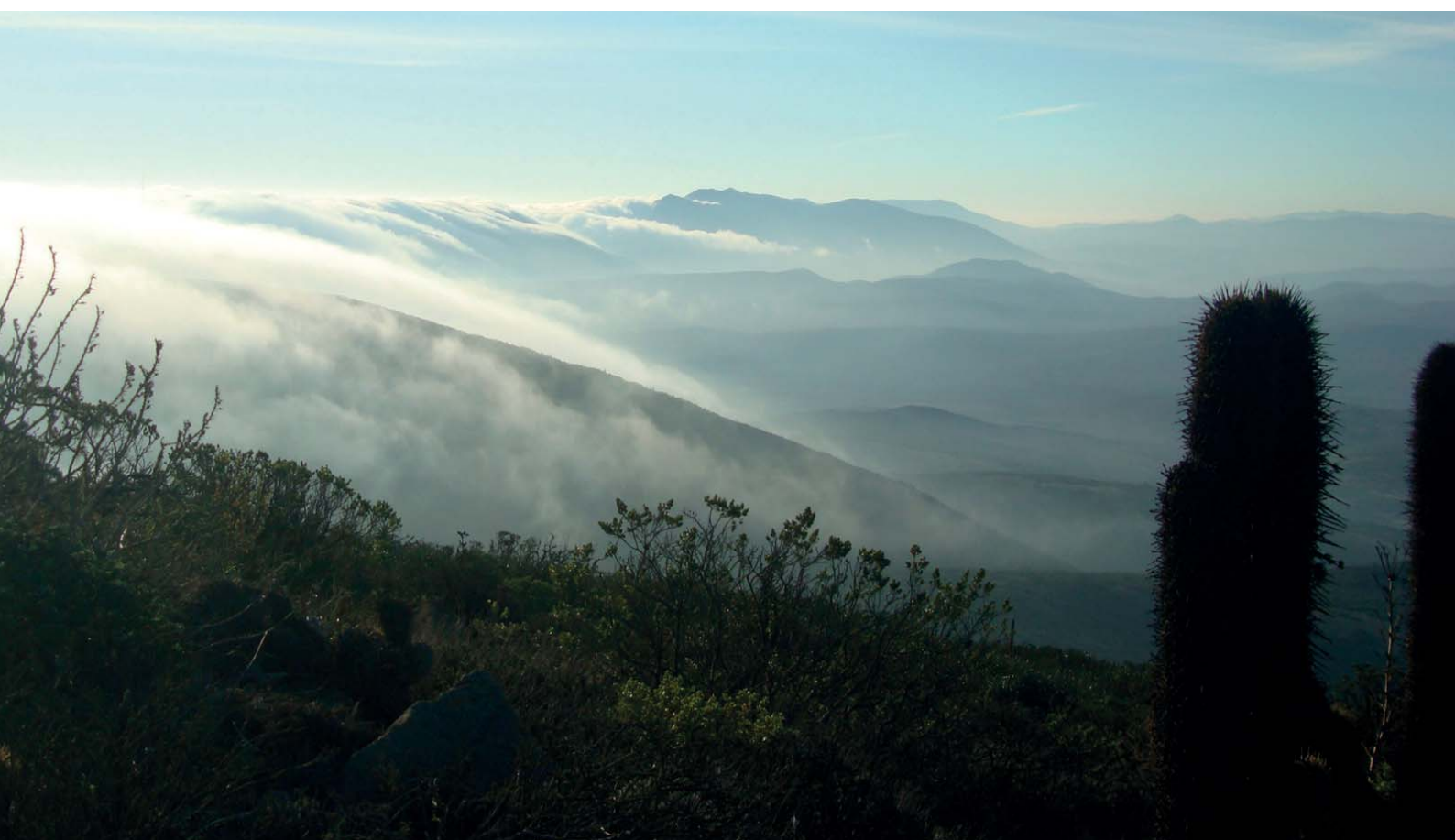


MEMORIA DE PROYECTO DE TÍTULO

SISTEMA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN

INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO
DE COMUNIDADES AGRÍCOLAS EN EL SECANO COSTERO.



ALUMNA: CATALINA PEZOA
PROFESOR GUÍA: PATRICIO MORELLI
PROCESO 2020 - 2021 | FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

MEMORIA DE PROYECTO DE TÍTULO

SISTEMA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN

INFRAESTRUCTURA HÍDRICA PARA EL DESARROLLO
DE COMUNIDADES AGRÍCOLAS EN EL SECANO COSTERO.

Estudiante	Catalina Pezoa Álvarez
Profesor Guía	Patricio Morelli Urrutia
Académicos Consultados	Luis Goldsack Gunther Surkhe Claudia Torres
Especialistas Consultados	Pablo Osses McIntyre. Geógrafo y Jefe de Proyectos Geografía UC en Pontificia Universidad Católica de Chile. Miembro de ONG FogQuest y Centro del Desierto de Atacama en Iquique Marco Garrido Salinas. Director - Académico Centro de Estudios de Zonas Áridas, Facultad Cs. Agronómicas, U de Chile.
Colaboración	Salvador Velásquez. Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua.

PROCESO SEGUNDO SEMESTRE 2020 Y PRIMER SEMESTRE 2021
UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA



ÍNDICE

01

PRESENTACIÓN

Introducción
Motivaciones
Problemática

02

MARCO TEÓRICO

Desertificación
Escasez hídrica
Camanchaca como recurso hídrico
Comunidades Agrícolas

03

ÁREA DE ESTUDIO: SECANO COSTERO, COMUNIDAD AGRÍCOLA PERAL OJO DE AGUA

Emplazamiento
Antecedentes históricos y sociales
Antecedentes geográficos
Camanchaca en el Secano Costero

04

PROYECTO

Idea
Objetivos del proyecto
Componentes del proyecto
Consideraciones técnicas
Propuesta territorial
Propuesta arquitectónica
Proceso de diseño
Referentes internacionales y nacionales

05

CIERRE

Bibliografía

01 PRESENTACIÓN



Introducción

La siguiente memoria de título tiene como finalidad exponer los principales lineamientos que han determinado las decisiones del proyecto de título, “Sistema contra la Desertificación”. Infraestructura para el Desarrollo Sustentable de las Comunidades Agrícolas del Secano Costero”, el cual plantea un modelo para revertir los efectos de la desertificación, rehabilitando el medioambiente y permitiendo una diversificación productiva de los poblados rurales de Chile.

La desertificación es un fenómeno medioambiental que consiste en la degradación persistente de suelos fértiles, siendo el sector agropecuario del norte chico uno de los más afectados a nivel nacional. Si bien es un proceso que engloba diversos factores, las principales causas son las malas prácticas agrícolas y la sequía. A partir de esto, la camanchaca – niebla costera típica de la zona- se presenta como una oportunidad para obtener agua y enfrentar este problema mediante un proyecto que intervenga arquitectónicamente el paisaje.

De esta manera, el Sistema contra la Desertificación será un recorrido que integre producción, turismo-difusión y capacitación, regenerando el territorio degradado, promoviendo prácticas agrícolas sustentables y funcionando como un punto de atracción ecoturismo.





Motivaciones

El mundo natural es un tema que me ha cautivado desde mi infancia, motivándome a reflexionar sobre la vida y su relación con las fuerzas naturales. En ese sentido, es interesante observar tanto el origen como la adaptación de los seres vivos a su entorno natural, o evidenciar cómo lugares aparentemente hostiles pueden albergar vida. Un claro ejemplo de esta situación, es el norte chico de Chile con una atmósfera que parece árida, pero que esconde una gran variedad de vida y ha permitido asentamientos humanos.

Sin embargo, ha sido el desarrollo descontrolado del ser humano lo que ha puesto en peligro estos paisajes y la vida que alberga, incluyendo asentamientos humanos rurales, donde por escasez de recursos, su existencia se hace cada vez más difícil. Por lo tanto, a modo de conocer y plantear posibles soluciones que conserven estos paisajes es que me propuse indagar en sus causas.

En base a esto, a medida que mi proceso de formación universitaria fue avanzando, pude descubrir que la arquitectura podía relacionarse con estos temas a través de diferentes aristas. De esta forma, durante esta última etapa, donde existe la posibilidad de abordar un tema de interés personal y que sea relevante a nivel nacional, he decidido desarrollar un proyecto centrado en la problemática de la desertificación en el norte chico de nuestro país, y así, generar un aporte al conocimiento por medio de la arquitectura sustentable.

[Img. 1]: Vegetación Secano Costero, Región de Coquimbo

Problemática

El agua es el elemento más abundante en la superficie terrestre y el más importante en la composición de los seres vivos. No sólo es fundamental para la vida, sino que también el agua regula los diferentes ecosistemas presentes en la Tierra, logrando mantener un equilibrio adecuado para la subsistencia vegetal y animal.

Sin embargo, el agua dulce no está distribuida de manera uniforme en el planeta y en consecuencia, hay zonas que presentan una mayor escasez hídrica. Al mismo tiempo, factores climáticos y antrópicos, propios de la desertificación, han ido intensificando esta situación, disminuyendo la disponibilidad de agua tanto en estas regiones –zonas áridas y semiáridas- como en el resto del mundo, dando origen a una problemática a nivel global.

A partir de esto, el desafío es generar un modelo de acción que atenúe las consecuencias de la desertificación y escasez hídrica -que actúan como causa y efecto al mismo tiempo-, y también del crecimiento urbano-productivo, que podrían significar un daño irreparable al medioambiente y por ende un riesgo para las comunidades que habitan en zonas áridas o semiáridas. Para ello, la búsqueda de métodos alternativos para el abastecimiento de agua potable y el empleo sustentable de los recursos naturales será fundamental.



[Img. 2]: Sequía en el país.



02 MARCO TEÓRICO



Desertificación

Aproximaciones

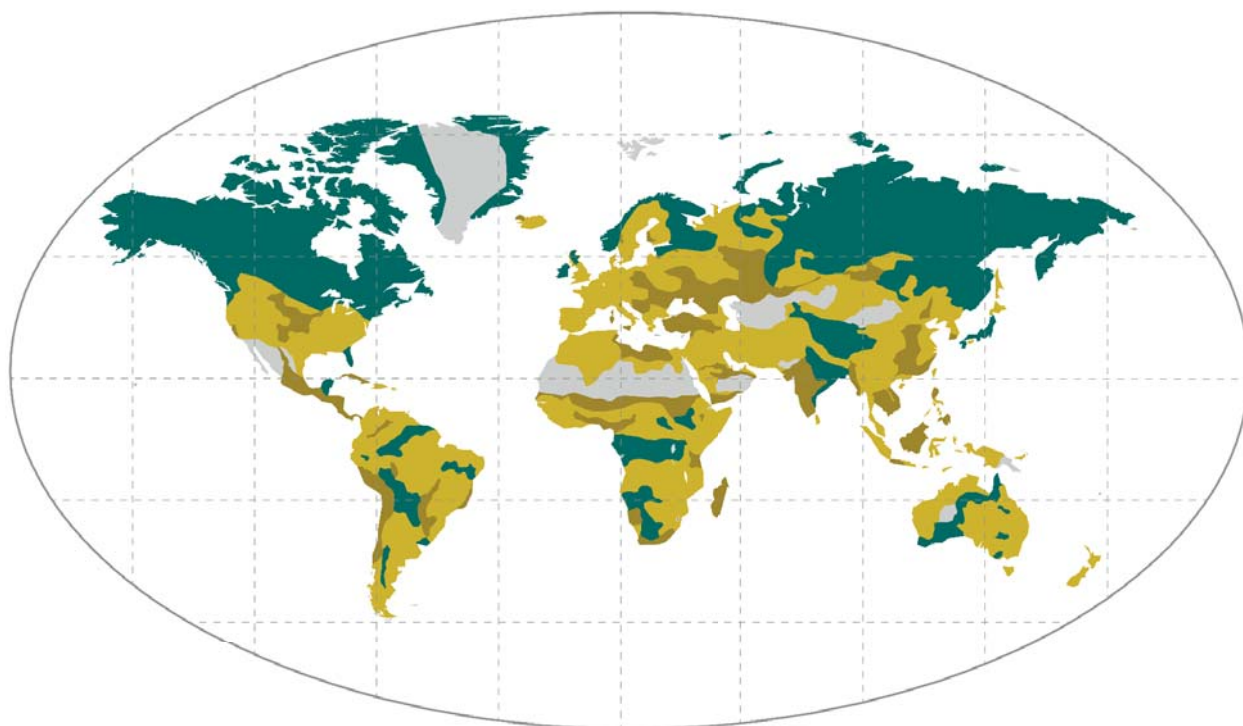
Según la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), la desertificación se define como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas.” (Emanuelli, Milla, Duarte, Garrido, & Orellana, 2016), dentro de las cuales se puede identificar como las más relevantes, la escasez hídrica y la acción humana sobre la tierra.

Si bien el déficit de agua se puede atribuir a factores vinculados al cambio climático, como el aumento de temperaturas o disminución de precipitaciones, aquellas variables de carácter antrópico han sido de mayor relevancia en el proceso evolutivo de este fenómeno, ya que muchas de las actividades humanas intensifican el cambio climático, generando un círculo vicioso. Dentro de las principales acciones realizadas por el ser humano que influyen en la desertificación, se encuentra la deforestación y destrucción de la cubierta vegetal, actividades agrícolas y ganaderas inadecuadas, y expansión urbana descontrolada (Miranda, 2019).

La desertificación es un problema complejo y de alcance global, ya que está presente en todos los continentes, de hecho se considera que alrededor del 75% de la superficie del planeta está degradada (Leahy, 2018), con la posibilidad de que aumente si es que no se hace nada al respecto. Esto pone en riesgo el hábitat natural de diversos ecosistemas, y también implica consecuencias sociales como aumento de pobreza y migración, de hecho se estima que para el 2050, hasta 700 millones de personas pueden verse desplazadas debido a la escasez de recursos (Cherlet, y otros, 2018).

En efecto, la desertificación presenta amenazas desde una perspectiva ambiental, como también desde lo socio-económico, pero que exige soluciones locales con el fin de frenar la degradación de

las tierras y pérdidas de biodiversidad. Para ello se debe fomentar y promover un desarrollo sustentable e integral, aumentar e incentivar las inversiones públicas o privadas, y por sobre todo generar cambios de base en la concepción de nuestra relación como humanos con el planeta Tierra.



- Áreas de considerable preocupación
- Áreas que generan algo de preocupación
- Terreno estable
- Tierra no cultivada

[Img. 3]: Áreas vulnerables a la degradación de suelos.



[Img. 4]: Desertificación en Armenia.



[Img. 5]: Desertificación en Zimbawe.



[Img. 6]: Desertificación en Marruecos.



[Img. 7]: Desertificación en Namibia.

Desertificación

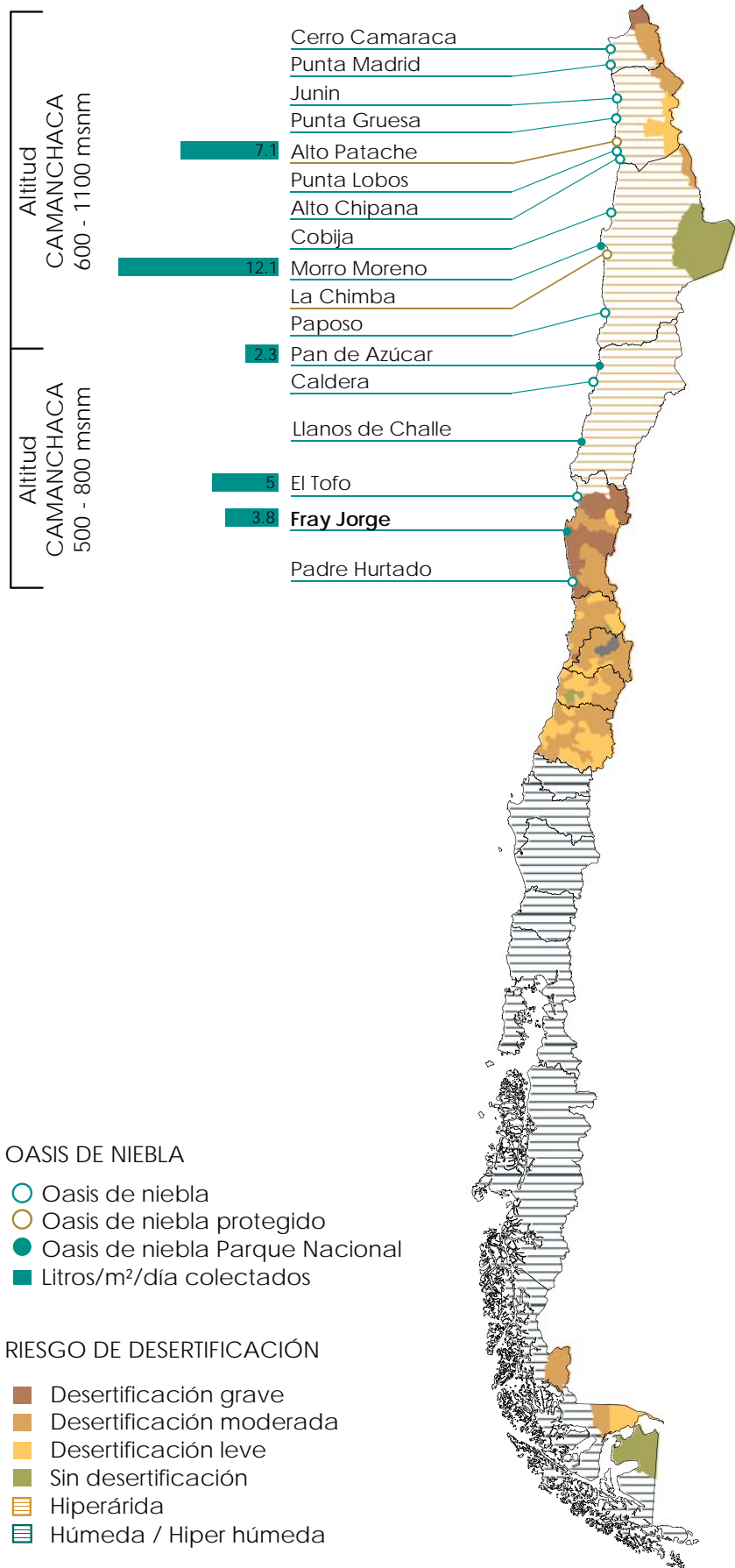
En Chile

La desertificación en Chile avanza de forma inquietante, lo cual se ha ido reflejando en el paisaje del país y ha llegado a ser etiquetada por expertos como uno de los problemas más críticos del futuro, pero al mismo tiempo de los más invisibles, ya que la gran mayoría de la población no tiene conciencia al respecto.

A escala nacional, “el riesgo de degradación de la tierra (...) expresado en términos de superficie refleja que aproximadamente el 79,1% del país tiene algún grado de riesgo de degradación de la tierra en sus diferentes categorías (leve, moderado y grave)”, siendo las regiones de Coquimbo, Valparaíso, O’Higgins y Región Metropolitana (Emanuelli, Milla, Duarte, Garrido, & Orellana, 2016) las más afectadas. Esto convierte a Chile en uno de los países más afectados a nivel mundial por este fenómeno.

Es importante tener presente este dato ya que parte de la economía del país, yace en el sector silvoagropecuario –actividades agrícolas, ganaderas y forestales-, por lo tanto la desertificación afecta directamente en la capacidad productiva nacional, traduciéndose en una disminución de cosechas y producción, y por ende, en pérdidas laborales y monetarias. En este contexto, la población campesina se perfila como uno de los actores más perjudicados debido a que no solo dependen de la tierra para el autoconsumo, sino que también sus ingresos se ven afectados negativamente, lo cual genera procesos migratorios hacia la ciudad en busca de mejores oportunidades.

Comprender el fenómeno de la desertificación, implica adaptación. Generar una planificación sostenible y eficiente, que signifique una optimización de los recursos escasos, y dejar atrás malas prácticas que empeoren el problema, como el sobrecultivo, el sobrepastoreo o la deforestación, que aumentan la degradación del suelo.



Desertificación

En la Región de Coquimbo

Coquimbo, región que encabeza la lista de las zonas más afectadas por la degradación de tierra en el país, se ha visto expuesta a profundas transformaciones tanto en zonas urbanas como rurales por causa de este fenómeno. En términos cuantitativos, es la región que presenta mayor cantidad de comunas (7) y superficie con riesgo de sufrir desertificación grave, lo que se traduce a alrededor de 2.250.000 hectáreas, afectando a casi 440.000 habitantes (Emanuelli, Milla, Duarte, Garrido, & Orellana, 2016).

Dentro de los factores responsables de la desertificación en Coquimbo se encuentran aquellos de origen antrópico, como las malas prácticas agrícolas, sobrepastoreo caprino, deforestación, incendios, actividades mineras, uso desmedido de recursos hídricos; y por otro lado, como factor climático se encuentra el déficit de precipitaciones que ha intensificado la aridez de la zona.

En consecuencia, Coquimbo es actualmente parte de las zonas geográficas que se encuentran en crisis por la desertificación y sequía, declarándose una emergencia agrícola que ha generado grandes pérdidas económicas y ha causado un incremento en los niveles de migración campo ciudad. Por lo tanto, se puede reconocer que existe una relación directa entre desertificación y pobreza en la región, debido a la dependencia de la agricultura y ganadería de los estratos socioeconómicos más bajos, generalmente la población campesina. Es por ello que es esencial adaptar la condición productiva de las localidades más vulnerables hacia nuevos horizontes, buscar opciones que potencien otras áreas económicas, e implementar una gestión más eficiente de los recursos disponibles.

[Img. 7]: Riesgo de Desertificación nivel nacional, y ubicación de principales Oasis de Niebla.



[Img. 8]: Muerte ganado, Región de Valparaíso.
[Img. 9]: Suelo degradado.

Escasez Hídrica

Aproximaciones

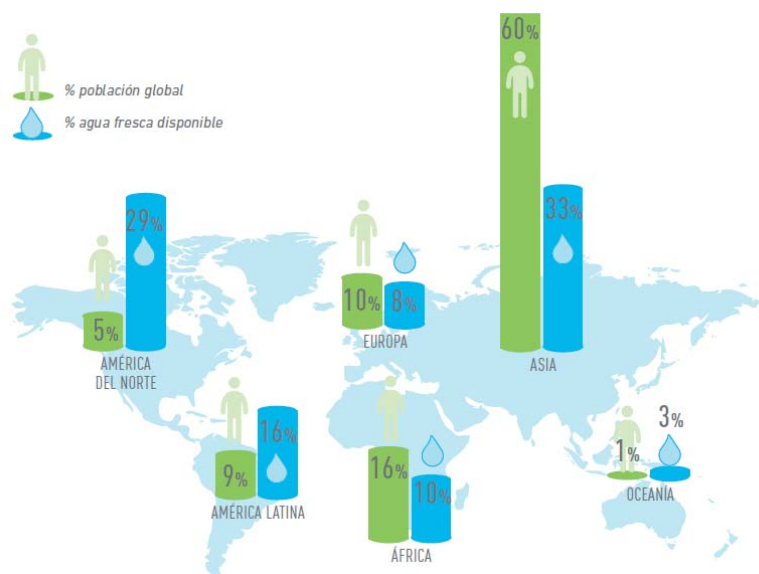
El agua es fundamental para la supervivencia y el bienestar de los seres vivos. Pese a que gran parte del planeta está cubierto por agua, sólo el 2,5% corresponde a fuentes de agua dulce, mientras que un 0,62% es apta para el consumo humano, agrícola e industrial. En consecuencia, el agua dulce es un recurso limitado (Fundación Chile, 2018).

Si bien se considera en términos generales que hay suficiente agua dulce en el planeta para sus 7.000 millones de habitantes, este recurso se encuentra distribuido geográficamente de forma irregular (UNW-DPAC, 2015). Adicionalmente, en el transcurso del último siglo, el consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población, produciendo que el número de zonas con niveles crónicos de escasez hídrica vaya en aumento (PNUD, 2006).

Diversos datos reflejan la gravedad del asunto, y de no cambiar los patrones actuales de consumo, se podría llegar al año 2025 con dos tercios de la po-

blación mundial viviendo en condiciones de estrés hídrico y aumentar la demanda de agua en un 55% para el año 2050. Al mismo tiempo, se anticipa que la creciente incertidumbre que generan los recursos hídricos y su relación con el cambio climático, puede aumentar la tendencia de escasez de agua (WWAP, 2009).

Es así que el continuo aumento en la demanda de los recursos hídricos, su uso descontrolado y mala gestión, han agudizado la condición escasa del agua para el consumo humano. De esta forma, diversos organismos como la ONU ya han identificado a la escasez hídrica como uno de los principales desafíos del siglo XXI. Situación ante la cual es esencial implementar una serie de medidas que permitan revertir esta situación, como una gestión más eficiente de este recurso, con el fin de reforzar la resiliencia de los sistemas económicos, sociales y ambientales, aportando con soluciones para responder a cambios impredecibles.



[Img. 10: Distribución del agua y población a nivel mundial.

Escasez Hídrica

El agua en Chile

A escala nacional, Chile es un país privilegiado por sus grandes reservas de agua dulce en forma superficial (glaciares). En efecto, “la disponibilidad anual es de 53.000 m³/habitante/año, muy superior a los 2.000 m³ /habitante/año, considerado mundialmente como necesario para el desarrollo sostenible” (Santibáñez, 2016), sin embargo, debido a las características geo-climáticas del país, el agua dulce no se distribuye de forma uniforme en el territorio, generando un fuerte desequilibrio entre la localización de los recursos y la población, exponiendo a las zonas más áridas a posibles conflictos ambientales, sociales y económicos.

Por otro lado, durante los últimos años la situación respecto a las reservas de agua dulce en el país ha ido cambiando, de hecho, se estima que Chile será el único país latinoamericano con estrés hídrico extremadamente alto para el año 2040 (WRI, 2015). Diversas variables como el crecimiento económico sostenido y desarrollo social de los últimos años, junto con los efectos del cambio climático, han generado un aumento sobre la demanda del agua por parte de diversos usuarios, creando condiciones adversas que imposibilitan su mantenimiento.

Es necesario abordar el problema desde diversas aristas, ya que, estos factores sumados a la desertificación requieren modelos de acción que integren un manejo sustentable de recursos naturales. Al mismo tiempo, la investigación y desarrollo de nuevos métodos de abastecimiento hídrico se ha convertido en una tarea fundamental de cara a un futuro donde el acceso al agua dulce puede que no esté garantizado.



[Img. 11]: Escasez de agua en Región de Coquimbo.

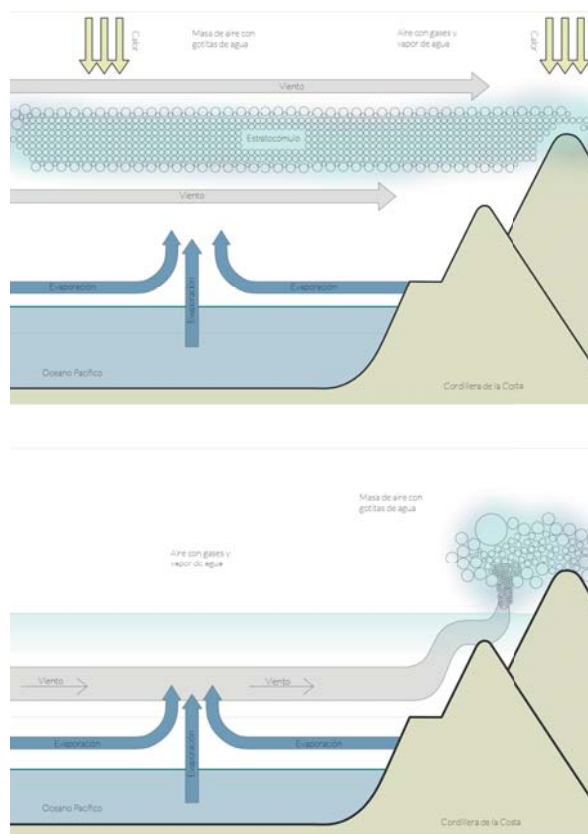
La Camanchaca como recurso hídrico

Dentro de las zonas más expuestas a la escasez hídrica en Chile, el Norte Chico es aquella que se enfrenta a un escenario más desfavorable, debido a su naturaleza semiárida. Condiciones propias de este clima, tales como un índice bajo de precipitaciones y oscilación térmica, se han ido intensificando durante los últimos años en vista de la continua sequía y desertificación.

Pese a esto, los cordones montañosos del norte forman parte del escenario de un fenómeno climático conocido como la “Camanchaca”, una densa niebla costera que se forma a partir de una nube estratocúmulo generada cientos de kilómetros mar adentro. Esta nube, que tiene una altitud de unos 500 a 1.200 msnm aproximadamente, se compone de minúsculas gotitas de agua (1 a 40 micrones), las que por ser tan livianas no caen, sino que se mantienen a merced del viento (Leiva V., Hernández P., & Cereceda T., 2018).

Es así que parte de las nubes que son desplazadas desde el Océano Pacífico hacia el continente, son interceptadas por la intrincada geografía de la Cordillera de la Costa, transformándose en niebla y dando origen a los llamados “Oasis de Niebla”. A diferencia de otros lugares del mundo donde los oasis en el desierto existen gracias a la presencia de agua procedente de napas subterráneas u otras fuentes, los “Oasis de Niebla” se sustentan a partir del agua en suspensión que provee la Camanchaca, posibilitando la existencia de ecosistemas con una flora y fauna de gran diversidad. De esta forma, los “Oasis de Niebla” son verdaderos símbolos de vida en el desierto, islas verdes en medio de condiciones extremas, tales son los casos del Bosque Fray Jorge en Coquimbo, Pan de Azúcar en Atacama, Paposo y Morro Moreno en Antofagasta, o Alto Patache, entre otros.

En consecuencia, tomando como referencia la naturaleza, donde la vegetación es capaz de sobrevivir captando el agua de la niebla, se han estudiado y desarrollado diferentes formas de interceptar la niebla. Así, a partir de dispositivos conocidos como atrapanieblas, se puede aprovechar el recurso hídrico de la niebla en zonas donde el agua es escasa.



[Img. 12]: Comportamiento de la niebla presente en el desierto costero.

La Camanchaca como recurso hídrico

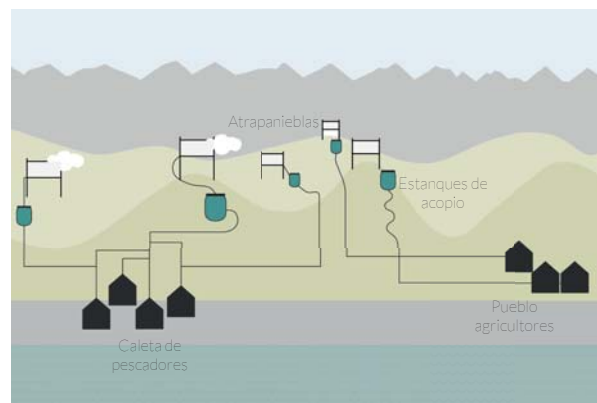
Atrapanieblas

Los captadores de agua de la niebla o atrapanieblas, pueden ser definidos como estructuras que se instalan a determinadas alturas en la costa o las montañas con el objetivo de captar las partículas de agua que posee la niebla, y poder aprovechar este recurso hídrico. Estos equipos son parte fundamental de lo que se conoce como Sistema de Captación de Agua de Niebla (SCAN), el cual también está compuesto por un sistema de conducción del agua a los estanques de almacenamiento, y un sistema de conducción desde estos estanques hasta el o los lugares de consumo.

Considerando la situación hídrica en la zona norte de Chile, donde año tras año avanza el desierto hacia el sur y disminuyen las precipitaciones, la niebla se posiciona como una alternativa de gran potencial para la obtención de agua; lo cual restaría presión el estrés hídrico que sufren las fuentes superficiales o subterráneas de la zona. En este sentido, se han registrado numerosos casos –nacional e internacionales- donde la captación de agua niebla ha resultado ser exitosa, permitiendo que diversas localidades rurales se hayan podido abastecer de agua potable, utilizándose para fines agrícolas o ganaderos (Farías S., Cereceda T., Osses M., & Núñez C., 2005).



[Img. 13]: Atrapanieblas en Peña Blanca.



[Img. 14]: Distribución agua de niebla.

La Camanchaca como recurso hídrico

Experiencias internacionales y nacionales

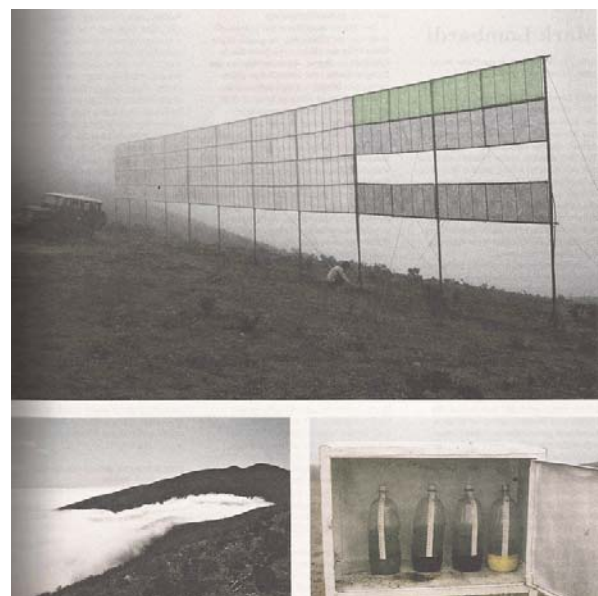
La niebla y sus diferentes efectos u oportunidades han sido estudiados desde hace siglos. Ya en el siglo XVI se tiene registro de crónicas en las Islas Canarias que cuentan de un árbol, “el garoe”, que abastecía a la población nativa con agua que recolectaba de la niebla. Más adelante, a principios del siglo XX el profesor alemán Marloth publicó uno de los primeros artículos científicos sobre la captación de agua de niebla en Sudáfrica. De igual forma, a mediados del mismo siglo, en Hawaii se fabricaban instrumentos para medir y usar el agua en zonas de niebla (Leiva V., Hernández P., & Cereceda T., 2018).

En Chile, los estudios respecto al tema comenzaron a fines de los años '50, a manos del profesor Carlos Espinosa, de la Universidad Católica del Norte, quien medía la niebla en los cerros cercanos a la ciudad de Antofagasta. En 1980, el Instituto de Geografía de la Universidad Católica de Chile, inició estudios sobre la niebla al norte de Coquimbo, en playa Temblador, caleta Chungungo y El Tofo. Es así que se realizaron mediciones de la distribución espacial y temporal de la niebla; como también se cuantificaron los lugares de mejor colecta de agua en esa zona (Cereceda, Schemenauer, & Velásquez, Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Chile, 1997).

Uno de los proyectos de captación de agua niebla más reconocidos en Chile, fue justamente en la caleta Chungungo. Este proyecto fue financiado por el Centro Internacional de Investigaciones de Canadá (CIID), y junto con la participación de instituciones como la Universidad de Chile, la Universidad Católica de Chile y la CONAF-Coquimbo, lograron instalar 100 atrapanieblas. De este modo, se pudo lograr implementar un sistema de distribución de agua que pudo abastecer de este recurso a cada una de las 90 casas del pueblo. Sin embargo, dicho sistema que entregaba en promedio 15.000 litros de agua al día durante 10 años, no pudo mantenerse en el tiempo. Eventualmente terminó siendo

desmantelado, ya que la mantención del sistema de captación y la red de agua significaba mantener coordinadas y organizadas a una serie de entidades, como el sindicato de pescadores, el comité de agua potable, e instituciones regionales (Leiva V., Hernández P., & Cereceda T., 2018).

Durante los últimos años otros proyectos de atrapanieblas han resultado ser exitosos, tales son los casos de los proyectos de las Comunidades Agrícolas Peña Blanca o Majada Blanca en la Comuna de Ovalle; Santuario Padre Hurtado en Canela; Falda Verde en la Comuna de Chañaral o Alto Patache en la Región de Atacama.



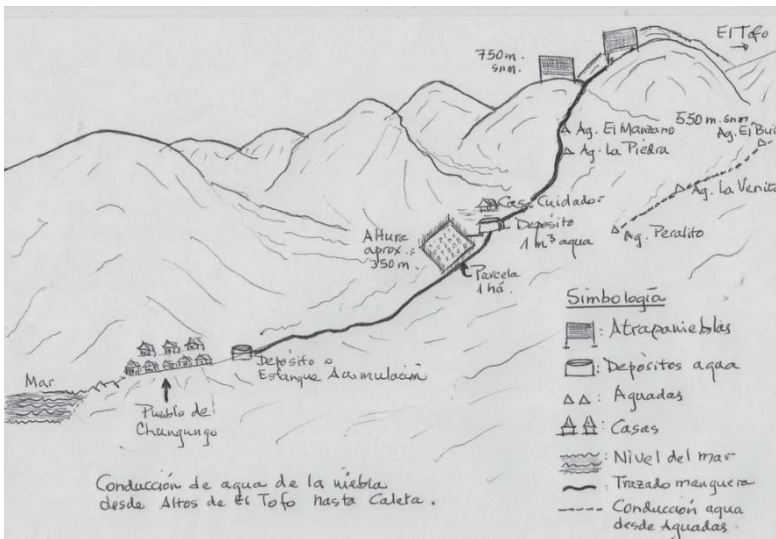
[Img. 15]: Cosecha de niebla.



[Img. 16]: Macrodiamante (Carlos Espinoza, Antofagasta, Chile).



[Img. 17]: DYSDERA (Carlos Sanchez Recio, Islas Canarias, España).



[Img. 17]: Atrapanieblas en Marruecos.
[Img. 18]: El Tofo - Chungungo.

Comunidades Agrícolas

Aproximaciones

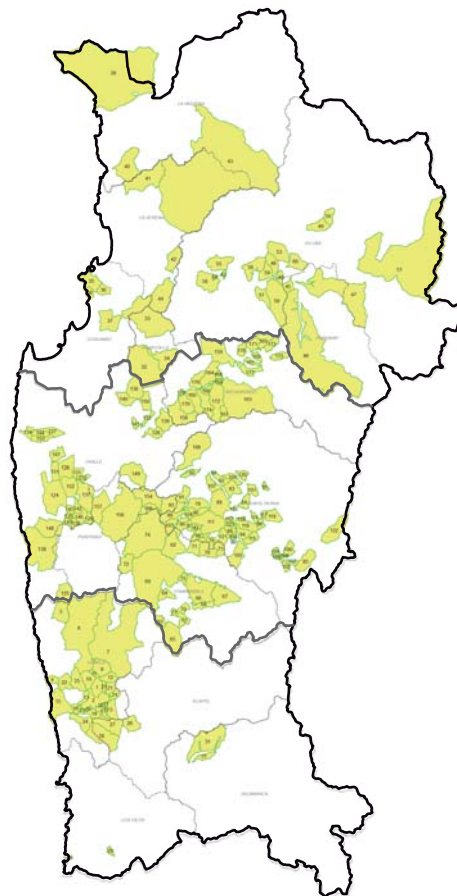
Las Comunidades Agrícolas representan uno de los eslabones más tradicionales de la sociedad chilena, el mundo campesino. Reguladas por el Decreto N° 5 con fuerza de Ley de 1968 (Forestal, 2021), tienen personalidad jurídica, pudiendo adquirir y contraer todo tipo de derechos y acuerdos. De esta forma, una comunidad agrícola considera a un grupo de personas que ejercen propiedad sobre un predio rural de gran extensión, con el fin de ocupar, explotar o cultivar en común acuerdo (Ardiles P. & Cortés E., 2016).

Se cree que éstas surgieron a fines del Siglo XVIII en respuesta a las adversas condiciones físicas y socio-culturales del secano del norte chico, buscando la mayor autosuficiencia alimentaria, a través de las actividades agropecuarias. Pese a que estas comunidades se ubican principalmente entre las Regiones de Atacama y Coquimbo, la Provincia de Limarí en la Región de Coquimbo, es la que concentra un mayor número (IREN-CORFO, 1978).

Teniendo en cuenta que la Región de Coquimbo es una de las más afectadas por la desertificación y sequía, una gran cantidad de comunidades queda expuesta a las adversas condiciones ambientales que implican estos fenómenos, situación que empeora con el hecho de que la mitad de la pobreza rural de la región se concentra en las Comunidades Agrícolas (León, 2007). De esta forma, los habitantes de estas zonas tienen que enfrentarse a problemas como inestabilidad económica, deterioro de calidad de vida, lo cual finalmente obliga a migrar a zonas que no han sido afectadas por la desertificación.

Todo esto supone una amenaza para la existencia de las Comunidades Agrícolas, poniendo en riesgo parte de las tradiciones e idiosincrasia de la zona. Para ello es necesario implementar programas que promuevan un desarrollo sustentable, ya sea mediante la incorporación de nuevas tecnologías y/o

cambio de actividades productivas. Al mismo tiempo, es necesario capacitar, informar y educar a los habitantes, para generar conciencia respecto a los recursos a su disposición, y así evitar prácticas que agudizan los problemas de la desertificación y escasez de agua.



[Img. 19]: Comunidades Agrícolas en Región de Coquimbo.

03 **ÁREA DE ESTUDIO:** Secano Costero, Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua



Emplazamiento

Contexto Territorial

Región de Coquimbo

Comuna de Ovalle, Provincia del Limarí

Distancia de Ovalle: 53 km

Distancia a Parque Nacional Bosque Fray Jorge:

11 km

Ubicación Geográfica: 246.198,25(Este),

6.616.193,69 (Norte).

Superficie: 1.459 hectáreas

Población: 53 personas

Accesibilidad: Ruta Patrimonial N°42 "Secano Costero: Parque Nacional Bosque Fray Jorge"

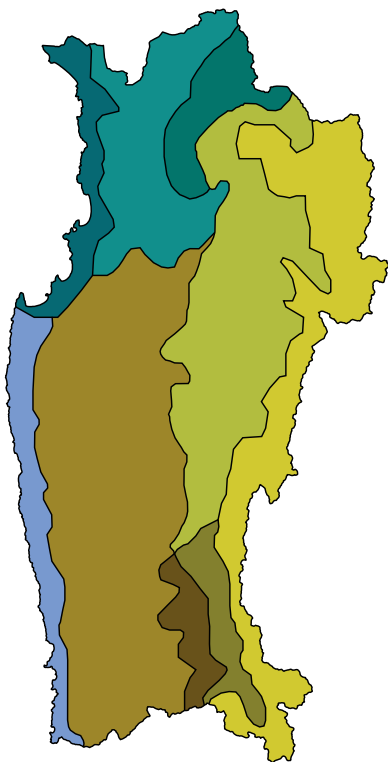
4.- Es una comunidad que se encuentra dentro de la zona de transición de la Reserva de la Biosfera Fray Jorge, única en la costa semiárida de Chile, lo cual entrega oportunidades interesantes en relación a la educación ambiental y la gestión territorial comunitaria.

La Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua posee un gran potencial para el desarrollo de un proyecto que enfrente las problemáticas previamente mencionadas, ya que presenta las siguientes condiciones.

1.- Es una zona que habitualmente cuenta con la presencia de la camanchaca, ubicándose a poca distancia del Oasis de Niebla de Fray Jorge, una "isla de biodiversidad" en medio de un paisaje semiárido, la cual ha sido estudiada desde hace décadas contando con información sobre la zona.

2.- Forma parte del segundo tramo de la Ruta Patrimonial N°42 "Secano Costero: Parque Nacional Bosque Fray Jorge", siendo la comunidad más cercana al acceso del Parque Nacional (PN). Esto le otorga buena accesibilidad y potencial para un desarrollo ecoturístico asociado al PN.

3.- Es una comunidad que presenta consecuencias de la desertificación como escasez hídrica, suelos arenosos y de escasa concentración orgánica. En base a esto, las actividades agrícolas y ganaderas (principales actividades productivas), sobreviven en un constante desafío a la naturaleza. Sin embargo, durante los últimos años la orientación productiva de la comunidad ha ido cambiando, y en vista de su cercanía con el PN Fray Jorge, han ido incorporando el turismo. Por lo que se presenta como un lugar ideal para potenciar esta iniciativa.



Clima

La Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua está inserta en el Área del Secano Costero, donde el clima corresponde al tipo Semiárido, estepa con nubosidad abundante (BSn), el cual se presenta a lo largo de toda la costa sur de la región de Coquimbo, y se caracteriza por frecuentes nubosidades nocturnas y matinales, que proveen humedad. La oscilación térmica es baja y presenta precipitaciones con un promedio anual que varía entre los 100 mm en el norte y los 250 mm en el sur (Coquimbo G. R.).



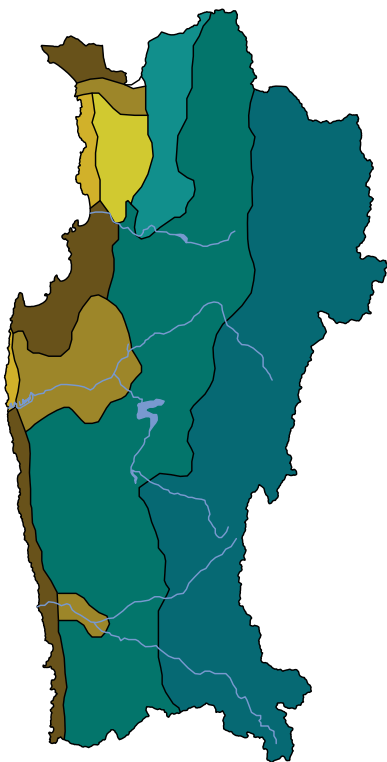
[Img. 20]: Clima Región de Coquimbo.



Vialidad y Actividades

Las actividades económicas principales de la comuna de Ovalle se basan en la agricultura, la minería y el comercio. Dentro de la zona del Secano Costero -donde se ubica la comunidad Peral Ojo de Agua-, los principales rubros son relacionados a la ganadería caprina y en menor medida a la agricultura. Cabe destacar que a nivel regional, la minería y los servicios adquieren relevancia.

[Img. 21]: Vialidad y actividades Región de Coquimbo.



Geomorfología

La Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua se localiza sobre el Sub Territorio denominado Borde y Secano Costero, el cual presenta un relieve significativo representado por el cordón montañoso costero de Altos de Talinay, alcanzando alturas entre 550 y 700 metros en promedio[CP8] (Coquimbo G. R.).

- Planicie marina y/o fluviomarina
- LLanos de sedimentación fluvial y/o aluvial
- Farellón costero
- Cordillera de la Costa
- Pampa transicional
- Cordones transversales
- Sierras transversales del tronco maestro andino

[Img. 22]: Geomorfología Región de Coquimbo.



Servicios

Las ciudades con mayor población y cantidad de servicios a nivel regional son La Serena y Coquimbo. Otras ciudades importantes de menor magnitud son Ovalle, capital de la provincia del Limarí e Illapel, capital de Choapa.

[Img. 23]: Servicios y equipamiento Región de Coquimbo.

Reserva de la Biósfera y Reserva Starlight

La Reserva de la Biósfera Fray Jorge, se encuentra ubicada en la provincia de Limarí, Región de Coquimbo, fue la primera reserva nominada en Chile por la UNESCO, en el año 1977. Ubicada en la costa semiárida, protege desde los ricos y diversos ecosistemas semiáridos, hasta los bosques de neblina de las cumbres de la cordillera de la Costa. Tanto Fray Jorge como los cerros de El Tofo, en el norte de la región de Coquimbo, constituyen sitios en que se ha desarrollado investigación de punta en captación de neblina. La ampliación de la Reserva de la Biósfera Fray Jorge abre interesantes oportunidades a las comunidades agrícolas de secano en cuanto a la educación ambiental y la gestión territorial comunitaria (Cereceda, Hepp, & Schneider, Reserva de la Biósfera Fray Jorge: investigación, educación y gestión territorial comunitaria., 2014).

El objetivo principal de esta denominación no es proteger una zona en el sentido tradicional del término, sino más bien “Conciliar la conservación de la diversidad biológica, la búsqueda de un desarrollo económico y social, y el mantenimiento de los valores culturales asociados” (UNESCO, 1995). Esta definición pone énfasis en el rol activo del ser humano como componente integral del contexto donde habita y desarrolla sus actividades. De esta manera, se instaura una dinámica de interrelaciones que concilian el desarrollo humano y económico de un territorio.

Según el programa MAB (The Man and the Biosphere – MaB) de la UNESCO, las Reservas de la Biosfera deben cumplir con 3 funciones que se complementan y refuerzan entre ellas.

1.- Función de Conservación: contribuir a la conservación de paisajes, ecosistemas, especies y la variación genética.

2.- Función de Desarrollo: fomentar un desarrollo económico y social que sea ambientalmente sustentable.



[Img. 24]: Reserva de la Biósfera Fray Jorge

3.- Función de Apoyo Logístico: contribuir a la investigación científica, formación, educación ambiental y aplicación de modelos de desarrollo sustentable.

La planificación de las Reservas de la Biósfera establece tres áreas, que en conjunto conforman un espacio para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio armónico de las actividades humanas. Estas son las siguientes:

- Zona Núcleo: Busca la protección de la naturaleza en el sentido tradicional de conservación. Esta zona está regulada normalmente por un contexto jurídico local de protección, en el caso de Chile, corresponden a las áreas administradas por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas de CONAF, SNASPE. Las principales actividades que se desarrollan son la investigación, la educación ambiental, y la recreación regulada (turismo y sus modalidades: ecoturismo, turismo científico, otros).

- Zona de Amortiguación: En estas zonas se desarrollan actividades humanas con mayor intensidad, como la ganadería, la agricultura, la actividad forestal o el turismo, todo ello dentro de parámetros que no afecten la zona núcleo.

- Zona de Transición: Es una zona contigua a la de amortiguación, se establece con el objetivo de uso múltiple, donde se realizan actividades productivas capaces de desarrollarse bajo un enfoque sustentable. Existen áreas urbanas o en vías de urbanización.

Reserva Starlight Fray Jorge

El año 2013 se crea la Reserva Starlight Fray Jorge gracias a la iniciativa interinstitucional del Servicio Nacional de Turismo, la Corporación Nacional Forestal y el Gobierno Regional de Coquimbo. Para ello se midieron una serie de parámetros exigidos por la Fundación Starlight, que consistió en lo siguiente: la oscuridad del cielo, la nitidez, la transparencia y el número de noches despejadas durante un año. Es así que esta denominación busca preservar la calidad del cielo nocturno junto a los elementos culturales, científicos y paisajísticos propios del lugar.

[Img. 25]: Cerco de cactus, Secano Costero.

[Img. 26]: Parque Nacional Bosque Fray Jorge.

[Img. 27]: Cielo Nocturno, Reserva Starlight Fray Jorge.



Antecedentes históricos y sociales

Identidad cultural y economía

Las características geográficas de la región de Coquimbo, permitieron un rápido asentamiento por parte de los pueblos precolombinos, ya sea en la costa donde abundaban los recursos marítimos, o bien en los valles transversales donde dependían de los recursos de la tierra. De esta forma, culturas como La Ánimas, Huentelauquén y Diaguita modelaron el paisaje (Cereceda , Hepp, & Schneider, Reserva de la Biosfera Fray Jorge: investigación, educación y gestión territorial comunitaria., 2014), dejando huellas que hasta el día de hoy se pueden observar como restos arqueológicos.

En la época colonial, la región de Coquimbo comienza a ocuparse bajo el mismo patrón que se observó en otras latitudes del país: una gran ciudad, seguida de una serie de pueblos y placillas mineras en el interior. Muchas veces los gobernadores concedían mercedes de tierra a sus soldados, en retribución de los servicios prestados a la corona. A partir de esto y con el paso de los años, el área del secano comenzó a presentar una condición única, la ocupación común de los territorios, lo cual sentó las bases de las Comunidades Agrícolas.

En consecuencia, la Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua junto con el resto de las comunidades, forman parte del patrimonio tangible e intangible de la región, donde la identidad de sus habitantes responde a la particular forma de tenencia de tierras y tradiciones campesinas, las cuales se han ido perdiendo debido a la migración de la población joven. Pese a ello, según el Plan de Desarrollo de la comunidad del año 2010, se menciona que existe una actitud positiva por recuperar algunas de estas tradiciones.

Respecto a la economía de la comunidad, ésta se basa en la ganadería caprina, agricultura de autoconsumo y artesanía, actividades que se han mantenido desde los inicios de la comunidad. Sin embargo, durante los últimos años se han incorporado

actividades productivas a pequeña escala como una planta picadora de algas y también se han observado algunas iniciativas relacionadas con el turismo aprovechando la cercanía al PN Fray Jorge. Por lo que dotar de infraestructura complementaria a estas actividades sería de gran aporte para la calidad de vida de las personas, ya que podrían generar mayores ingresos, nuevos puestos de trabajo y así, detener y revertir los procesos migratorios.



[Img. 28]: Criancero de cabras.

[Img. 29]: Ganado caprino.

Antecedentes geográficos

Geografía y clima

La comunidad Peral Ojo de Agua se ubica en la zona del Borde y Secano Costero, kilómetros al norte del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. El sector costero consta de dos conjuntos de geoformas, las terrazas marinas que se extienden a lo largo de la costa de la región, y, en segundo lugar, relieves y superficies de erosión continental. Dentro de esto, el cordón montañoso costero Altos de Talinay adquiere relevancia, alcanzando alturas entre 550 y 700 metros en promedio (Coquimbo G. R.), lo cual retiene gran parte de la humedad costera. Esto provoca gran aridez en los terrenos ubicados al interior, dando origen al secano costero, terrenos que dependen de las lluvias para la actividad agrícola. A partir de esto, diversos lugares en la zona poseen el potencial para implementar dispositivos que capten el agua de la niebla, existiendo casos que se han llevado a cabo de forma exitosa.

Las temperaturas medias anuales de esta zona varían entre aproximadamente 12° y 16° C, aumentando desde la costa hacia el interior, pero siendo el sector intermedio el que posee las temperaturas más elevadas en comparación a la costa o a los sectores adosados a la cordillera.



[Img. 30]: Camino PN Fray Jorge.

[Img. 31]: Niebla densa.

[Img. 32]: Niebla interceptando cordones montañosos.



Antecedentes geográficos

Paisaje

Etimológicamente el término paisaje hace referencia al asentamiento humano y su influencia en el territorio (Di Giminiani & Fonck, 2015), por lo que es parte de un ecosistema dinámico, una realidad que puede variar de un momento a otro dependiendo de las acciones llevadas a cabo por el ser humano.

En la zona del borde y seco costero de la región de Coquimbo, el paisaje se caracteriza por su predominante condición semiárida, donde los asentamientos humanos corresponden a pequeñas localidades rurales distribuidas a lo largo de caminos de tránsito, mimetizándose con la vastedad del territorio y no generando mayor influencia. Dentro de este contexto, el cordón montañoso Altos de Talinay se impone con cerros que rondan los 600 y

700 msnm, los cuales actúan como una barrera que oculta el borde costero y al mismo recibe la camanchaca, dando origen a los bosques de niebla, como el Bosque Fray Jorge o Bosques de Talinay.

A medida que se recorre el territorio desde el interior hacia la costa, el paisaje va sufriendo una serie de transformaciones debido principalmente a las variaciones geográficas del lugar, pasando desde una naturaleza más bien horizontal, de tonos marrones y con escasa vegetación, a un escenario con laderas cada vez más pronunciadas y verdes. Son estos cerros de mayor altura los que proporcionan vistas que permiten apreciar la totalidad del paisaje, ya sea del interior o del océano, alzándose como sitios de contemplación o miradores.



[Img. 33]: PN Bosque Fray Jorge.

Camanchaca en el Secano Costero

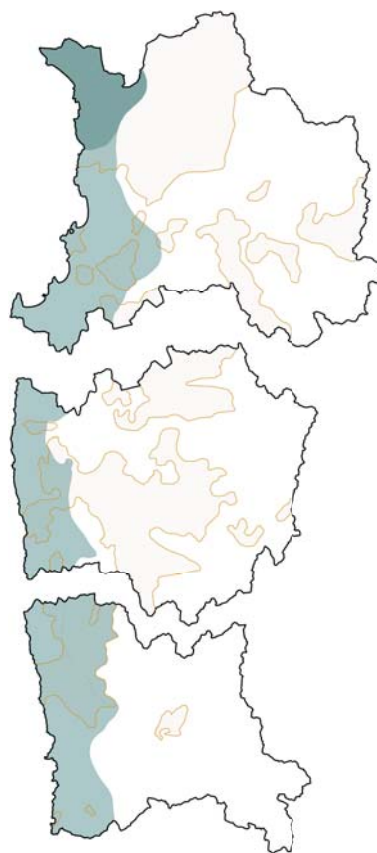
Dentro de la zona del cordón montañoso costero Altos de Talinay, la niebla más común es la del tipo de advección, y en segundo lugar la orográfica. La comunidad Peral Ojo de Agua al estar inserta dentro de esta zona, presenta neblinas nocturnas y matinales, que le dan la oportunidad de obtener mayor humedad para el desarrollo de forrajeras naturales o bien, para instalar atrapanieblas y así disminuir la escasez hídrica de la zona.

Los datos respecto a la niebla en el sector se han obtenido a partir de diversos estudios como el realizado en el Parque Nacional Fray Jorge por el científico Johan Kummerow en la década de 1960, quien calculó que el agua que recibía este bosque por intercepción de la niebla era alrededor de 1.000 milímetros anuales, similar a la precipitación promedio de la Región de la Araucanía (Leiva V., Hernández P., & Cereceda T., 2018).

Otros estudios realizados en la zona, fue el desarrollado en El Tofo-Chungungo, un poco más al norte del área del secano, donde se monitoreó el comportamiento de la niebla en un periodo de 8 años (1987-1995), y a partir de los antecedentes registrados se estableció un promedio de captación anual de 3 l/m²/día. También se determinó que los periodos de mayor recaudación eran los meses de primavera verano donde el promedio mensual oscilaba entre 8 y 10 l/m²/día, mientras que los meses de otoño e invierno correspondía a aquellos donde la niebla era más escasa, con un promedio mensual entre 0,7 y 1 l/m²/día. Cabe destacar que, en dicho estudio, se menciona que los meses más estables para la captación de la niebla son enero y febrero (Cereceda, Schemenauer, & Velasquez, Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Región de Coquimbo, Chile*(1987-1995), 1997).

En base a estos resultados y otras fuentes, se puede decir que la región de Coquimbo presenta óptimas características geográficas para captar el agua de

la niebla ya que existen 22 cordones montañosos y cerros sobre los 600 metros, lo que equivale a más de 40.000 hectáreas, donde se pueden instalar atrapanieblas para interceptar las gotas de agua que transporta la camanchaca. Es importante señalar que éste es un dato conservador, ya que la niebla se puede encontrar desde los 500 metros hasta los 900 o 1.000 metros, por lo que la superficie apta para la instalación de estos dispositivos aumentaría (Leiva V., Hernández P., & Cereceda T., 2018).



[Img. 34]: Comunidades agrícolas afectadas por la Camanchaca.



[Img. 35, 36]: Camanchaca en Secano Costero.

04 PROYECTO



Idea

Durante siglos los habitantes de la región de Coquimbo han mantenido una estrecha relación con la tierra. Aun bajo restricciones geográficas o climáticas, el desarrollo de actividades agrícolas o ganaderas ha perdurado hasta el día de hoy, siendo parte importante de la historia e identidad de la región, en especial en las zonas rurales. Es por ello que el auge agroexportador y el sobrepastoreo, junto con una menor cantidad de lluvias en los últimos años, suponen una amenaza desde diversas perspectivas –económica, social y ambiental–, siendo las comunidades agrícolas uno de los grupos más vulnerables.

Actualmente, la región de Coquimbo ha sido catalogada como una de las regiones más expuestas a la degradación de suelos y por lo tanto a la desertificación, declarándose en emergencia agrícola. Su condición semiárida, producto de ser una zona de transición entre el desierto y la depresión intermedia, es lo que hace que sea una de las regiones más afectadas, ya que presenta mayor cantidad de superficie que puede quedar infértil, por lo tanto inhabitable.

En este contexto, esta región se vuelve interesante –en especial la zona costera–, ya que ante el desfavorable escenario de la desertificación y escasez hídrica, la presencia casi constante de la niebla costera surge como una alternativa para la obtención de agua. Es así que esta zona podría significar un punto de inflexión, donde a través de medidas que fomenten un modelo de desarrollo sustentable, como actividades que protejan el medioambiente, o la implementación de tecnologías alternativas de abastecimiento hídrico, se pueda disminuir o revertir la situación.

En base a esto, el proyecto pretende enfrentar la desertificación a través de una estrategia global que abarque diversas aristas. Para ello se propone un programa que integre el abastecimiento hídrico alternativo (atrapanieblas), la producción sustenta-

ble, la difusión y el turismo, con el fin de prevenir y revertir la situación.

El proyecto busca generar un sistema mediante una serie de estaciones que alberguen los diferentes ámbitos del programa. De esta forma, se contará con un centro que fomente la agricultura sustentable y la reforestación de especies nativas, un centro de difusión que informe a visitantes y a locales sobre las causas y efectos de la desertificación en la zona. Por otro lado se propone potenciar el ecoturismo relacionado al Parque Nacional Bosque Fray Jorge mediante un hospedaje que permita a los turistas conocer más de la zona del Secano Costero y al mismo tiempo crear una fuente de ingreso para los habitantes locales. Finalmente en la cima del recorrido será un punto de captación del agua de la camanchaca a través de la instalación de torres atrapanieblas, que permitirán abastecer de este recurso al resto del proyecto y en consecuencia beneficiar a una comunidad agrícola del Secano Costero con déficit hídrico.

Objetivos del Proyecto

El presente proyecto de título tiene como desafío principal desarrollar un vínculo entre la arquitectura, la desertificación y las actividades humanas propias de lugar, mediante estrategias y operaciones que permitan solucionar la problemática. De esta forma, se busca generar un modelo de desarrollo alternativo y sustentable que pueda ser replicable en otras comunidades o zonas que presenten las mismas condiciones. Para ello, los objetivos específicos son los siguientes:

- Aprovechar el agua presente en la niebla costera mediante la implementación de un sistema de atrapanieblas que capten este recurso y utilizarlo de forma eficiente.
- Proteger el medioambiente a través de la incorporación de nuevas actividades productivas que permitan una reconversión paulatina de la comunidad hacia un modelo de desarrollo sustentable que no dependa completamente de las actividades agrícolas o ganaderas.
- Conservar las tradiciones y cultura de las comunidades por medio de la integración de las dinámicas sociales y territoriales, con el fin de revertir los procesos de migración que eventualmente podrían poner en peligro la existencia de las comunidades agrícolas.
- A partir de la proximidad con el Parque Nacional Bosque Fray Jorge, fomentar el ecoturismo mediante el desarrollo de infraestructura que sirva como soporte para el alojamiento y la práctica de actividades turísticas.

Componentes del Proyecto

Variable Ambiental

El proyecto busca revitalizar los suelos degradados producto de la desertificación, utilizando el agua captada por los atrapanieblas de forma eficiente. De esta manera se pretende consolidar al lugar como un hito dentro de la comunidad y del secano costero, regenerando un ecosistema en deterioro y estableciendo programas agrícolas sustentables que permitan constituir una “isla de vegetación” dentro de un paisaje semiárido. A partir de esto, se busca integrar a la población a través de la educación e intervenciones comunitarias y así, concientizar a los habitantes y visitantes sobre los desafíos ambientales y el patrimonio natural.

Variable Productiva

Pese a que las principales actividades económicas de la Comunidad Peral Ojo de Agua guardan relación con la ganadería caprina y la agricultura –en menor medida-, durante los últimos años se han ido incorporando actividades relacionadas al turismo o al tratamiento de algas marinas, generando una diversificación en la economía. Es por esto que el proyecto fomenta las diferentes actividades productivas de la comunidad para ayudar a los habitantes a alcanzar un mayor desarrollo humano dentro de su lugar de origen, y así preservar las dinámicas sociales y culturales.

Variable Turística

Actualmente, el Parque Nacional Fray Jorge es el principal foco turístico de la zona que atrae no sólo a los habitantes más próximos, sino que también a personas del resto del país y del extranjero, quienes disfrutan del ecoturismo y la conexión que permite con la naturaleza. La propuesta plantea impulsar el recurso turístico producto de la cercanía con el PN, aprovechando la Ruta Patrimonial del Secano Costero y las vías existentes para promover el sector a través de nuevo equipamiento. Este punto engloba a las dos variables previas ya que se pueden realizar actividades turísticas en base a los procesos de producción tradicionales de la zona, como visitas a las terrazas de cultivo o al invernadero; y por otro lado los atrapanieblas también surgen como una oportunidad de atractivo turístico.

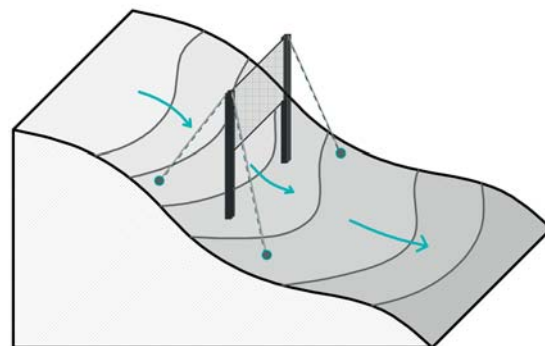
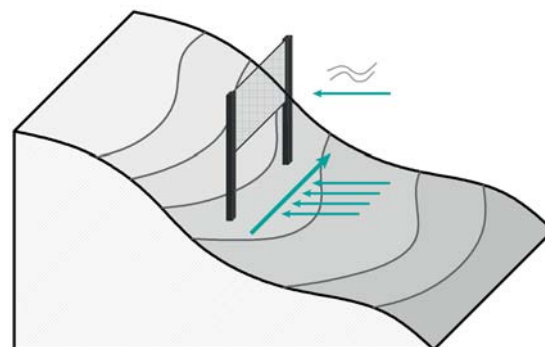
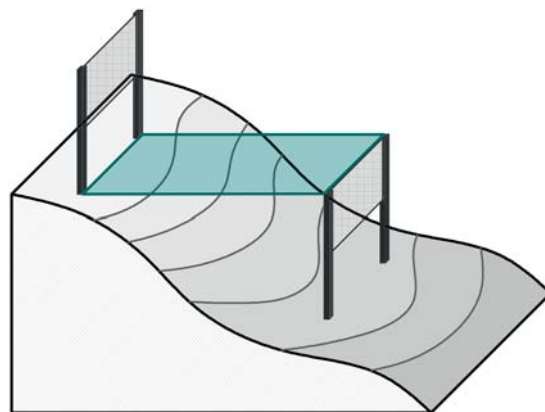
Consideraciones Técnicas

Atrapanieblas

Tecnología: El atrapaniebla es un equipo que permite capturar y juntar las gotas de agua presentes en la niebla, mediante la instalación de una superficie porosa, generalmente una malla, dispuesta de forma perpendicular a la dirección de desplazamiento de la niebla. De esta manera, el agua se condensa en la malla y baja por la superficie de esta gracias a la fuerza de gravedad, para después almacenarse en un estanque.

Estructura: Los elementos básicos de un atrapaniebla son los siguientes: la malla, una canaleta, la estructura que sostiene la malla y la canaleta, y un estanque de acopio de agua. Hoy en día existen dos tipologías de atrapaniebla, los bidimensionales y los tridimensionales. Los primeros son los más conocidos y utilizados en diferentes partes del mundo, ya que se componen de una malla tensada entre dos pilares, y tirantes, lo cual implica una manufactura relativamente simple y rápida. Estos atrapanieblas funcionan de forma unidireccional, siendo los más indicados en presencia de vientos predominantes ya que se optimiza el potencial hídrico. Por otro lado los atrapanieblas tridimensionales, funcionan de tal forma de interceptar los vientos en diferentes direcciones, vale decir son omnidireccionales, por lo tanto son utilizados para estudios móviles y análisis químicos. También ofrecen mayor estabilidad y resistencia a la fuerza del viento, que por lo demás es una de las principales causas de deterioro.

Posicionamiento: Dado que la niebla en la región de Coquimbo se forma entre los 500 y 600 msnm hasta los 1000 msnm, la altura donde estarán ubicados los atrapanieblas es el factor principal para su emplazamiento, ya que sin niebla no hay agua. Junto con este requisito, existen otras condicionantes que determinarán dónde y cómo deben es-



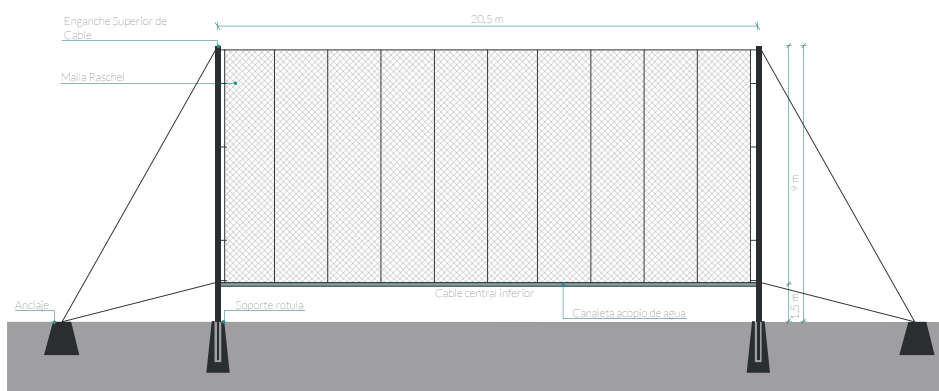
[Img. 37]: Esquemas de algunas consideraciones para el funcionamiento correcto de los atrapanieblas.

tar ubicados estos equipos para lograr una mejor eficiencia. Estas son las siguientes: Evitar traslape de mallas, ubicarse de forma perpendicular al viento predominante.

Malla: Las mallas para atrapanieblas pueden estar hechas de cualquier material que resista la intemperie, especialmente la radiación solar. El coeficiente o porcentaje de sombra es la característica más relevante de la malla. Si este coeficiente es muy grande (malla muy tupida) poca niebla pasará a través de ella y la captura de agua será baja (Leiva V., Hernández P., & Cereceda T., 2018), mientras que si la trama de la malla está muy separada pocas gotas de agua quedarán atrapadas por los filamentos. El material de la malla tiene gran importancia en el costo de la instalación, su duración y también en la eficiencia de recolección de agua; las de plástico son baratas y resisten bien la corrosión de la niebla, pero deben someterse a un tratamiento que los proteja de los rayos UV, mientras que las mallas metálicas resisten bien el sol y el viento, pero se corroen rápidamente, a menos de que sea acero inoxi-

dable o aleaciones de cobre, los cuales son materiales caros. Lo más utilizado a la fecha ha sido la malla Raschel, la malla de propileno y una malla plástica utilizada en invernaderos con un recubrimiento metálico llamada Aluminet. Cabe destacar la malla Arpa, diseñada por ingenieros franco-chilenos que permite aumentar hasta 3.5 veces su eficiencia, debido a su tecnología basada en una planta particular que crece en el desierto de Atacama (Dumais & Rivera Agüero, 2020)

Mantenimiento: En base al registro de los proyectos que se han llevado a cabo, se ha determinado que la vida de uno de estos equipos es de alrededor 10 años si es que se realizan las mantenciones adecuadas. Uno de los daños más frecuentes es la rotura de mallas provocado por los fuertes vientos, el cual es de fácil reparación ya que sólo se debe sustituir o arreglar la malla. Por otro lado, cuando hay daños estructurales dependiendo del material se deberá: reemplazar si es de madera, o volver a montar con nuevos tirantes si es de acero (en la mayoría de los casos).



[Img. 38]: Estructura tradicional de un atrapanieblas.
[Img. 39 -40 - 41]: Elementos de un atrapanieblas.

Requerimiento Hídrico

El estudio de la demanda hídrica de cada componente del sistema es fundamental para el desarrollo arquitectónico del proyecto, en especial para el dimensionamiento de los atrapanieblas (cantidad de malla necesaria), ya que de eso depende el resto del proyecto. Por otro lado, el uso y conservación del agua también implica una planificación específica ya que si bien la presencia de la niebla es constante durante casi todo el año, presenta variaciones climáticas que influyen en la cantidad de agua cosechada, por lo tanto se requieren estanques de acopio, que aparte de su funcionalidad, serán utilizados como elementos paisajísticos.

El sistema en su unidad necesita 16.000 litros al día. Respecto al requerimiento de agua para el consumo humano, se estima que para el programa turístico –capacidad máxima 25 personas entre turistas y personal- se necesitarán alrededor de 5.000 litros diarios, de los cuales 4.000 (aguas grises) se pueden reutilizar para regadío a través de piscinas de fitodepuración. En relación al programa de difusión y capacitación, se estima que tenga un aforo diario máximo de 50 personas entre trabajadores y turistas, por lo que se supone un consumo de 3.500 litros diarios, de los cuales 2.500 podrán ser reutilizables para regadío.

Las áreas de cultivo del proyecto serán aproximadamente 6 hectáreas y se requerirán unos 14.000 litros de agua al día. Dos hectáreas serán de especies forrajeras con el fin de obtener un suplemento alimenticio para el ganado caprino; dos hectáreas de especies frutales para comercializar, que sean de bajo requerimiento hídrico y resistan bien al estrés hídrico, en este caso serían aloe vera y tunas; y finalmente dos hectáreas de especies nativas, cuyo aparataje fisiológico les permitirá sobrevivir con mayor autonomía, requiriendo agua sólo los primeros años luego de la plantación.

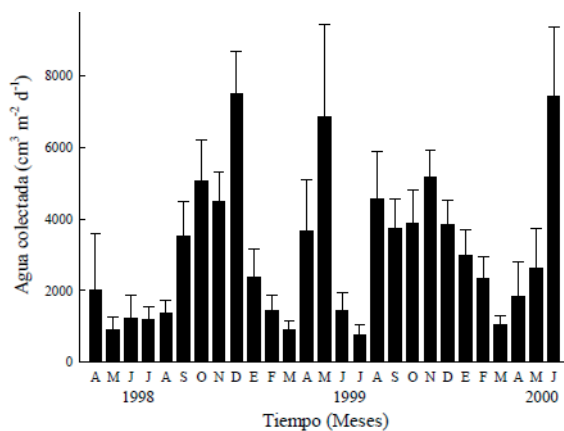
Por lo tanto el balance de agua es el siguiente:
consumo humano 8.500 l + riego 7.500 l (14.000 – 6.500) = 16.000 l/día.



[Img. 42]: Estanques de acopio, Peña Blanca.



[Img. 43]: Piscinas de acopio, Peña Blanca.



[Img. 44]: Gráfico de agua colectada en Fray Jorge.

Estudio cuantitativo de agua de niebla a nivel estacional:

Si bien el fenómeno de la camanchaca es relativamente constante, diversos estudios han determinado que la intensidad de la niebla está directamente relacionada con la estación del año, de esta forma en primavera - verano se cosecha mayor cantidad de agua, mientras que en otoño - invierno la cantidad disminuye. Así, los meses más productivos van de octubre a diciembre, por lo que es necesario diseñar un sistema que pueda almacenar el agua captada en el escenario más favorable.

Dimensionamiento Atrapanieblas:

A partir de la información disponible sobre PN Fray Jorge y El Tofo - Chungungo, se establece que el promedio de captación anual en la zona es de 3 l/m²/día utilizando malla Raschel (Cruzat-Gallardo, 2004). Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente la malla Arpa podría aumentar hasta 3.5 veces la eficiencia de captación (Dumais & Rivera Agüero, 2020), alcanzando en el mejor de los casos 10,5 l/día/m². En base a esto se plantea la utilización de malla Arpa para el proyecto, por lo que para cubrir los requerimientos hídricos previamente señalados se necesitan como mínimo aproximadamente 1.530 m² de malla, pero en vista de las variaciones climáticas se proponen 1.800 m² de malla. De esta forma, se contempla un escenario pesimista donde se requiera más m², y en caso de sobrestimar, las piscinas de acopio tendrán contemplado la capacidad máxima.

Respecto a las dimensiones de los atrapanieblas, se plantean dispositivos con una superficie de malla de 90 m² aproximadamente, por lo tanto se necesitan 20 atrapanieblas para alcanzar los 1.800 m², los cuales estarán articulados por un sendero.

Dimensionamiento de piscinas de acopio:

El dimensionamiento de los estanques de almacenamiento de agua depende de la capacidad máxima de captación de agua, lo cual corresponde al mes de diciembre donde se podría alcanzar cerca de 1.000 m³.

En base a esto, se plantea distribuir el agua captada de la siguiente forma:

- Cerro | 4 estanques de acopio de 40 m³ = 160 m³
- Hospedaje | Piscina recreativa = 60 m³
- Hospedaje | 2 estanques de acopio de 20 m³ = 40 m³
- Centro dif y cap | Piscina reserva-exposición = 176 m³
- Centro dif y cap | 2 estanques de acopio de 10 m³ = 20 m³
- Piletas de regadío (2) de 150 m³ = 300 m³
- Piletas multifuncional (2) de 125 m³ = 250 m³

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
l/día/m ² M.Raschel	2,7	1,9	0,9	2,5	3,5	3,4
l/día/m ² M.Arpa	9,45	6,65	3,15	8,75	12,25	11,9
l/día/m ² total (sistema=1800m ²)	17010	11970	5670	15750	22050	21420
l/mes/m ² total (sistema=1800m ²)	510300	359100	170100	472500	661500	642600
litros necesarios por mes	480000	480000	480000	480000	480000	480000
litros diferencia	30300	-120900	-309900	-7500	181500	162600

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
l/día/m ² M.Raschel	1	2,9	3,7	4,4	4,8	5,7
l/día/m ² M.Arpa	3,5	10,15	12,95	15,4	16,8	19,95
l/día/m ² total (sistema=1800m ²)	6300	18270	23310	27720	30240	35910
l/mes/m ² total (sistema=1800m ²)	189000	548100	699300	831600	907200	1077300
litros necesarios por mes	480000	480000	480000	480000	480000	480000
litros diferencia	-291000	68100	219300	351600	427200	597300

[Img. 45]: Tabla de captación de agua por cada mes, según cantidad de metros² de malla Raschel y malla Arpa.

Propuesta territorial

Ubicación del proyecto

El emplazamiento específico del proyecto se encuentra en el Cerro Mullillaco, dentro de los terrenos pertenecientes a la Comunidad Agrícola Peral Ojo de Agua, y a aproximadamente un kilómetro de distancia del poblado[CP10]. Considerando que la Camanchaca se forma a partir de los 500 - 600 metros de altura, este sitio se presenta como el más adecuado para la captación de la niebla debido ya que la cumbre alcanza una altura que bordea los 600 m, lo cual permitiría la intercepción de las gotas de agua que transporta la niebla. En base a esto, el proyecto se distribuye de manera estratégica en el cerro, de tal forma que la zona de captación de agua quede en la cima y ladera suroeste, y por otro lado las zonas para la capacitación, difusión y turismo a menor altura, en las faldas del cerro, de esta forma se aprovecha la fuerza gravitacional para el desplazamiento del agua.

Es así que la propuesta genera un recorrido ascendente que articula las diferentes etapas del proyecto, las cuales funcionarán como hitos dentro del paisaje creando una relación que permitirá comprender la magnitud y escala del territorio.

Dentro de las estrategias de la propuesta territorial, se emplearon los siguientes criterios:

1. Aprovechar los caminos existentes para ubicar el acceso al recorrido del proyecto y así estar conectado con el poblado.
2. Establecer un trayecto que forme parte de lugar, buscando generar un mínimo impacto en el territorio y permitiendo recorrer y observar el paisaje.
3. Disponer estratégicamente el programa en el recorrido de tal forma de aprovechar las condiciones naturales como vistas, pendientes o dirección del viento, según las actividades que albergará cada parte del programa.

4. Aprovechar la existencia de un “Sitio de Exclusión” determinado por la comunidad para la reforestación de especies nativas, para ubicar próximo a éste el programa relacionado a la difusión y capacitación, de esta forma se integran y al mismo tiempo, dada su cercanía a la vía de acceso, puedan acceder más cómodamente los habitantes locales para hacer uso de las instalaciones.

5. A partir del atractivo turístico del lugar, se busca potenciar esta cualidad desarrollando una infraestructura que albergue un programa en relación a esto y funcione como un soporte activador del proyecto, ubicándose de forma favorable en el paisaje.

6. Generar a lo largo del recorrido una serie de sitios de contemplación de la naturaleza o miradores que entreguen espacios de descanso o, que permitan apreciar las vistas del paisaje y sus variaciones.



[Img. 46]: Ubicación Comunidad Peral Ojo de Agua.



[Img. 47]: Corte esquemático.

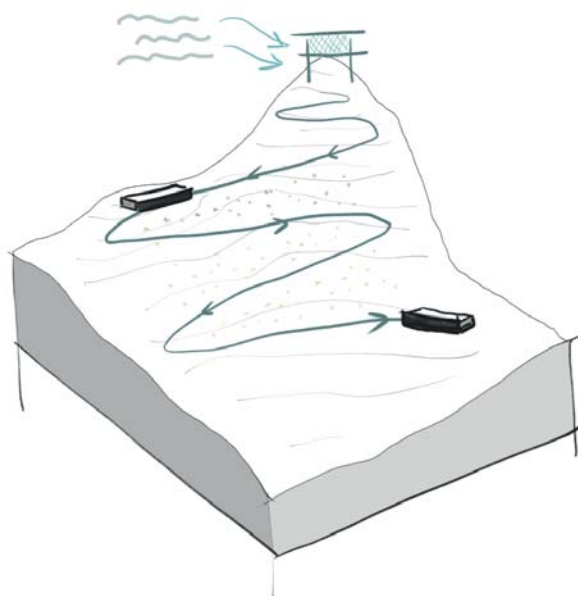
Propuesta Arquitectónica

Conceptualización

Tal como ya se ha mencionado, el agua es el elemento más abundante en la superficie terrestre y el más importante en la composición de los seres vivos, sin embargo no está distribuida de manera uniforme en el planeta, y en consecuencia, la vida en zonas áridas se hace más difícil, más no imposible. En ese sentido, la camanchaca en zonas costeras simboliza fuente de vida, dando origen a diversos ecosistemas a través de las gotas de agua que transportan.

Comprendiendo la importancia del agua en parajes áridos o semiáridos, este elemento será el eje principal para la inspiración a gran escala de la propuesta. El proyecto busca rehabilitar un territorio degradado a través de la colonización del cerro mediante la disposición de hitos en un recorrido que represente el curso del agua. De esta forma, cada hito actuará como un núcleo de vida u oasis -haciendo referencia a los oasis de niebla- desde los cuales se va expandiendo vegetación que junto con los recorridos unificará todo el proyecto.

En consecuencia, las directrices conceptuales del proyecto se basarán tanto en el rastro del recorrido sinuoso y descendente del agua que genera en el territorio, como en los oasis de niebla, entendiéndolos como puntos de refugio que permiten el habitar del desierto. Así, el objetivo es tomar las diferentes características locales que constituyen la esencia del lugar para intervenir el territorio dentro de su propia naturaleza, sin incorporar otros cánones estéticos de otras zonas.



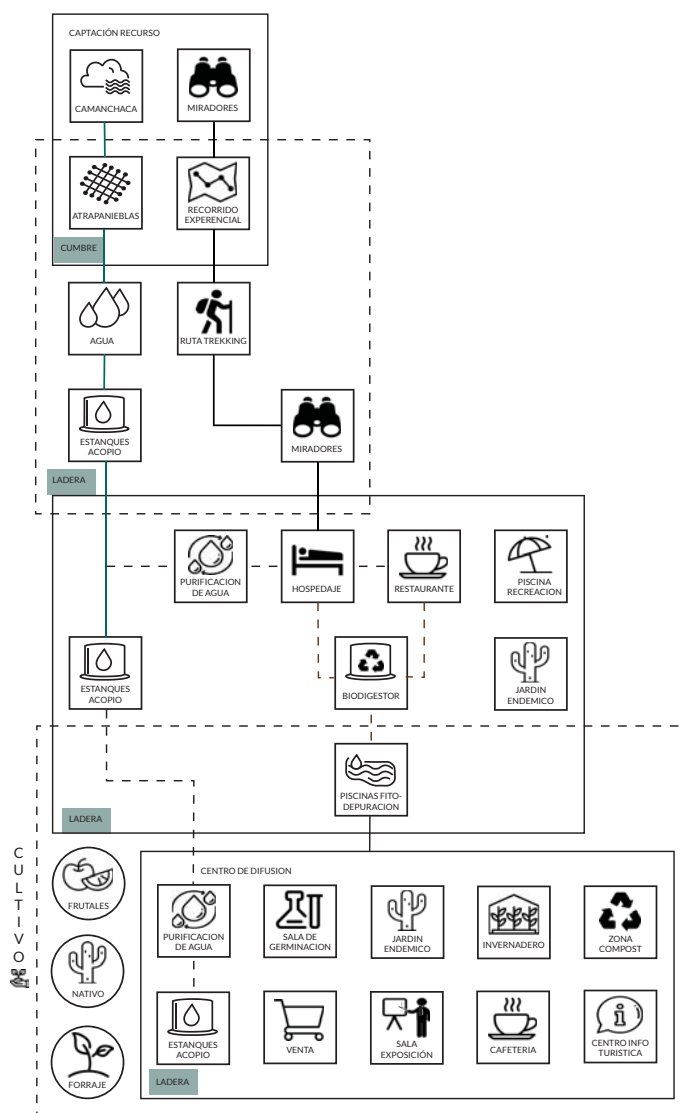
Propuesta Arquitectónica

Programa

El programa para el proyecto se plantea a partir de la identificación de las necesidades y oportunidades presentes en la comunidad agrícola Peral Ojo de Agua. De esta forma, el programa consiste en dos áreas generales interrelacionadas entre sí, Difusión-Capacitación y Turismo, las cuales a través de un recorrido que finaliza en la zona de atrapanieblas, buscan generar un sistema global en torno al recurso hídrico.

La zona de difusión y capacitación será de carácter público, entregando espacios socialmente valiosos donde diferentes usuarios puedan interactuar entre sí. Dentro de esta zona el programa estará separado en dos volúmenes generando un jardín o patio interior y se podrán realizar actividades relacionadas al cultivo de flora nativa, especies forrajeras, frutales, y hortalizas en interior (invernadero) o exterior; al mismo tiempo se podrán hacer talleres o demostraciones al respecto, lo que permitirá entender y dar a conocer las condiciones de cultivo en la zona, promover al autocultivo y también contribuir en la alimentación de los habitantes y así, eventualmente generar un nuevo sustento y aporte económico.

Por otro lado, el área turística tendrá un carácter más privado configurándose como un refugio para los visitantes. El programa estará contenido en dos volúmenes, por una lado los espacios comunes y por otro las habitaciones, dejando un jardín interior al igual que en la zona de difusión y capacitación.



[Img. 48]: Esquema Programa según su ubicación.

Propuesta Arquitectónica

Perfil de usuario



[+]

HABITANTES

Pobladores de la comunidad Peral Ojo de Agua, quienes hacen uso constante del proyecto ya que su mantención y preservación los beneficia culturalmente, a través de programas de capacitación y difusión y económicamente en la gestión de este.



INVESTIGADORES TEMPORALES

Científicos y docentes dedicados al estudio de la flora y recursos hídricos quienes hacen uso intermitente de las instalaciones.



TURISTA

Visitantes esporádicos atraídos por el Oasis de niebla del PN Fray Jorge e interesados por el cuidado de los recursos naturales y los atractivos autóctonos de la zona.



[-]

FINES EDUCATIVOS

Estudiantes escolares y universitarios quienes hacen uso de la infraestructura con intereses académicos asociados a la problemática de la desertificación.

[Img. 49]: Esquema Usuarios.

Propuesta Arquitectónica

Estrategias de diseño

Territorio y preexistencia: La primera estrategia consiste en cómo abordar el emplazamiento del proyecto. Para ello, se considera tanto la ubicación del cerro Mullillaco, por su altura, y por otro lado la preexistencia de un sitio de exclusión (determinado por la comunidad) en una de las laderas del cerro. De esta forma, el proyecto se origina en base a estos elementos y cubre parte ladera oriente.

Recorrido: Tomando como referencia la huella descendente del agua por una superficie irregular, se plantea como recorrido principal un trazado zigzagueante que permita circular de manera pausada el paisaje y así poder contemplarlo. Al mismo tiempo, este recorrido integrará las diferentes zonas y estaciones del proyecto, desde la cumbre del cerro hasta la zona de menor pendiente.

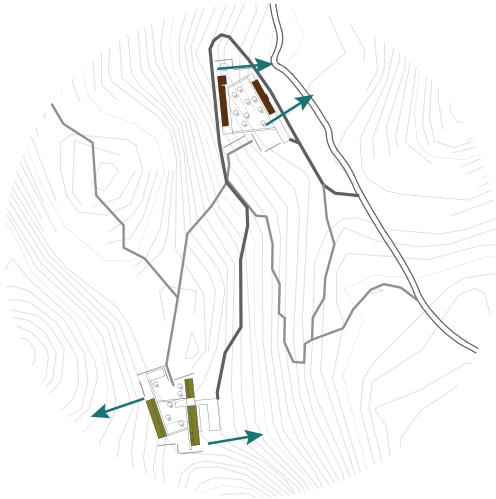
Estaciones: Sobre el recorrido se dispondrán estaciones que permitirán el desarrollo de diferentes actividades según su ubicación. De esta forma en la

cumbre, estarán los atrapanieblas (altura necesaria para cosechar la camanchaca), a medio camino estará el hospedaje (aprovechar vistas y orientación) y por último, estará la zona de producción y difusión (menor pendiente y mejor acceso).

Viento: La dirección del viento es fundamental para lograr un mecanismo de captación de agua eficiente, por lo tanto los atrapanieblas que dotarán de agua al resto del proyecto estarán orientados en esa dirección (suroeste).

Atrapanieblas: Los atrapanieblas son elementos de carácter técnico, cuyo diseño independiente del lugar, presenta pocas variaciones. En base a esto, el proyecto integra estos elementos en el recorrido de tal forma que cumplan su función de captar la niebla, pero también sirvan para generar circulaciones protegidas. Se plantea un diseño de atrapanieblas sin grandes cambios en la estructura, pero que incorpore materialidades del resto proyecto.

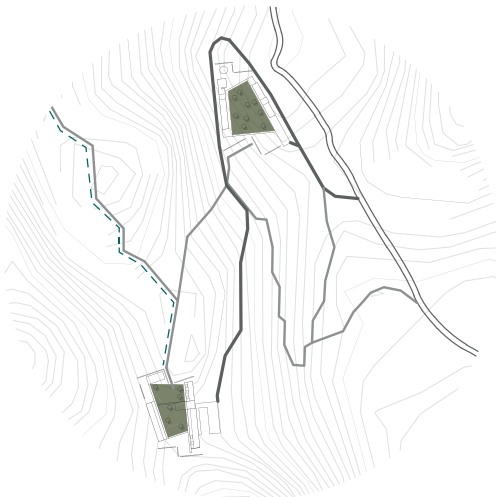




Volumetría: Respecto a los volúmenes, el proyecto busca integrarse a la topografía, mediante una volumetría simple – horizontal –, que se acomode a la pendiente y se oriente según las vistas. De esta forma se propone segregar el programa en diversos volúmenes según usos y no generar un edificio concentrado que signifique un mayor impacto en el paisaje.



Patios: Los volúmenes se agruparán según su función, relacionándose a través de un patio interior, que será una instancia de pausa y descanso dentro del recorrido.



Circulaciones Secundarias: Con el propósito de relacionar los volúmenes entre sí, se trazan circulaciones interiores que al mismo tiempo sirvan como límites.

Propuesta Arquitectónica

Criterios estructurales y constructivos

Dentro del sector es posible identificar diferentes materiales y técnicas de construcción, una de ellas es la quincha (Ardiles P. & Cortés E., 2016), técnica tradicional para ejecutar muros, que consiste en un entramado de madera, con un relleno de barro mezclado con fibras vegetales, y que es clasificada como un sistema constructivo mixto (Protierra Chile, 2017).

De esta forma, se propone como sistema constructivo la quincha, ya que cumple con los siguientes puntos:

- Es un sistema constructivo que responde a su contexto, respetando y contribuyendo a la herencia e identidad de la cultura local, caracterizado por la construcción en tierra y madera.
- Es un sistema que permite el uso de materiales locales relativos al territorio, como la tierra y la fibra, disminuyendo el impacto ambiental en su contexto inmediato.
- Al contar con una estructura de madera, es posible prefabricar de forma completa o parcial elementos del sistema constructivo.
- La utilización de la quincha permite conformar un muro que también cumple con la normativa vigente en los aspectos referidos a la resistencia al fuego, de acondicionamiento térmico y acústico (Protierra Chile, 2017).

Así, para los volúmenes habitables del proyecto, se propone un zócalo de hormigón armado donde se apoye el entramado de madera de la quincha. Las circulaciones que conectan a los volúmenes de cada estación serán deck de madera, y las cubiertas serán de paneles SIP, para una instalación más expedita. Respecto a vigas y pilares de grandes dimensiones, se plantea el uso de marcos de madera laminada.

Finalmente los senderos y circulaciones que articulan en el proyecto, irán acompañados de muros de contención en base a pircas y tapiales, de esa forma nuevamente se hace uso de materiales y técnicas tradicionales que le da unidad al proyecto, reduciendo la huella de carbono.

Sistema Constructivo : Quincha



Imaginario Materialidades



Propuesta Arquitectónica

Sustentabilidad

Agua Sustentable: El proyecto contará con un sistema de purificación de aguas grises en base a piscinas de fitodepuración, dispuestas en forma de terrazas, aprovechando la pendiente del terreno, de esta forma la primera piscina corresponde al primer tratamiento donde se eliminan residuos y jabones, luego un tratamiento para la biodegradación de residuos y finalmente uno para la incorporación de oxígeno a las aguas. Los estanques estarán revestido e impermeabilizados para evitar filtraciones. Respecto a los cultivos, se utilizará el riego por goteo para generar una mayor eficiencia del recurso hídrico.

Recurso Solar: Pese a que la zona cuenta con temperaturas en promedio templadas, la radiación solar es relativamente alta, lo cual da pie para la instalación de paneles fotovoltaicos a lo largo de todos los senderos y así tener un sistema de iluminación que sirva como guía durante las horas donde la niebla es muy copiosa, a un bajo costo.

Biodigestor: Como parte del principio de sustentabilidad del proyecto, se propone que los restos orgánicos vayan a un biodigestor y sí generar gas metano para el uso que se estime conveniente, ya sea cocina, calefacción, energía u otro.

Vegetación Sustentable: Las especies de cultivo y ornamentación propuestas en el proyecto serán de bajo consumo de agua y/o nativos.



[Img. 50]: Sistema de piscinas de fitodepuración.
[Img. 51]: Tuna. Especie frutal de bajo requerimiento hídrico.
[Img. 52]: Atriplex repanda. Especie forrajera nativa.

Propuesta Arquitectónica

Gestión y financiamiento

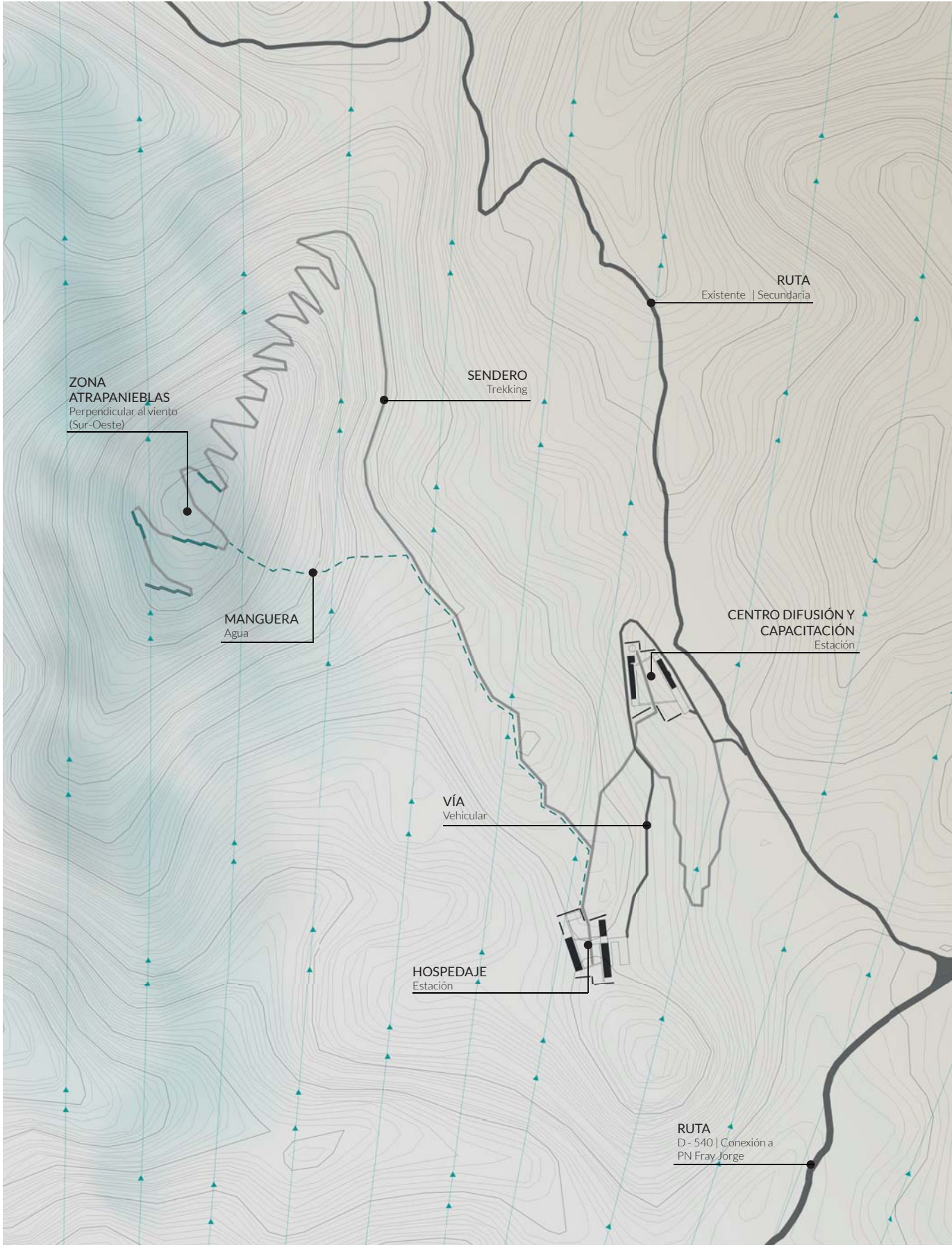
El modelo de gestión que se plantea para llevar a cabo el presente proyecto se basa en los siguientes actores.

Comunidad Agrícola: La comunidad es uno de los pilares fundamentales del modelo de gestión, ya que al tener una tenencia compartida del terreno implica que la comunidad en su conjunto debe llegar a un acuerdo en la administración del proyecto. En ese sentido, se plantea la idea de generar una cooperativa entre los comuneros que entregue en forma de concesión parte del proyecto a un ente público o privado para que lo administre.

Municipalidad de Ovalle: Institución encargada de acompañar en la administración del proyecto a la comunidad, y ser el nexo para acceder a diferentes fuentes de financiamiento.

Servicios Estatales: Su participación se activa en función de competencias legales y técnicas, y financiamiento para proyectos que se ejecutan en áreas protegidas, en este caso la Reserva de la Biosfera Fray Jorge.

Algunos de los servicios relacionados con el proceso de planificación del proyecto son el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Servicio Agrícola y Ganadero, Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI - CORFO), el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), el Fondo Bienes Nacionales y el Gobierno Regional.







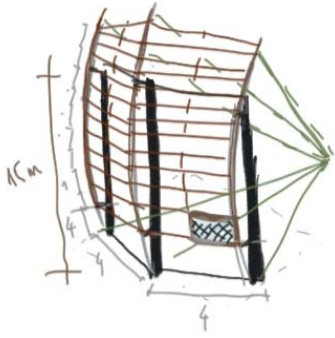
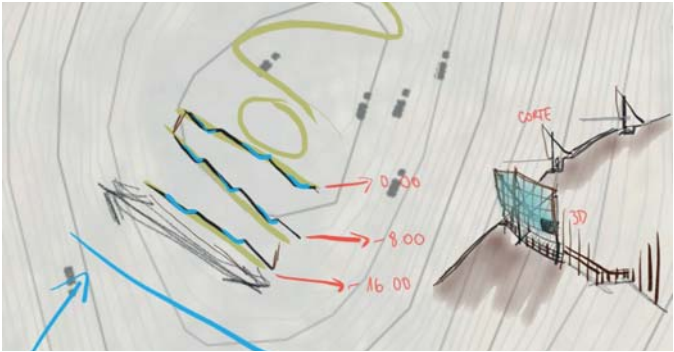
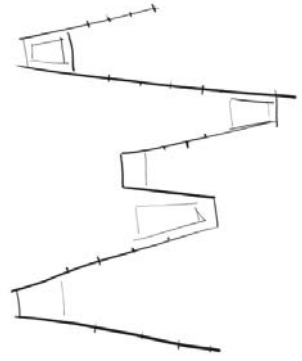
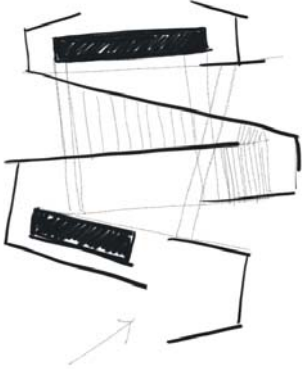
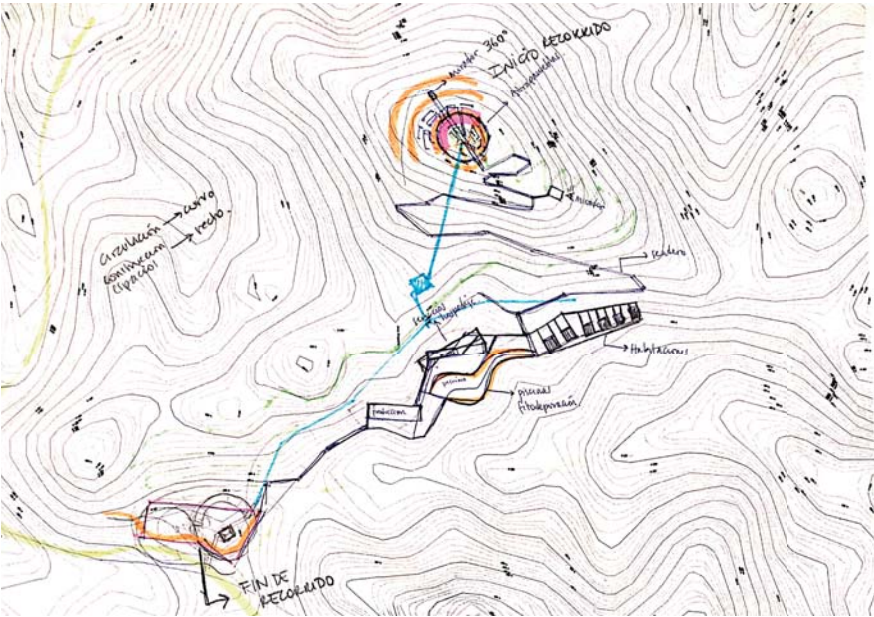
Planta Hospedaje

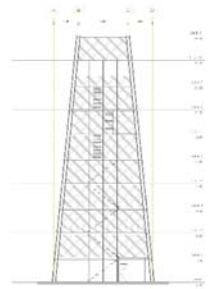
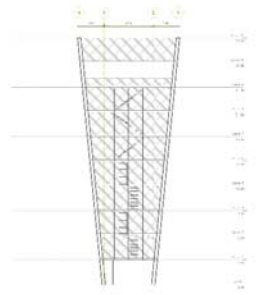
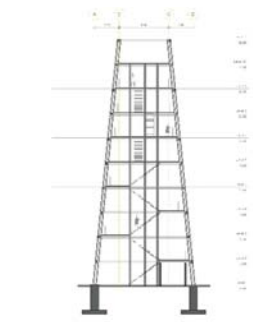
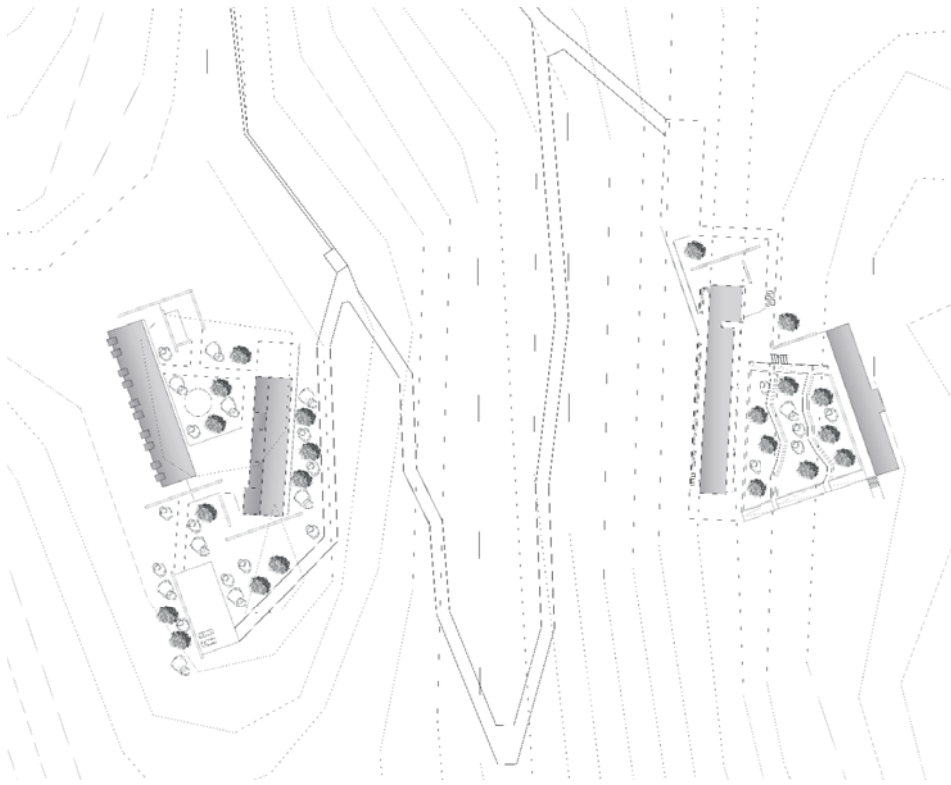


Planta Centro de Difusión y Capacitación

Proceso de diseño

Croquis y planimetría del proceso



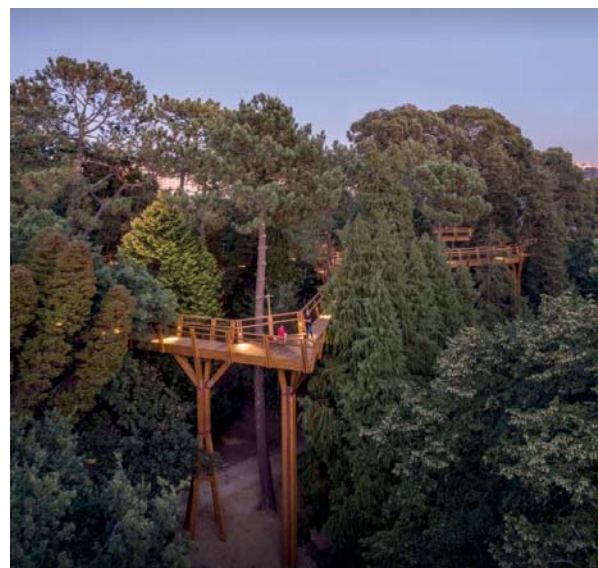


Referentes internacionales y nacionales

Landart | Landarch Intervenciones Territoriales

Disciplina donde la naturaleza es el soporte o telón de fondo de la intervención, y el artista corrige la topografía, excava, delimita o dibuja a gran escala, generando un diálogo con el entorno y dejando una huella en el paisaje. Esta expresión se manifiesta de las siguientes formas:

- Mediante el uso predominante de materiales locales.
- Artificio como contraste y resalte de la naturaleza.
- Redescubrimiento y puesta en escena del orden cósmico de la naturaleza y de las fuerzas naturales.



[Img. 53]: "The aesthetic of financial tectonics". Autor: Mathieu Bernard-Reymond.

[Img. 54]: "Running fence". Autor: Christo and Jeanne-Claude. (1976)

[Img. 55]: "Pasarelas Treetop Walk". Autor: Carlos Castanheira.

Referentes internacionales y nacionales

Recorridos | Senderos

Orden de reconocimiento del lugar

El recorrido implica movimiento, y en la arquitectura eso se traduce a una forma de ocupación dinámica que puede influir en las intervenciones territoriales mediante la función de su estructura morfológica. Por lo demás, en zonas con algún valor o protegidas, los recorridos pueden ser una herramienta que ayude en el control y preservación del lugar. Algunas de las estrategias son: establecer puntos focales, cambios de dirección, fugas visuales, entre otras.



[**Img. 56**]: Parque Trollstigen, Noruega. REIULF RAMSTAD ARKITEKTER.

[**Img. 57**]: Moses bridge, Fort de Roovere. RO&AD.

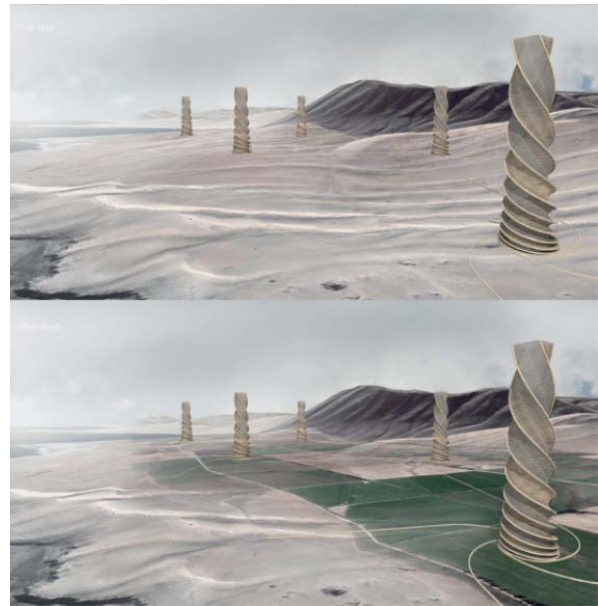
[**Img. 58**]: Recualificación urbana de Pedreira Do Campo. M - Arquitectos

Referentes internacionales y nacionales

Atrapanieblas

Elemento arquitectónico

Los atrapanieblas son artefactos que conllevan una serie de condicionantes técnicas debido a su funcionalidad que es la de captar la mayor cantidad de agua de la niebla, por lo cual muchas veces en pos de optimizar su función el diseño se deja de lado. Sin embargo, tal como lo han demostrado diversos proyectos, el atrapanieblas puede ser un elemento arquitectónico en la medida que establezca límites territoriales o configure espacios, de esta manera deja de ser un elemento aislado.



[Img. 59]: Coastal fog tower. Alberto Fernández.

[Img. 60]: Primer lugar concurso Juan Gunther, Lima. M. Bastian.

Referentes internacionales y nacionales

Arquitectura y Fuerzas Naturales

Dentro del contexto de un proyecto de arquitectura están las fuerzas de la naturaleza propias de lugar, las cuales entregan condicionantes y criterios a la hora de diseñar. Una de las expresiones que mejor representa esto, es la arquitectura vernácula, la cual toma como referencia a la naturaleza propia del territorio, creando un dialogo que permite la habitabilidad.

El viento, el agua, el sol, son factores vinculados al movimiento, por lo tanto permiten crear una propuesta arquitectónica dinámica y vinculada con el medioambiente.



[Img. 61, 62]: Viento. Centro cultural Jean Marie Tjibaou. Renzo Piano.

[Img. 63]: Agua. Fort Worth Water Garden, Dallas. P. Johnson.

05 CIERRE



Bibliografía

- Ardiles P., A., & Cortés E., J. (2016). Guión turístico para la Ruta Patrimonial del Secano Costero: Fray Jorge. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).
- BCN, B. d. (s.f.). Chile Nuestro País. Obtenido de Relieve Región de Coquimbo: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region4/relieve.htm>
- Cereceda, P., Hepp, J., & Schneider, N. (2014). Reserva de la Biosfera Fray Jorge: investigación, educación y gestión territorial comunitaria. En A. Moreira-Muñoz, & A. Borsdorf, Reservas de la Biosfera de Chile: Laboratorios para la Sustentabilidad. (págs. serie Geolibros 17: 84–103). Santiago: Academia de Ciencias Austríaca, Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía.
- Cereceda, P., Schemenauer, R., & Velásquez, F. (1997). Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Chile. Revista de Geografía Norte Grande. Obtenido de <https://1library.co/document/yn674o1q-variacion-temporal-niebla-tofo-chungungo-region-coquimbo-chile.html>
- Cereceda, P., Schemenauer, R., & Velasquez, F. (1997). Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Región de Coquimbo, Chile* (1987-1995). Revista de Geografía Norte Grande, 103 - 111. Obtenido de <https://docplayer.es/32021138-Variacion-temporal-de-la-niebla-en-el-tofo-chungungo-region-de-coquimbo-chile.html>
- Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., & von Maltitz, G. (2018). World Atlas of Desertification. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Obtenido de <https://wad.jrc.ec.europa.eu/>
- Fundación Chile. (2019). Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile. Santiago: Fundación Chile.
- Gobierno Regional de Coquimbo (s.f.). [gorecoquimbo.cl](https://www.gorecoquimbo.cl/gorecoquimbo/site/artic/20160425/asocfile/20160425131250/cos_aguas_lluvias_tomo_i_anexo_2.pdf). Recuperado el 03 de Junio de 2021, de https://www.gorecoquimbo.cl/gorecoquimbo/site/artic/20160425/asocfile/20160425131250/cos_aguas_lluvias_tomo_i_anexo_2.pdf
- Cruzat-Gallardo, A. (2004). El uso de las nieblas en la recuperación del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. La Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena.
- Di Gimniani, P., & Fonck, M. (2015). El paisaje como proceso de vida: experiencias de domesticación del bosque en el sur de Chile. Revista de geografía Norte Grande, 7 - 24. Recuperado el Junio de 2021, de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022015000200002>
- Dumais, J., & Rivera Agüero, J. (24 de Septiembre de 2020). Patentscope. Obtenido de MALLA ARPA MULTICAPA PARA LA COLECCIÓN ÓPTIMA DE AGUA DE NIEBLA Y LA ELIMINACIÓN DE BRUMA: <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2020186369&tab=PCTBIBLIO>
- Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Garrido, C., & Orellana, O. (2016). Actualización de cifras y mapas de Desertificación; Degradación de la Tierra y Sequía en Chile a nivel de comunas. Santiago: Sud-Austral Consulting SpA.
- Farías S., M., Cereceda T., P., Osses M., P., & Núñez C., R. (2005). Comportamiento espacio-temporal de la nube estratocúmulo, productora de niebla en la costa del desierto de Atacama (21° lat. S., 70° long. W.), durante un mes de invierno y otro de verano. Invest. Geog [online]. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112005000100004

- Forestal, S. d. (Junio de 2021). Sistema de Gestión Forestal. Obtenido de http://www.gestionforestal.cl/mg_03/gestion/inspri/03-01.htm
- Fundación Chile. (2018). Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Santiago, Chile.
- INE, I. N. (Junio de 2018). Síntesis de Resultados CENSO 2017. Recuperado el 05 de Junio de 2021, de <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
- IREN-CORFO. (1978). Estudio de las Comunidades Agrícolas, IV Región, Informe Final, Tomo 1. Santiago: IREN-CORFO.
- Leahy, S. (Marzo de 2018). National Geographic. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/03/el-75-de-la-superficie-terrestre-del-planeta-esta-degradada#:~:text=M%C3%A1s%20del%2075%20por%20ciento,global%20basado%20en%20pruebas%20emp%C3%ADricas>.
- Leiva V., J., Hernández P., P., & Cereceda T., P. (2018). Agua de Niebla: Nuevas Tecnologías para el Desarrollo sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas.
- León, P. (2007). Formas de Adaptación de las Comunidades Agrícolas de la Región de Coquimbo, en función de la Gestión de los Recursos Naturales Renovables, entre 1980 y 2005. El Caso de Canelilla, Provincia de Limarí. Valdivia: VI Congreso Chileno de Antropología. Colegio de Antropólogos de Chile A. G.,
- Luna, P. (08 de Abril de 2018). Técnica Industrial. Obtenido de <https://www.tecnicaindustrial.es/atrapanieblas-un-recurso-renovable-para-conse/>
- Miranda, F. (17 de Junio de 2019). Fundación Terram. Obtenido de www.terram.cl: <https://www.terram.cl/2019/06/desertificacion-en-chile-la-urgente-proteccion-de-los-ecosistemas-de-transicion/>
- Ministerio de Bienes Nacionales (Junio de 2021). Comunidades Agrícolas. Obtenido de <http://www.comunidadesagricolas.cl/quienes-somos/>
- PNUD. (2006). Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua. Recuperado el Mayo de 2021, de http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf
- Protierra Chile. (2017). Construcción en quincha liviana. Sistemas constructivos sustentables de reinterpretación patrimonial. Quincha Liviana Húmeda y Quincha Liviana Seca.
- Santibáñez, F. (2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura.
- UNESCO. (2016 - 2017). Programa sobre el Hombre y la Biosfera. Obtenido de www.unesco.org/mab: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/MAB_leaflet_2016_2017_es_web.pdf
- UNW-DPAC. (Enero de 2015). Nota informativa sobre implementación de la gestión de recursos hídricos. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC). Recuperado el Mayo de 2021, de http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/1435-spa-ed2015_Implementing_water_resources_management_sp.pdf
- WRI, W. R. (Agosto de 2015). Obtenido de <https://www.wri.org/insights/ranking-worlds-most-water-stressed-countries-2040>
- WWAP. (2009). UN World Water Development Report 3. 2009 World Water Assessment Programme. Paris: UNESCO. Obtenido de <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr3-2009/>

Documentos Académicos

Devetak, S (2014). Plataforma contra la desertificación.

Di Bitonto, M (2019). Oasis Productivo.

Larraín, B (2007). Relaciones florísticas entre oasis de nieblina del desierto costero del norte de Chile.

Loyola, B (2018). Estación experimental. Oasis de niebla Paposo.

Ramírez, J (2014). Solor. Observatorio del Salar de Atacama.

Qiu, K (2014). Observatorio ecológico Morro Moreno.