondo de Protección Ambiental/ Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educacionales, el cuyo objetivo general es financiar iniciativas demostrativas que

fomenten la gestión ambiental en los Establecimientos Educacionales, generando hábitos y conductas sustentables, e incorporando actividades de educación ambiental.

El taller entraría en la postulación de producto cuyo objetivo es contribuir a la mitigación y adaptación del cambio climático y a la descontaminación ambiental, por medio de iniciativas ciudadanas ambientales, conducentes a la educación, formación y sensibilización ambiental, aportando a mejorar la calidad de vida de las personas.

Dentro de este punto se menciona iniciativas que fomenten el uso eficiente del agua: captación de aguas lluvias, atrapanieblas, reutilización de aguas grises, entre otros.

De este modo se podría lograr realizar no solo la difusión de RALL como producto de consumo, sino también llevar a cabo instancias educativas respecto a la recolección de agua lluvia, reciclaje de materiales y por último la observación y aplicación de la naturaleza en los proyectos que realicen los estudiantes.

[155] Imagen página 100:
Estudiantes de la Escuela "Los Arrayanes"
en salida a terreno
Fuente: Elaboración propia.



Capítulo 8

Conclusiones

8.1 Análisis de diseño e interacciones



[156] Imágen página 102:
RALL en contexto de uso: regado de plantas
Fuente: Elaboración propia.

RALL es un recolector de agua lluvia basado en la emulación del musgo *Sphagnum Magellanicum* presente en las turberas del Sur de Chile. Inspirado en el musgo por su modo de expandirse al captar y almacenar agua lluvia, así como en su forma geométrica que logra comprimirse como una esponja para la extracción de agua. La mecánica descrita se logró mediante el uso de la técnica de plegabilidad del origami.

Es un proyecto inspirado en la naturaleza, su materialidad se obtiene mediante reciclaje y reutilización. El recolector RALL está construido a partir del PVC presente en las palomas publicitarias de las

campañas políticas del año 2021 obsoletas, así como también de Geotextil, material excedente de obras de construcción, utilizado en el recolector como un filtro de partículas y antibacteriano.

A lo largo del diseño de RALL hubo una serie de complicaciones relacionadas principalmente con al contención y almacenaje de agua. Por medio del ejercicio del prototipado se comprobó que aislar un material al ciento por ciento es una tarea compleja de realizar, ya que no se puede trabajar con plegados simples ni pegamentos del comercio industrial, ya que estos métodos de unión tienden a

fracasar ante el contacto con agua. Esta problemática de filtrado estuvo presente hasta el final del proyecto, infiriendo entonces que para un almacenaje de agua seguro, el PVC debe ser termosellado por segunda vez. En conjunto con lo anterior, también se comprobó que un menor gramaje de PVC permitía más posibilidades de filtrado, esto debido al peso del agua en un material más delgado. Por otro lado, se entendió que el patrón de plegado solo funcionaría bien si el termosellado y materialidad lo permitían. Por ejemplo si al termosellar más de 15 segundos el PVC, este se autoconsumía. En el caso de la materialidad, se pudo verificar que no todos los PVC reciclados tenían el mismo espesor, concluyendo que a menor gramaje mayor éxito en la mecánica de plegabilidad de RALL.

En relación a los tests se pudo analizar de mejor manera el diseño, teniendo muy presente que para los usuarios no fue de lectura fácil su uso, comunicando que era necesario un manual o guía de uso, específicamente por el filtro de geotextil reciclado.

Para algunos de ellos, la implementación de RALL dentro del ámbito educativo fue factible, ya que tenían un interés en poder aprender a conocerlo y construirlo. No así para otros que afirmaron querer encontrarlo o conocerlo en tiendas outdoor o comercio en general.

Sin embargo en ambos casos hubo una apreciación del producto en relación a su plegabilidad, reciclado de materiales y uso de la emulación de la naturaleza en su diseño

El 90% estuvo de acuerdo con un manual o guía, señalando que:

“Si, para tener mejor explicación del producto y poder dárselo a conocer a más gente y se entere de lo útil que puede ser”

“ Es muy necesario, sobre todo para el uso del filtro y cómo hacer la extracción de agua.”; “

“Me ha encantado la estética, forma y color, de fácil transporte y adaptabilidad en su uso. El armado interactivo hace del producto un elemento funcional como resultado de un juego de camping. Se sugiere que el colgado al momento de usar, también sea un elemento de recolección de agua.”

[157] Imágen página 104:
RALL
Fuente: Elaboración propia.



Bibliografía

Referencias

1. **AskNature.** (2020). The structure of special silk from cribellate spiders continuously pulls and transports water from the air. asknature.org. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://asknature.org/strategy/web-continuously-collects-water-from-air/>.
2. **AskNature.** (s. f.). Warka Tower from Warka Water uses a mesh net to collect water from humid air. asknature.org. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://asknature.org/innovation/lightweight-water-collection-system-inspired-by-darkling-beetles/#innovation-details>
- 3 **Ballén, J., Galarza, M., & Ortiz, R.** (2006). Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. Retrieved 15 Jun, 2021, from <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoH.pdf>.
- 4.**Benyus, J.** (2011). Biomímesis perspectiva de diseño: Una guía visual. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/>.
5. **Benyus, J.** (2011). A Biomimicry Primer. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/>.
6. **Benyus, J. (2011). Biomimicry ToolBox.** Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://toolbox.biomimicry.org/es/>.
7. **Bevilacqua, R.** (2017). Turberas: Un singular ecosistema de gran valor para la humanidad. Retrieved 20 Jun, 2021, from www.laderasur.com. <https://laderasur.com/articulo/turberas-un-singular-ecosistema-de-gran-valor-para-la-humanidad/>.
8. **Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia.** (2015). Informe a la nación: La megasequía 2010–2015: Una lección para el futuro. Retrieved 10 Jun, 2021, from <http://www.cr2.cl/megasequia>.
9. **CIPER Chile.** (2022). El negocio de la sequía: el puñado de empresas de camiones aljibe que se reparte \$92 mil millones. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://www.ciperchile.cl/2017/03/21/el-negocio-de-la-sequia-el-punado-de-empresas-de-camiones-aljibe-que-se-reparte-92-mil-millones/>
10. **Comanns P, Buchberger G, Buchsbaum A, Baumgartner R, Kogler A, Bauer S, Baumgartner W.** (2015). Directional, passive liquid transport: The Texas horned lizard as a model for a biomimetic «liquid diode». J. R. Soc. Interfaz 12: 20150415. Retrieved 23 Jun, 2021, from <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2015.0415>.
11. **Designboom | architecture & design magazine.** (2022). DiFOLD designs collapsible and reusable 'origami bottle' to reduce packaging waste. Retrieved 04 Jan, 2022, from <https://www.designboom.com/design/difold-collapsible-reusable-origami-bottle-06-18-2020/>
12. **Domínguez, Erwin & Larraín, Juan.** (2012). Sphagnum magellanicum (pompon): el musgo de la turbera.
13. **Durán-Vargas, Alejandro & O’Ryan, Lorena.** (2019). Symbiogenesis-Based Design: A novel methodological approach to design based on cooperation and integration.
14. **Escenario hídricos 2030 Chile.** (2018). Radiografía del agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/05/radiografia-del-agua.pdf>.
15. **Franco, J. T.** (2014, 10 abril).

Proyecto WARKA: Torres de bambú que recogen agua potable del aire. www.plataformaarquitectura.cl. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-351457/proyecto-warka-torres-de-bambu-que-recogen-agua-potable-desde-el-aire>.

16. Fundación Aqueae. (2022). ¿Cuál será el escenario hídrico de 2050?. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://www.fundacionaqueae.org/sera-escenario-hidrico-2050>

17. Proyecto WARKA: Torres de bambú que recogen agua potable del aire. www.plataformaarquitectura.cl. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-351457/proyecto-warka-torres-de-bambu-que-recogen-agua-potable-desde-el-aire>.

18. Gardiner, M. (2008). *On the Aesthetics of Folding and Technology*. University of Newcastle, Australia.

19. Geoamerica.cl. (2022). geotextil – GeoAmerica – Venta

e Instalacion de Geomembrana. Geosinteticos, Geotextil, Santiago. Chile. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://www.geoamerica.cl/geotextil/>

20. Guzmán, V., & Villar, B. (2019). *Biónica y biomimesis en el diseño de productos: Modelos de aplicación*. Universidad del Valle. Retrieved 21 Jun, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/j.ctv1228jtw>.

21. Hemsworth, M. (2022). *Portable Paper-Made Kettles*. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://www.trendhunter.com/trends/paper-kettle>

22. Hugues, R. (2019). La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(2), 125-139. Retrieved 15 Jun, 2021, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000200125&lng=es&tlng=es.

23. Instituto de Ecología & Biodiversidad. (2022). Bosques antiguos sureños almacenan y entregan más agua que cualquier

otro ecosistema vegetal - Instituto de Ecología & Biodiversidad. Retrieved Jan, 2022, from <https://ieb-chile.cl/noticia/bosques-antiguos-surenos-almacenan-y-entregan-mas-agua-que-cualquier-otro-ecosistema-vegetal/>

24. iF World Design Guide. (s. f.). Dewdrop Tree / Water Purification Device. <https://ifworlddesignguide.com/>. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://ifworlddesignguide.com/entry/169923-dewdrop-tree>.

25. Jara, J. (2014). *BOSKO, Diseño de un sistema de recolección, potabilización y distribución de agua para cubrir el acceso básico en comunidades sin acceso al agua tratada*. [Tesis de grado, Universidad de Los Andes Bogotá]. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14417/u402507.pdf?sequence=1>.

26. Ladera Sur. (2022). *Turberas: las grandes reservas de agua y carbono del sur de Chile* - Ladera Sur. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://laderasur.com/articulo/turberas-las-grandes-reservas-de-agua-y-carbono-del-sur-de-chile>

- 27. LifeStraw.** (s. f.). LifeStraw Flex Gravity bag and hose replacement. [lifestraw.com](https://lifestraw.com/products/lifestraw-flex-gravity-bag-and-hose-replacement). Retrieved 20 Jan, 2021, from <https://lifestraw.com/products/lifestraw-flex-gravity-bag-and-hose-replacement>.
- 28. Modelical.** (2022). Estructuras desplegables basadas en el mecanismo de tijera. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://www.modelical.com/es/transformables-2013-estructuras-desplegables-basadas-en-el-mecanismo-de-tijera/>
- 29. Navarro, A.** (2017). Sequía en la araucanía. www.sequiaenlaaraucania.cl. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://www.sequiaenlaaraucania.cl/cambio-uso-suelo>.
- 30. Navarro, A.** (2017). Reportaje Web: Sequía en la araucanía [Tesis de grado, Universidad de Chile]. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://www.sequiaenlaaraucania.cl>.
- 31. Nørgaard, T., & Dacke, M.** (2010). Fog-basking behaviour and water collection efficiency in Namib Desert Darkling beetles. *Frontiers in zoology*, 7, 23. Retrieved 23 Jun, 2021, from <https://doi.org/10.1186/1742-9994-7-23>.
- 32. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico- OCDE.** (2012). *Environmental outlook to 2050: The consequences of inaction*. París, Publicaciones de la OCDE. Retrieved 04 Jan, 2022, from <http://dx.doi.org/10.1787/97892264122246-en>
- 33. Papanek, V.** (1977). *Diseñar para el mundo real: Ecología humana y cambio social* (1.a ed.). Pollen Ediciones. Retrieved 17 Jun, 2021, from https://www.academia.edu/28853738/Dise%C3%B1ar_para_el_mundo_real._Victor_Papanek.pdf.
- 34. Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** (2015). *Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile* (N.o 36). Retrieved 17 Jun, 2021, from <http://ctha.atalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/Manual%20Scalls%20Unesco%202015.pdf>.
- 35. Sánchez, D.** (2010). *Diseño y Biomimética: Simbiosis para la innovación sustentable*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14417/u402507.pdf?sequence=1>.
- 36. SERNAC: Educación.** (2022). Consumo de Agua - Portal SERNAC. Retrieved 03 Jan, 2022, from <https://www.sernac.cl/portal/607/w3-article-1576.html>
- 37. Stewart, L.** (2010). Beetle-Inspired Bottle Harvests Drinking Water From Thin Air. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://inhabitat.com/beetle-inspired-bottle-harvests-drinking-water-from-thin-air/>.
- 38. WATERisLIFE.** (s. f.). Waterislife new clean sip straw filters. waterislife.com. Retrieved 20 Jun, 2021, from <https://waterislife.com/impact/clean-water#waterislife-new-clean-sip-straw-filters>.
- 39. Zuñiga, D.** (2009). *Diseño y Evaluación preliminar de un Sistema de Tratamiento de Agua para abastecimiento temporal a poblaciones en situación de emergencia* [Tesis de grado, Universidad de Los Andes Bogotá]. Retrieved 10 Jun, 2021, from <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14417/u402507.pdf?sequence=1>.

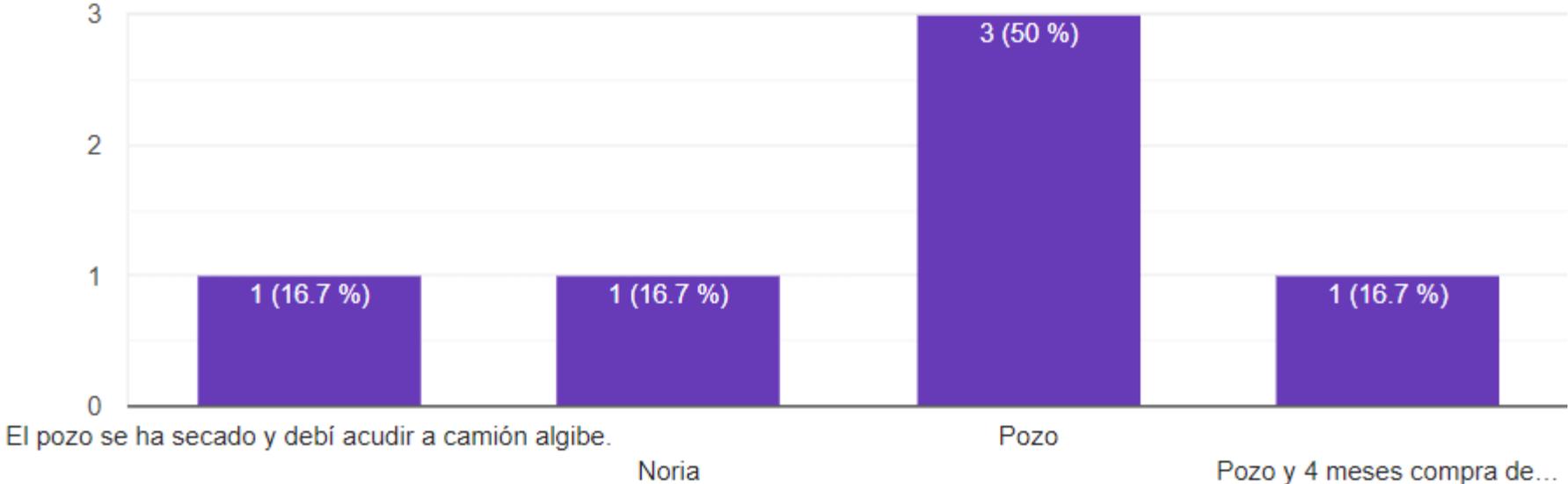
Anexos

1. Encuestas Usuarios Putúe Bajo, Villarrica, IX región de La Araucanía, Chile.

¿Qué sistema de agua potable tiene en su hogar? (pozo, noria, otros)



6 respuestas



¿En qué actividades domésticas utiliza más agua? (lavado de loza, lavado de ropa, cocina, ducha, uso wc, aseo personal, otros)

6 respuestas

Baño

Lavado de ropa

Ducha

Lavado loza, lavado de ropa, duchas, uso wc.

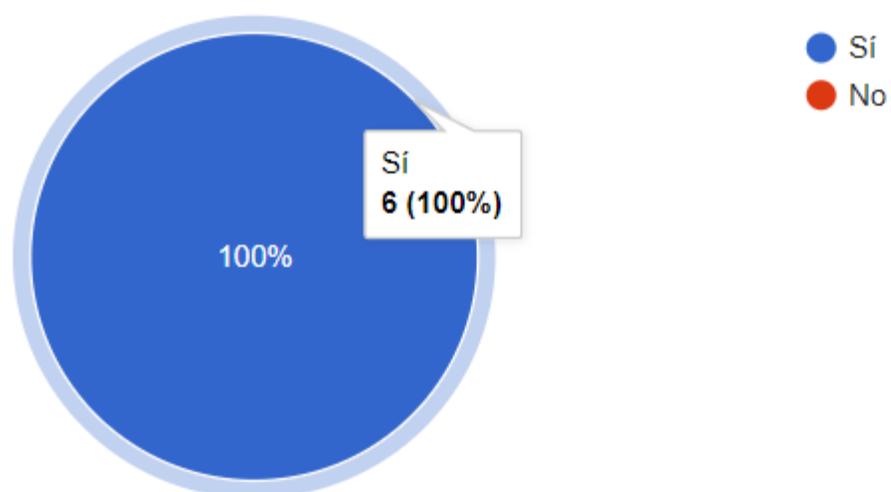
Todo lo mencionado

Lavado de ropa, uso de WC y Ducha.

¿Ha presentado desabastecimiento de agua potable en su hogar?



6 respuestas



Si la respuesta anterior es afirmativa ¿En qué periodo del año se ha quedado sin agua y por cuánto tiempo?

6 respuestas

Todo el año

2018- 2019

Marzo y abril

Mayo a primeros días septiembre

Marzo Abril Mayo (3 meses)

Verano; por uso indiscriminado del agua por los mismos vecinos, en piscinas y riego.

¿De qué modo ha solucionado o solucionaría el desabastecimiento de agua potable en su hogar?

6 respuestas

A la, espera de un proyecto adjudicado de APR.

Camiones algives, municipalidad

Teniendo un apr

Compra de agua y camión aljibe de la Municipalidad.

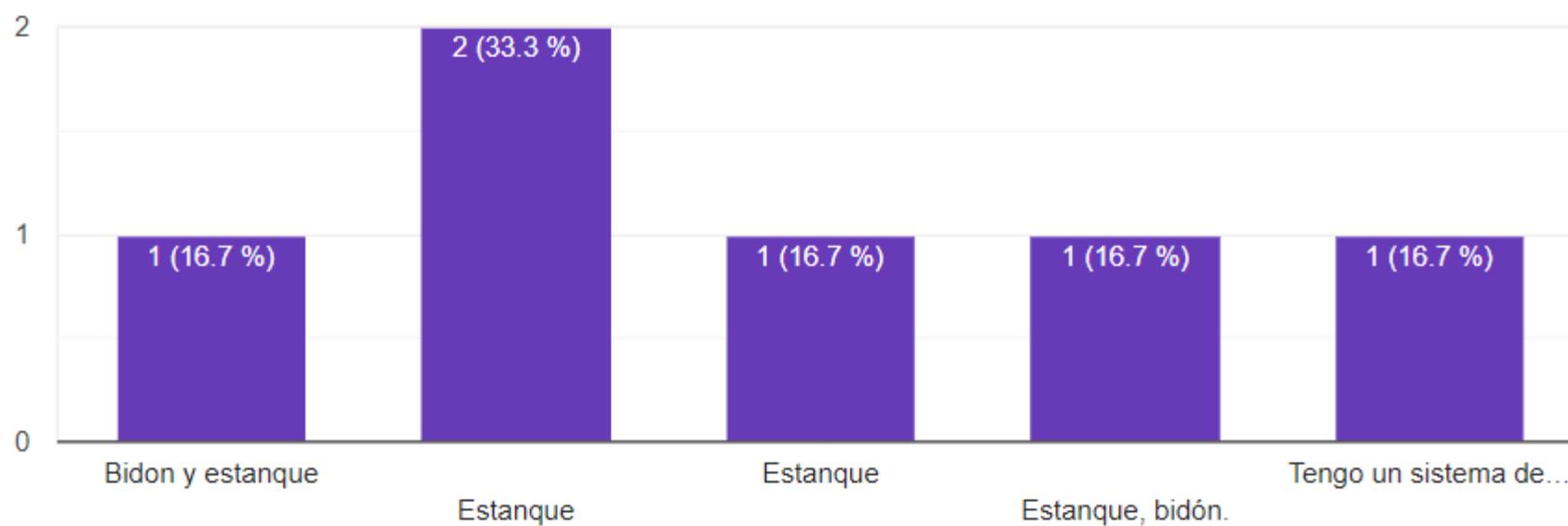
Compra a traves de camion aljibes

Comprando agua a emp. de abastecimiento con camiones Algibe. Recolección artesanal de aguas lluvia emporádicamente.

¿Qué otra(s) fuente(s) de agua potable tiene en su hogar? (bidón de agua, estanque, otros)

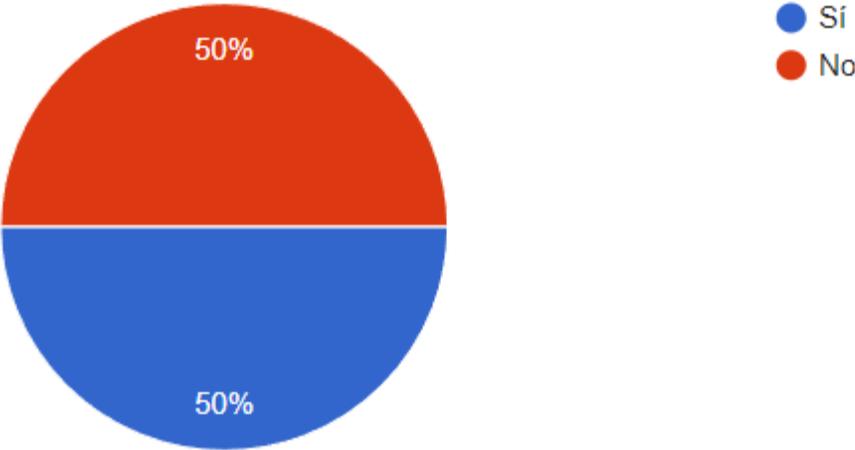


6 respuestas



¿Ha utilizado algún sistema de recolección de agua lluvia?

6 respuestas



Si ha recolectado agua lluvia o le gustaría recolectar a futuro ¿En qué dispositivo ha recolectado/recolectaría agua lluvia y dónde lo ha ubicado/ubicaría en su hogar?

6 respuestas

Baldes en bajadas de canaletas.

En baldes caída de canaletas

En bidon

Con estanque al lado de mi casa.

No he recolectado agua lluvia pero lo haría a traves de las canaletas de mi casa depositandola en estanques

Lo hago ocasionalmente recogiendo agua desde las bajadas del techo, con bidones de unos 15lts. Haría un sistema permanente, con un par de estanques cerrados, con llave para conectar a la casa. Lo ubicaría en la zona de mayor superficie de techumbre y en una bodega baja.

Si ha recolectado agua lluvia o le gustaría recolectar a futuro ¿En qué tareas o actividades domésticas la ha utilizado/utilizaría? (lavado de loza, aseo personal, lavadora, cocina, entre otros)

6 respuestas

Riego

Lavado de loza, lavadora, wc.

Lavado

En todo

Lavadora , wc principalmente

Todaa las actividades domésticas.

2. Manual de uso

RALL

Recolector de Agua Lluvia

Capacidad: 500 cc

Materialidad

PVC reciclado de palomas publicitarias de la ciudad de Villarrica, Chile.



Filtro de Geotextil reciclado de empresas constructoras de la IX región, Chile.

Concepto

RALL es un recolector de agua lluvia, basado en la mecánica de captación y almacenaje de agua lluvia en las turberas de Chiloé.

Este emula la expansión del musgo sphagnum magellanicum al momento de captar el agua lluvia y la salida de esta al comprimirlo.

Comprimido



Expandido



Características



PortableP



legable



Filtrador de agua

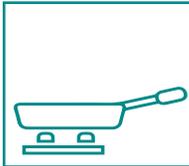


Material reciclado



Diseño emulativo de la naturaleza

¿Dónde usar el agua recolectada?



Cocina



Baño



Camping

Composición RALL

Haza/Sobre (dentro se guarda contenedor plegado, filtro y guía de uso)

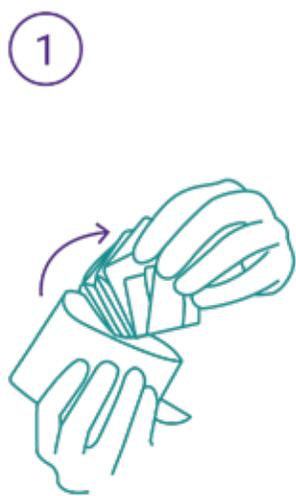
Guía de uso

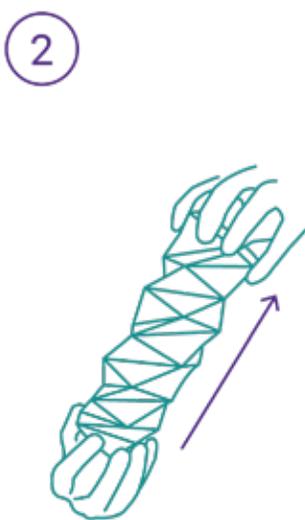
Filtro

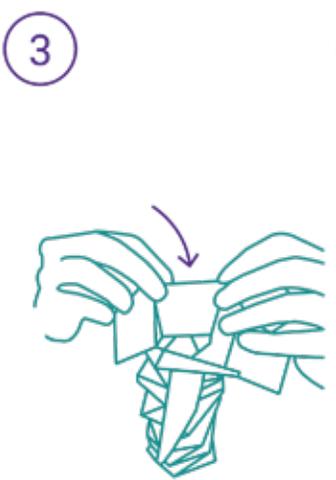
Contenedor de PVC reciclado

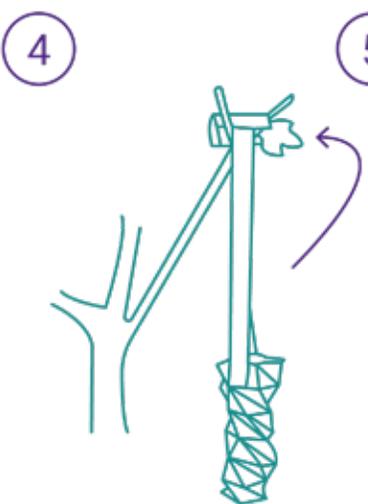


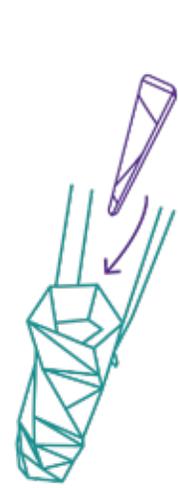
¿Cómo usar RALL?

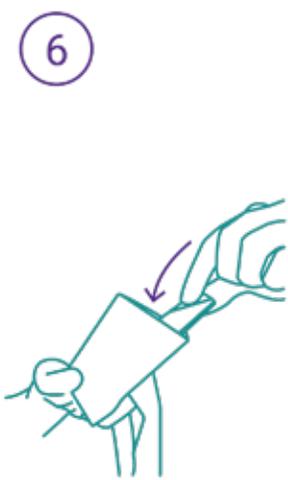
- 

Retirar contenedor del estuche.
- 

Desplegar o expandir contenedor.
- 

Abrir aletas de la cubierta y plegarlas hacia adentro
- 

Colgar en altura al aire libre (ej: rama de un árbol).
- 

Poner filtro dentro de RALL.
- 

Al extraer agua o plegar RALL, guardar filtro en estuche.

2. Haza

RALL
Recolector de Agua Lluvia

Capacidad: 500cc

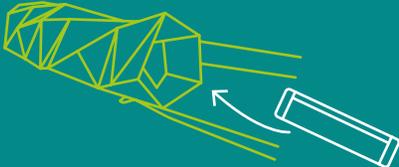
Recolector de Agua Lluvia
basado en la captación y
almacenaje de agua en las
turberas de Chiloé.

Hecho de:
PVC y Geotextil
reciclados.

2. Estuche filtro de geotextil reciclado

Filtro de Geotextil reciclado (antibacteriano)

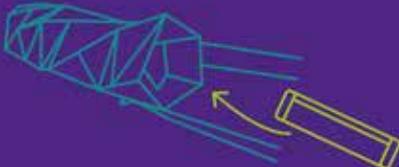
Colocar filtro dentro de RALL



Uso filtro

Filtro de Geotextil reciclado (antibacteriano)

Colocar filtro dentro de RALL



Uso filtro

3. Testeos RALL

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" enSI, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Federico Mellado

COMUNA DE DOMICILIO:

Villarica

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Pliegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materialidad PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de aletas de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y Tratado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (aletas plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si lo incluiría porque es un producto nuevo y novedoso y requiere saber cómo se debe usar

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes
No contesta.

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,
Taller educativo de medio ambiente y reciclaje, plataforma web

4.- Observaciones:

Sugiero que existan de distintos tamaños.

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escasez hídrica). Cinco de ellos viven en Puzos Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" enSI, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Josefa Mellado

COMUNA DE DOMICILIO:

Villarica

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Pliegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materialidad PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de aletas de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y Tratado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (aletas plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, para tener mejor explicación del producto y poder dárselo a conocer a más gente y se entre de lo útil que puede ser

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes
No, creo que está bien dar a conocer la marca o creador, pero no demasiado

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,
creo que hoy en día las redes sociales, sitios web y talleres con una forma muy buena para que la gente conozca este producto

4.- Observaciones:

Sin Observaciones

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escasez hídrica). Cinco de ellos viven en Puzos Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" enSI, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Macarena Katscher

COMUNA DE DOMICILIO:

Colla

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Pliegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materialidad PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de aletas de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y Tratado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (aletas plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Quisiera solo dibujos en el estuche, solo para facilitar el uso a cualquier usuario

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes
No, creo que no es necesario ya que el estuche es parte de todo el recolector

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,
Redes sociales, talleres en municipalidades, comercio con enfoque sustentable

4.- Observaciones:

Quisiera las dimensiones podrían estar en base a un volumen estándar máximo, por ejemplo que el recolector fuera capaz de almacenar hasta 1 litro de agua, o 500 ml.
Captación y almacenaje no se observaron en el video.

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escasez hídrica). Cinco de ellos viven en Puzos Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" así, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Manuel Muñoz

COMUNA DE DOMICILIO:

Lautaro

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Plegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materialidad PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de aletas de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y Traslado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (aletas plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, a pesar de que la forma de para entender su uso de plegado, estiramiento y colgado, hay detalles que son necesarios de explicar, como por ejemplo el doblado de las aletas, uso del filtro, y la extracción exponer el agua, pero con un manual muy breve me parece suficiente

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes
No, la marca es bastante visible

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,
me gustaría encontrarlo en tiendas de accesorios outdoor, también en algún kit de accesorios de emergencia en conjunto con linterna, velas, botiquín, etc.

4.- Observaciones:

Si bien cumple con su función de manera simple y eficaz, me surgen algunas dudas, ¿Qué pasaría si no hay un árbol o una rama cerca donde colgarlo, tiene alguna otra forma de apoyo?, me pareció que el filtro contra el riesgo de caer y perderse, ya que queda suelto con su estuche, me imagino que se puede caer al sacar el cilindro reductor de agua, me interesaría saberlo con un video

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escases hídrica). Cinco de ellos viven en Púcon Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" así, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones

USUARIO:

Rose Marie Nordoli

COMUNA DE DOMICILIO:

Villarica

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Plegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materialidad PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de aletas de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y Traslado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (aletas plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, que explique el uso

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes
Si, para hacerse más conocida

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,
Bris, comercio, talleres para niños

4.- Observaciones:

Todo lo que sea para ayudar al planeta y recibir sirve mucho

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escases hídrica). Cinco de ellos viven en Púcon Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" así, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Sandra Venegas

COMUNA DE DOMICILIO:

Villarica

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Plegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materialidad PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de aletas de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y Traslado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (aletas plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, para que el usuario tenga una accesibilidad más rápida al uso del producto

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes
No

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,
plataforma web y comercio

4.- Observaciones:

Debería existir en diferentes tamaños para mayor captación de agua

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escases hídrica). Cinco de ellos viven en Púcon Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" así, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Josán G. Villaverde Castillo

COMUNA DE DOMICILIO:

Villarica

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Plegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materiales PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de alfiler de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y traslado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (alfiler plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, para no atropellar su forma, diseño o funcionalidad.

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes No, porque más sería invasivo, el tamaño y ubicación en la que se encuentra es suficiente para mí.

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,

En todas partes, incluso como una actividad outdoor, como cuando voy de camping o cuando se corta la luz; que alguien me enseñe cómo se hace y/o enseñar a quienes no saben, tiene su magia.

4.- Observaciones:

Me ha encantado la estética, forma y color, de fácil transporte y adaptabilidad en su uso. El armado interactivo hace que del producto un elemento funcional como resultado de un juego de camping Se requiere que al colgado al momento de usar, también sea un elemento de recuperación de

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escasez hídrica). Cinco de ellos viven en Pucón Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" así, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Tomas

COMUNA DE DOMICILIO:

Villarica

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Plegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materiales PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de alfiler de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y traslado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (alfiler plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, es muy necesario, sobre todo para el uso del filtro y cómo hacer la extracción de agua.

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes No, está presente de manera justa y necesaria.

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,

Plataformas educativas y redes sociales. Impulsarlo con campañas audiovisuales.

4.- Observaciones:

No queda muy claro el uso del filtro. Quedé con la duda de si era algo que se expandía y debía seguir la forma del bulbo, o solo es una tónica que se deja en cualquier posición dentro del bulbo.

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escasez hídrica). Cinco de ellos viven en Pucón Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

PAUTA DE TESTEO

Evalúe del cumplimiento de Prueba del Prototipo RALL, marcando una "X" así, cuando considere que cumple y, NO cuando considere que no cumple, argumentando su decisión y/o sugerencias en el cuadro final de observaciones.

USUARIO:

Valeria Cuzmar

COMUNA DE DOMICILIO:

Piñue

1.- ESTÉTICA RALL

Detalles de Estética y Marca	Si	No
Plegabilidad (forma plegada y desplegada)	X	
Dimensiones (alto y ancho)	X	
Materiales PVC (Colores y Textura)	X	
Marca y Explicación Producto en estuche	X	
Estuche de guardado del contenedor y filtro	X	
Filtro de potabilización (forma, tamaño, estuche de guardado)	X	

2.- FUNCIONALIDAD RALL

Detalles de Funcionalidad	Si	No
Colgado de RALL al momento de usar (extracción de estuche, apertura y doblado de alfiler de cierre plegable y colgado en altura)	X	
Filtro de potabilización (uso y guardado) Captación de agua	X	
Captación de agua	X	
Almacenaje de agua	X	
Descolgado y traslado de RALL (haza de portabilidad)	X	
Extracción de agua	X	
Cierre superior (alfiler plegables)	X	
Guardado de RALL (plegado en estuche)	X	

3.- PREGUNTAS:

a.- ¿Incluirías un manual o guía de uso? ¿Por qué?

Si, para que quede claro el orden que hay que seguir para armarlo y también para volver a plegarlo. Además, así se aseguran que la gente sepa que debe sacar el filtro del estuche que lo contiene y no lo agrupa con el estuche de este.

b.- Con relación a la marca ¿Te gustaría que estuviera presente en más partes

Quisiera también estar en el contenedor (en un costado), así, estando colgado, también se puede ver la marca (solo queda escondido y fuera de la

c.- ¿Dónde te gustaría encontrar y/o conocer este producto? (comercio,

Sería buena realizar publicidad a través de redes sociales con plataforma web donde haya más información del producto. Además, me gustaría conocer el producto en ferias sustentables que se realicen, entre otras.

4.- Observaciones:

Me parece super interesante la idea! Quisiera, para que quede más, la boquilla o por donde entra el agua podría ser más amplia y podría tener algún peso abajo o algo así que evita que se pliegue solo de nuevo y se mantenga más estirado (no se si esto afecta en cuanto agua recolectará, quisiera a medida que entra agua, se va estirando y no es necesario)

*Usuarios entre los 30 y 70 años, habitantes de la región de la Araucanía (región con escasez hídrica). Cinco de ellos viven en Pucón Bajo, localidad específica donde se centra el desarrollo del proyecto.

