

OBSERVATORIO
ECOLÓGICO
MORRO
MORENO

O
B
S
E
R
V
A
T
O
R
I
O

E
C
O
L
Ó
G
I
C
O

M
O
R
R
O

M
O
R
E
N
O

Alumno	Ken Yan Qiu Sun
Profesor Guía	Francis Pfenniger Bobsien
Académicos Asesores	Manuel Amaya Díaz Alberto Fernández González Laura Gallardo Frías Alberto Gurovich Weisman Daniel Opazo Ortiz María Isabel Pavez Reyes Mario Torres Jofré Neil Turnbull Laurenson
Arquitectos Externos Consultados	Cristian Games Díaz Arquitecto y Académico, Universidad Católica del Norte Cristóbal Riffo Giampaoli Arquitecto y Académico, Universidad Austral de Chile
Especialistas Consultados	Iván Soto Espinoza Geólogo y Académico, Universidad Católica del Norte Nelson Amado Pool Encargado Regional de Biodiversidad de CONAF Antofagasta

Memoria de Proyecto de Título
Primer y Segundo Semestre 2014
Departamento de Arquitectura
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile

Prefacio		4
Sobre el proyecto de título		6
Motivaciones		7
Introducción		8
Resumen		10
Problemática y tema arquitectónico		11
Elección del lugar de emplazamiento		12
Objetivos del proyecto		14
Marco Teórico		16
Aproximaciones al desierto		18
Agua como soporte de vida		20
Lugar		
Morro Moreno, Antofagasta		22
Contexto territorial	Segunda Región de Antofagasta	24
	Península de Mejillones	24
Análisis específico de Morro Moreno	Geografía y clima	28
	Calidad escénica	29
	Asentamientos cercanos	34
	Morro Moreno, Parque Nacional protegido	35
	Estado normativo	35
Camanchaca en Morro Moreno		36
Ecosistema producido por la camanchaca		37
Proyecto		
Observatorio ecológico Morro Moreno		40
Idea de proyecto	Presentación	42
	Aristas de la propuesta	43
Propuesta territorial	Sendero de la niebla	44
	Emplazamiento específico del proyecto	46
Propuesta arquitectónica	Concepto arquitectónico	48
	Antecedentes teóricos	50
	Estrategias de diseño arquitectónico	52
	Programa y usuarios	54
	Criterios estructurales y constructivos	56
	Criterios de acondicionamiento y eficiencia energética	56
Proceso de diseño	Reflexiones sobre el proceso de diseño	58
	Referentes revisados	62
Proyecto		64
Gestión		73
Cierre		74
Reflexiones finales		76
Bibliografía		78
Anexos		81

Queridos, amados desiertos¹

Quién podría la enorme dignidad del desierto
de Atacama como un pájaro se eleva sobre
los cielos apenas empujado por el viento

- *Purgatorio, 31*-

Por el amor llegamos, por el amor subimos
por el amor se nos volaron los pastos que nos
cubrían, repite entonces el desierto de
Atacama, inmenso, tendido frente a los Andes,
mirándolo

Es que los ríos entraron sobre el cielo y nos
dejaron huecos, vacíos, quemándonos como
el sueño ante el alba

Es que el amor nos quemó el sueño y somos los
arenales, somos ustedes, somos las líneas
de Zurita, nos contestan los desiertos de
Chile, infinitos, mudos de amor, llamándonos

P R E F A C I O

Sobre el proyecto de título	6
Motivaciones	7

Sobre el proyecto de título

El proyecto de título se presenta como la última instancia académica de pregrado, cerrando una etapa de formación que se convertirá en el comienzo de un proceso de vida para todo arquitecto. Es en esta etapa, donde la maduración del alumno a través de los años culmina en un proyecto arquitectónico, el cual refleja sus inquietudes, reflexiones y su propia postura frente a la arquitectura, lo que se reflejará en una propuesta que expresará la manera de hacer arquitectura de su autor.

En este ejercicio final será posible ver la capacidad crítica del estudiante frente a una problemática específica, la cual deberá pasar por diversos filtros: sociales, culturales, ambientales, técnicos, entre otros, hasta convertirse en el origen del proyecto a realizar.

Siguiendo esta línea, el proyecto deberá dar cuenta no sólo de las reflexiones personales y la mirada crítica del arquitecto en formación, lo que constituye su enfoque teórico, sino que también será una prueba para poder trabajar en todos los aspectos técnicos y constructivos de la arquitectura, los cuales se convertirán en la traducción concreta de estos conceptos e ideas al plano de una posible obra construida.

Dicho esto, el proyecto de título es, inevitablemente, el pensamiento de su autor plasmando en arquitectura.

Motivaciones

El desierto ha sido un constante tema de reflexión a través de los años. Mi memoria está marcada por un telón de fondo compuesto por capas de cerros desnudos y grandes dunas de arena. Antofagasta, la ciudad que me vio crecer, se enmarca entre dos límites que parecían tener una inmensidad similar: el Océano Pacífico y el Desierto de Atacama.

Al comenzar mi etapa universitaria, aprendí rápidamente a apreciar al desierto, bajo una nueva mirada, descubrí que es sublime, silencioso, y efectivamente hermoso. Sus sutiles cambios de tonos, el sonido del viento, las texturas en el suelo, eran parte de una belleza distinta, alejada de los cánones de belleza academicistas del siglo XVIII, pero aquel territorio era capaz de evocar una sensación completamente distinta a un bosque o un jardín botánico.

Con el tiempo también fui tomando interés en el ámbito de la sustentabilidad. El pensar en sistemas que permiten la convivencia humana en armonía con el medioambiente con el fin de perdurar en el tiempo en forma sostenible llevó a notar otro aspecto interesante sobre el desierto, pues, este territorio árido, aparentemente hostil, era capaz de albergar vida.

En esta última etapa de formación universitaria, quiero aprovechar de volver a este territorio que fue parte de mi infancia y redescubrirlo con todo lo aprendido a través de los años, ya no con una mirada ingenua, si no con un enfoque crítico, para poder ser un aporte al conocimiento sobre el Desierto de Atacama.

“¿No es maravilloso y sorprendente el potencial de vida de esta particular área hiperárida, que cuenta con abundantes recursos hídricos inexplorados? Esta es, sin duda, la fuerza de la vida.”²

²GUROVICH. Hiperaridez del Desierto de Atacama y Manifestaciones de Vida en Alto Patache. En ALONSO. *Deserta. Ecología e Industria en el Desierto de Atacama*, p. 82.

INTRODUCCIÓN

Resumen	10
Problemática y tema arquitectónico	11
Elección del lugar de emplazamiento	12
Objetivos del proyecto	14

Resumen

A través del tiempo, la humanidad ha considerado al desierto como un territorio difícil de habitar, casi incapaz de albergar formas de vida. Sin embargo, la vida en el desierto es posible y ha persistido en distintas formas de flora, fauna y asentamientos que han podido adaptarse a los recursos que brinda el desierto.

La mayor necesidad, el bien más escaso, es el agua. La lucha del ser humano por obtener agua en parajes desérticos ha creado diversos métodos de obtención de este recurso a lo largo del tiempo. Mientras que los ecosistemas de zonas áridas han subsistido en base a la adaptación y a un conocimiento natural, logrando también acceder a este bien.

Un ejemplo particular de ecosistemas creados en territorios sin acceso a agua a nivel terrestre son los oasis de niebla, donde la vida se sustenta gracias al agua que se encuentra en la niebla costera conocida como "camanchaca" en Chile. En el Desierto de Atacama, se presentan varios casos a lo largo de la costa del norte chileno, y el presente proyecto busca indagar en la vida generada en estos lugares.

Morro Moreno, ubicado en la comuna de Antofagasta, es un parque nacional que alberga un oasis de niebla en sus alturas, del cual hay poca información en la actualidad y se encuentra en proceso de ser un parque consolidado, pero hay un deterioro notorio en su vegetación. El Observatorio Ecológico Morro Moreno es un punto de investigación, difusión y regeneración del paisaje, el cual buscará estudiar el morro en terreno, funcionando también como un punto de divulgación científica, y con ese conocimiento adquirido podrá reestablecer la vida en las zonas más deterioradas del parque.

Problemática y tema arquitectónico

La búsqueda del entendimiento del desierto, comprendido como una zona árida, con poca o nula vegetación y vida, ha sido una constante a través del tiempo. El ser humano, comúnmente, ha observado al desierto como un territorio hostil, que implica grandes dificultades para ser habitado y "humanizado". Aunque han surgido grandes civilizaciones en presencia de zonas áridas, desde tiempos antiguos, como Mesopotamia o el antiguo Egipto, estas siempre van acompañadas de un soporte fundamental de vida, el agua, la cual se manifiesta en ríos, lagos, etc. e incide en la tierra formando oasis y en cierta forma, forestando el desierto.

La vida en el desierto es posible, lo que ha sido demostrado en diversos parajes áridos del mundo con distinta flora, fauna y asentamientos humanos, todas adaptaciones que surgen de un conocimiento natural del desierto. El agua, como común denominador, ha sido un bien precioso que mantiene cada ecosistema desértico y todos los organismos que forman parte de esta red han aprendido y evolucionado para adaptarse para poder obtener agua en una zona donde es un bien escaso.

El desierto de Atacama, ubicado en el extremo norte de Chile, es el desierto más árido del mundo, incluso llegando a ser descrito como el desierto extremo de la Tierra por el científico Wolfgang Weischet en 1975³, por ser el desierto con la menor cantidad de precipitaciones atmosféricas al año y la mayor oscilación térmica diaria. Debido a esto, ha sido motivo de estudio por parte de investigadores de diversas áreas del conocimiento de distintas partes del mundo.

En este desierto, la vida también surge y prospera. A nivel nacional, es conocida la existencia del río Loa, el río de mayor longitud de Chile, justo en el medio del desierto de Atacama. Diversos poblados subsisten gracias al agua que provee este afluente a su entorno, llegando a ser el mayor recurso hídrico de la región de Antofagasta⁴, formando una red de oasis en una zona otrora desértica.

Como ya fue mencionado, el agua presente en todo desierto simboliza vida, y el oasis es una manifestación física de una detención del desierto, para dar paso a un lugar con vegetación, fauna y asentamientos que utilizan el agua presente en la superficie terrestre. El oasis no sólo es un soporte de vida, sino que también es reconocida como la representación más visible de la vida en el desierto. Pero, existe otro tipo de oasis presente en el desierto de Atacama, donde el agua no se encuentra a nivel terrestre y por lo tanto, no se muestra como un oasis inmediatamente visible. Estos son los Oasis de Niebla, donde la vida surge gracias al agua que se encuentra suspendida en el aire, gracias al fenómeno conocido como "camanchaca" o neblina costera, presente en gran parte del desierto costero del norte chileno. Gracias a este fenómeno, se desarrolla un tipo de vegetación muy específica, que ha sido descrita por distintos expertos como "franja fértil", "praderas en el desierto" y "oasis de niebla" que corresponden a islas de flora separadas por un hábitat desprovisto de vegetación⁵. En la actualidad, diversas instituciones han estudiado estos oasis de niebla, llevando a la protección estatal de los más reconocidos, como es el caso del Parque Nacional Pan de Azúcar⁶, uno de los oasis de niebla del desierto de Atacama más emblemáticos del país.

Aun así, con el reconocimiento de diversas entidades, existen muchos oasis de niebla de los cuales hay muy poca información y donde el ser humano podría obtener una gran cantidad de conocimiento sobre los territorios desérticos y la vida que se sustenta en ellos. Tal como es afirmado por Schlomo Aronson, *"entender los paisajes áridos nos ayudará a conservar el planeta y la vida de una población humana en crecimiento. Nuestra esperanza es que la lección aprendida acerca de la supervivencia en zonas áridas, tanto en el pasado remoto como en la presente era científica, tecnológica y de comunicación avanzada, nos ayude a mitigar las tensiones asociadas a la vida en climas áridos"*⁷.

La falta de un mayor estudio y comprensión de los oasis de niebla surge como una problemática en el cual la arquitectura puede con-

vertirse en un aporte positivo, entendiendo que el estudio significa la inserción humana en estos parajes, la arquitectura significará la materialización de la incursión humana en los oasis de niebla, tanto para su estudio, como para su protección y la difusión de su relevancia. **El presente proyecto de titulación buscará dar respuesta a cómo puede la arquitectura convertirse en un soporte para la producción y difusión de conocimiento sobre los oasis de niebla en el desierto de Atacama.**

³WEISCHET. Las condiciones climáticas del Desierto de Atacama como Desierto Extremo de la Tierra. En ALONSO. *Deserta. Ecología e Industria en el Desierto de Atacama*.

⁴BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Hidrografía Región de Antofagasta.

⁵MUÑOZ-SCHICK, PINTO, MESA y MOREIRA-MUÑOZ. "Oasis de neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, durante el evento El Niño 1997-1998.

⁶CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). Parque Nacional Pan de Azúcar.

⁷ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*, p. 19.



Elección del lugar de emplazamiento

Dada la problemática y el tema arquitectónico, el lugar central de estudio y emplazamiento del presente proyecto de título tendrá lugar en uno de los oasis de niebla ubicados en la zona norte de Chile, donde se encuentra el desierto de Atacama. Para poder elegir con mayor precisión el emplazamiento, fueron descritos ciertos criterios de selección, explicados a continuación:

- El emplazamiento debe ser un oasis de niebla que haya sido estudiado con anterioridad, con el fin de poder obtener información para poder desarrollar el proyecto.

- Debe estar reconocido dentro del sistema de protección de la Corporación Forestal Nacional, ya que esto significa un interés estatal, lo que podría significar que el proyecto podría ser gestionado con la ayuda del gobierno, ayudando a su carácter público.

- Es necesario que posea una gran diversidad ecológica y una gran presencia de niebla, lo que consolidaría la importancia de su estudio e investigación, tanto como su atractivo como punto de interés natural para potenciales visitantes.

- La accesibilidad es otro factor relevante, ya que mientras más cercanía tenga con poblados o ciudades, mayor es el potencial de flujos científicos y turísticos que podrían impulsar a la zona como un polo de interés biológico que a la vez podría influenciar y convertirse en un hito turístico de la zona.

En la actualidad, existen tres oasis de niebla que se encuentran representados como Parque Nacional por la CONAF, estos son Pan de Azúcar, Fray Jorge y Morro Moreno. Los dos primeros son importantes puntos turísticos reconocidos a nivel nacional, mientras que Morro Moreno fue decretado Parque Nacional hace aproximadamente cuatro años, por lo que no se ha consolidado como un polo de interés en la región. Cada uno de estos parques posee características distintas, siendo Pan de Azúcar un lugar de concentración de fauna, Fray Jorge un frondoso bosque en medio del desierto y Morro Moreno un punto de interés botánico debido a su frágil ecosistema⁸.

El Parque Nacional Morro Moreno está localizado en la cordillera de la costa, en la Península de Mejillones, a 65 km de la ciudad de Antofagasta, y cuenta con 168 especies de flora, de las cuales el 96% es autóctono, conformando la mayor cantidad de especies de la costa de la región⁹. En el lugar, se han hecho diversos estudios sobre su alta cantidad de camanchaca en la mayor parte del año, mostrándose como la zona de mayor potencial de captación de agua de los tres Parques Nacionales de la muestra (ver tabla 1).

Como último punto, su buena conectividad con la ciudad de Antofagasta, tanto como telón visual y como zona de fácil acceso vehicular, ayudan a que un potencial grupo científico relacionado a las universidades del sector pueda utilizar el proyecto como observatorio ecológico y a que Morro Moreno se convierta en un posible lugar de ecoturismo y pase de ser sólo un telón de fondo a un hito reconocido de la región.

Siguiendo los puntos expuestos, el Parque Nacional Morro Moreno se muestra como un lugar idóneo para intervenir y poner en valor, tanto como centro de investigación y como punto de difusión ecoturístico. Así, el proyecto puede convertirse en un aporte para la consolidación de un elemento natural, transformándolo en un punto reconocido como una zona de estudio de la vida en el desierto de Atacama.



Oasis de niebla ubicados en la costa norte de Chile. Fuente de la imagen: Autoría propia. Basado en MUVA. Post: Camanchaca, Agua para el Norte.

Lugar	Cota msnm	Período	Rendimiento l/m2/mes
Morro Moreno	900	1967 - 1989	363,3
Pan de Azúcar	530	1985	69,7
Fray Jorge	550	1984	113,7

TABLA 1. Fuente: Autoría propia. Basado en SOTO. Captación de agua de las nieblas costeras (camanchaca), Chile. En FAO. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia: Experiencias en América Latina*.

⁸SOTO. Captación de agua de las nieblas costeras (camanchaca), Chile. En FAO. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia: Experiencias en América Latina*.

⁹UNARTE. Plan de Manejo "Península de Mejillones".

Objetivos del proyecto

Entendiendo la problemática general estudiada y el lugar de estudio y emplazamiento, el proyecto presentado posee una serie de objetivos, divididos en un Objetivo General y en diversos Objetivos Específicos que ayudarán a concretar la idea principal de la propuesta.

Objetivo general

Revitalizar el Parque Nacional Morro Moreno como un polo de interés medioambiental, a través de su estudio científico y su regeneración vegetativa, consolidando a la zona como un foco de conocimiento sobre los ecosistemas desérticos en la II Región.

Objetivos específicos

Estudiar el estado actual de Morro Moreno, para entender el nivel de información que existe y también ver las condiciones físicas del parque.

Proponer un sistema interno de circulaciones y permanencias dentro del parque. Con distintos programas de índole turísticos, culturales y científicos que ayuden a potenciar la zona.

Delimitar una zona de regeneración vegetativa, como parte de este sistema de circulaciones, la cual será activada por el Observatorio Ecológico para ser consolidada con el tiempo.

Generar un Punto Cero de la regeneración del morro, donde el proyecto comenzará en forma física y teórica la reactivación del área. En este lugar se emplazará el Observatorio Ecológico y se dividirá en un ámbito de investigación científica y en una zona de difusión y refugio para visitantes.



Niebla y vegetación en Morro Moreno, Antofagasta. Fuente de la imagen: Autoría propia.

“...Agua, agua, agua... No hay escasez de agua en el desierto, sino la cantidad exacta: la razón perfecta de agua por roca, de agua por arena, asegurando ese amplio y generoso espacio libre entre plantas y animales, hogares, pueblos y ciudades.”¹⁰

MARCO TEÓRICO

Aproximaciones al desierto	18
Agua como soporte de vida	20

Aproximaciones al desierto

Desierto, ta.¹¹

(Del lat. *desertus*)

1. adj. Despoblado, solo, inhabitado.

3. m. Lugar despoblado.

4. m. Territorio arenoso o pedregoso, que por la falta casi total de lluvias carece de vegetación o la tiene muy escasa.

El desierto representa el abandono desde su concepción etimológica. En el imaginario cotidiano, el desierto se presenta como un paraje olvidado, despojado de vida y representativo de la nada, opuesto a las postales verdes y llenas de vegetación a las cuales apunta el estándar de belleza occidental referente a territorios naturales.

Quizás la predilección del ser humano por los paisajes verdes surge por su esfuerzo fundamental por refugiarse en aquellas zonas donde abunda la vegetación y la vida, donde pudiese cobijarse en la sombra de un árbol y comer de sus frutos. El desierto representa todo lo contrario, una visión árida, donde el hombre no puede entrar sin estar preparado. Las zonas áridas representan la dificultad de la supervivencia, y su imagen se convierte en una amenaza tan insoportable como su inmensidad¹².

En el mundo literario, Pablo Neruda solía retratar al desierto de Atacama en su obra como lo ajeno, el antipaisaje, el vacío absoluto, el espacio infinito. La aridez y la ausencia de vida presentan al desierto como un territorio donde nada existe, un lugar ideal para la fantasía, un lienzo eterno y vasto, donde cualquier cosa puede ser imaginada¹⁴. Actualmente, el desierto es utilizado como este manto vacío, albergando actividades que lo explotan, sin integrarse a éste. La manera de considerar el desierto debe comprender mucho más que esta visión de aprovechamiento unilateral, optando por obtener recursos que también puedan ser devueltos como un beneficio para el ecosistema.

En cierta forma, el desierto ha tomado una connotación negativa, lo que ha llevado a que los asentamientos humanos en climas áridos busquen imponer esquemas de paisajes traídos desde otros lugares, los cuales tienen una difícil adaptación en el desierto. Tal como es mencionado por Enric Battle, *“nuestra sociedad está más acostumbrada a copiar imágenes que esencias y, de este modo, el jardín inglés se convirtió en un ícono de la jardinería que se podía trasladar a cualquier parte del mundo, aunque esté completamente desligado de sus principios”*¹⁵.

Sin embargo, la simplificación excesiva del desierto puede llevar a obviar un sinnúmero de factores y elementos que componen este mundo olvidado. Pedro Alonso afirma que *“el desierto no es ‘hermoso’ en el sentido técnico de la palabra, ni ‘sublime’ como lo pensaron los filósofos y estetas del siglo XVIII. [...] Esto no significa, sin embargo, que el desierto sea inerte. Incluso las dunas están llenas de vida ‘si sabes dónde buscar’*¹⁶. Ciertamente, si el desierto puede ser

representado como un lienzo, éste posee una diversidad de texturas, surcos, pliegues y está compuesto por diversos materiales, los cuales pueden tener una apariencia homogénea a simple vista, pero que ante una segunda mirada devela matices nuevos en distintas capas.

Distintos desiertos poseen distintas composiciones, lenguajes y climas. Álvaro Malo describe al desierto de Sonora como un territorio que *“varía mucho en color y textura: arenosos y porosos, cristalinos y duros como roca, blanco opalino a negro intenso y basáltico, y con sus matices intermedios”*¹⁷, lo que difiere de las dunas del Sahara o las superficies rocosas y nevadas del desierto de Gobi.

A pesar de sus diferencias, surge un paradigma que se reitera en cada caso, la escasez de vida en comparación a otros ecosistemas, en distintos grados y escenarios. Cabe destacar, que aunque escasa, la vida sí existe en el desierto, y adopta todos los parámetros “desérticos” que hacen que pueda subsistir en una zona de aridez extrema¹⁸. Son estos organismos los cuales reflejan una luz de esperanza en estas tierras abandonadas, los cuales a través de su insistencia han podido surgir en un ecosistema extremo y hostil.

El presente proyecto de título busca trabajar y profundizar en este ámbito, para lo cual será necesario adentrarse en este ecosistema, que cuenta con las variables precisas para la subsistencia, un ambiente sumamente frágil y austero, que ha servido como fuente de inspiración e información en diversas áreas y que puede dar atisbos de la adaptación y supervivencia de los seres vivos en general. En este sentido, y teniendo en cuenta los fenómenos climáticos que afectan al medioambiente, como el calentamiento global y la desertificación, investigar la vida en el desierto de Atacama, el más árido del mundo, podría bien considerarse como un ejemplo para estudiar las condiciones que en un futuro podrían llegar a ser comunes en gran parte del mundo¹⁹.

¹¹REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario Usual.

¹²ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*.

¹³OSTRIA. Visión nerudiana del desierto nortino.

¹⁴ALONSO. Atacama Deserta. En ALONSO. *Deserta. Ecología e Industria en el Desierto de Atacama*.

¹⁵BATTLE. *El jardín de la metrópoli. Del paisaje romántico al espacio libre para una ciudad sostenible*, p. 79

¹⁶ALONSO. Atacama Deserta. En ALONSO. *Deserta. Ecología e Industria en el Desierto de Atacama*, p. 21

¹⁷MALO. Una ética del desierto: investigación estética.

¹⁸VAN DYKE. *The Desert: Further Studies in Natural Appearances*, p. 150

¹⁹ALONSO. Atacama Deserta. En ALONSO. *Deserta. Ecología e Industria en el Desierto de Atacama*.



Desierto en San Pedro de Atacama. Fuente de la imagen: Autoría propia.

Agua como soporte de vida



Distribución mundial de bosques de niebla. Fuente de la imagen: SCHARNKE. *Atrapanieblas – Fog as a Drinking Water Resource*. [Modificado por el autor]

Aunque la piedra y la tierra pueden ser los elementos dominantes en el desierto, el agua es el don indispensable para la vida. La cantidad de agua disponible en un lugar es uno de los factores que determina la cantidad y la calidad de la flora y fauna de cualquier parte del mundo²⁰. El agua define asentamientos humanos y ecosistemas variados, tanto así, que el ser humano ha luchado por obtener agua, la cual influye directamente en su subsistencia, siendo un factor limitante en el desarrollo humano en los desiertos, al punto que cualquier mejoramiento en la eficiencia del uso del agua se traduce en un inmediato aumento de la productividad de la zona²¹.

Presencia de agua en el desierto

Es posible que en las zonas de climas templados, la presencia de lluvias o aguas pase más desapercibida, debido a que es algo habitual. En las zonas áridas o semiáridas, el agua se evidencia en forma de precipitaciones esporádicas y cuerpos de agua escasos. Es en aquellos puntos, donde el agua aparece, que surgen los oasis, símbolos de vida en medio de un territorio desolado.

Los oasis comunes nacen *“cuando el nivel freático queda expuesto gracias a la erosión, una falla, o la combinación de ambos factores, provocando que el agua emerja a la superficie y que a su alrededor se desarrolle un microclima”*²². Dependiendo del grado de salinidad y pureza del agua, pueden desarrollarse ecosistemas muy distintos al entorno desértico²³, contrastando con facilidad gracias a la presencia de vida que posee cada oasis.

Debido a la falta de agua, el hombre ha tenido una presencia casi insignificante en el desierto a través del tiempo²⁴, y estas ocupaciones humanas aparecen en forma puntual en los oasis. En el desierto de Atacama, la zona de oasis se ubica bajo los 2.500 msnm, y está asociada a los recursos acuíferos que descienden desde la cordillera y afloran en los salares o en los escasos cursos de agua de la zona, formando grupos de vegetación en forma de bosques de chañar y algarrobo, los cuales son aprovechados hasta la actualidad por sus frutos y su madera²⁵. Así también, las poblaciones ocuparon espacios muy vinculados a los recursos hídricos y vegetacionales desde tiempos remotos, usando, probablemente, vías de circulación que busca-

ban y seguían la huella de los recursos hídricos²⁶.

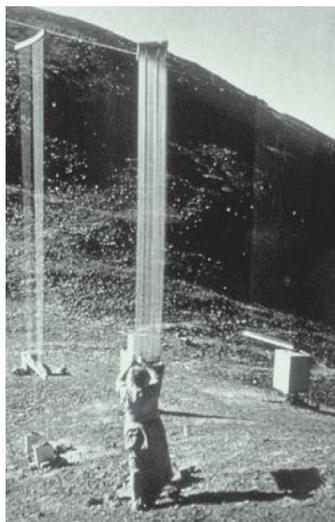
Un oasis, entonces, puede ser formado por una pequeña corriente ascendente de agua, o una serie de manantiales dulces o lo largo de una capa freática alta²⁷. Independientemente de cómo se forme, el oasis representa un bien precioso para los seres vivos que habitan el desierto.

Niebla como origen de oasis en el desierto

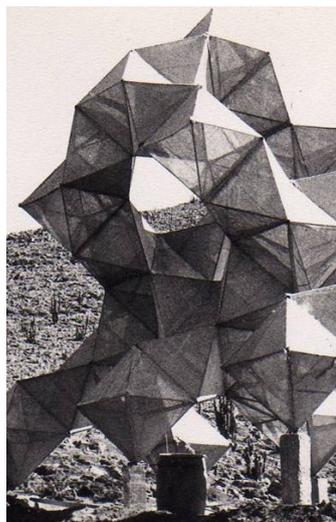
Existe otro fenómeno capaz de crear un oasis, de manera muy distinta a los oasis tradicionales mencionados, ya que proviene de una fuente de agua aérea. Este fenómeno climático es la niebla, la cual es básicamente una nube al nivel del suelo, la cual se compone de pequeñas gotas de agua, tan pequeñas que no tienen peso suficiente para caer, quedando suspendidas en el aire, y son influenciadas por la dirección del viento²⁸. Estas gotas de agua, al ponerse en contacto con un cuerpo terrestre, pueden funcionar como un soporte de vida, generando oasis diversos que no requieren agua a nivel terrestre.

El gran potencial hídrico que aporta la niebla, la cual reside en diversas zonas desérticas del mundo, como el desierto de Atacama, Namibia, la península arábiga, los archipiélagos de Canarias, entre otros, queda demostrado en referencias históricas que muestran la presencia *“milagrosa”* de bosques y vegetación en medio de zonas áridas, de bajas precipitaciones²⁹. Uno de los primeros ejemplos es el Garoé, árbol santo que captaba la niebla con sus hojas, y que fue registrado por Fray Bartolomé de Las Casas, quien al pasar frente a la Isla de El Hierro en una misión de Colón en América, lo describió como *“un árbol que siempre tenía una nubecilla en su copa de la que chorreaba el agua que los naturales conducían a albercas desde donde bebían hombres y animales, salvándose durante las sequías extremas”*³⁰. Esta captación de agua por parte de los árboles se relaciona con la presencia de una niebla muy persistente, y quizás fue la primera fuente de captación de agua en distintas partes del mundo³¹.

De la misma manera, existen grandes ecosistemas que dependen del agua de la niebla, la cual es extraída en forma natural por árboles, cuyas hojas interceptan la niebla y dejan caer sus gotas al suelo, en un



Atrapanieblas arpa
Fuente de la imagen: ACOSTA. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito forestal.



Atrapanieblas macrodiamante
Fuente de la imagen: GUERRA, PALME y ALFARO. Education for Sustainability: Implementation of energy and environment curricula in architecture training.



Atrapanieblas tradicional
Fuente de la imagen: FLOBOSR. Atrapanieblas de 40 m² [modificado por el autor]



Atrapanieblas NRP 3.0
Fuente de la imagen: ECOCOCOS. Atrapanieblas: Un sistema tradicional de captación de agua [modificado por el autor]

Las hojas interceptan la niebla y dejan caer sus gotas al suelo, en un proceso llamado precipitación horizontal. En los bosques de niebla, este proceso corresponde a un 14% a un 18% de la precipitación total en temporadas húmedas y desde un 15% a un 100% en temporadas secas³².

Un caso chileno es el Parque Nacional Fray Jorge, ubicado en el límite entre la II y III Región, donde la cantidad de agua de lluvia anual es de sólo 113 mm, pero las precipitaciones totales pueden llegar a los 1000 mm al sumar el proceso de precipitación horizontal gracias a la constante niebla costera que entra a las montañas³³.

Atrapar la niebla

Tal como las plantas captan el agua de la niebla, los seres humanos han buscado aprovechar este recurso, ya sea pensando en abastecimiento de agua potable para consumir, o como fuente hídrica para la agricultura y horticultura. En Chile, se han hecho estudios relacionados al recurso hídrico oculto de la niebla desde los años '60, liderados por Germán Saá y Carlos Espinosa, quienes estudiaron el potencial de este fenómeno en el norte del país³⁴.

Fue el mismo Carlos Espinosa, quien inventó un aparato para captar el agua contenida en la niebla en el año 1961. Este aparato, de forma cilíndrica, permitía captar las gotas de agua que quedaban atrapadas en sus monofilamentos, y así monitorear la cantidad de agua que se podía obtener en el lugar de estudio³⁵. Más adelante, probó con nuevas técnicas, creando el sistema macrodiamante³⁶, una estructura poliédrica de tubos, cuyas caras estaban revestidas con mallas que captaban el agua de niebla, así podía resistir mucho más los vientos fuertes, dado que otras tipologías caían debido a su bidimensionalidad. Los atrapanieblas macrodiamante fueron probados en Morro Moreno, en la península de Mejillones de la II Región, siendo el caso más emblemático la instalación de un atrapanieblas poliédrico de más de 10 metros de altura entre 1979 y 1984³⁷, el cual representó uno de los mayores avances en cuanto a innovación sobre las técnicas captadoras de niebla.

Existen diversos tipos de atrapanieblas, pero es indudable la presen-

cia que tienen estos artefactos captadores en las zonas áridas de Chile. Un gran número de oasis de niebla chilenos han sido objetos de estudio utilizando distintos prototipos de atrapanieblas. Se puede constatar entonces, que la captación de niebla, a través de un artefacto, es fundamental en la extracción de conocimiento de los oasis de niebla, tanto por la historia que poseen estos objetos, como por el gran potencial que podría presentar en la captación de agua en una zona desértica.

²⁰ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*.

²¹ASTABURUAGA. El agua en las zonas áridas de Chile.

²²ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*, p. 62.

²³ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*.

²⁴Ibid.

²⁵CASTRO, ALDUNATE, y VARELA. Ocupación humana del paisaje desértico de Atacama, Región de Antofagasta.

²⁶Ibid.

²⁷ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*.

²⁸CERECEDA. Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural.

²⁹ACOSTA. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito forestal.

³⁰ACOSTA. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito forestal, p. 60.

³¹PASCUAL, NARANJO, PAYANO y MEDRANO. Tecnología para la recolección de agua de niebla.

³²SCHARNKE. *Atrapanieblas – Fog as a Drinking Water Resource*.

³³Ibid.

³⁴ACOSTA. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito forestal.

³⁵ROMÁN. Obtención de agua potable por métodos nos tradicionales. Obtención de agua a partir de las Camanchacas.

³⁶PASCUAL, NARANJO, PAYANO y MEDRANO. Tecnología para la recolección de agua de niebla.

³⁷ROMÁN. Obtención de agua potable por métodos nos tradicionales. Obtención de agua a partir de las Camanchacas.

El Parque Nacional Morro Moreno posee 7.313,89 hectáreas³⁸ y fue inaugurado el 25 de Mayo de 2010. Actualmente aún se está trabajando en su plan de manejo y no existe una gran cantidad de información relacionada. Sin embargo, posee un gran potencial, debido a que es un punto donde la camanchaca se sitúa casi todo el año, lo que es favorecido por su condición de península que se adentra en el mar, y registra un rendimiento de captación de agua de aproximadamente de 400 l/m²/mes según informes de la FAO³⁹, lo que produce un ecosistema compuesto por 168 especies de vegetación (161 autóctonas y 7 introducidas), distribuidas en 93 géneros y 44 familias botánicas, ubicándose como la zona con mayor cantidad de especies en la costa de la II Región⁴⁰. Además, el área es cercana a diversos balnearios y a las ciudades de Mejillones y Antofagasta. Esta última alberga al Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental de la Universidad de Antofagasta, el cual se ha encargado de catastrar y estudiar el ecosistema del Morro Moreno.

El potencial en Morro Moreno para la investigación es alto. Oltremari, Schlegel y Schlatter resaltan la *“necesidad de continuar los estudios sobre captación de la neblina e iniciar trabajos eco-climatológicos, relacionados con la fenología de las especies vegetales de diferentes formas de crecimiento”*⁴¹ y aconsejan la planificación cuidadosa del uso educativo y el uso público del sector. La capacidad que posee Morro Moreno como sitio de investigación de la vida del desierto y punto de difusión público es sobresaliente, gracias a la gran diversidad de su ecosistema, al fenómeno constante de la camanchaca, a su accesibilidad y a su alta calidad escénica en relación a Antofagasta y toda la zona costera.

³⁸CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). Parque Nacional Morro Moreno.

³⁹SOTO. Captación de agua de las nieblas costeras (camanchaca), Chile. En FAO. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia: Experiencias en América Latina*.

⁴⁰UNARTE. *Plan de Manejo “Península de Mejillones”*.

⁴¹OLTREMARI, SCHLEGEL, y SCHLATTER. *Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida*, p. 26.

L U G A R MORRO MORENO

Contexto territorial	24
Análisis específico de Morro Moreno	28
Camanchaca en Morro Moreno	36
Ecosistema producido por la camanchaca	37

Contexto territorial

Segunda región de Antofagasta

Morro Moreno se ubica en la Segunda Región de Antofagasta, en el norte de Chile. La región limita al norte con la Región de Tarapacá, al sur con la Región de Atacama, al oeste con el Océano Pacífico y al este con la República Argentina y cubre una superficie de 126.121,3 kilómetros cuadrados⁴¹. La región de Antofagasta es parte de la zona desértica del país, correspondiente al Desierto de Atacama, y posee la mayor reserva mineral de Chile.

Su población, según el censo realizado en el año 2002, es de 493.984 habitantes⁴². Donde dos tercios se asientan en la costa, principalmente en los puertos de embarque⁴³, como es el caso de su capital regional, la ciudad de Antofagasta, la cual cuenta con una población total de 296.905 habitantes⁴⁴. Su población regional es mayoritariamente urbana, con un 98,7% del total de los habitantes ubicado en ciudades, como Tocopilla, Taltal y Mejillones, asentamientos costeros que albergan 30.000 personas en conjunto aproximadamente⁴⁵.

Península de Mejillones

El Parque Nacional Morro Moreno forma parte de la Península de Mejillones, la cual es fácilmente identificable en cartografías de la región, dada su condición de península que se adentra al mar, abarcando 44.000 hectáreas en su totalidad⁴⁶.

La península se ubica entre las comunas de Mejillones y Antofagasta, por lo que funciona normativamente bajo los planes reguladores de ambas comunas, y además a través de plan regulador intercomunal. En todos los documentos, se entiende la necesidad de la protección de la península como una zona de prioridad medioambiental, con especial énfasis en Morro Moreno, ya que posee el 96% de la flora total presente en la península⁴⁷.

La zona aparece como un foco de importancia medioambiental en una región caracterizada por la extracción mineral y la aparición de grandes equipamientos industriales relacionados, que han impactado en forma negativa al medioambiente. Es por esta razón que el elevar su relevancia y obtener una mayor difusión del lugar puede servir como un ejemplo a seguir en la Segunda Región.

⁴¹BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Región de Antofagasta.

⁴²INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. Censos de población y vivienda.

⁴³CERECEDA, SCHEMENAUER y VALENCIA. Posibilidades de abastecimiento de agua de niebla en la Región de Antofagasta, Chile.

⁴⁴INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. Censos de población y vivienda.

⁴⁵CERECEDA, SCHEMENAUER y VALENCIA. Posibilidades de abastecimiento de agua de niebla en la Región de Antofagasta, Chile.

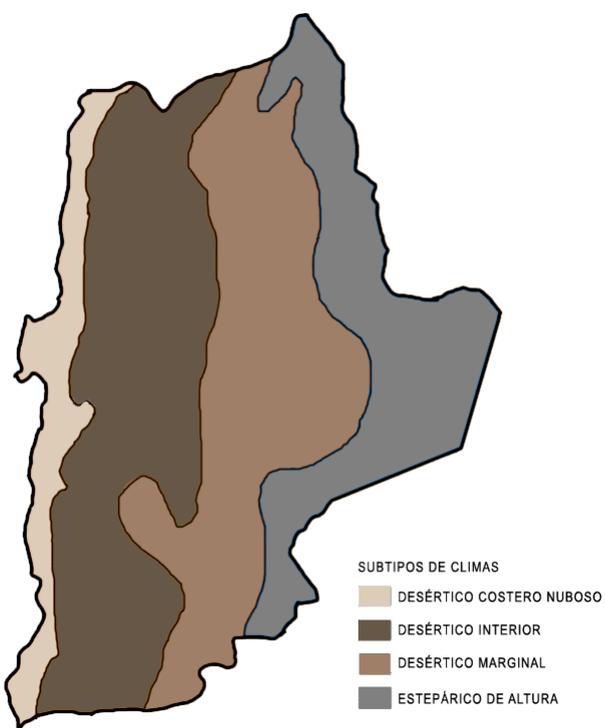
⁴⁶UNARTE. *Plan de Manejo "Península de Mejillones"*.

⁴⁷Ibid.

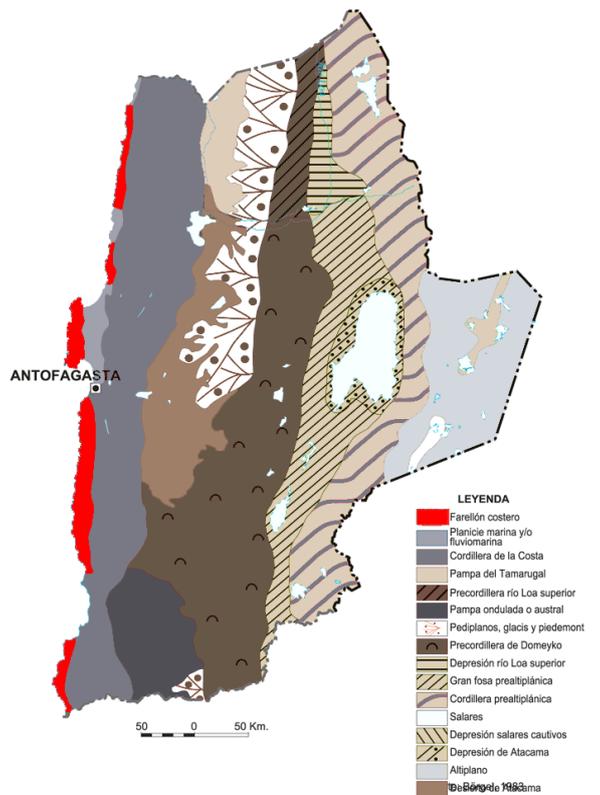
PENÍNSULA DE MEJILLONES

MORRO MORENO





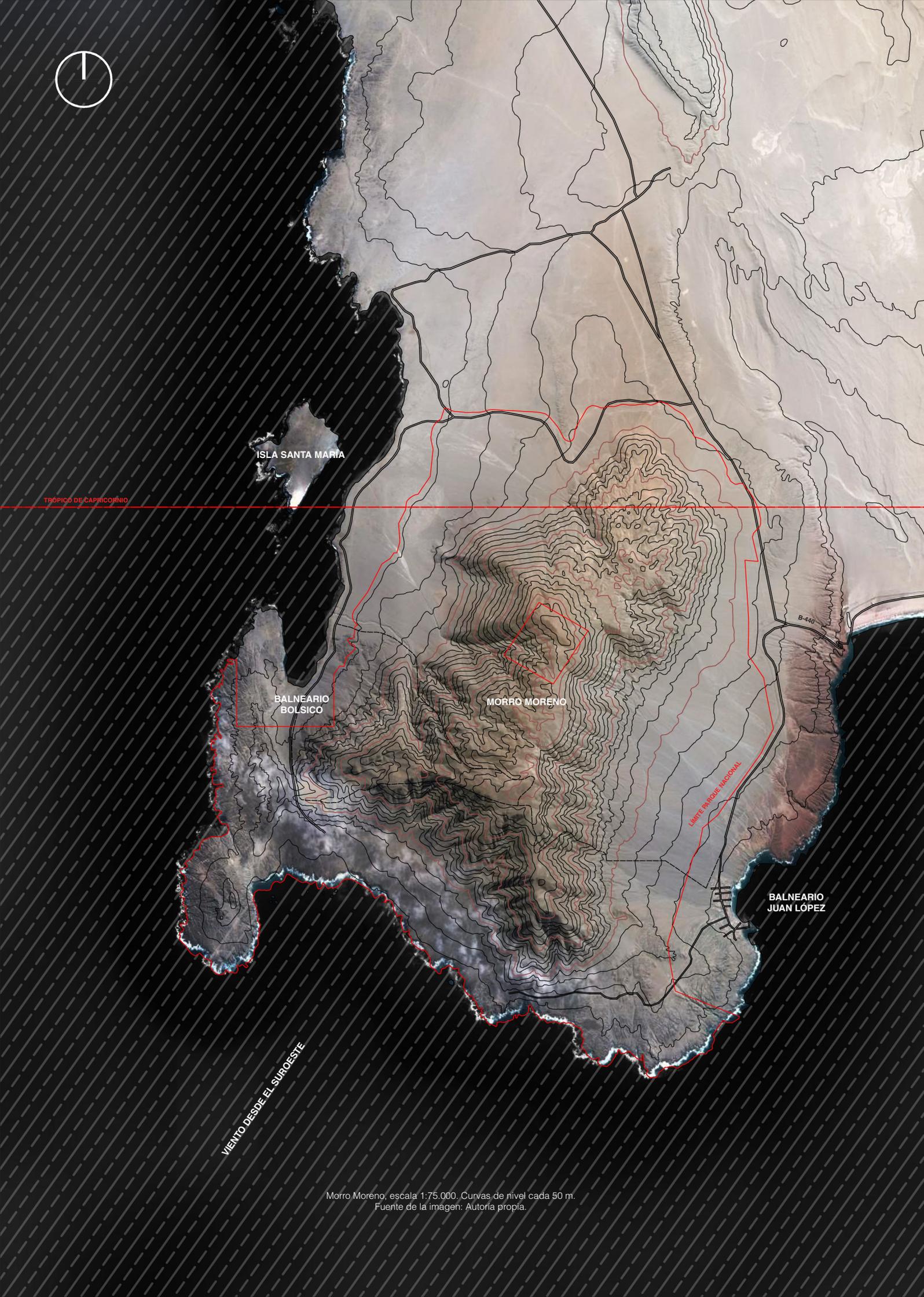
La Península de Mejillones posee el clima correspondiente al Desierto Costero Nuboso, en el cual hay una baja oscilación térmica día a día y escasas precipitaciones. Este clima se comparte a lo largo de toda la faja costera de la Segunda Región.



La geomorfología de Morro Moreno corresponde al farellón costero, presente en la mayor parte de la costa de la Segunda Región. El relieve abrupto de los farellones es un factor clave en la permanencia de la camanchaca en los oasis de niebla.

Subtipos de climas en la Segunda Región.
Fuente de la imagen: Autoría propia. Basado en MEDIATECA.CL. Climas: Región de Antofagasta

Geomorfología de la Segunda Región. Fuente de la imagen: EDUCARCHILE. Mapa geomorfológico Segunda Región. [Modificado por el autor]



ISLA SANTA MARÍA

TRÓPICO DE CAPRICORNIO

BALNEARIO
BOLSICO

MORRO MORENO

LMITE PARQUE NACIONAL

BALNEARIO
JUAN LÓPEZ

VIENTO DESDE EL SUROESTE

Morro Moreno, escala 1:75.000. Curvas de nivel cada 50 m.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Análisis específico de Morro Moreno



Morro Moreno visto desde la ruta B-440 (camino a Antofagasta). Fuente de la imagen: Autoría propia

Geografía y clima

Morro Moreno se ubica en la zona sur de la Península de Mejillones, y forma parte del litoral costero desértico, una zona árida, de escasa hidrografía, donde difícilmente crece vegetación⁴⁸. Su relieve presenta cumbres de más de un kilómetro de altitud, con su cima ubicada a 1148 msnm. Dada su condición de península, el morro se adentra en el mar, por lo que actúa como un biombo climático, bloqueando los vientos provenientes del sur.

Es precisamente su condición geográfica la que facilita el posicionamiento durante largos períodos de tiempo de la nube de camanchaca, ya que cumple con los factores descritos por Roberto Román, para la generación de un oasis de niebla en el desierto costero:

- Morro Moreno es un relieve montañoso con una altura mayor a 500 metros, lo que bloquea la nube y evita que penetre hacia el continente.
- Se ubica en forma perpendicular a la dirección dominante de los vientos.
- Está próximo a la costa. Esto disminuye las pérdidas de agua por evaporación antes de que la nube alcance a la montaña.
- Posee una fuerte radiación solar al interior de la zona, lo que origina una aspiración de las nubes a través de los pasos del cordón montañoso⁴⁹.

Los vientos predominantes provienen del Océano Pacífico, desde el suroeste, con distintas intensidades durante el día, los cuales arrastran las nubes hacia el interior⁵⁰. Mientras que las temperaturas se adscriben a las condiciones climáticas del subtipo desértico costero nuboso, caracterizado por bajas oscilaciones térmicas, períodos de fuerte radiación solar y bajas precipitaciones⁵¹. En el año 2012, la mayor temperatura registrada fue de 27,7°C en abril y la mínima de 7,5°C en julio, y se registraron sólo 5 días con precipitaciones⁵².

Calidad escénica

Debido a su geografía, Morro Moreno se presenta como un hito visible desde la ciudad de Antofagasta, erigiéndose como una gran masa en el horizonte del mar. Esta es una de las razones por la que los ciudadanos antofagastinos entienden al morro como parte de la identidad de la ciudad, gracias a su presencia constante.

Además, las vistas proporcionadas por su altura hacen del lugar un sitio interesante como mirador, dado que abarca una gran panorámica en el lado sur hacia la ciudad de Antofagasta, como al océano, o a la isla Santa María en el sector poniente. Su relieve y morfología es una fuente de admiración turística, dado sus colores, formas y gran escala.

⁴⁸BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Región de Antofagasta.

⁴⁹ROMÁN. Obtención de agua potable por métodos nos tradicionales. Obtención de agua a partir de las Camanchacas.

⁵⁰SEGOVIA. Acumulación de Energía Solar en Morro Moreno, Desierto de Atacama, mediante Destilación Natural (Camanchaca).

⁵¹BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Clima y Vegetación Región de Antofagasta.

⁵²DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. *Anuario Climatológico 2012*.



Vista al mar desde Morro Moreno. Fuente de la imagen: Autoría propia.



Depositos minerales se ubican a lo largo del sendero. Fuente de la imagen: Autoría propia.



Vista a Isla Santa María desde Morro Moreno. Fuente de la imagen: Autoría propia.



Quebrada en ladera poniente de Morro Moreno. Fuente de la imagen: Autoría propia.



Camanchaca y vegetación en Morro Moreno. Fuente de la imagen: Autoría propia.



Camanchaca y vegetación en Morro Moreno. Fuente de la imagen: Autoría propia.



Nube en movimiento.



Camanchaca y vegetación en Morro Moreno.



Camanchaca y vegetación en Morro Moreno.



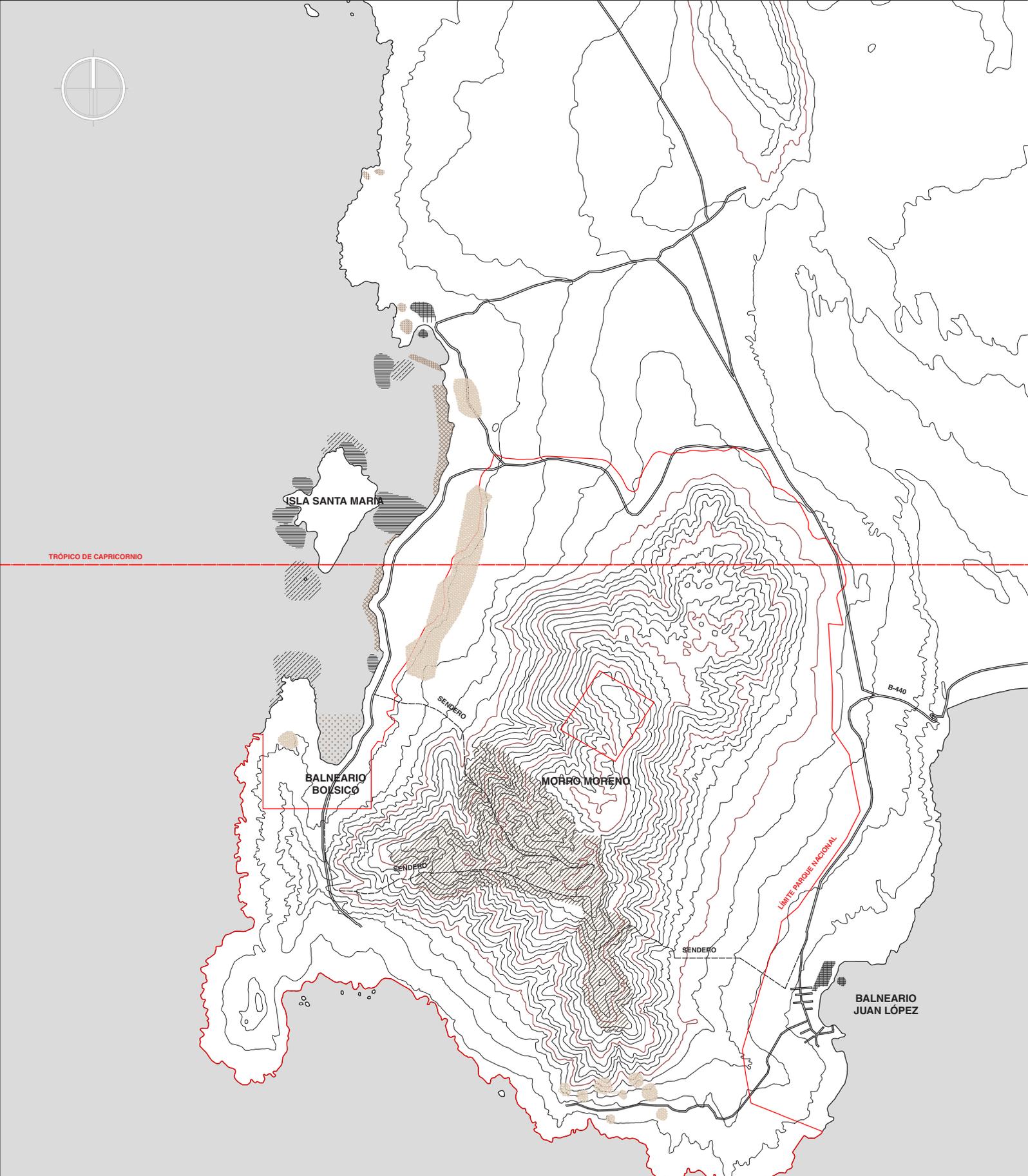
Fuente de la imagen: Autoria propia.



Fuente de la imagen: Autoria propia.



Fuente de la imagen: Autoria propia.



- | | | | |
|--|------------------------------|--|--------------------------|
| | OBSERVACIÓN ECOLÓGICA | | BUCEO CONTEMPLATIVO |
| | REGISTROS ARQUEOLÓGICOS | | DEPORTES NAUTICOS |
| | SISTEMAS DE CULTIVOS MARINOS | | ZONAS DE SECADO DE ALGAS |
| | SECTOR RECREATIVO | | PESCA CONTROLADA |

Usos actuales en Morro Moreno. Escala 1:75.000. Curvas de nivel cada 50 m. Fuente de la imagen: Autoría propia. Basado en ALAR. Paisaje y Movilidad: Hotel Ecoturístico Morro Moreno.

Análisis específico de Morro Moreno

Asentamientos cercanos

En las costas de Morro Moreno se emplazan dos asentamientos, Caleta Bolsico y Balneario Juan López. Cada uno posee atractivos distintos, siendo Juan López un centro de turismo estival, donde los habitantes de las ciudades cercanas se dirigen a descansar en vacaciones, mientras que Bolsico cumple la función de una zona de pesca, acuicultura y centro de deportes náuticos, además de una zona de ocio y descanso como balneario.

El acceso al Parque y a estos asentamientos, se logra desde Antofagasta en forma terrestre, tomando la Ruta 1 hacia el norte, para luego desviarse hacia el poniente por la Ruta B-440.

Morro Moreno, parque nacional protegido

Para lograr la categoría de área silvestre protegida, fueron necesarios años de trabajo conjunto entre entidades públicas y privadas. Este proceso terminó el 15 de abril de 2010, cuando el gobierno publicó el Decreto Supremo que confirió la categoría de Parque Nacional a la zona.

Previo a esto, diversos actores, entre ellos la Universidad de Antofagasta, incluyeron al área como sitio prioritario para la conservación de la naturaleza en el año 2002, donde pudieron obtener financiamiento para concretar diversos estudios que ayudaron a recalcar la importancia de convertir a Morro Moreno en una zona oficialmente protegida⁵³.

En la actualidad, el parque se encuentra bajo la administración de CONAF, y se está trabajando en su plan de manejo, lo que requiere un mayor estudio y así continuar con una investigación más profunda. Esto ha llevado a una ambigüedad en el territorio, el cual no está mayormente intervenido ni delimitado, teniendo sólo algunas señaléticas y senderos demarcados, y sin la presencia constante de guardaparques en el sector.

Estado normativo

El morro se encuentra dentro del límite urbano de la comuna de Antofagasta, cuyo plan regulador comunal fue actualizado por última vez en el año 2002⁵⁴, y donde categoriza a la zona del morro bajo la nomenclatura ZUDC 05, bajo el nombre de Zona de Reserva Natural y Turística Península de Mejillones, la cual corresponde a una "zona de resguardo de valores de paisaje, de hábitats naturales relevantes de gran ecológico y natural"⁵⁵.

Para esta zonificación se permiten solo usos "complementarios con la conservación, resguardo y estudio de la Zona de Resguardo Natural"⁵⁶, y hay un énfasis específico en la prohibición de cualquier labor extractiva mineral en el sector⁵⁷, lo que implica la intención de generar proyectos acordes al resguardo y potenciación del parque nacional.



Estado de la señalética. Fuente de las imágenes: Autoría propia

⁵³GUERRA, GUERRA y SILVA. *Guía de la Biodiversidad en la Península de Mejillones. Morro Moreno, Parque Nacional*.

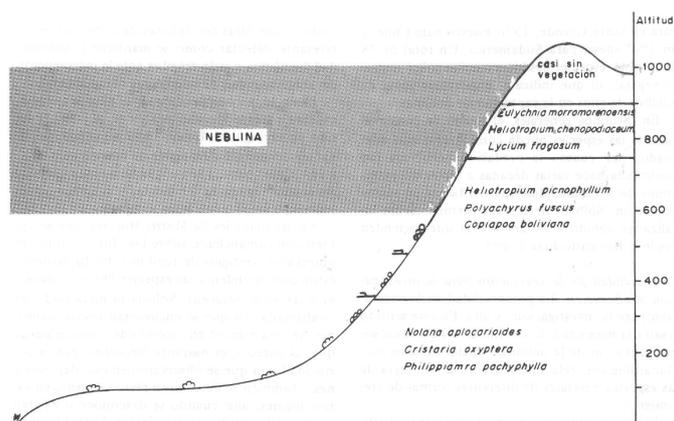
⁵⁴MINVU. Observatorio Urbano.

⁵⁵ILLUSTRE MUNICIPALIDAD DE ANTOFAGASTA. Plan Regulador Comunal Antofagasta 2001, p. 54

⁵⁶Ibid.

⁵⁷ILLUSTRE MUNICIPALIDAD DE ANTOFAGASTA. Plan Regulador Comunal Antofagasta 2001.

Camanchaca en Morro Moreno



Franja de niebla y estratificación de la vegetación en Morro Moreno. Fuente de la imagen: OLTREMARI, SCHLEGEL, y SCHLATTER. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida.

Lugar	Cota msnm	Período	Rendimiento l/m2/mes
Morro Moreno	900	1968 - 1971	158,3
	900	1967 - 1989	363,3
	900	1971	403,3
	900	1971	401,6

TABLA 2. Fuente: Autoría propia. Basado en SOTO. Captación de agua de las nieblas costeras (camanchaca), Chile. En FAO. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia: Experiencias en América Latina*.

En Chile, el fenómeno climático que hace posible el crecimiento de vida los oasis de niebla es conocido como camanchaca, la cual es un tipo de neblina costera muy densa, que surge a través de condensación en altura desde el mar, formando una nube que es desplazada hacia la costa por el viento, estas nubes cubren en forma persistente una franja costera desde el Perú hasta las costas chilenas de Valparaíso⁵⁸.

La nube estratocúmulos que da origen a la camanchaca es constante y estable durante la mayor parte del año. Esta neblina aporta un recurso hídrico a zonas como la II Región de Antofagasta, donde las precipitaciones en la costa no superan los 10 mm anuales⁵⁹, permitiendo la aparición de diversas especies de vegetación y produciendo un ecosistema propio y único.

En el caso de Morro Moreno, la camanchaca se presenta como una nube que se posa en una franja cuya altura fluctúa entre los 600 a los 1000 msnm⁶⁰, principalmente en la zona sur de la península, donde la nube, empujada por los vientos provenientes del sur, queda atrapada por el relieve del morro.

Este fenómeno ocurre durante la mayor parte del año, donde su ausencia se limita a aproximadamente 30 días no consecutivos anualmente, con sequías que no superan las 2 semanas. La camanchaca aparece en forma constante en verano y otoño, mientras que en invierno y primavera se ha detectado que el fenómeno es intermitente (incluso en un mismo día)⁶¹.

Durante un día, el paso de las nubes de camanchaca se produce mayormente desde las 9 P.M. a las 3 A.M., para ir disminuyendo gradualmente al ir avanzando la mañana, donde vuelve a aparecer en la tarde en forma puntual, cerca de las 4 P.M.⁶².

El nivel de captación de camanchaca ha sido estudiado por el físico Carlos Espinosa desde los años '60⁶³, utilizando distintos materiales para atrapar la niebla. En Morro Moreno, la camanchaca permite la captación de 363,3 litros de agua por metro cuadrado de malla en un mes, lo que implica una gran cantidad de agua contenida en la nube (ver tabla 2).

Es esta cantidad de niebla la que permite la aparición de vegetación en Morro Moreno, no sólo por la alta concentración de agua contenida en la nube, sino también por la constancia y periodicidad del fenómeno.

⁵⁸ROMÁN. Obtención de agua potable por métodos nos tradicionales. Obtención de agua a partir de las Camanchacas.

⁵⁹CERECEDA, SCHEMENAUER, y VALENCIA. Posibilidades de abastecimiento de agua de niebla en la Región de Antofagasta, Chile.

⁶⁰OLTREMARI, SCHLEGEL, y SCHLATTER. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida, p. 26.

⁶¹SOTO. Captación de agua de las nieblas costeras (camanchaca), Chile. En FAO. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia: Experiencias en América Latina*.

⁶²GAMES. *Instituto de Investigaciones Botánicas para la Reserva Nacional "Morro Moreno"*. Ibid.

⁶³ROMÁN. Obtención de agua potable por métodos nos tradicionales. Obtención de agua a partir de las Camanchacas.

Ecosistema producido por la camanchaca

La vegetación en Morro Moreno posee una gran importancia ecológica, debido a la existencia de especies amenazadas, por presentarse un endemismo pronunciado y por la riqueza de flora liquénica⁶⁴. Por estas razones resalta la necesidad del estudio y preservación de la flora del morro, la cual se suma a los estudios climatológicos relacionados a la niebla.

Según un estudio de la Universidad de Antofagasta, de un catastro de 91 especies vegetativas, 4 están en un estado "vulnerable", 1 se encuentra "en peligro" y 42 están "sin clasificación"⁶⁵. Es imperativo obtener una mayor información sobre las especies, para poder así proceder a la regeneración y protección adecuada del lugar.

Morro Moreno posee importantes recursos en estado natural, especialmente su vegetación y su relevancia ecológica, en comparación a otras áreas del norte del país⁶⁶. Su alta diversidad de flora, y la presencia y de fauna relacionada a un ecosistema de niebla, se presenta como una particularidad a nivel nacional.

El ecosistema producido es una oportunidad no sólo para la investigación botánica y ecológica, ya que también puede ser un espacio público relacionado a la difusión educativa y turística, tanto a través de la entrega de información, como por la calidad escénica del lugar. Esta oportunidad puede ser tomada si se considera una planificación cuidadosa que permita acceder al Parque Nacional sin irrumpir negativamente en su territorio.



Vegetación en Morro Moreno. Fuente de las imágenes: Autoría propia

⁶⁴OLTREMARI, SCHLEGEL, y SCHLATTER. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida.

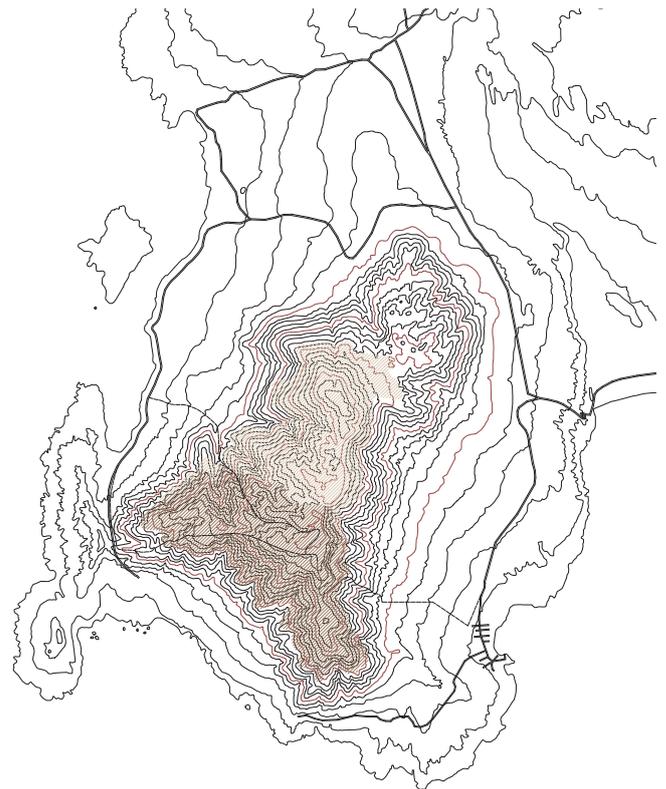
⁶⁵Ver ANEXOS: Catastro CREA.

⁶⁶OLTREMARI, SCHLEGEL, y SCHLATTER. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida.



 ZONA DE OBSERVACIÓN ECOLÓGICA

La zona de observación ecológica propuesta por la CONAF corresponde al lugar donde el farellón contiene en forma más efectiva a la nube de camanchaca y, por ende, posee la mayor riqueza y diversidad ecológica.

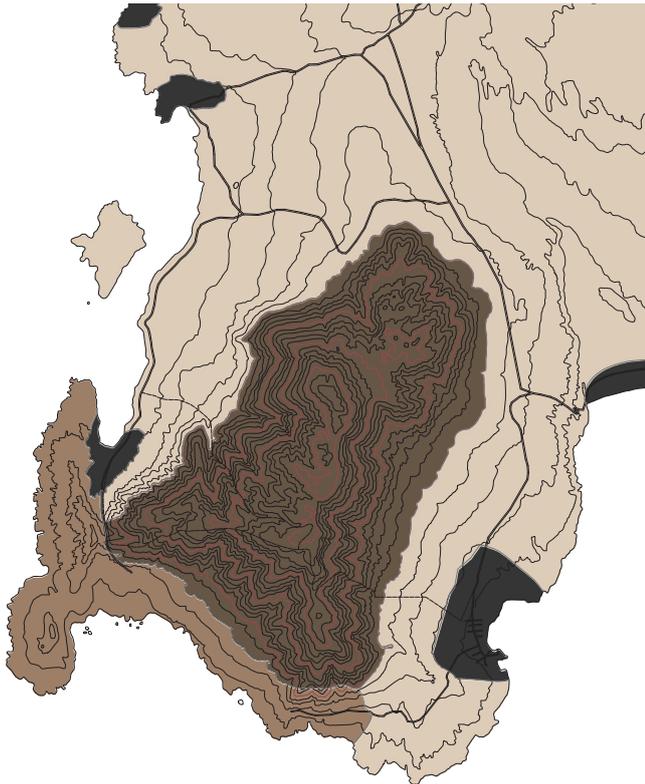


 MATORRAL CON SUCULENTAS
 FORMACIÓN DE SUCULENTAS

En la mayor parte de las alturas de Morro Moreno se ha identificado vegetación. Especialmente en la zona sur del morro, donde hay una mayor concentración de cactáceas.

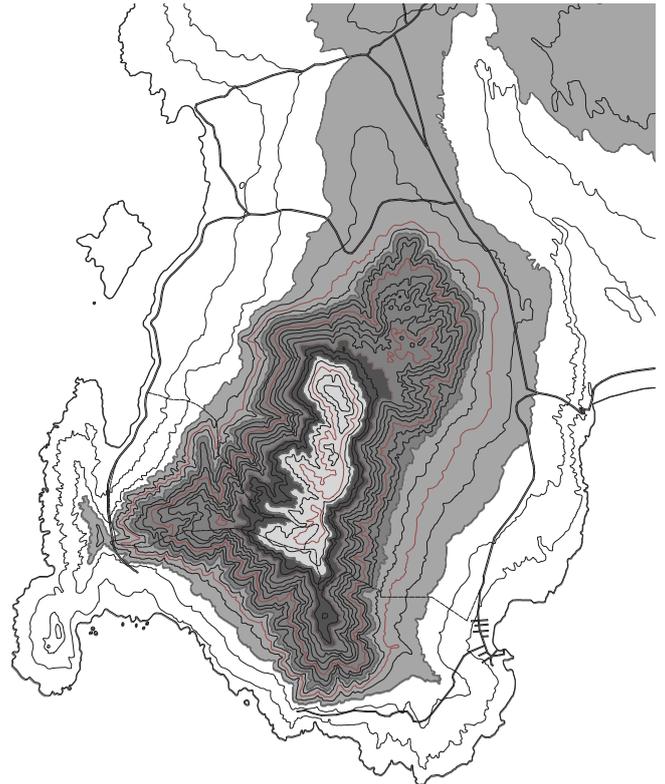
Zona de observación ecológica demarcada.
 Fuente de la imagen: Autoría propia. Basado en GUERRA, GUERRA y SILVA. *Guía de la Biodiversidad en la Península de Mejillones. Morro Moreno, Parque Nacional.*

Catastro de vegetación. Fuente de la imagen: Autoría propia. Basado en CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). *Catastro de Formaciones Xerofíticas, Región de Antofagasta.*



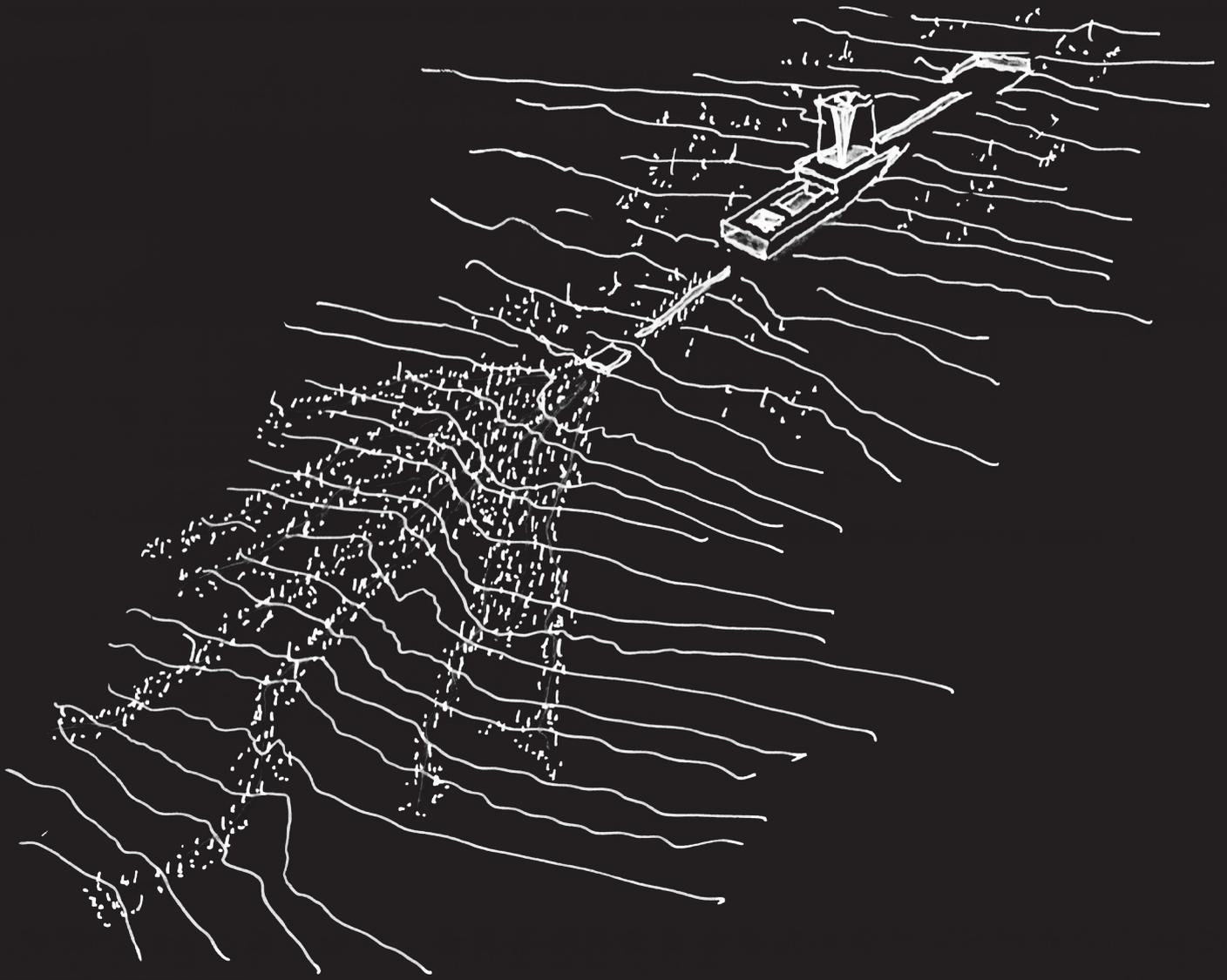
- ZONA DE PROTECCIÓN VEGETAL**
- ZONA DE PROYECCIÓN FAUNA Y PATRIMONIO CULTURAL**
- ZONA DE RESTRICCIÓN POR VALOR DEL PAISAJE**
- ZONA DE USO RECREATIVO**

En el proyecto de Plan de Manejo se han propuesto cuatro zonas con distintos niveles de protección, cada uno diferenciado por los elementos que se han encontrado hasta la actualidad y los usos que ha tenido cada sector tradicionalmente.



- FAJA COSTERA DESÉRTICA**
- FAJA INTERMEDIA DESÉRTICA**
- FAJA FÉRTIL**
- FAJA DE POCA VEGETACIÓN**

Han sido identificadas cuatro fajas de vegetación, siguiendo la altura del morro. La Faja Fértil, ubicada entre los 750 y los 900 msnm, es la que posee la mayor cantidad de vegetación, por su contacto directo con la nube de niebla.



Regeneración del morro.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

PROYECTO

Idea de proyecto	42
Propuesta territorial	44
Propuesta arquitectónica	48
Proceso de diseño	58
Proyecto	64
Gestión	73

Idea del proyecto

Presentación

El Parque Nacional Morro Moreno es uno de los pocos ecosistemas de niebla protegido por el Estado chileno, y a más de cuatro años de su inauguración como Parque Nacional, su plan de manejo aún se encuentra en desarrollo, por lo que actualmente no posee un planeamiento territorial claro, ni tampoco una propuesta con objetivos generales que permitan entender en qué consiste la conservación o preservación de este sitio.

Si bien, se han hecho estudios y catastros de las condiciones medioambientales del lugar, por lo que se ha logrado recopilar información pertinente para poder entender el estado actual del morro, todavía no se ha podido completar un plan de acción que cumpla con un objetivo fundamental: darle la calidad de Parque Nacional a Morro Moreno, ya que si bien, se ha declarado como un área protegida, no se ha intervenido en el lugar para darle la identidad de parque al lugar.

El presente proyecto de título pretende generar esta intervención. Buscando potenciar el estudio científico in-situ, para tener mayor conocimiento en forma constante, y poder crear una plataforma de recorrido ecoturístico sostenible y responsable frente al medio ambiente, todo esto con la finalidad de regenerar y proteger el ecosistema que posee, entendiendo que existen varias especies que se encuentran en un estado de vulnerabilidad, como son diversas cactáceas que se encuentran en la categoría de "Peligro de Extinción" y otras que se encuentran en estado "Vulnerable"⁶⁷.

El proyecto se convertirá en el Punto Cero de una iniciativa que busca reconquistar Morro Moreno, volviendo a darle vida a su ecosistema, y activando el carácter que tiene como Parque Nacional, para otorgarle una identidad propia en la zona y así ser un hito de protección medioambiental que manifieste una necesidad de cuidado frente a los distintos emplazamientos que puedan amenazar el equilibrio ambiental, como lo son las actividades industriales nocivas cercanas a Mejillones.

El Observatorio Ecológico Morro Moreno será una zona de documentación y experimentación que permitirá aumentar el conocimiento necesario para poder regenerar el morro en etapas futuras y también funcionará como un refugio y centro de difusión para turistas y visitantes. El proyecto será un laboratorio que permitirá ser un punto de partida para la restauración y protección del ecosistema formado por la niebla y a la vez será un remate para aquellos caminantes que asciendan el Morro Moreno.

Este nuevo enclave será un hito visible entre la niebla, tanto físicamente como en su significado, ya que podrá convertirse en un punto de identidad medioambiental para el sector y la región total, entendiendo la necesidad de estudiar las zonas áridas y el extremo desierto de Atacama.

⁶⁷UNARTE. *Plan de Manejo "Península de Mejillones"*.

Aristas de la propuesta

Variable medioambiental

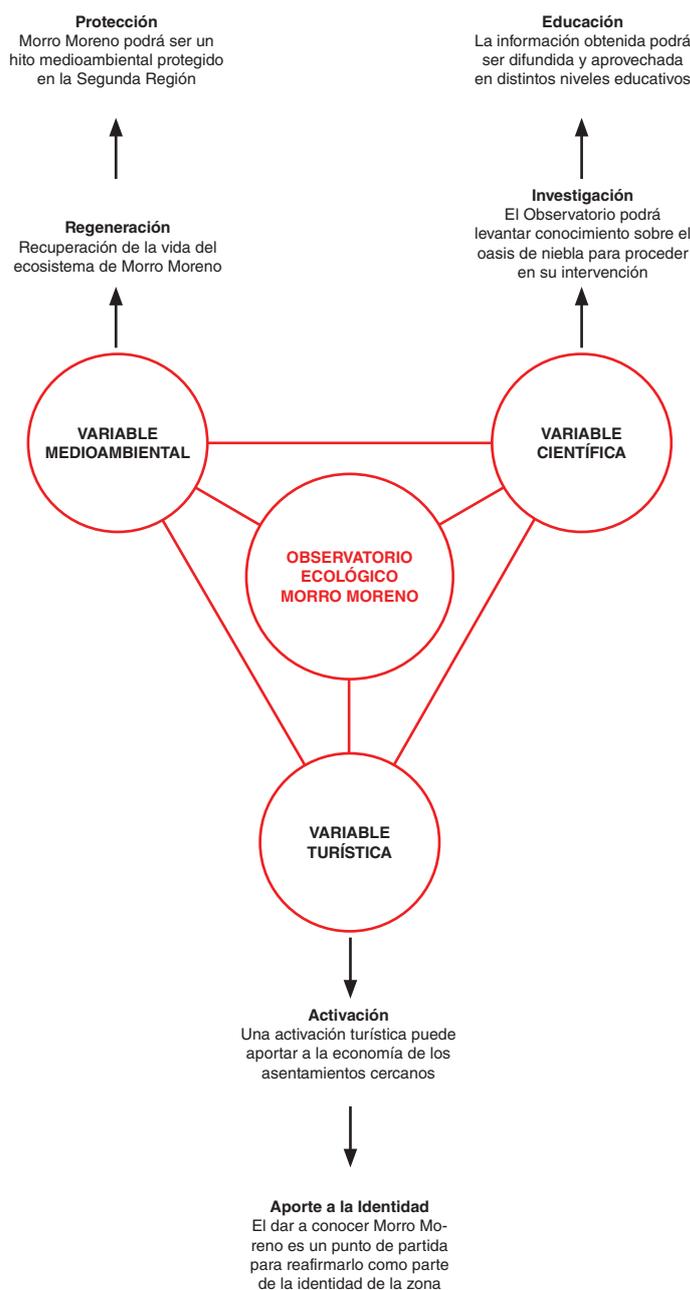
La propuesta busca regenerar parte de Morro Moreno, devolviendo vida al ecosistema en deterioro, específicamente a través de la inyección de agua a las especies vegetativas del sector. Esta acción a través del tiempo busca consolidar a Morro Moreno como un hito importante en la región en el ámbito ecológico, la cual se ve caracterizada por diversos elementos industriales y mineros que atentan contra la riqueza medioambiental del desierto costero. La regeneración de Morro Moreno busca hacer un llamado a la gente a apreciar la relevancia y belleza del lugar, motivando a generar una mayor conciencia medioambiental.

Variable científica

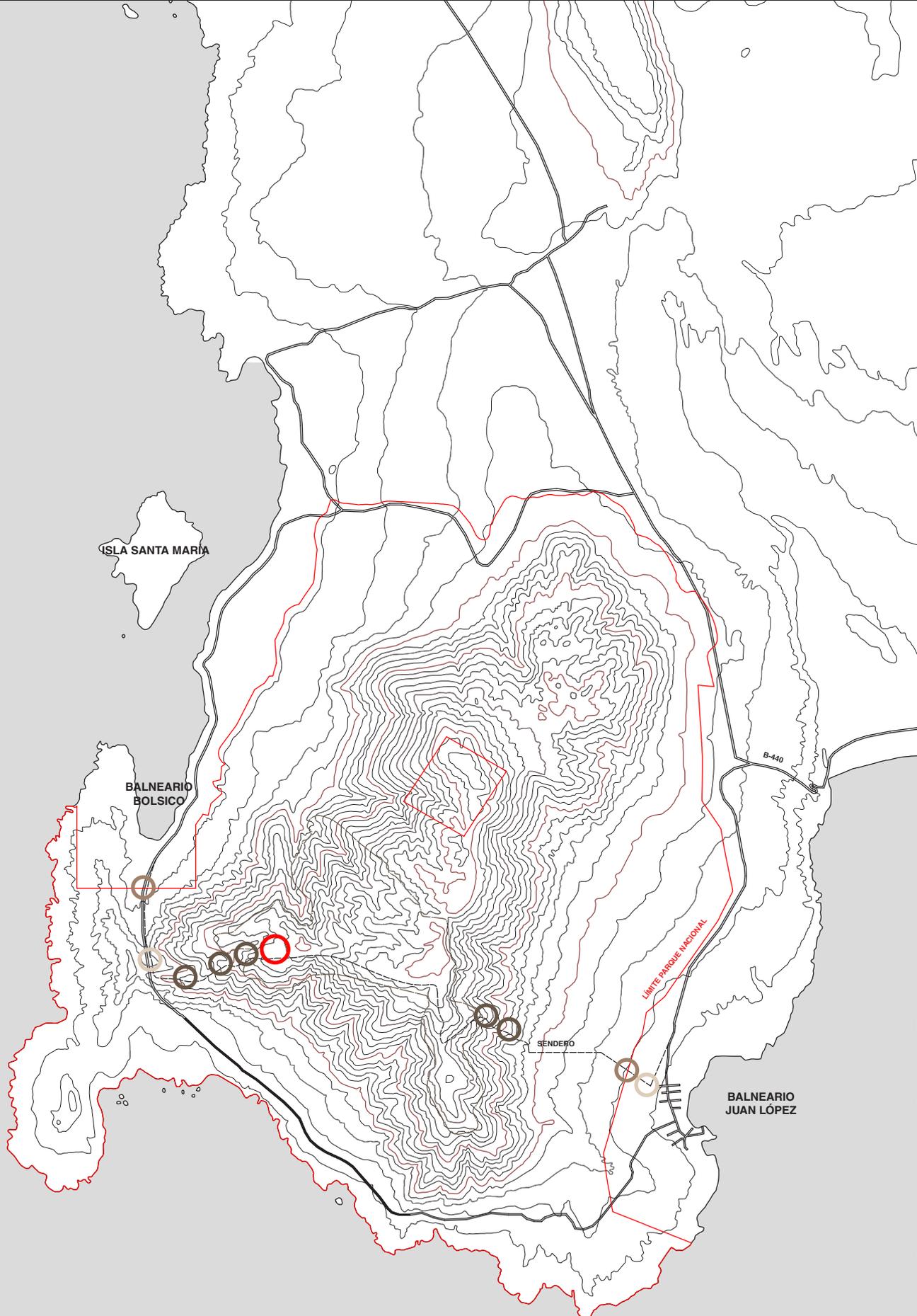
Morro Moreno ya ha sido objeto de estudios científicos en el pasado, principalmente mediante los atrapanieblas de Carlos Espinosa y su equipo en los años '60. Actualmente, la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Antofagasta lideran investigaciones sobre el morro que requieren visitas periódicas al sector. El proyecto ayudará a activar las investigaciones científicas para obtener un mayor conocimiento sobre el ecosistema particular de Morro Moreno, al ser un enclave de estudio in situ, con las comodidades necesarias para la estadia de científicos y estudiantes visitantes.

Variable turística

Actualmente, los balnearios Bolsico y Juan López son dos focos turísticos importantes para los ciudadanos de Antofagasta y Mejillones, y otros asentamientos cercanos, pero el morro posee un público mucho menor, el cual recientemente ha ido en aumento, ya que diversos grupos que disfrutan el ecoturismo y el senderismo han recorrido Morro Moreno, disfrutando su belleza escénica y las vistas que posee. El proyecto tratará de impulsar con mayor fuerza la condición de Parque Nacional de Morro Moreno, utilizando senderos existentes, pero dándoles mayor equipamiento y promoviendo la difusión del conocimiento científico y medioambiental obtenida gracias al nuevo observatorio.



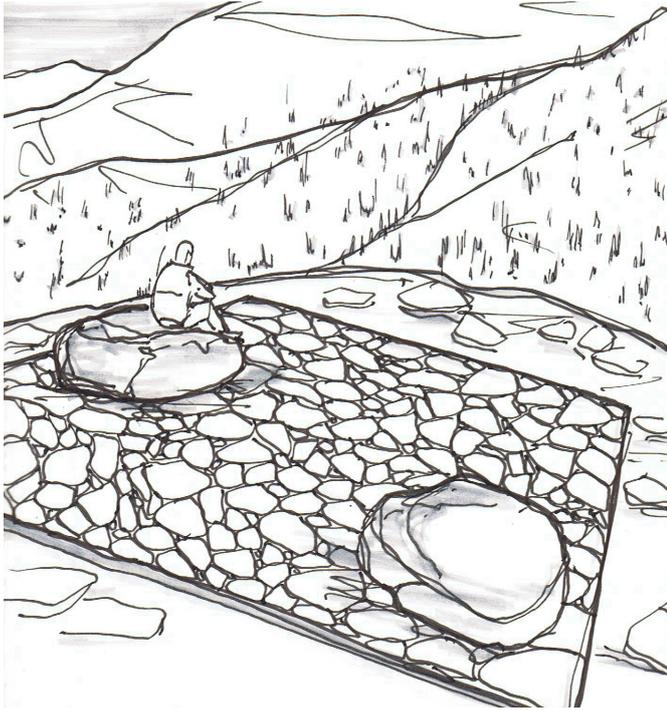
Mapa conceptual de variables de la propuesta. Fuente de la imagen: Autoría propia



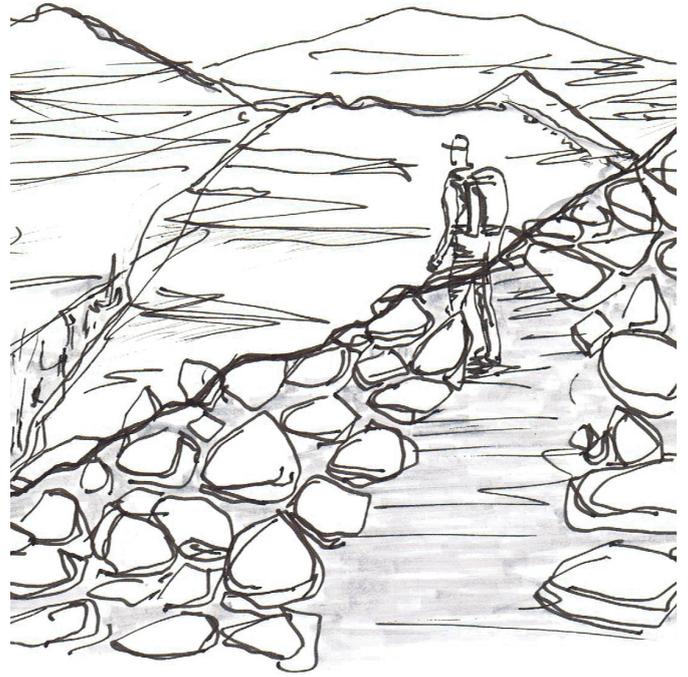
-  ACCESO Y CONTROL
-  ESTACIONAMIENTOS
-  MIRADOR
-  OBSERVATORIO ECOLÓGICO MORRO MORENO

Propuesta territorial. Escala 1:75.000. Curvas de nivel cada 50 m.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Propuesta territorial



Croquis de mirador propuesto. Fuente de la imagen: Autoría propia



Croquis de sendero propuesto. Fuente de la imagen: Autoría propia

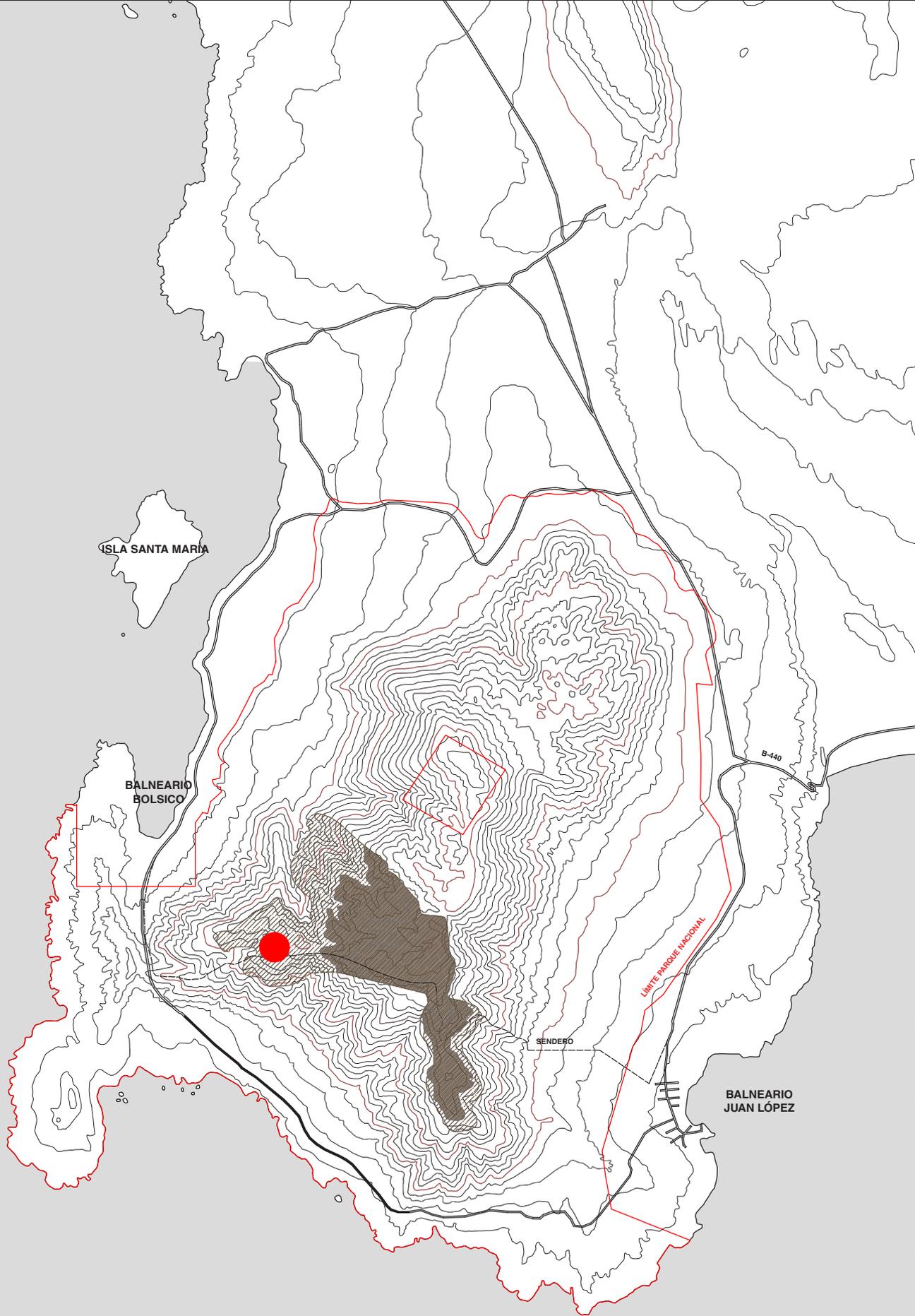
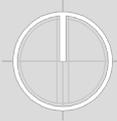
Sendero de la niebla

Siguiendo los lineamientos presentados por la CONAF y diversos estudios realizados sobre Morro Moreno, se propone utilizar el sendero existente, el cual une a través del morro a Bolsico y Juan López. Básicamente, la intervención consiste en revalorizar el sendero, generando miradores que observan la quebrada que irá siendo reforestada en el futuro. El sendero de la niebla es una manera de proteger y delimitar la zona caminable del morro, para evitar el traspaso de los visitantes a las zonas que requieren estudio para ser regeneradas.

Además, para potenciar el carácter de Parque Nacional que posee Morro Moreno, se ubicarán diversos equipamientos relacionados al sector, específicamente en los puntos de acceso al Morro, posicionados en cada balneario. Estos accesos contarán con centros de información y recepción, cafeterías y estacionamientos, todo para ayudar a orientar a los visitantes y a brindarles conocimiento sobre lo que sucede en Morro Moreno.

Si bien, ambos polos turísticos se encuentran en extremos opuestos del morro (oriente y poniente), cada uno es utilizado de manera distinta. Juan López es un balneario turístico que funciona en época estival, mientras que Bolsico, sumado a la isla Santa María, es un sector utilizado a través del año, aunque con mayor intensidad en verano, como lugar de práctica de buceo, deportes acuáticos y como zona de pesca recreativa y productiva. Teniendo en cuenta estos factores, se potenciará la ladera poniente del morro, la cual mira hacia Bolsico, esto sumado a la menor pendiente que posee la ascensión por ese lado.

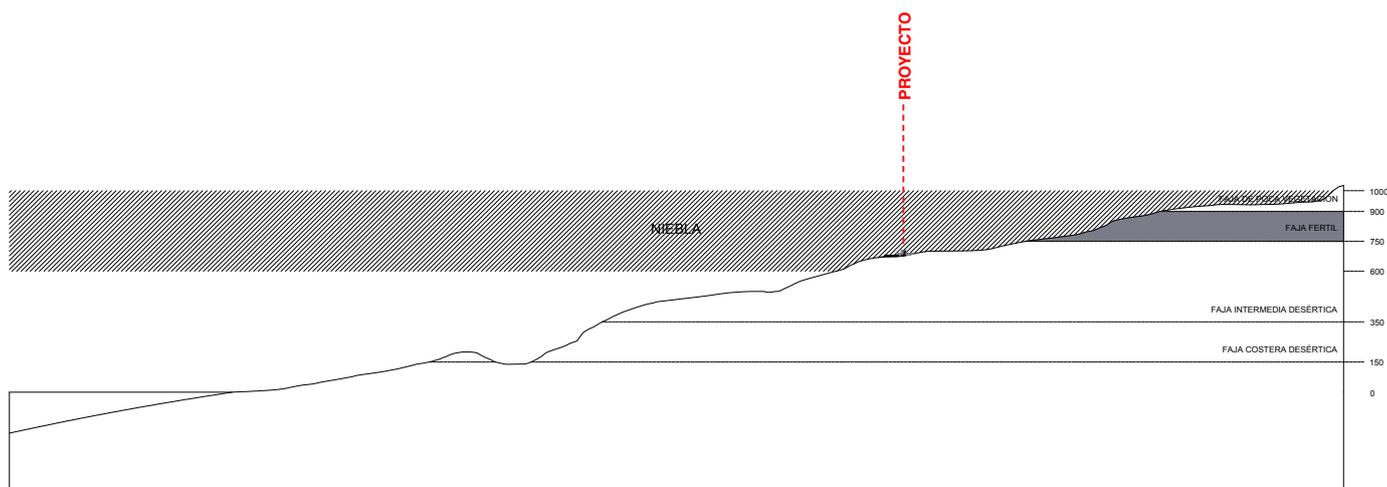
Considerando la dificultad de caminar en medio de la niebla, debido a la baja visibilidad, el sendero debe estar propiamente delimitado, utilizando materiales del lugar, y se posicionarán miradores como zonas de descanso intencionadas. Cada mirador estará construido utilizando las piedras del morro, marcando simples puntos de detención a lo largo del sendero, cada uno apuntando a una vista particular.



-  ZONA DE OBSERVACIÓN ECOLÓGICA
-  FAJA FÉRTIL EN ZONA DE OBSERVACIÓN ECOLÓGICA
-  OBSERVATORIO ECOLÓGICO MORRO MORENO

Emplazamiento específico. Escala 1:75.000. Curvas de nivel cada 50 m.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Propuesta territorial



Corte de la ladera poniente. El proyecto se ubica en la zona donde se posa la nube, pero bajo la faja fértil del morro. Fuente de la imagen: Autoría propia

Emplazamiento específico del proyecto

El Observatorio Morro Moreno se emplaza en la zona donde se posa la nube de camanchaca con mayor constancia. Este sector ha sido delimitado por la CONAF como zona de observación ecológica, pero según Oltremari, Schlegel y Schlatter existe una faja fértil, donde la vegetación es mucho mayor, la cual comienza desde los 750 msnm⁶⁸. Siguiendo estos lineamientos, el proyecto se emplaza al comienzo al principio de la zona de observación ecológica, para poder captar la niebla en plenitud y estudiar el ecosistema en terreno, pero fuera de la faja fértil, para no causar una irrupción en la flora y fauna del morro.

El proyecto formará parte del sendero de la niebla, consolidándose como un punto mirador y centro de conocimiento, funcionando como un hito en el morro que será visible para los visitantes que caminen en medio de la camanchaca. Como parte de este sistema, el proyecto será el punto cero de la regeneración de la ladera poniente del morro, siendo este el mirador que observará desde la altura el cambio en la vegetación del Parque Nacional.

⁶⁸OLTREMARI, SCHLEGEL, y SCHLATTER. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida.

Propuesta arquitectónica

Concepto arquitectónico

Tal como fue mencionado con anterioridad, el agua es un bien fundamental para generar vida en un ambiente inhóspito como es el desierto. En las alturas de Morro Moreno, la vida se produce gracias a la presencia de las nubes de camanchaca, las cuales llevan agua en pequeñas gotas a través del aire.

Entendiendo al agua como pilar fundamental de la vida en el desierto, la propuesta tomará al agua como principal eje para su concepción. La cual servirá tanto para el autosustento del proyecto en el futuro, como para el estudio vegetativo y para la regeneración del ecosistema del morro.

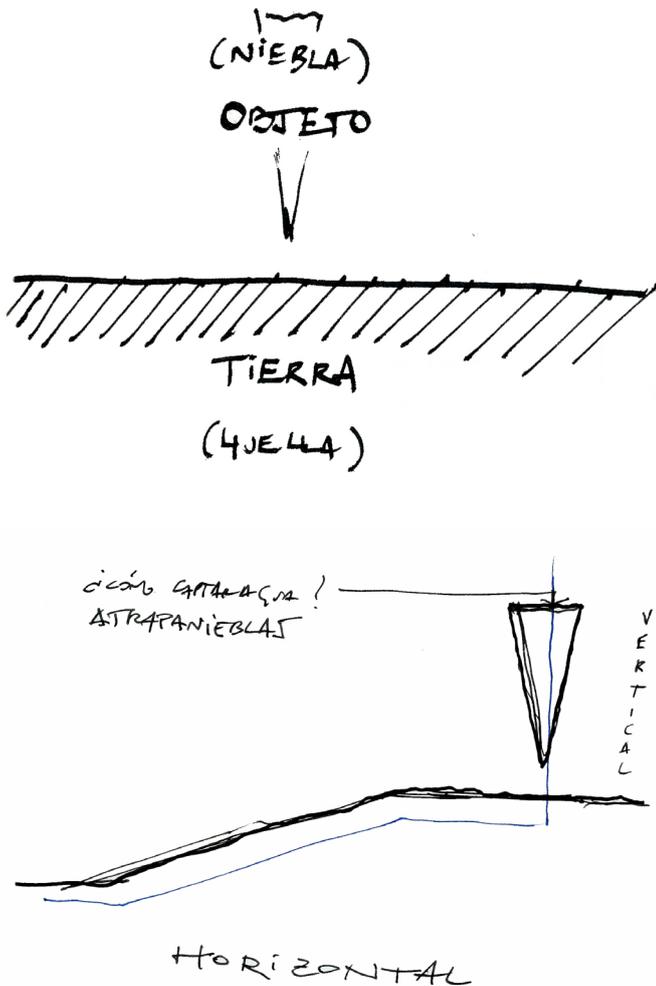
Para esto, el observatorio debe ser capaz de captar el agua de la niebla y luego trasladarla para su uso en forma simple. El proyecto debe ser un mecanismo en sí, que aporte a lograr una espacialidad pensada en unificar la captura y el movimiento del agua a través del morro. La arquitectura será la encargada de brindar un espacio que muestre este proceso, no sólo como un simple suceso técnico, si no como un importante hecho que da vida a todo ecosistema.

¿Cómo captar el agua de la niebla? A través de los atrapanieblas, los cuales han sido utilizados desde los años '60 como captadores de agua desde la camanchaca. A través de distintos tipos y variaciones, los modelos de atrapanieblas han mostrado su eficacia al momento de obtener agua, funcionando como un elemento vertical que se opone al recorrido de la niebla y la captura.

¿Cómo trasladar el agua? A través de la pendiente y la gravedad. El proyecto busca entender el movimiento del agua a través del morro y adaptarlo como la base de la idea arquitectónica. El agua se moverá a través de la pendiente en un curso simple y será la línea que marcará todo el proyecto.

El concepto arquitectónico se basará en el ciclo del agua en Morro Moreno. Tal como lo ha hecho la vegetación existente, el proyecto capturará el agua desde la niebla para luego llevarla a generar vida a medida que sigue su curso. La propuesta tomará el descenso del agua desde la niebla y su huella en el paisaje como directrices conceptuales que orientarán su diseño.

El objetivo es tomar la esencia del lugar, para transformar el paisaje bajo sus propias leyes, sin imponer cánones estéticos de otras latitudes.



Esquemas conceptuales. Fuente de las imágenes: Autoría propia.



Concepto arquitectónico. Fuente de la imagen: Autoría propia.

Propuesta arquitectónica

Antecedentes teóricos

Atrapanieblas

Los atrapanieblas han sido el principal artefacto relacionado a la captura de niebla. En Morro Moreno, el físico Carlos Espinosa ha probado con diversos modelos de atrapanieblas, tratando de buscar las virtudes y falencias de cada uno. El último modelo probado fue el atrapanieblas macrodiamante, del cual existen vestigios en Morro Moreno.

Los atrapanieblas macrodiamante son un tipo de atrapanieblas tridimensional, cuya geometría permite una mayor estabilidad y rigidez frente al viento, a diferencia del modelo más tradicional de atrapanieblas que consiste en un plano que enfrenta al viento, el cual posee dificultades estructurales⁶⁹.

Según Cristian Games, arquitecto que ha trabajado en Morro Moreno en forma académica, los factores a considerar para un atrapanieblas tridimensional óptimo son:

1. **La captación de agua será mejor a mayor altura.** Los docentes de la Facultad de Ciencias Geográficas de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Pilar Cereceda y Horacio Larraín, plantearon que la captación ideal se daría por sobre los 4 metros de altura, según sus experiencias realizadas desde el año 1987.

2. **Situar la mayor cantidad de superficie captadora a mayor altura.** Los atrapanieblas poseen mayor captación en su parte superior, en este sentido, los árboles son excelentes diseños para atrapar la niebla, con el follaje en la cima y un tronco firme y enraizado en su base.

3. **La estructura debe considerar el factor eólico.** Dado que en las zonas de buena captación de niebla los vientos pueden ser de alta velocidad, la estructura del atrapanieblas debe ser lo suficientemente rígida para soportar la carga horizontal del viento.

4. **El anclaje al suelo debe ayudar a solucionar el problema del viento.** Los atrapanieblas deben tener una buena estabilidad y fundación para poder ser rígidos frente a los movimientos eólicos.

5. **Generar distintas capas de captación.** El profesor de la Universidad Católica del Norte, Ricardo Zuleta, al observar las pérdidas por la fuerza del viento de las gotas captadas, experimentó un sistema que consistía en constituir una segunda malla obstáculo para la nube, de manera que las gotas de agua que pasaran de la malla inicial puedan ser rescatadas por esta segunda.⁷⁰

Si bien, el atrapanieblas es un artefacto de captación, a través de la arquitectura sería posible brindarle a este artefacto una espacialidad, el cual puede sumarle una carga más allá de lo funcional. El proceso de captura de agua debe mostrarse como un espacio de alta relevancia, que logre conmovir a todos los que acuden al Observatorio Ecológico Morro Moreno.

Gestión del agua

Los seres humanos han trabajado diversas maneras para trasladar el agua desde fuentes hídricas a territorios áridos y secos. La necesidad del uso y la conservación del agua implican una planificación especial y la invención de sistemas de dispositivos hídricos, uno de los ejemplos claros de esto es el impluvium romano, el cual es un depósito de agua que se situaba en el centro del patio de acceso en las antiguas viviendas romanas. Este depósito era más que un elemento decorativo, ya que era el principal método de obtención de agua para los residentes de cada casa.

La disposición de las cubiertas permitían que todas las aguas lluvias fueran capturadas y canalizadas hacia el centro del patio, donde posteriormente caían hacia el impluvium. Posteriormente, el agua podía ser canalizada hacia cisternas subterráneas. La relevancia del espa-

cio central marcado por un impluvium era tal, que se ha convertido en una característica propia y elemental de la arquitectura romana.⁷¹

Otras técnicas también eran relacionadas al riego y la canalización de las aguas. En Omán, el principal sistema de abastecimiento, desde tiempos antiguos, es el falaj, los cuales se utilizan tanto en agricultura como en usos domésticos. Su estructura principal consiste en un pozo madre, de donde parte un canal principal subterráneo que mueve el agua a través de la gravedad y lleva el flujo a la superficie entre los cultivos o a las viviendas.⁷²

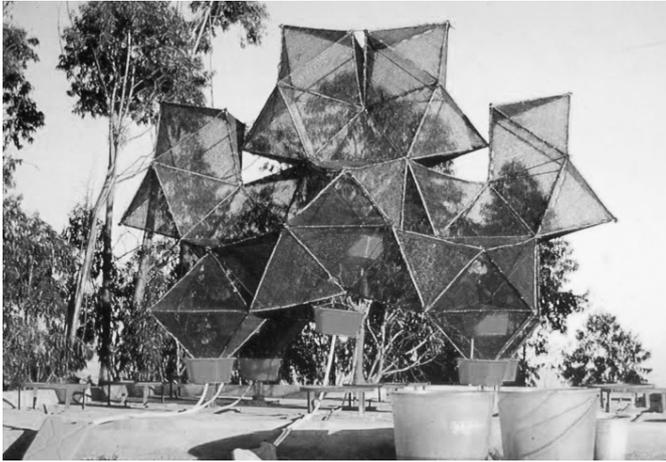
La importancia del agua en zonas en las cuales es de difícil acceso ha sido trabajada a través del tiempo como un punto clave para la supervivencia de los habitantes de estos parajes. El proyecto debe atender en forma similar el abastecimiento del agua y su movimiento, teniendo en cuenta sistemas sencillos y pasivos, tal como el impluvium o el falaj, donde el agua pasa a ser más que sólo un recurso, si no que puede dar una cualidad espacial a la arquitectura y marcar una huella en el paisaje.

⁶⁹GAMES. Instituto de Investigaciones Botánicas para la Reserva Nacional "Morro Moreno".

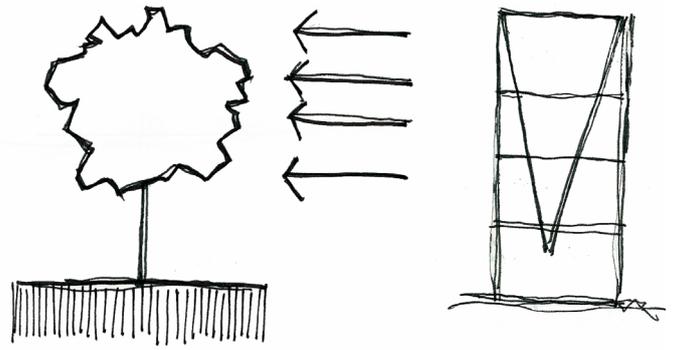
⁷⁰Ibid.

⁷¹PERRING. Domestic Architecture, Roman. En SMITH, CLAIRE. *Encyclopedia of Global Archaeology*.

⁷²TECTÓNICA BLOG. Falaj.



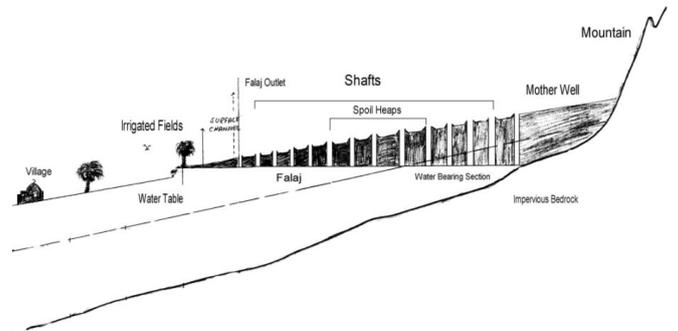
Atrapanieblas macrodiamante de Carlos Espinosa, 1970. Fuente de la imagen: INTEGRADO 2011 ATRAPANIEBLAS. Atrapanieblas. [Modificado por el autor]



Esquema de abstracción de un árbol como posible atrapanieblas. Fuente de la imagen: Autoría propia



Casa romana tradicional con un espacio central y su respectivo impluvium. Fuente de la imagen: SOBRE ITALIA. La Domus romana. [Modificado por el autor]



Sistema Falaj de canalización de agua. Fuente de la imagen: TECTÓNICA BLOG. Falaj.

Propuesta arquitectónica

Estrategias de diseño arquitectónico

A nivel conceptual, el proyecto se divide en dos elementos básicos: los *atrapanieblas*, que formarán un hito vertical que capturará el agua necesaria; y el *observatorio*, que forma parte de la huella horizontal dejada por el curso de agua capturada, y la utilizará para el estudio y la regeneración del paisaje. Para la materialización formal de estos conceptos, fueron propuestas las siguientes estrategias de diseño:

Viento

El correcto funcionamiento del mecanismo de obtención de agua será vital para que la propuesta sea viable. Es por esta razón que la orientación del proyecto completo deberá responder a la dirección del viento en el lugar de emplazamiento, para que los atrapanieblas puedan capturar el agua de niebla en forma eficiente.

Eje de agua

Todo el proyecto seguirá el eje o curso del agua que va descendiendo a través de la pendiente, marcando una huella en el territorio. El volumen formará parte de esta huella, al igual que la intervención paisajística en el morro, donde el agua excedente de los atrapanieblas descenderá por la quebrada, entregando lo necesario para que el morro se vaya regenerando con el tiempo.

Patios

El eje propuesto tendrá estaciones de detención, los cuales serán vacíos o patios con distintos propósitos. El primer patio será el punto de almacenamiento del agua capturada, el segundo consistirá en un jardín de investigación botánica, y el tercero será un patio de descanso para los científicos. Cada uno tendrá una espacialidad distinta y característica, derivada de su función principal.

Cada patio se dispondrá en la pendiente y seguirá el curso del agua, mientras que el programa se adosará a cada uno de estos patios, dependiendo de su función. La volumetría del proyecto surgirá del orden de los patios en el eje.

Volumetría simple y unitaria

En la niebla, los límites se tornan difusos y llevan a una tendencia de confundir formas y figuras. Es por esto que el proyecto deberá poseer una forma simple y total, de pocas líneas, para que pueda ser fácilmente legible incluso en medio de la niebla. De esta manera, el volumen podrá ser entendido como un elemento simple y sintético que responde a su configuración interior y a su función.

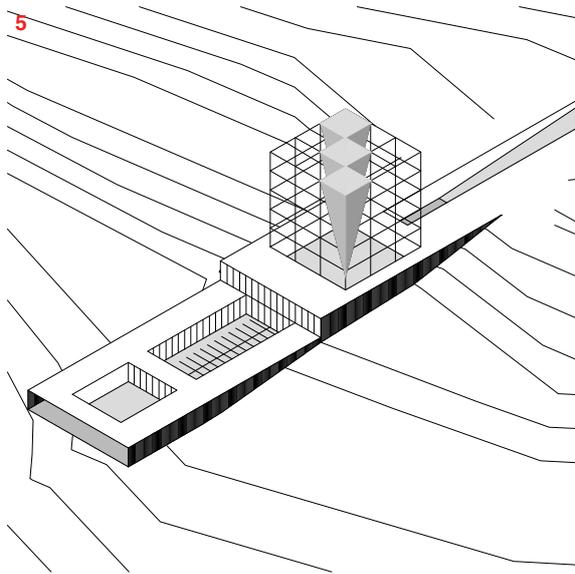
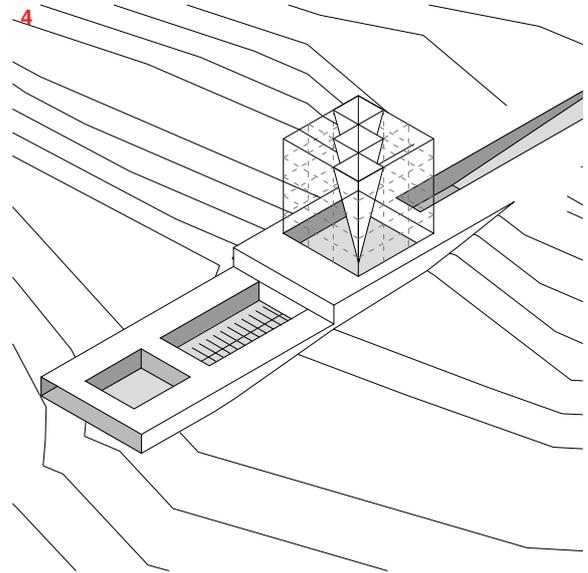
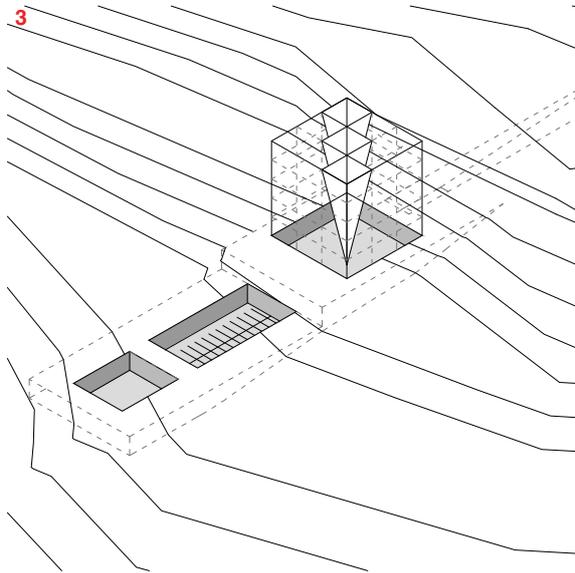
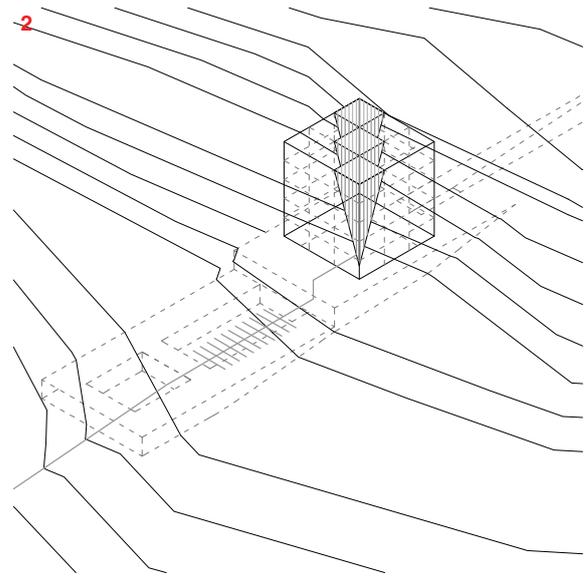
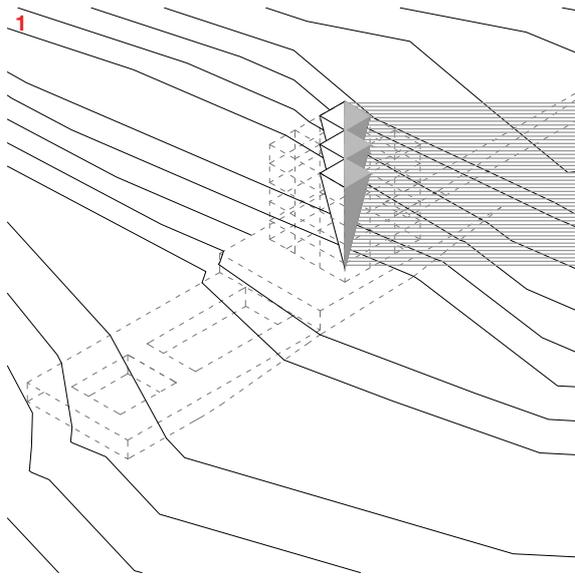
Lenguaje artificial

Si bien, los atrapanieblas son artefactos cuya forma es ajena al lenguaje del desierto, su función está directamente conectada a los elementos del lugar. El proyecto tomará el lenguaje "artificial" de los atrapanieblas, cuyas estructuras de acero dan luces de la historia de la investigación en Morro Moreno.

Austeridad formal

El proyecto prescindirá de todo aquello que no sea esencial. El funcionamiento definirá la volumetría y la estructura y materialidad serán la expresión formal del proyecto, lo que en conjunto marcará la estética total de la propuesta, eliminando elementos innecesarios.

Siguiendo las estrategias expuestas, el Observatorio Ecológico Morro Moreno se podrá entender como un artefacto que regenerará el ecosistema del lugar, siguiendo sus directrices naturales, tales como el viento, el agua y la geografía.



- 1** Orientación respecto al viento
- 2** Camino de agua como eje principal
- 3** Patios como estaciones del eje
- 4** Volumetría a partir de la disposición
- 5** Proyecto materializado

Secuencia de criterios de diseño.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

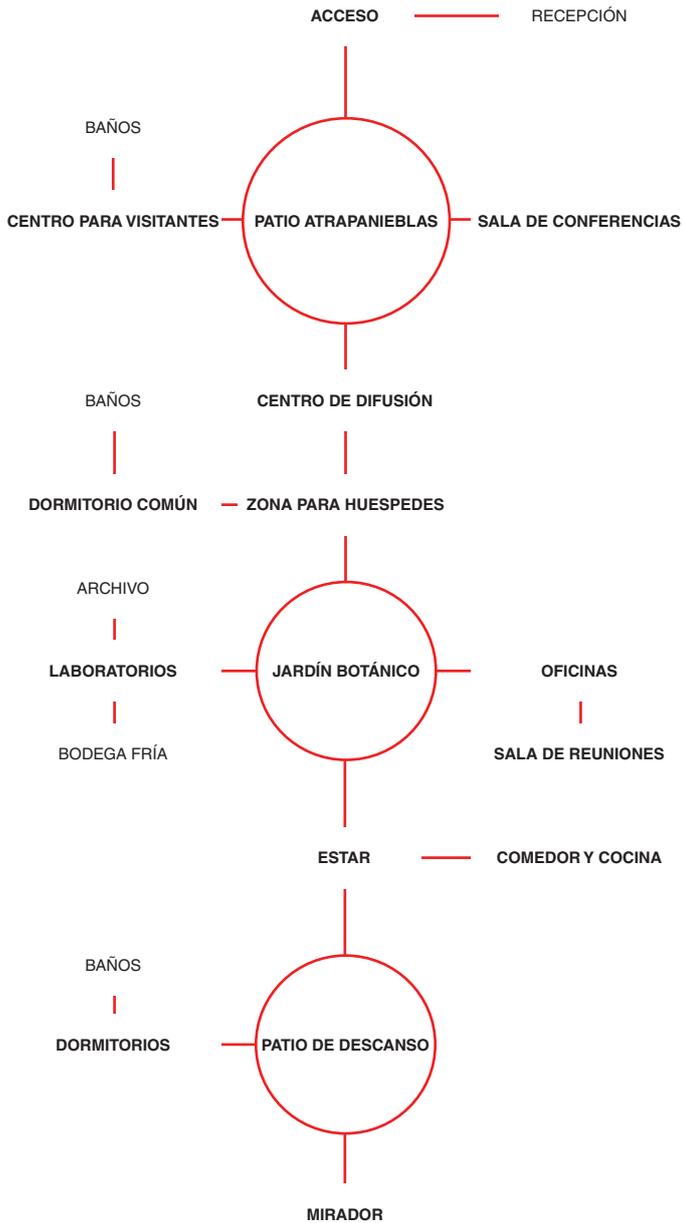
Propuesta arquitectónica

Programa y usuarios

El Observatorio Ecológico Morro Moreno será un centro de investigación y difusión enfocado en la vida que se produce en el particular oasis de niebla en las alturas del morro. El proyecto tendrá dos áreas generales, una relacionada a la investigación, centrado como una zona de mayor privacidad para los científicos y estudiantes visitantes (con su propia área de descanso y habitaciones), y un área de difusión que servirá para los turistas interesados.

En el proyecto podrán residir 12 científicos, los cuales tendrán estancias definidas por sus propias investigaciones, además podrán acceder cursos de estudiantes universitarios relacionados, los cuales podrán aprender en terreno sobre el morro y los avances hechos por el observatorio.

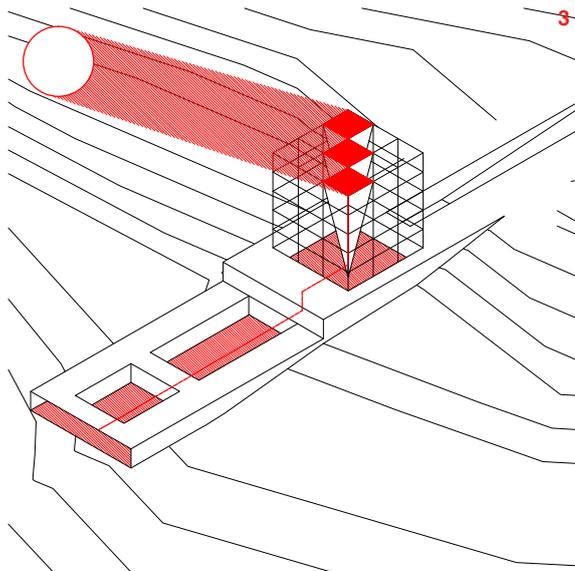
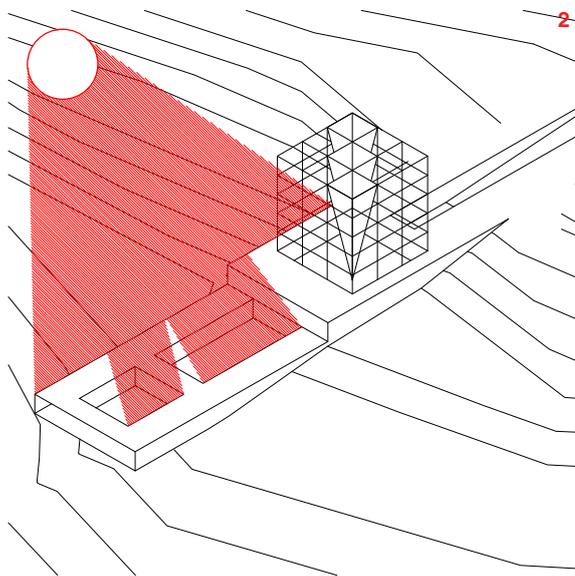
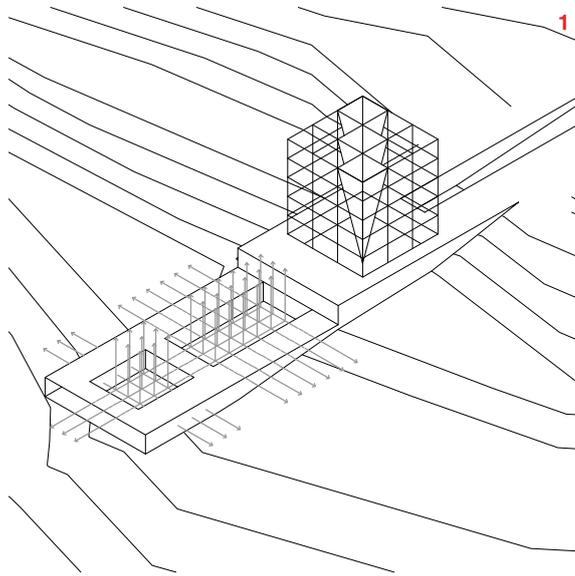
El centro de difusión funcionará como una muestra del conocimiento adquirido por las investigaciones hechas en el lugar y atenderá a los turistas interesados en conocer más sobre la importancia de Morro Moreno.



Esquema de relaciones programáticas. Fuente de la imagen: Autoría propia

CATEGORÍA	RECINTOS	M²	CANTIDAD	TOTALES	SUMATORIA
Pacios	Patio atrapanieblas	566	1	566	1078
	Jardín botánico	244	1	244	
	Patio de descanso	268	1	268	
TOTAL PATIOS					1078
Difusión	Centro de difusión	146	1	146	146
Centro de visitantes	Sala de espera	77	1	77	125
	Baños y camarines	18	2	36	
	Caseta de recepción	8	1	8	
	Baño para personal	2	1	2	
	Bodega	2	1	2	
Conferencias	Sala de conferencias	77	1	77	101
	Sala de proyecciones	8	1	8	
	Acceso a la sala	12	1	12	
	Baño	4	1	4	
Investigación	Laboratorio	42	4	168	289
	Bodega fría	16	1	16	
	Archivo	16	1	16	
	Oficina	16	4	64	
	Sala de reuniones	25	1	25	
Espacios comunes científicos	Cocina y comedor	25	1	25	75
	Sala de estar	50	1	50	
Descanso científicos	Habitación doble científicos	20	6	120	144
	Baño habitación	4	6	24	
Zona para huéspedes	Dormitorio colectivo	35	1	35	170
	Zona de descanso	100	1	100	
	Baños	35	1	35	
Sistemas	Grupo electrógeno	30	1	30	100
	Sala de baterías solares	30	1	30	
	Sala de purificación de agua niebla	20	1	20	
	Sala de tratamiento de agua	20	1	20	
TOTAL VOLUMEN CONSTRUIDO					1150

TABLA 3. Desglose de programa.
Fuente: Autoría propia.



- 1** Ventilación cruzada a través de los patios
- 2** Iluminación natural para todos los recintos
- 3** Energía generada por paneles fotovoltaicos

Criterios de acondicionamiento.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Propuesta arquitectónica

Criterios estructurales y constructivos

Dado que el proyecto se formalizará a partir del lenguaje de los atrapanieblas, su estructura y materialidad también serán extraídas de este artefacto en particular.

Modulación

Toda la estructura se modulará siguiendo la base del largo máximo de un perfil de acero, 6 metros, el cual será utilizado para los atrapanieblas. Esta modulación podrá ser subdividida dependiendo del uso de los recintos, hasta llegar a un mínimo de 1,5 metros entre perfil y perfil. La modulación será un aporte para la rápida construcción de la obra, dado que los perfiles podrán ser llevados al terreno ya dimensionados para luego ser ensamblados en forma rápida.

Esta estructura basada en la repetición marcará un ritmo, tanto en el interior como en el exterior del proyecto, aportando a la expresión estética del mismo.

Estructura resistente

La estructura se basa en marcos rígidos de acero, con placas y aislantes que forman la tabiquería necesaria para separar cada recinto. Los sectores enterrados serán de hormigón armado, el cual actuará en forma de muros de contención y albergará los recintos que corran un mayor riesgo de incendio.

Austeridad de materiales

El acero será el principal material de la obra, la cual tendrá una escasa paleta de materiales y terminaciones simples para poder reducir costos en su construcción. Además, la ligereza del acero hace que sea un material de fácil transporte e instalación. Dependiendo de los factores externos, los perfiles podrán ser tratados de distinta manera. Se utilizará acero corten para los perfiles y placas que queden expuestas al clima exterior, de alta humedad.

Criterios de acondicionamiento y eficiencia energética

Dados los factores climáticos y logísticos del emplazamiento propuesto, es necesario buscar soluciones que permitan la habitabilidad en el lugar a través de sistemas pasivos y criterios de autosuficiencia energética.

Humedad

En Morro Moreno, la camanchaca produce un ambiente de alta humedad, lo cual puede desgastar los materiales constructivos con mayor rapidez. Para combatir este problema, todos los recintos recibirán luz solar directa, ya sea a través de la fachada norte del edificio, como a través de los patios. Además, la ventilación cruzada se dará en los recintos, los cuales podrán abrirse hacia el exterior y hacia los patios.

Viento

El proyecto se encuentra a nivel de tierra, donde sólo sobresalen los atrapanieblas, esta estrategia de diseño permite que el viento sea aprovechado para la captura de agua niebla, pero que no sea un problema mayor en la habitabilidad de la edificación.

Radiación solar

Se utilizará una doble piel de grating industrial hecho con acero corten, la cual servirá como tamiz en las zonas de alta radiación solar, como la fachada norte del edificio. Esta piel también podría capturar agua niebla, debido a la condensación de la misma, y al caer al suelo, generar el crecimiento de vegetación bajo la fachada.

Gestión del agua

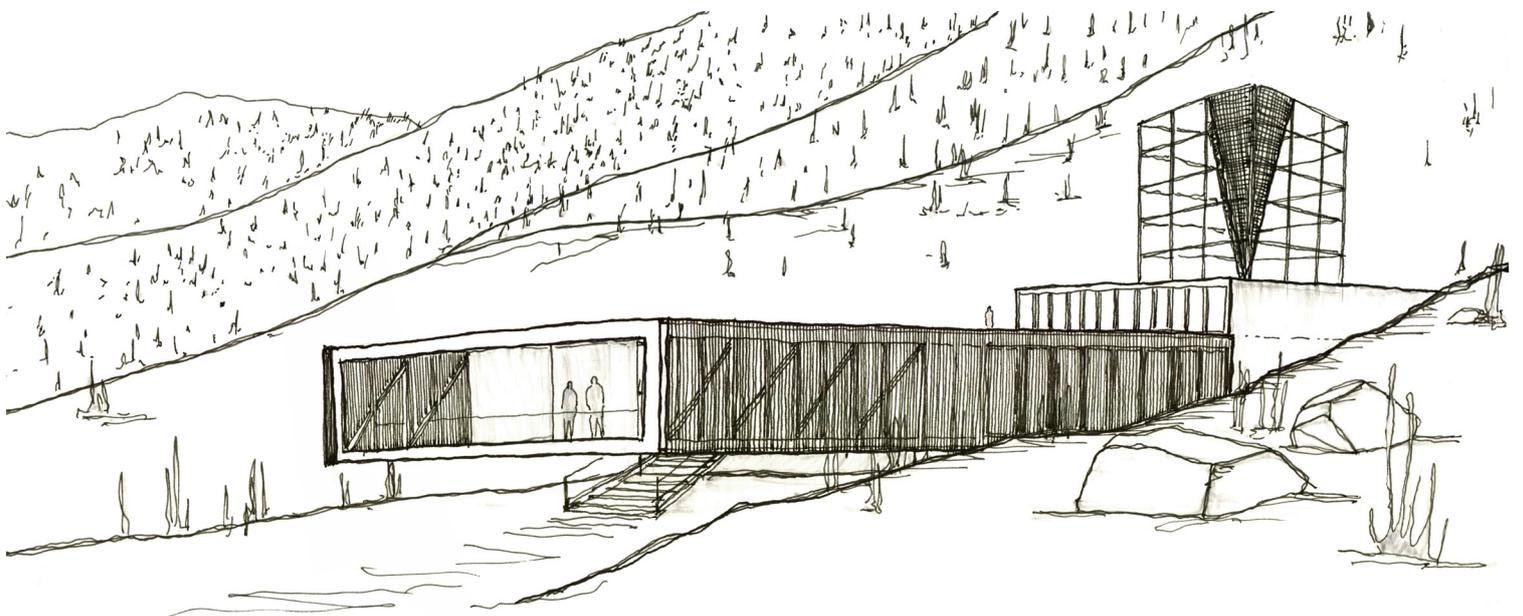
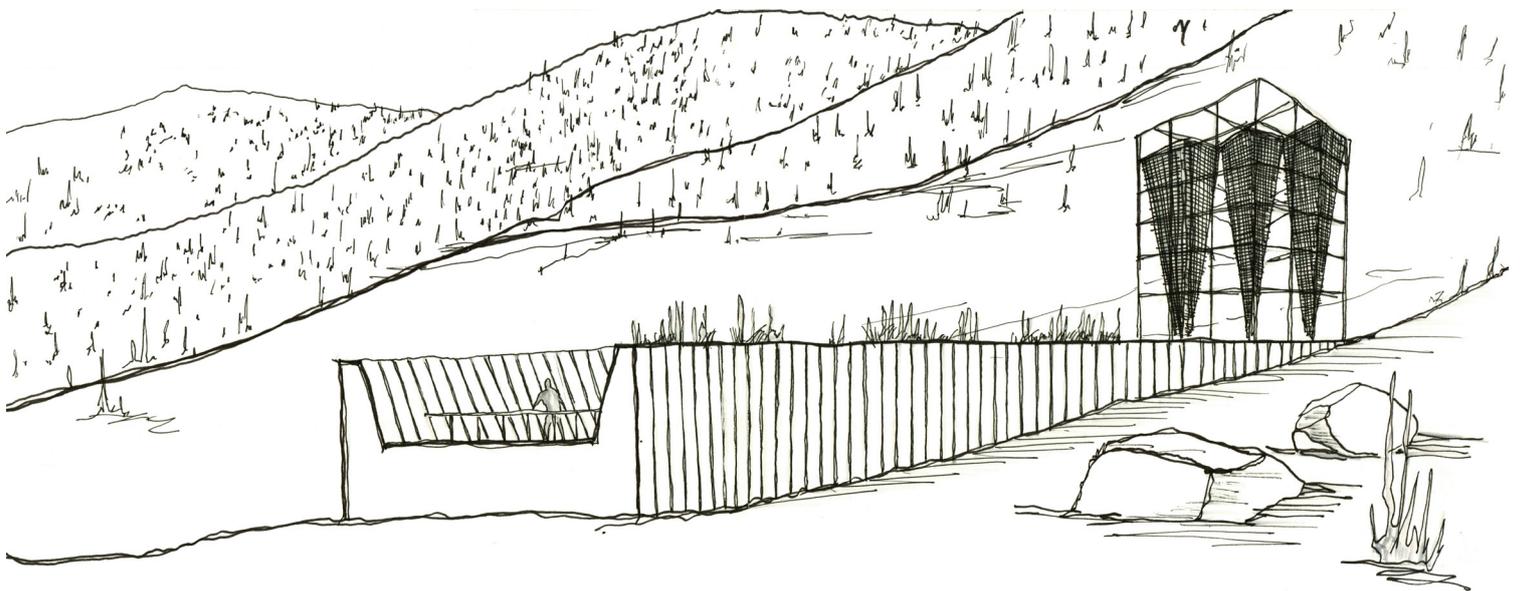
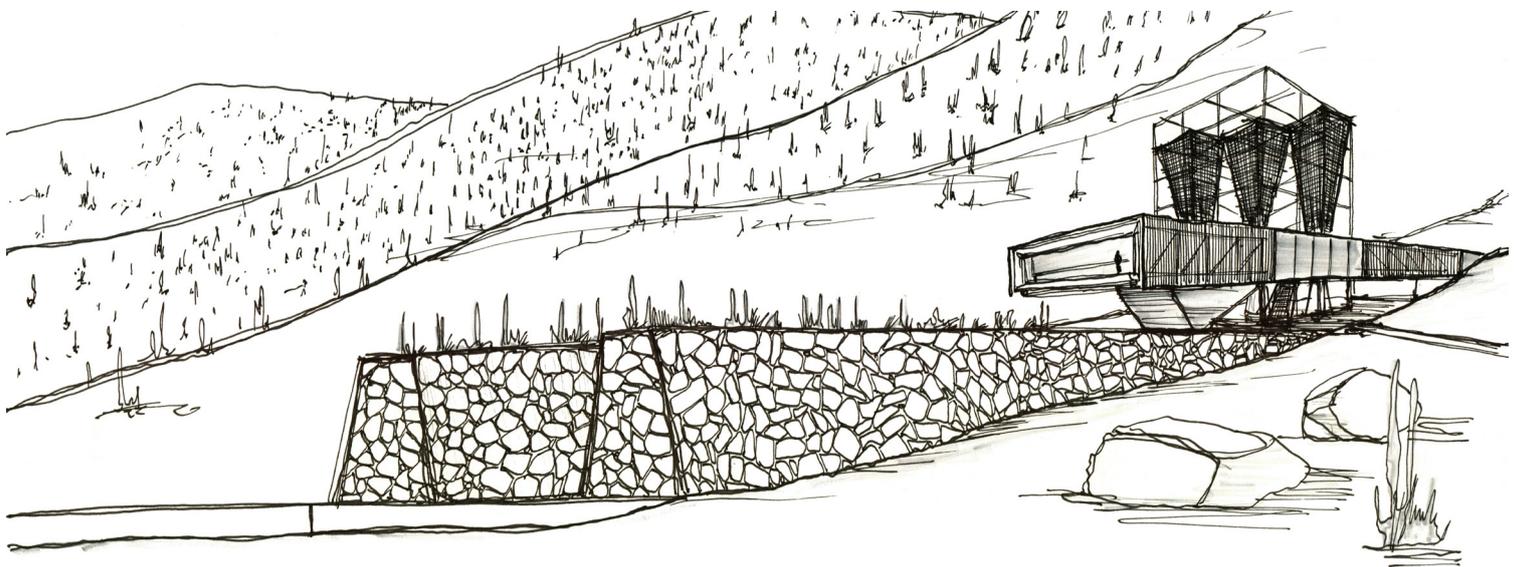
El agua será capturada por los atrapanieblas, para los cuales se utilizará una nueva malla de acero inoxidable que se encuentra en desarrollo por las universidades MIT y PUC⁷³, la cual posee una mejor eficiencia y resistencia que la tradicional malla raschel utilizada para la captura de agua.

Por otra parte, el agua utilizada será reciclada para ser reutilizada como aguas grises, mejorando la eficiencia de la gestión hídrica en el proyecto.

Generación de energía

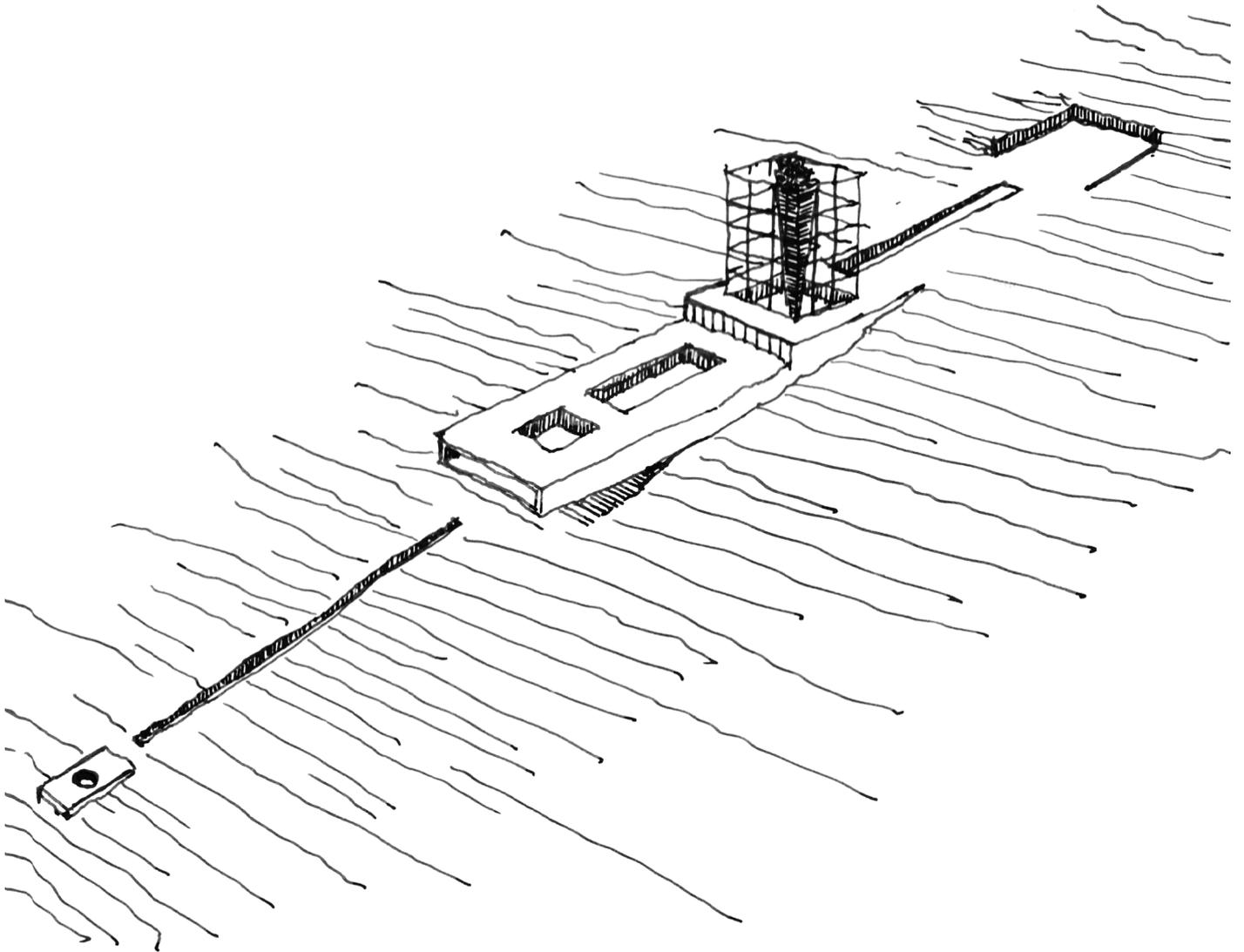
Se dispondrán paneles fotovoltaicos en la parte superior de los atrapanieblas, los cuales abastecerán con energía a todo el edificio. En caso de emergencia o fallos, el proyecto contará con un grupo eléctrico basado en combustibles fósiles.

⁷³GONZÁLEZ, CARLOS. UC y MIT crearán nueva generación de atrapanieblas.



Croquis del proceso.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Proceso de diseño

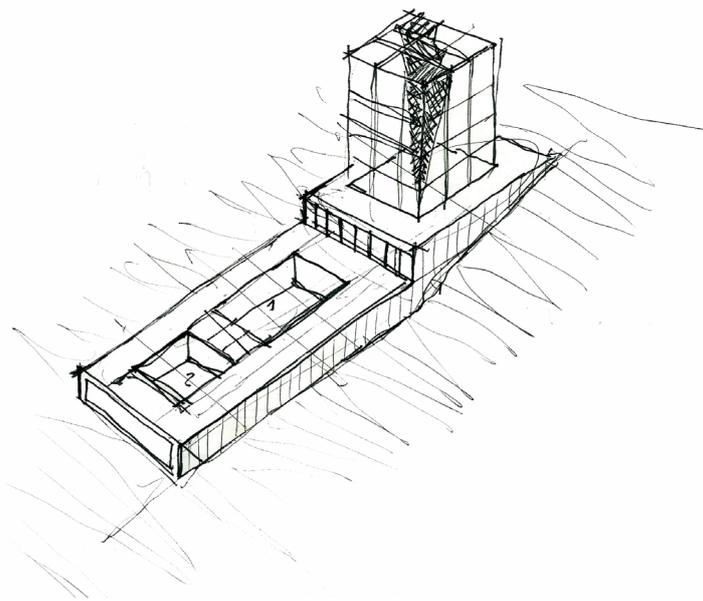
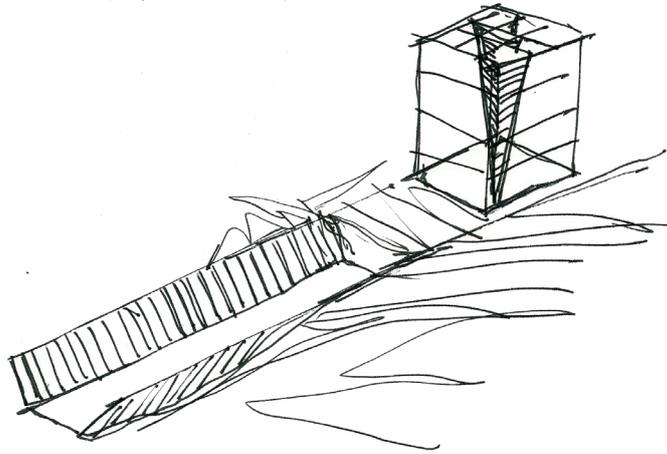
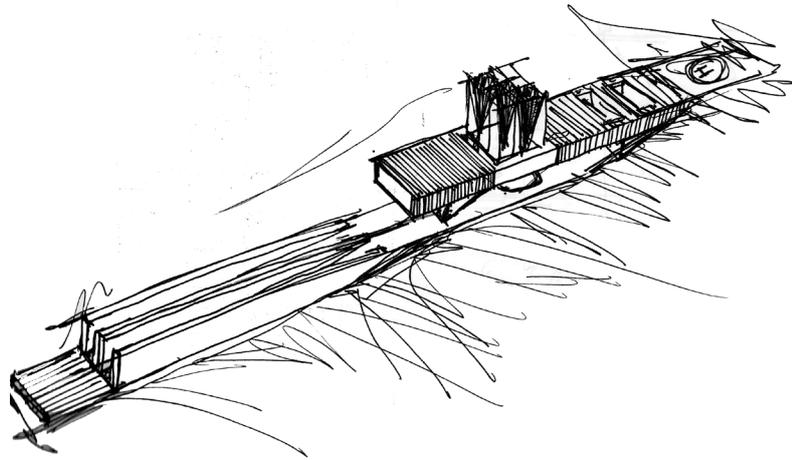


Croquis del proyecto.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

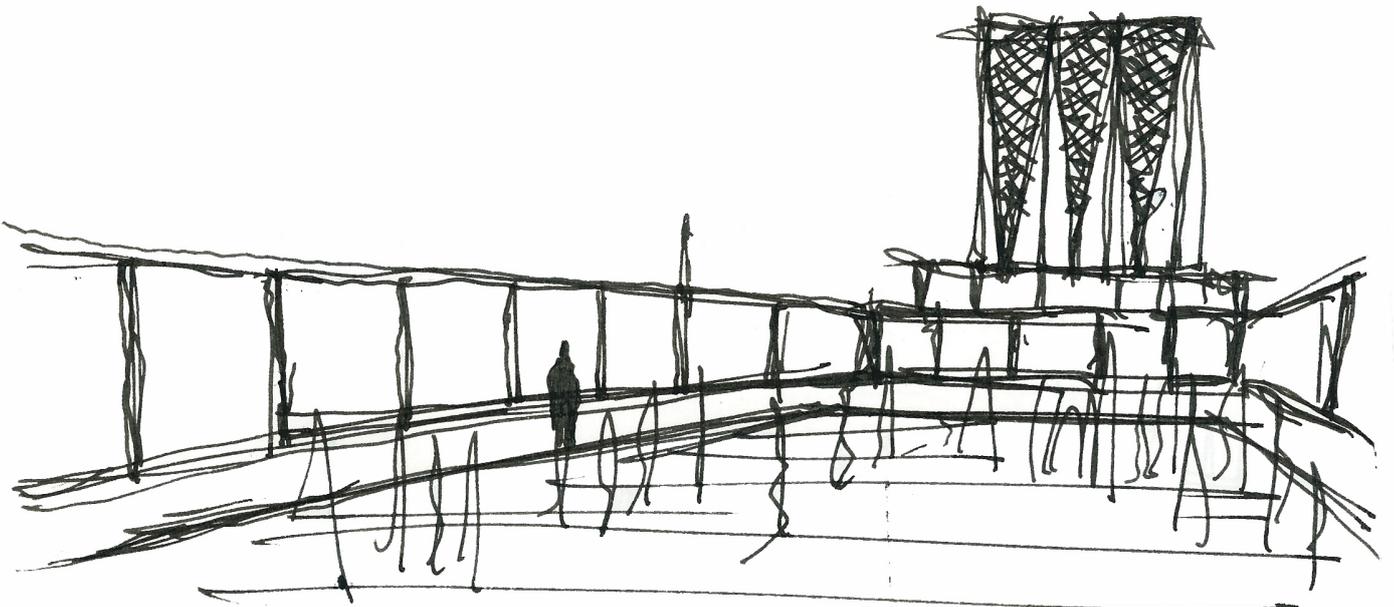
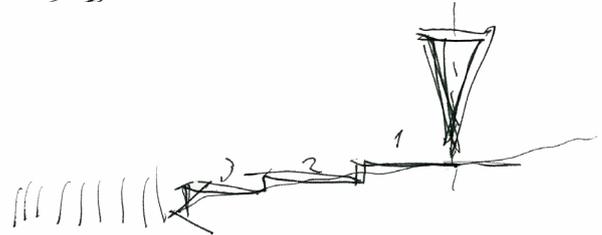
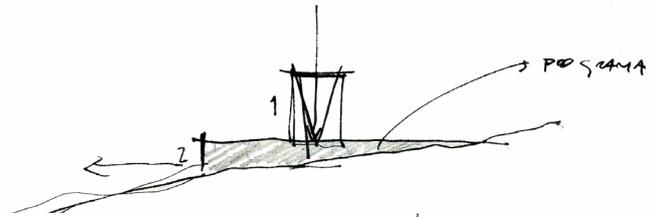
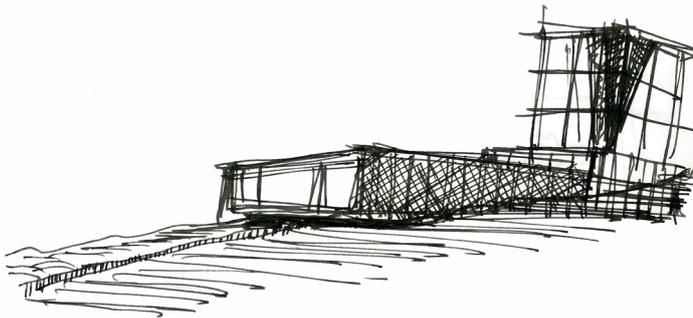
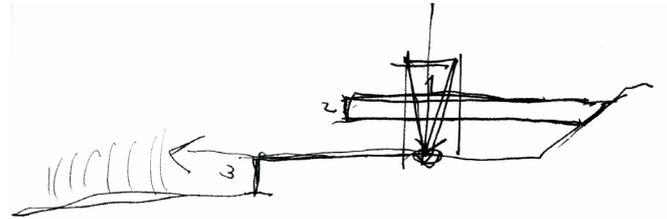
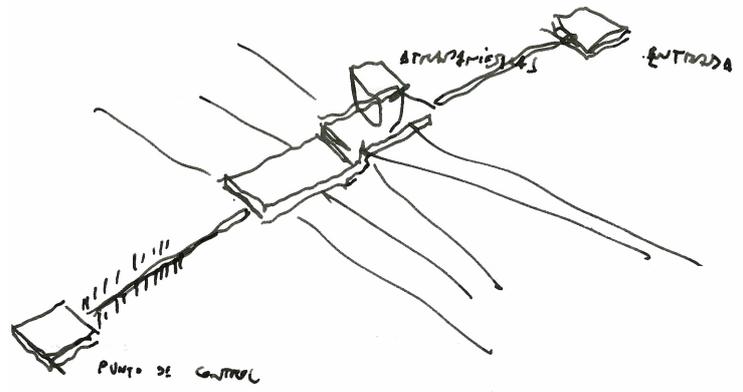
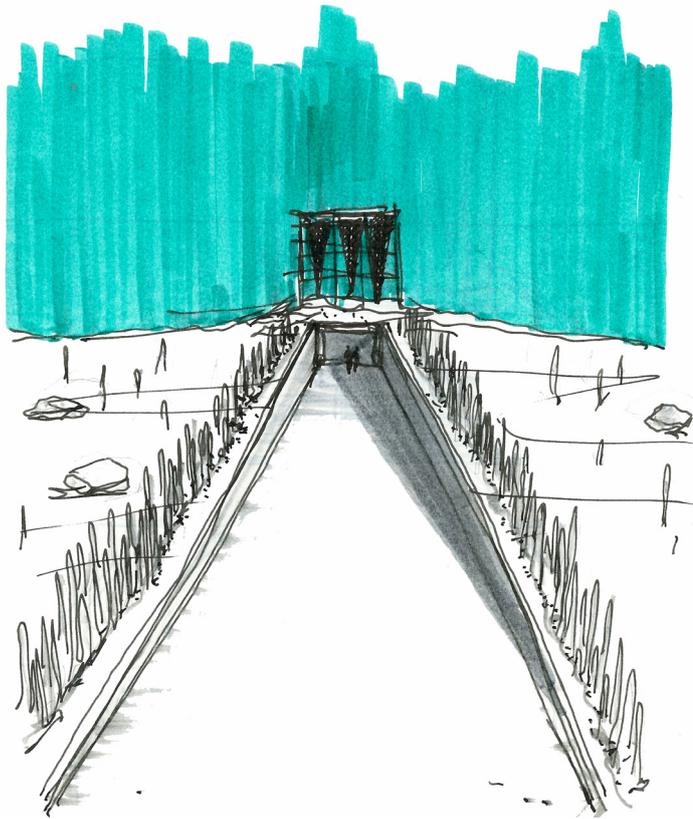
Reflexiones sobre el proceso de diseño

El proceso de diseño arquitectónico no posee un orden específico. No es lineal, ni cíclico, ya que es un recorrido que va y vuelve dependiendo de las circunstancias del autor, de las influencias externas, del conocimiento adquirido a través del tiempo, entre otros factores. Es por esta razón, que ciertas ideas que parecen haber sido descartadas, pueden volver a tomar relevancia en el proyecto, o que ciertos cambios nuevos en la propuesta no siempre suponen una mejora o un avance.

En el caso del presente proyecto, si bien la idea general y el concepto arquitectónico siempre se mantuvieron, la manera de llevarlo a cabo ha ido cambiando a través del proceso del título. En un principio, los primeros diseños fueron llevados a cabo basados principalmente en una búsqueda plástica y estética, siguiendo lineamientos básicos de la propuesta. A medida que avanzó el año, mientras más variables concretas se iban sumando a la investigación hecha, el proyecto comenzaba a tomar un peso real, considerando una mayor cantidad de factores reales, los cuales ayudaron a que pasara de una idea llevada solamente por la geometría, a un proyecto orientado por el funcionamiento, por la geografía y por el contexto en el cual se emplaza, lo que se sumó a la búsqueda formal realizada.



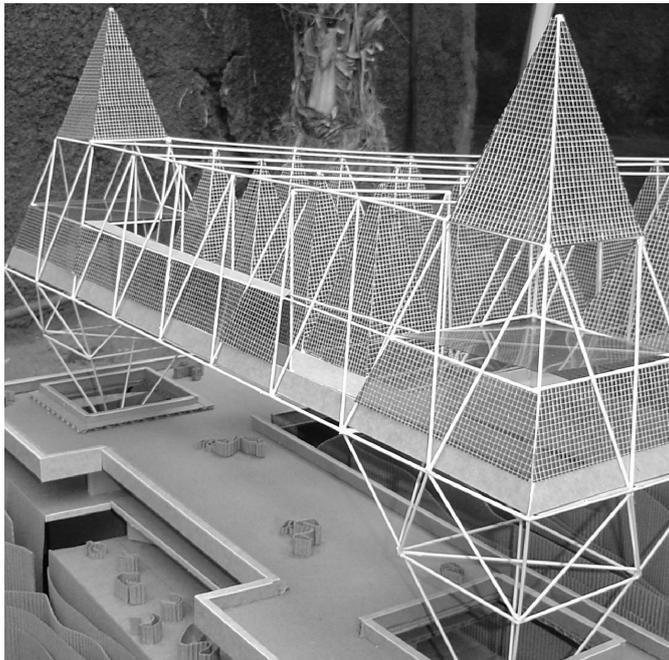
Croquis del proceso.
Fuente de la imagen: Autoría propia.



Croquis del proceso.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Proceso de diseño

Referentes revisados



CRISTIAN GAMES
INSTITUTO BOTÁNICO MORRO MORENO

Además del estudio del lugar y la similitud del programa, el proyecto presente fue un interesante apoyo en la manera de abordar los atrapanieblas como elementos monumentales capaces de configurar espacialmente una propuesta.

Fuente de la imagen: GAMES. *Instituto de Investigaciones Botánicas para la Reserva Nacional "Morro Moreno"*.



LÍA ALIAGA CASTILLO
JARDÍN DE NIEBLA

El jardín de niebla es un extenso estudio de los distintos tipos de atrapanieblas y las capacidades que tienen para modificar el paisaje de Alto Patache.

Fuente de la imagen: ALIAGA. Jardín de Niebla: Infraestructuras permanentes para un paisaje versátil.



LOUIS KAHN
SALK INSTITUTE

El agua como eje principal de la propuesta. Esta obra fue un interesante aporte para observar cómo el camino del agua puede ser el elemento principal de un proyecto, configurándolo en plenitud.

Fuente de la imagen: PLATAFORMA ARQUITECTURA. Clásicos de Arquitectura: Salk Institute / Louis Kahn



SEAN GODSELL
GLENBURN HOUSE

Emplazado en el desierto australiano, la casa Glenburn es un ejemplo de una volumetría simple en un paisaje complejo. Su monolitismo y la elección de sus materiales también fueron importantes para el proceso de diseño del proyecto.

Fuente de la imagen: ARCHDAILY. Glenburn House / Sean Godsell.



GUN ARQUITECTOS
WATER CATHEDRAL

La catedral del agua es un potente ejemplo de la capacidad de la arquitectura para convertir un elemento repetitivo en un espacio sensorialmente atractivo, cargado de una atmósfera muy particular.

Fuente de la imagen: WEBB. Urban spaces by GUN Arquitectos and Eduardo Castillo.



FUJIKO NAKAYA
VEIL

Al cubrir con niebla artificial la Glass House de Philip Johnson, se logra leer sus líneas no como un volumen total, si no como un elemento de límites difusos. Este estudio de arquitectura en la niebla fue de gran relevancia para el proyecto.

Fuente de la imagen: ARCHDAILY. Artist Fujiko Nakaya Shrouds Philip Johnson's Glass House in Fog.



HWKN
WENDY

Wendy es una obra cuyo propósito es limpiar el aire cercano, gracias a la tecnología del material empleado. Este proyecto fue relevante como una observación de cómo un elemento "productivo" puede generar una forma y espacialidad expresiva.

Fuente de la imagen: ARCHDAILY. Wendy Opens at MoMA PS1 / HWKN.



RICHARD LONG
WALKING LINE MADE IN PERU

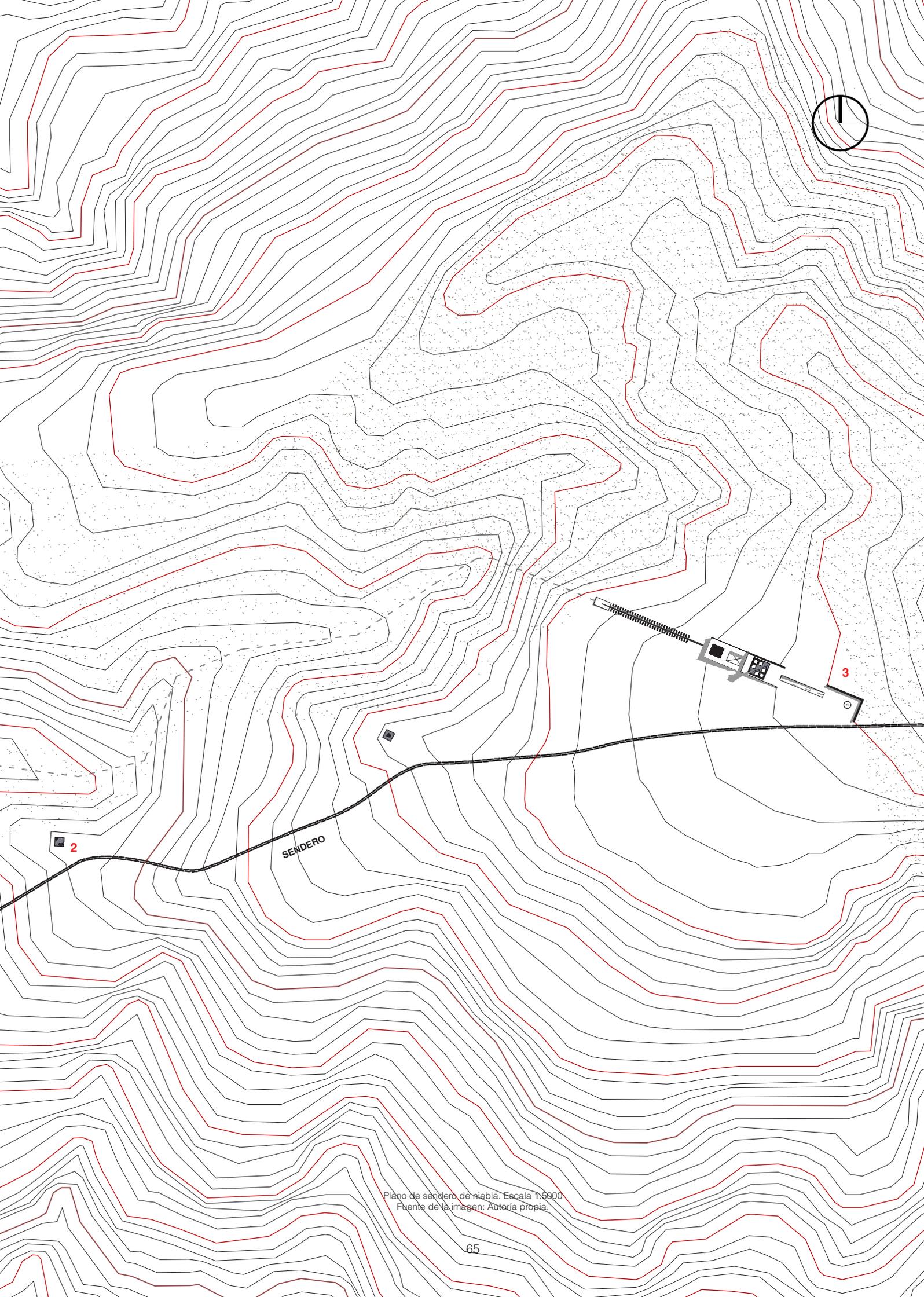
Esta obra, al igual que otras de Land Art del mismo autor, fueron importantes para abarcar la intervención en el paisaje que causaría el proyecto.

Fuente de la imagen: LONG. Sculptures.

Proyecto



- 1 Caseta/CONAF / Estacionamientos
- 2 Miradores
- 3 Observatorio ecológico Morro Moreno

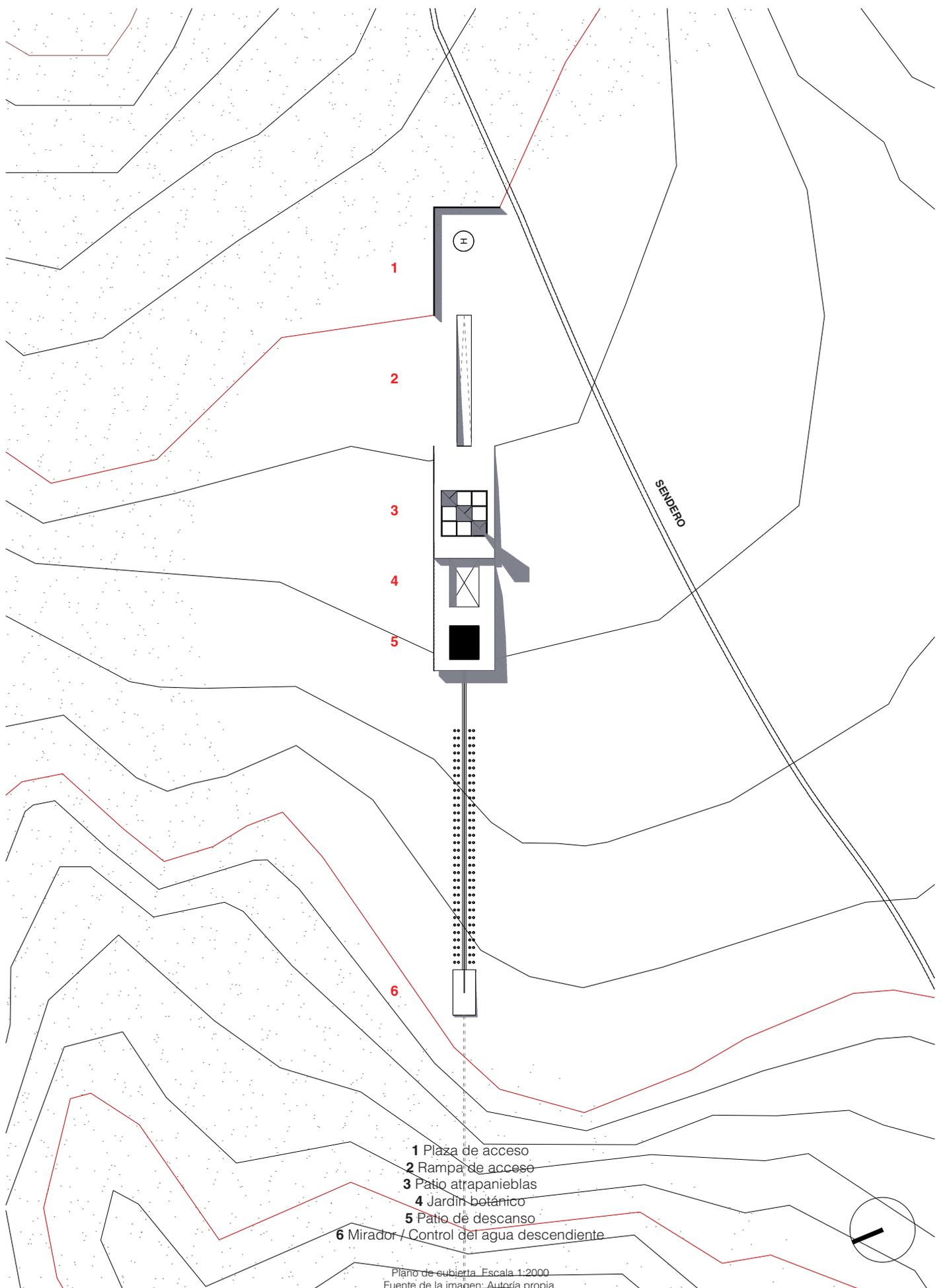


2

SENDERO

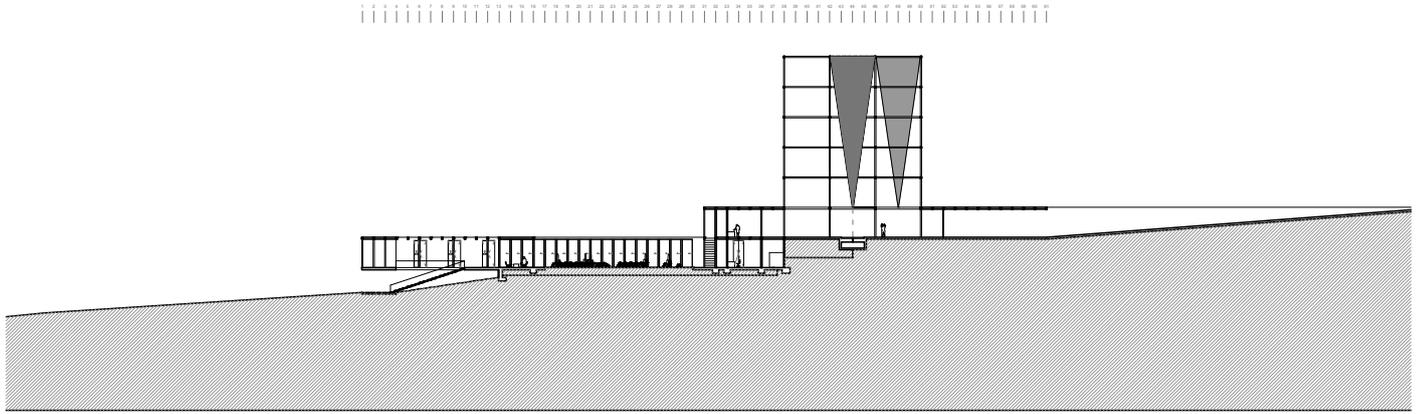
3

Plano de sendero de niebla. Escala 1:5000
Fuente de la imagen: Autoría propia.

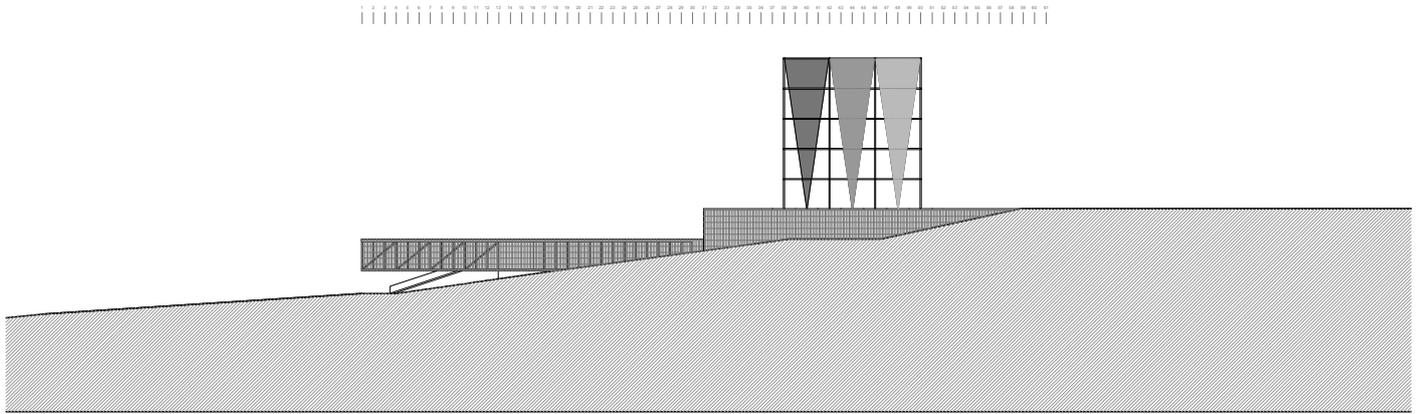


- 1 Plaza de acceso
- 2 Rampa de acceso
- 3 Patio atrapanieblas
- 4 Jardín botánico
- 5 Patio de descanso
- 6 Mirador / Control del agua descendiente

Plano de cubierta Escala 1:2000
 Fuente de la imagen: Autoría propia.

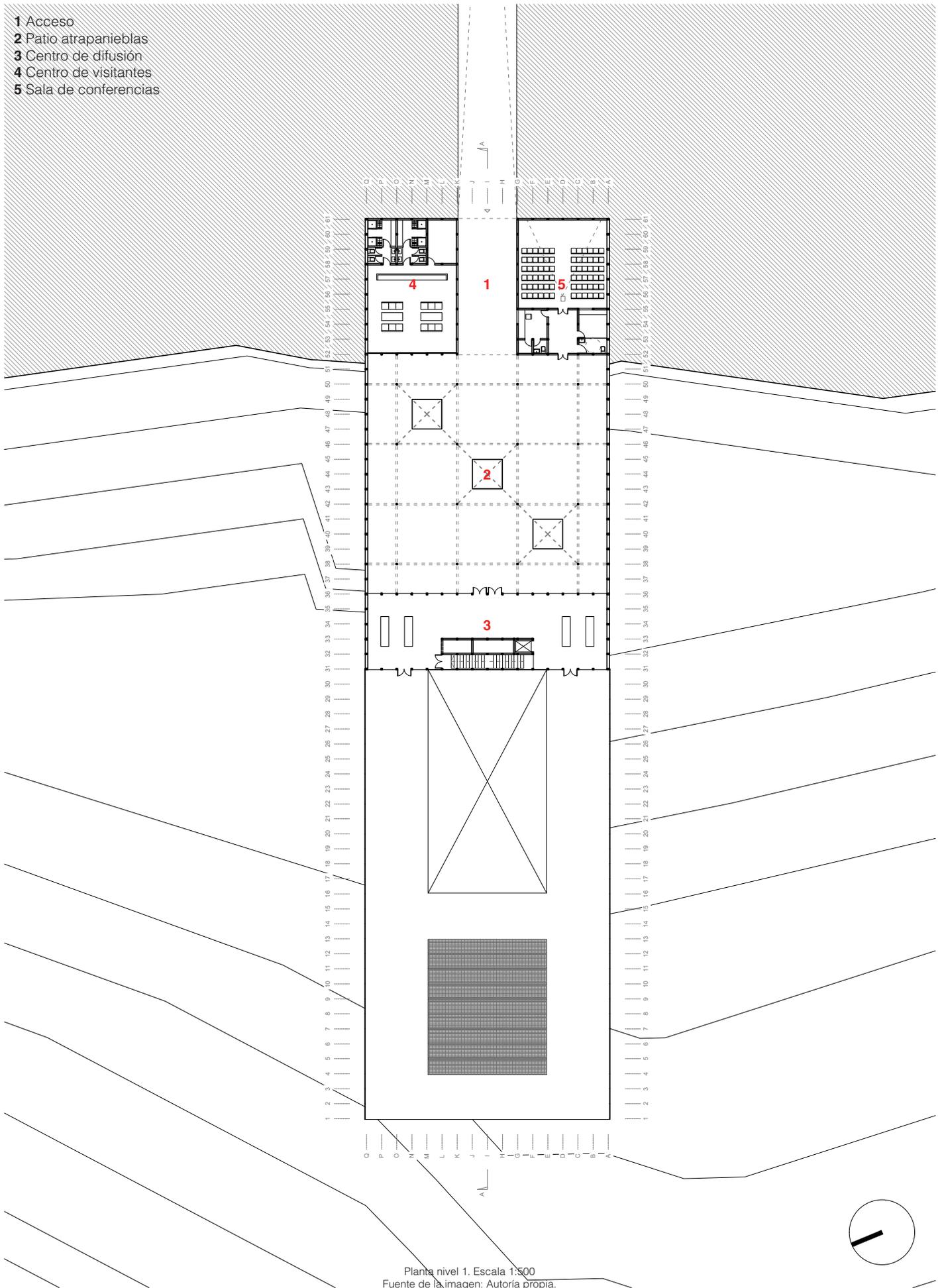


Corte longitudinal AA'. Escala 1:1000
Fuente de la imagen: Autoría propia.



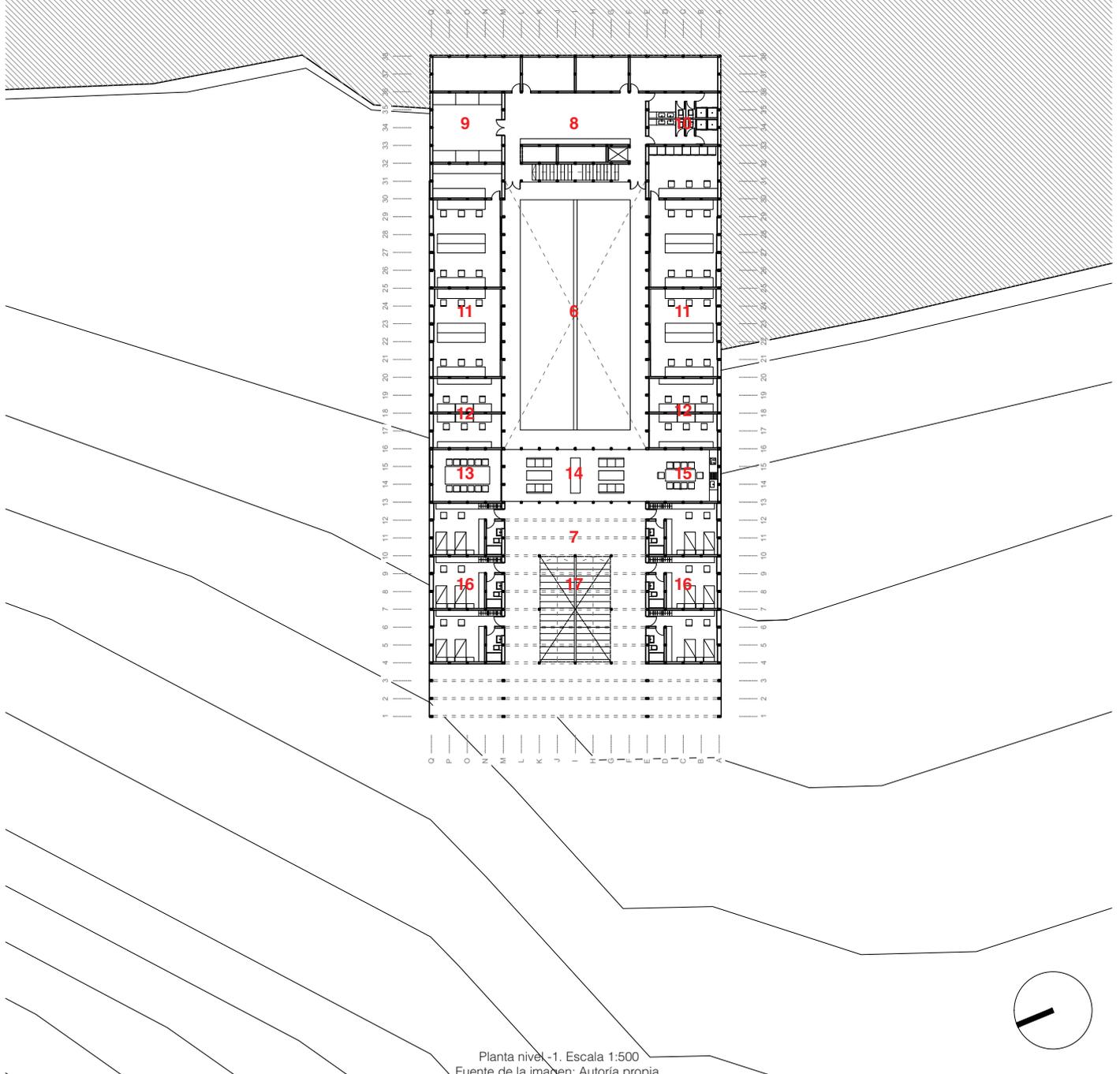
Elevación sur. Escala 1:1000
Fuente de la imagen: Autoría propia.

- 1 Acceso
- 2 Pátio atrapanieblas
- 3 Centro de difusión
- 4 Centro de visitantes
- 5 Sala de conferencias



Planta nivel 1. Escala 1:500
Fuente de la imagen: Autoría propia.

- 7 Jardín botánico
- 8 Patio de descanso
- 9 Dormitorio visitantes
- 10 Camarines
- 11 Laboratorios
- 12 Oficinas
- 13 Sala de reuniones
- 14 Estar
- 15 Cocina y comedor
- 16 Habitaciones
- 17 Escalera a mirador inferior



Planta nivel -1. Escala 1:500
Fuente de la imagen: Autoría propia.

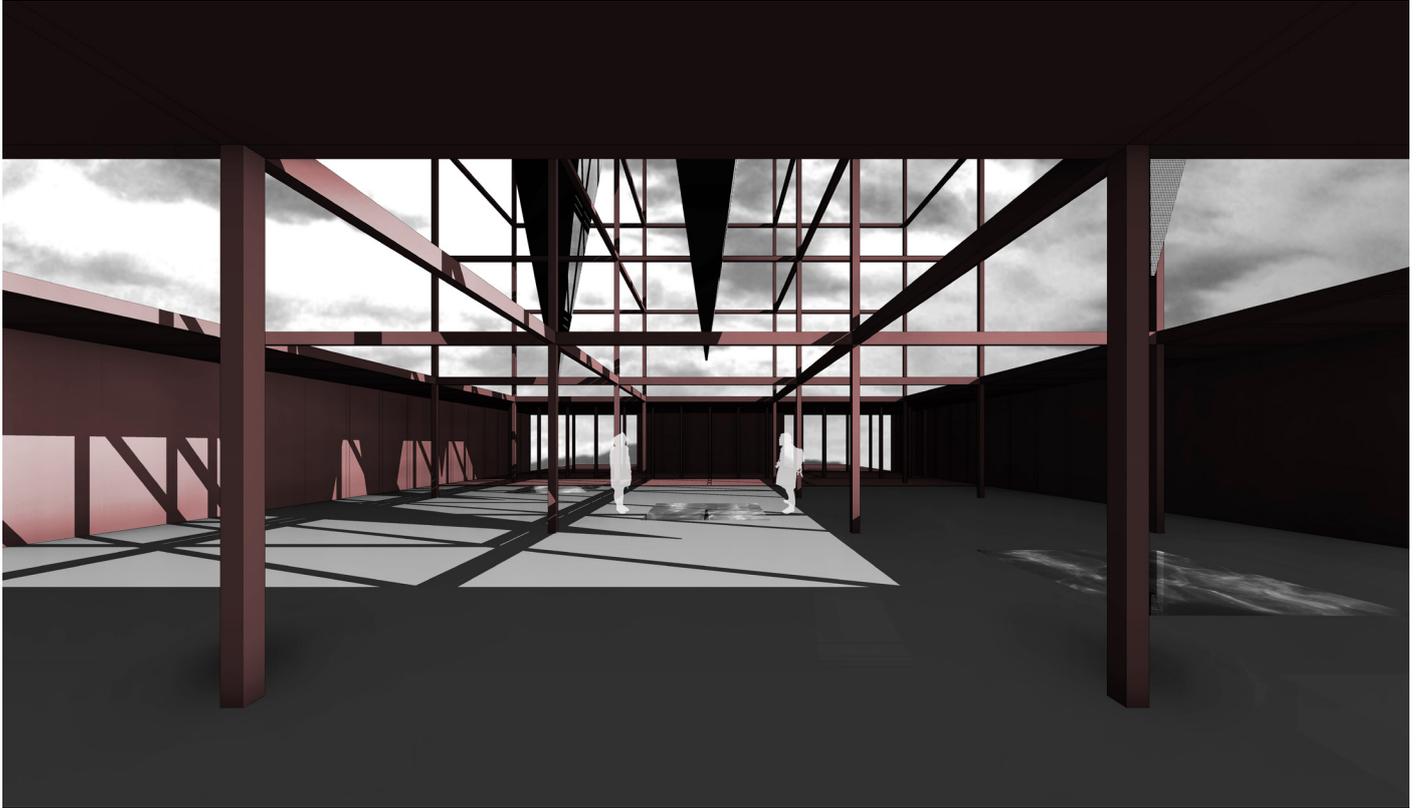




Vista desde plaza de acceso.
Fuente de la imagen: Autoría propia.



Vista desde cubierta.
Fuente de la imagen: Autoría propia.



Patio atrapanieblas desde el acceso.
Fuente de la imagen: Autoría propia.



Vista general del volumen.
Fuente de la imagen: Autoría propia.

Gestión

El Observatorio Morro Moreno es un proyecto que busca incentivar el conocimiento en general sobre la vida en el desierto costero, por lo que es algo de relevancia regional, lo que conlleva a la integración de organismos estatales y también privados para su gestión general.

Actualmente, la CONAF es la entidad administradora del Parque Nacional Morro Moreno, por lo que se propone que se mantenga como el agente administrador del proyecto, quien otorgará permisos, concesiones, entre otros.

En términos económicos, se podrían aunar esfuerzos de distintos ámbitos, primero pidiendo fondos estatales, como un fondo nacional de desarrollo regional, sumado a fondos de las universidades que han trabajado en la zona, las cuales son la Universidad de Antofagasta y la Universidad de Chile, las cuales han trabajado en el plan de manejo del parque hasta la actualidad⁷⁵ y también fondos de empresas mineras de la región, las cuales han financiado diversos proyectos de distintos ámbitos (mejoras urbanas, espacios culturales, equipamientos, etc.). Todas estas instituciones podrían sustentar económicamente la infraestructura del observatorio y el equipamiento relacionado.

Sobre el costo del proyecto en sí, cabe destacar que es una obra de terminaciones austeras y bajo costo de mantenimiento considerando su materialidad. Su precio se estima entre 25 a 30 U.F. por m², tomando como referencia los costos de construcción de los campamentos mineros, de una arquitectura similar (ver tabla 4).

Para los trabajos relacionados al paisaje, como la delimitación del sendero y la construcción de los miradores, la CONAF puede promover la generación de empleos temporales para jóvenes o también voluntariados. Los arreglos paisajísticos son una fuerte oportunidad para que la gente sea protagonista en la transformación del morro, dándole a este un sentido de pertenencia dentro del colectivo de las ciudades cercanas.

Con respecto al funcionamiento del proyecto una vez que se encuentre operativo, se propone utilizar el modelo que usan los observatorios astronómicos de la II Región. Los investigadores que se deseen utilizar las instalaciones deberán postular a la organización encargada, la cual estará compuesta por las dos universidades mencionadas, para poder tener una estadía en el observatorio. Estas estadías podrán ser dadas a centros de investigaciones que posean convenios, los cuales se basarán en fondos para financiar el funcionamiento y la mantención del proyecto a través del tiempo. Además, se podrán dictar conferencias y seminarios relacionados a los estudios del observatorio, los cuales servirán como una fuente de ingreso adicional.

Además, es importante señalar que el proyecto es autosustentable en materia de energía y logra satisfacer su demanda hídrica, dado que sus atrapanieblas pueden captar más de 4.400 litros de agua al día (ver tabla 5), lo que satisface ampliamente el consumo diario de sus residentes y visitantes. Por otra parte, no hay mayor ocupación que los científicos que residirán en el observatorio, los cuales tienen todas las comodidades en el proyecto, y los guardaparques de CONAF podrán alojar en sus respectivas estaciones, ubicadas en los accesos al morro, propuestos en Bolsico y Juan López. Este formato de alojamiento es bastante austero, autosuficiente y minimiza los costos de transporte para sus usuarios.

	m ²	Kg/m ²	Precio Kg (pesos chilenos)	Total
--	----------------	-------------------	-------------------------------	-------

Atrapanieblas	1980	25	2500	123.750.000
----------------------	------	----	------	-------------

	m ²	U.F./m ²	Precio UF ⁷⁴ (pesos chilenos)	Total
--	----------------	---------------------	---	-------

Volumen construido	820	30	24283	597.361.800
---------------------------	-----	----	-------	-------------

Patios	1080	2	24283	52.451.280
---------------	------	---	-------	------------

Espacios subterráneos	330	10	24283	80.133.900
------------------------------	-----	----	-------	------------

Total (pesos)				853.696.980
----------------------	--	--	--	--------------------

Total (U.F.)				35.156
---------------------	--	--	--	---------------

TABLA 4. Presupuesto de la obra. Fuente: Autoría propia.

Agua niebla L/m ² /Mes	Agua niebla L/m ² /Día	Cantidad malla captadora m ²	Total L/Día
--------------------------------------	--------------------------------------	---	----------------

363,3	12,1	363,96	4403,916
-------	------	--------	-----------------

TABLA 5. Cantidad de agua captada por los atrapanieblas del proyecto. Fuente: Autoría propia.

⁷⁴SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS. U.F. 2014.

⁷⁵UNARTE. Plan de Manejo "Península de Mejillones".

“La protección del medio natural debería incluir la protección de la historia y la experiencia del hombre, pues, al fin y al cabo, nosotros también formamos parte de la naturaleza.”⁷⁶

⁷⁶ARONSON. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*, p. 190.

C I E R R E

Reflexiones finales	76
Bibliografía	78
Anexos	81

Reflexiones finales

Si bien, al momento de la entrega de esta memoria, el proyecto aún se encuentra en proceso y todavía quedan distintos aspectos por resolver en su diseño, es posible reflexionar sobre lo que ha sido el recorrido hecho hasta la fecha, teniendo en cuenta todo lo aprendido para poder llegar a esta instancia final.

A través de esta reflexión no hay intención de criticar ni mencionar el proyecto en sí, pues esta será la labor de la comisión evaluadora y de cada persona externa interesada en hacerlo. Más bien, es pensar sobre qué ha significado el proceso en forma personal, y quizás, cómo se ha traducido en el proyecto presentado.

El proyecto de título, a lo largo de su extensión, ha significado un gran esfuerzo a nivel intelectual y laboral, pero además, ha tenido una fuerte carga emocional, lo que se refleja en el nivel de motivación propia que llevará adelante el avance de la investigación y la propuesta. Todo este trabajo, no es sólo una muestra de un nivel académico, si no también conlleva apreciaciones personales y subjetivas.

Es por esta razón, entendiendo que el proyecto de título refleja más que sólo la capacidad académica del autor, dado que su pensamiento propio es el cual influye en la toma de decisiones y en cada paso del proceso, es posible inferir que este proyecto, su idea, su propuesta y su diseño, forman parte de una postura personal, más que de una verdad objetiva y rotunda, y son directo reflejo del autor.

Este factor interior y propio, es decisivo en las diferencias de cada propuesta arquitectónica, y más aún, es este factor humano el que hace que la arquitectura sea un ámbito que se extiende por sobre lo técnico y lo lógico, y hace que sea algo no medible y que llega más allá de lo físico o concreto.



Bibliografía

Libros o Monografías

ALONSO, PEDRO. *Deserta. Ecología e Industria en el Desierto de Atacama*. 1era ed. Santiago, Chile: Ediciones ARQ, 2012, 344 p.

ARONSON, SCHLOMO. *Aridscapes. Proyectar en tierras dispersas y frágiles*. 1era ed. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, 2008, 215 p.

BATTLE, ENRIC. *El jardín de la metrópoli. Del paisaje romántico al espacio libre para una ciudad sostenible*. 1era ed. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, 2011, 192 p.

FAO. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia: Experiencias en América Latina* [en línea]. Informe. Santiago, Chile. 2000, 235 p. [Visitado marzo 23, 2014] Disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/ai128s/ai128s00.HTM>

GUERRA, CARLOS; GUERRA, CHRISTIAN y SILVA, ARAMI. *Guía de la Biodiversidad en la Península de Mejillones. Morro Moreno, Parque Nacional* [en línea]. 3era ed. Santiago, Chile: Fondo de Proyección Ambiental (FPA) de Conama, 2010, 58 p. [Visitado septiembre 2, 2014] Disponible en http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1382466203P-NMorroMoreno.pdf

SMITH, CLAIRE. *Encyclopedia of Global Archaeology*. 1era ed. Nueva York, EE.UU.: Springer Science, 2014, 8015 p.

UNARTE. *Plan de Manejo "Península de Mejillones"* [en línea]. Informe técnico. Santiago, Chile. 2006, 128 p. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en http://www.librorojo.cl/wp-content/uploads/sitiosprioritarios/Plan_de_manejo_Peninsula_de_Mejillones.pdf

VAN DYKE, JOHN. *The Desert: Further Studies in Natural Appearances*. Edición actualizada. Baltimore, Estados Unidos: Johns Hopkins University Press, 1999, 233 p.

ZURITA, RAÚL. *El amor de Chile*. 1era ed. Santiago, Chile: Montt Palumbo & Cía. Ltda, 1987, 63 p.

Artículos

ACOSTA, ANDRÉS. Captación de nieblas: fundamentos, experiencias y aplicaciones en el ámbito forestal. En *Revista Montes* [en línea]. 2003, no. 73, p. 59 – 68. [Visitado mayo 27, 2014]. Disponible en http://latierrateniebliebre.com/documentos/acosta%20_baladon.pdf

ASTABURUAGA, RICARDO. El agua en las zonas áridas de Chile. En *ARQ*. 2004, no. 57, p. 68 – 72.

CASTRO, VICTORIA; ALDUNATE, CARLOS y VARELA, VARINIA. Ocupación humana del paisaje desértico de Atacama, Región de Antofagasta. En *ARQ*. 2004, no. 57, p. 14 – 19.

CERECEDA, PILAR. Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural. En *Revista Medio Ambiente y Desarrollo* [en línea]. 2000, vol. XVI, no. 4, p. 51 – 56. [Visitado mayo 27, 2014] Disponible en http://www.cda.uc.cl/pdf/est_patache/losatrapanieblas_desarrollo_rural.pdf

CERECEDA, PILAR; SCHEMENAUER, ROBERT y VALENCIA, RICARDO. Posibilidades de abastecimiento de agua de niebla en la Región de Antofagasta, Chile. En *Revista de Geografía Norte Grande* [en línea]. 1992, no. 2, p. 3 – 14. [Visitado mayo 5, 2014] Disponible en http://www.cda.uc.cl/pdf/est_patache/id_cda_39.pdf

GONZÁLEZ, CARLOS. UC y MIT crearán nueva generación de atrapanieblas. En *La Tercera* [en línea]. 2014. [Visitado octubre 19, 2014] Disponible en <http://diario.latercera.com/2014/07/13/01/contenido/tendencias/16-168520-9-uc-y-mit-crearan-nueva-generacion-de-atrapanieblas.shtml>

MALO, ÁLVARO. Una ética del desierto: investigación estética. En *ARQ* [en línea]. 2004, no. 57, p. 52 – 55. [Visitado abril 13, 2014] Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962004005700013

MUÑOZ-SCHICK, MÉLICA; PINTO, RAQUEL; MESA, ALDO y MOREIRA-MUÑOZ ANDRÉS. "Oasis de neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, durante el evento El Niño 1997-1998. En *Revista Chilena de Historia Natural* [en línea]. 2001, vol. 74, no. 2, p. 389 – 405. [Visitado marzo 19, 2014] Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2001000200014&script=sci_arttext

OLTREMARI, JUAN; SCHLEGEL, FEDERICO y SCHLATTER, ROBERTO. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida. En *Bosque* [en línea]. 1987, vol. 8, no. 1, p. 21 – 30. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0717-92001987000100004&script=sci_arttext

OSTRIA, MAURICIO. Visión nerudiana del desierto nortino. En *Revista Chilena de Literatura* [en línea]. 2004, no. 65, p. 111-121. [Visitado abril 13, 2014] Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22952004000200007

ROMÁN, ROBERTO. Obtención de agua potable por métodos nos tradicionales. Obtención de agua a partir de las Camanchacas. En *Ciencia al Día Internacional* [en línea]. 1999, vol. 2, no. 2, p. 1 – 13. [Visitado abril 4, 2014] Disponible en <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen2/numero2/articulos/CADi-v2-n2-art2.PDF>

Documentos académicos o no publicados

ALAR, LEONARDO. *Paisaje y Movilidad: Hotel Ecoturístico Morro Moreno*. Memoria de Título, Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile. 2005, 110 p.

DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. *Anuario Climatológico 2012* [en línea]. Recopilación de datos. Santiago, Chile: 2013, 90 p. [Visitado septiembre 2, 2014] Disponible en <http://164.77.222.61/climatologia/>

GAMES, CRISTIAN. *Instituto de Investigaciones Botánicas para la Reserva Nacional "Morro Moreno"*. Memoria de Título, Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile. 2006, 86 p.

PASCUAL, JUAN ANTONIO; NARANJO, MARÍA FRANCISCA; PAYSANO, REYNALDO; MEDRANO, OJILVE. *Tecnología para la recolección de agua de niebla*. Artículo de conferencia de IV Simposio Internacional Tecnohistoria, Chiapas, México [en línea]. 20 p. [Visitado mayo 27, 2014] Disponible en http://www.researchgate.net/publication/257199788_TECNOLOGÍA_PARA_LA_RECOLECCIN_DE_AGUA_DE_NIEBLA

SCHARNKE, MORITZ ROBIN. *Atrapanieblas – Fog as a Drinking Water Resource*. Tesis de Título de Hamburg University of Technology [en línea]. Hamburgo: Technische Universität Hamburg-Harburg, 2010, 78 p. [Visitado julio 24, 2014] Disponible en http://doku.b.tu-harburg.de/volltexte/2010/964/pdf/Atrapanieblas_Moritz_Scharnke_2010.pdf

SEGOVIA, MARCIAL. *Acumulación de Energía Solar en Morro Moreno, Desierto de Atacama, mediante Destilación Natural (Camanchaca)*. Seminario Superior para optar al Título de Profesor en Matemáticas y Física, Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile: 1979.

Recursos en línea

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Clima y Vegetación Región de Antofagasta [en línea]. [Visitado julio 25, 2014] Disponible en <http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region2/clima.htm>

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Hidrografía Región de Antofagasta [en línea]. [Visitado mayo 7, 2014] Disponible en <http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region2/hidrografia.htm>

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE. Región de Antofagasta [en línea]. [Visitado julio 25, 2014] Disponible en <http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region2/>

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). Catastro de Formaciones Xerofíticas, Región de Antofagasta [en línea]. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en http://sit.conaf.cl/tmp/obj_671983/169_Catastro_de_Formaciones_Xerofiticas_region_de_Antofagasta.pdf

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). Parque Nacional Morro Moreno [en línea]. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en <http://www.conaf.cl/parques/parque-nacional-morro-moreno/>

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF). Parque Nacional Pan de Azúcar [en línea]. [Visitado mayo 7, 2014] Disponible en <http://www.conaf.cl/parques/parque-nacional-pan-de-azucar/>

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE ANTOFAGASTA. Plan Regulador Comunal Antofagasta 2001 [en línea]. Documento en línea. 2002, 84 p. [Visitado mayo 14, 2014] Disponible en http://www.observatoriourbano.cl/lpt/resultado_decreto.asp?r=2&c=4&i=25#

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. Censos de población y vivienda [en línea] [Visitado mayo 22, 2014] Disponible en http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos/censo_poblacion_vivienda.php

MINVU. Observatorio Urbano [en línea]. [Visitado septiembre 3, 2014] Disponible en http://www.observatoriourbano.cl/lpt/resultado_decreto.asp?r=2&c=4&i=25

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario Usual [en línea]. [Visitado abril 13, 2014] Disponible en <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=desierto>

SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS. U.F. 2014 [en línea]. [Visitado octubre 24, 2014] Disponible en <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2014.htm>

TECTÓNICA BLOG. Falaj [en línea]. 2011. [Visitado octubre 14, 2014] Disponible en <http://tectonicablog.com/?p=23630>

Fuente de las imágenes

ALIAGA, LIA. Jardín de Niebla: Infraestructuras permanentes para un paisaje versátil [en línea]. [Visitado mayo 7, 2014] Disponible en http://www.magisterpaisaje.cl/?page_id=935

ARCHDAILY. Artist Fujiko Nakaya Shrouds Philip Johnson's Glass House in Fog [en línea]. [Visitado octubre 21, 2014] Disponible en <http://www.archdaily.com/502341/artist-fujiko-nakaya-shrouds-philip-johnson-s-glass-house-in-fog/>

ARCHDAILY. Glenburn House / Sean Godsell [en línea]. [Visitado octubre 21, 2014] Disponible en <http://www.archdaily.com/2517/glenburn-house-sean-godsell/>

ARCHDAILY. Wendy Opens at MoMA PS1 / HWKN [en línea]. [Visitado octubre 21, 2014] Disponible en <http://www.archdaily.com/249746/wendy-opens-at-moma-ps1hwkn/>

ECOCOCOS. Atrapanieblas: Un sistema tradicional de captación de agua [en línea]. [Visitado octubre 19, 2014] Disponible en <http://ecococos.blogspot.com/2012/05/atrapanieblas-un-sistema-tradicional-de.html>

EDUCARCHILE. Mapa actividades primarias y secundarias Segunda Región [en línea]. [Visitado octubre 20, 2014] Disponible en http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/CR_Imagen/Mapas%20IGM/2da_region/actividades_primarias_y_sec.gif

EDUCARCHILE. Mapa demográfico Segunda Región [en línea]. [Visitado octubre 20, 2014] Disponible en http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/CR_Imagen/Mapas%20IGM/2da_region/demografia.gif

EDUCARCHILE. Mapa geomorfológico Segunda Región [en línea]. [Visitado octubre 20, 2014] Disponible en http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/CR_Imagen/Mapas%20IGM/2da_region/geomorfologia.gif

FLOBOSR. Atrapanieblas de 40 m2 [en línea]. [Visitado octubre 19, 2014] Disponible en <https://www.flickr.com/photos/felipelobos/5317665973/?rb=1>

GAMES, CRISTIAN. *Instituto de Investigaciones Botánicas para la Reserva Nacional "Morro Moreno"*. Memoria de Título, Universidad Católica del Norte. Antofagasta, Chile. 2006, 86 p.

GUERRA, JOSÉ; PALME, MASSIMO y ALFARO, SERGIO. Education for Sustainability: Implementation of energy and environment curricula in architecture training. Artículo de la conferencia PLEA2012 [en línea]. Lima, Peru. 2012, 5 p. [Visitado octubre 20, 2014] Disponible en http://www.researchgate.net/publication/250917065_Education_for_Sustainability_Implementation_of_energy_and_environment_curricula_in_architecture_training

INTEGRADO 2011 ATRAPANIEBLAS. Atrapanieblas [en línea]. [Visitado octubre 20, 2014] Disponible en <http://integradoatrapanieblas2011.blogspot.com/2011/04/atrapanieblas.html>

MEDIATECA.CL. Climas: Región de Antofagasta [en línea]. [Visitado octubre 20, 2014] Disponible en <http://mediateca.cl/900/chile/mapas%20climas%20de%20chile/Nueva%20carpeta/climas%20chile/mapas%20de%20todas%20las%20regiones/antofagasta%20coilor.gif>

MUVA. Post: Camanchaca, Agua para el Norte [en línea]. 2013. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en <http://www.muva.cl/camanchaca-agua-para-el-norte/>

OLTREMARI, JUAN; SCHLEGEL, FEDERICO y SCHLATTER, ROBERTO. Perspectiva de Morro Moreno como área silvestre protegida. En *Bosque* [en línea]. 1987, vol. 8, no. 1, p. 21 – 30. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0717-92001987000100004&script=sci_arttext

PLATAFORMA ARQUITECTURA. Clásicos de Arquitectura: Salk Institute / Louis Kahn [en línea]. [Visitado octubre 21, 2014] Disponible en <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-209774/clasicos-de-arquitectura-salk-institute-louis-kahn-louis-kahn>

LONG, RICHARD. Sculptures [en línea]. [Visitado mayo 9, 2014] Disponible en <http://www.richardlong.org/Sculptures/sculptures11.html>

Bibliografía

SCHARNKE, MORITZ ROBIN. *Atrapanieblas – Fog as a Drinking Water Resource. Tesis de Título de Hamburg University of Technology* [en línea]. Hamburgo, Alemania: Technische Universität Hamburg-Hamburg, 2010, 78 p. [Visitado julio 24, 2014] Disponible en http://doku.btu-harburg.de/volltexte/2010/964/pdf/Atrapanieblas_Moritz_Scharnke_2010.pdf

SOBRE ITALIA. La Domus romana [en línea]. 2009. [Visitado octubre 14, 2014] Disponible en <http://sobreitalia.com/2009/04/07/la-domus-romana/>

TECTÓNICA BLOG. Falaj [en línea]. 2011. [Visitado octubre 14, 2014] Disponible en <http://tectonicablog.com/?p=23630>

WEBB, MICHAEL. Urban spaces by GUN Arquitectos and Eduardo Castillo [en línea]. [Visitado octubre 21, 2014] Disponible en <http://www.architectural-review.com/buildings/urban-spaces-by-gun-arquitectos-and-eduardo-castillo/8627155.article>

Anexos

Catastro de vegetación CREA

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Origen geográfico	Categoría de conservación
<i>Cheilantes mollis</i>	Adiantaceae	Hierba perenne (helecho)	Nativa	Fuera de peligro
<i>Tetragonia angustifolia</i>	Aizoaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Tetragonia maritima</i>	Aizoaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Tetragonia ovata</i>	Aizoaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Alstroemeia paupercula</i>	Alstroemeriaceae	Hierba perenne	Endémica	Fuera de peligro
<i>Cynanchum viride</i>	Asclepiadaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Crypantha flaginea</i>	Boraginaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Heliotropium eremogenum</i>	Boraginaceae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Heliotropium picnophullum</i>	Boraginaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Tilandsia landbecki</i>	Bromeliaceae	Hierba perenne	Endémica	Vulnerable
<i>Copiapoa boliviensis</i>	Cactaceae	Suculenta	Endémica (II)	Rara
<i>Echinopsis deserticola</i>	Cactaceae	Suculenta	Endémica	Insuficientemente conocida
<i>Eulychnia morromorenoensis</i>	Cactaceae	Suculenta	Endémica (II)	Vulnerable
<i>Neoporteria cf. occulta</i>	Cactaceae	Suculenta	Endémica	En peligro
<i>Hoffmanseggia prostata</i>	Caesalpinaceae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Cardionerra ramosissimum</i>	Caryophyllaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Cerastium montioidea</i>	Caryophyllaceae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Spergularia arbuscula</i>	Caryophyllaceae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación
<i>Atriplex cf. taitalensis</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Atriplex imbricata</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
<i>Atriplex nummularia</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Introducida	Sin clasificación
<i>Chenopodium petiolare</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
<i>Suaeda foliosa</i>	Chenopodiaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
<i>Amblyopappus pusillus</i>	Compositae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Baccharis taltalensis</i>	Compositae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Bahia ambrosioides</i>	Compositae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Chuquiraga ulicina</i>	Compositae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Conyza sp</i>	Compositae	Hierba perenne	?	?
<i>Gutierrezia espinosae</i>	Compositae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Oohryosporus triangularis</i>	Compositae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Perityle emoryi</i>	Compositae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Polyachyrus fuscus</i>	Compositae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
<i>Senecio antofagastanus</i>	Compositae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Senecio philippicus</i>	Compositae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Dichondra sericea</i>	Convolvulaceae	Hierna perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Sycios baderoa</i>	Cucurbitaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Ephedra breana</i>	Ephedraceae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
<i>Chiropetalon crenophyllum</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Chiropetalum canescens</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Colliguaja odorifera</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Astragalus cachinalensis</i>	Fabaceae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación

Anexos

Catastro de vegetación CREA

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Origen geográfico	Categoría de conservación
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabaceae	Hierba anual	Introducida	Sin clasificación
<i>Frankenia chilensis</i>	Frankeniaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
<i>Stipa speciosa</i>	Gramineae	Hierba perenne	Nativa	Vulnerable
<i>Coriaderia atacamensis</i>	Gramineae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Fesiuca morenensis</i>	Gramineae	Hierba perenne	Endémica (II)	Sin clasificación
<i>Stipe frigida</i>	Gramineae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Nasella pungens</i>	Gramineae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación
<i>Polypogon australis</i>	Gramineae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Stipa tortuosa</i>	Gramineae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación
<i>Ozyroe biflora</i>	Hyacinthaceae	Hierba perenne	Nativa	Fuera de peligro
<i>Lirium prostratum</i>	Linaceae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Huidobria (Loasa) chilensis</i>	Loasaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Menizelia ignea</i>	Loasaceae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Malesherbia humilis</i>	Malsherbiaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Dinermandra ericoides</i>	Malpghiaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Cristaria iniegerrima</i>	Malvaceae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación
<i>Cristaria molinae</i>	Malvaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Nolana aplocarycides</i>	Nolanaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Nolana divaricata</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Nolana inconspicua</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Nolana jaffueli</i>	Nolanaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Nolana linearifolia</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Nolana peruviana</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Nolana ramosissima</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Nolana rupicola</i>	Nolanaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Nolana sedifolia</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Nolana villosa</i>	Nolanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Oxalis morenensis</i>	Oxalidaceae	Hierba perenne	Endémica (II)	Sin clasificación
<i>Plantago rancaguae</i>	Plantaginaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
<i>Bakerolimon plumosum</i>	Plumbaginaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
<i>Polypodium espinosae</i>	Polypodiaceae	Hierba perenne (helecho)	Endémica	Vulnerable
<i>Calandrinia cachinalensis</i>	Portulacaceae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación
<i>Calandrinia litoralis</i>	Portulacaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Calandrinia sitiens</i>	Portulacaceae	Hierba anual	Endémica (II)	Sin clasificación
<i>Cistenthe (Calandrinia) calycina</i>	Portulacaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Philiopiamra pachypylla</i>	Portulacaceae	Hierba perenne	Nativa	Sin clasificación
<i>Acaena trifida</i> var. <i>Glabrescens</i>	Rosaceae	Hierba perenne	Endémica	Sin clasificación
<i>Cruckshanksla pumila</i>	Rubiaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Quinchamalium exorescens</i>	Santalaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
<i>Calceolania kingii</i>	Scrophulariaceae	Arbusto	Endémica (II)	Fuera de peligro
<i>Lycium leiostermum</i>	Solanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro

Especie	Familia	Forma de crecimiento	Origen geográfico	Categoría de conservación
Schizanthus lacteus	Solanaceae	Hierba anual	Endémica (II)	Sin clasificación
Solanum brachyantherum	Solanaceae	Arbusto	Nativa	Fuera de peligro
Solanum remyanum	Solanaceae	Arbusto	Endémica	Fuera de peligro
Cyclopermum laciniatum	Unibelliferae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
Domeykoa oppositifolia	Unibelliferae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación
Parietaria debilis	Urticaceae	Hierba anual	Nativa	Sin clasificación
Viiola polypoda	Violaceae	Hierba anual	Endémica	Sin clasificación

Fuente: GAMES. Instituto de Investigaciones Botánicas para la Reserva Nacional "Morro Moreno".

Anexos

Normativa vigente para Morro Moreno

ZUDC 05

Zona de Reserva Natural y Turística Península de Mejillones.

La ZUDC 05 corresponde a una zona de resguardo de valores de paisaje, de hábitats naturales relevantes de gran valor ecológico y natural, cuya destrucción significaría una pérdida irreparable para el equilibrio natural y la calidad del medio ambiente. La ZUDC 05 se entenderá como zona colocada bajo protección oficial, y todos los proyectos que se realicen en ella deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, de acuerdo a lo estipulado en la letra p) del artículo N°3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, D.S. N°30'97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Usos permitidos:

Solo aquellos complementarios con la conservación, resguardo y estudio de la Zona de Resguardo Natural. Además, se podrán desarrollar en su borde litoral, aquellas actividades de explotación de recursos naturales marinos de carácter renovable, que cuenten con la aprobación de la Sernapesca. No obstante lo anterior, las obras complementarias que se deban emplazar en tierra, no deberán entorpecer el carácter de esparcimiento natural y las cualidades estéticas del paisaje y del borde costero, resguardando de no producir alteraciones en el medio ambiente natural.

Podrá, mediante la aprobación de un Plan Seccional o la aprobación de un Estudio de Impacto Urbano, permitirse el emplazamiento de usos turísticos - recreacionales de escala comunal y regional en áreas de alto interés turístico.

Usos no permitidos:

Aquellos no mencionados en los usos permitidos, especialmente aquellos nocivos para el medio ambiente. Tampoco se permitirán labores extractivas minerales de ninguna especie. Las actividades prohibidas que se estén desarrollando previas a la dictación de la presente normativa, se entenderán congeladas de acuerdo a lo establecido en el artículo N°62 de la L.G.U.C.

A mis padres
A mi familia
A mis amigos
A todos los que me han acompañado durante este proceso

Gracias

Memoria de Proyecto de Título

Alumno
Ken Yan Qiu Sun

Profesor Guía
Francis Pfenniger Bobsien

Primer y Segundo Semestre 2014
Departamento de Arquitectura
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile



fau

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO