

EBA

ESTACIÓN BIOLÓGICA ALTIPLÁNICA ATACAMA | CHILE

PROFESIONALES CONSULTADOS

CLAUDIO QUEZADA ROMEGIALLI / Ingeniero Ambiental - Investigador de Posgrado en el Laboratorio de Limnología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

DRA. IRMA VILA PINTO / Bióloga - Limnóloga - Académica del Departamento de Ciencias Ecológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

DR. JAVIER SIMONETTI ZAMBELLI / Biólogo - Ecólogo - Académico del Departamento de Ciencias Ecológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

DR. LUIS RAGGI SAINI / Médico Veterinario - Académico del Departamento de Ciencias Biológicas Animales de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

SEBASTIÁN TEILLIER ARREDONDO / Biólogo - Botánico - Académico de la Escuela de Arquitectura del Paisaje de la Universidad Central - Presidente del Directorio de la Sociedad de Botánica de Chile.

MT

PATRICIO RAMÍREZ VÁSQUEZ
PROF. GUÍA MANUEL AMAYA DÍAZ
PROYECTO DE TÍTULO 1° SEMESTRE 2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE PREGADO

Agradecimientos a mi profesor Manuel, a mis padres y amigos, y a todos quienes fueron participes en el proceso de mi proyecto de fin de carrera.

ÍNDICE

5 **CAPÍTULO 1 / Presentación**

- 1.1. Introducción
- 1.2. Motivaciones
- 1.3. Problemática
- 1.4. Mirada crítica
- 1.5. Objetivos

14 **CAPÍTULO 2 / Marco Teórico**

- 2.1. Patrimonio natural de Chile
- 2.2. Actividad científica nacional
- 2.3. Contingencia

19 **CAPÍTULO 3 / Emplazamiento**

- 3.1. Propuesta de emplazamiento general
- 3.2. Antecedentes generales
 - 3.2.1. Medio ambiente natural
 - 3.2.2. Medio demográfico y social
 - 3.2.3. Medio político y económico
 - 3.2.4. Medio construido e infraestructura

35 **CAPÍTULO 4 / Propuesta**

- 4.1. Propuesta general
- 4.2. Propuesta de emplazamiento
- 4.3. Propuesta arquitectónica
- 4.4. Propuesta programática
- 4.5. Propuesta estructural y constructiva
- 4.6. Propuesta de sostenibilidad
- 4.7. Propuesta de gestión y acuerdos
- 4.8. Referentes
- 4.9. Ordenamiento

60 **CAPÍTULO 5 / Conclusiones**

- 5.1. Mi proyecto, mi persona

62 **CAPÍTULO 6 / Bibliografía**

- 6.1. Libros
- 6.2. Documentos
- 6.3. Sitios consultados



EL CANTO DEL AGUA

POR QUÉ EL DESIERTO ES TAN SECO

Hace muchos, muchos años atrás, cuando la tierra comenzaba recién a adquirir su forma actual, en la zona atacameña aparecían los paisajes de volcanes y planicies, con su amplia gama de colores. Llovía y llovía y se iban formando caudalosos ríos. Los atacameños le cantaban al agua y el agua les ayudaba en sus labores agrícolas. El correr del agua arrastraba piedras que formaban, poco a poco, los muros de canales, los que aún hoy en día se conservan. Tiempo después comenzó una lluvia que duró cuarenta días y cuarenta noches, y el agua corrió y corrió hasta que se acabó. Así los atacameños lo perdieron todo: los terrenos, los sembrados, la vida. Ahora, nadie sabe cantarle al agua para que vuelva a brotar como antes.

Fuente: Gómez Parra, D. (1998). *Así hablan las montañas*. Universidad de Antofagasta, Antofagasta; Nuñez, L. (1992) *Cultura y conflicto en los oasis de San Pedro de Atacama*. Editorial Universitaria, Santiago.

· CAPÍTULO 1 ·

PRESENTACIÓN

· VALLE DE LA LUNA ·

1.1. Introducción

La diversidad biológica que presenta nuestro país de norte a sur, de costa a cordillera y en los territorios insulares repartidos a lo largo del territorio marítimo, y este último como gran referente, presentan hoy en día diferentes grados de **peligro**. Esto debido a la intromisión de la mano del hombre en estos ecosistemas y hábitats, extrayendo materia prima de primer nivel, urbanizando territorios dignos de preservar y/o contaminándolos como consecuencia de una ignorancia colectiva, entre otros, provocando una destrucción que posteriormente denominamos como 'accidente ecológico'. En consecuencia, se generan daños irreversibles, se crean ejemplos y referentes que con los cuales terminamos de concluir, y sin hacer mucho con ello, que el hombre es la principal **amenaza** a la naturaleza.

La escasa valoración y preocupación de nuestros ambientes naturales (sumado a un mísero actuar que tenemos en relación a ello), y además la introducción de especies ajenas o exóticas ha ayudado de manera negativa a la destrucción de ciertos ecosistemas, originando pérdidas tanto naturales como también económicas al momento de querer restituirlos o reconvertirlas a su estado original. Por otro lado, el también 'manoseado' tema del cambio climático, ha tenido cabida en la variación del **paisaje** natural de nuestro territorio, influenciando en tópicos de suma importancia como la escasez de agua, sequías o la variación de temperaturas. Todo ello en respuesta de una inadaptación de nuestras especies en las últimas décadas, llevándolas a buscar nuevos territorios o al exterminio.

La preservación de la **biodiversidad** es un tema carente de entendimiento a nivel nacional, ya sea en tópicos de conservación como también de conocimientos sobre la importancia de éstos. Últimamente, se ha puesto en boga ya que nos hemos vistos expuestos a cambios drásticos en el país, como por ejemplo el déficit de energía que presentaremos en años venideros y sus métodos de solución (construcción y operación de represas con fuentes de energías convencionales o no convencionales) para salvaguardar nuestra demanda energética, o la extracción desproporcionada de minerales para equiparar el PIB de años de buena economía. Estos temas no son eventuales decisiones o alarmas de ciertos ambientalistas, sus consecuencias no las veremos dentro de pocos años, es por ello que estamos en el momento de tomar conciencia.

Dentro de este contexto, la región de Antofagasta, específicamente el Desierto de Atacama, se presenta como un **laboratorio natural** de exploración e investigación en relación a la problemática recién planteada. Este **ecosistema** exclusivo del Norte Grande ostenta innumerables características en su extensión. Entre ellas, es el segundo destino turístico del país gracias al desarrollo urbano que ha tenido San Pedro de Atacama y los múltiples destinos cercanos a éste. También, presenta un bioma único considerado como el desierto más árido del mundo, el cual presencié una de las culturas más avanzadas del periodo prehispánico, etc.

Por otra parte, sus recursos naturales se han visto contaminados y disminuidos por efectos de la gran minería y el calentamiento global, afectando directamente los procesos ecológicos y fisiológicos naturales, causando así alteraciones en las actividades de pastoreo en las comunidades indígenas locales, en regímenes hídricos y la disminución de las poblaciones de flora-fauna autóctona en la zona.

La **investigación ecológica** se nos presenta como una alternativa de importancia para analizar metodología de conservación, evaluaciones periódicas y con ella generar información sobre el estado actual y posterior del ecosistema andino. Además, de poder destacar la labor y utilidad que tienen científicos e investigadores como generadores de conocimiento para educar no tan sólo a la red científica, a nivel nacional e internacional, si no que para aproximar este tipo de conocimiento a la ciudadanía. San Pedro de Atacama y los poblados en su alrededor, muestran una amplia experiencia en cuanto a ser referentes culturales y científicos de gran importancia en el país. Por muchos años, han acogido directivas y comisiones de todas partes del mundo para la elaboración de seminarios y expediciones sobre temas relacionados con la cultura prehispánica, astronomía, minería, etc., por lo que no sería tan difícil insertar otro programa científico (no existente) en la zona.

Basándonos en los planes de gobiernos medioambientales anteriores y actuales, publicaciones de proyectos arquitectónicos nacionales de índole científica e investigaciones relacionados con el desarrollo y aprendizaje de las diferentes ciencias en Chile, podemos decir que en los últimos años no se han visto manifestados ni potenciados de ninguna manera, permaneciendo en el anonimato o sólo siendo conocidos por algunos. Es por esta razón que el presente trabajo abordará una problemática desde

el punto de vista local en cuanto al contexto inmediato (paisaje, medio ambiente y ciudadanía), para con ello elaborar una propuesta arquitectónica para el desarrollo de conocimientos científicos, enfocados en nuevas políticas sobre recursos de protección y conservación del ecosistema andino. Al igual que la elaboración de investigaciones relacionadas con la flora, fauna y ecosistemas acuáticos continentales, y así proyectarse como otro referente nacional e internacional a visitar sobre Ecología.

1.2. Motivaciones

Durante el último período de la carrera, en aquel en el que uno puede escoger y explorar otra temática de la Arquitectura (hablo del proceso de Seminario, Práctica profesional y Proyecto de Título), me di cuenta que me gusta indagar en tópicos poco enseñados en la facultad, y que por ello llamaron mi atención para desarrollar como argumento en mis investigaciones. En este último, me vi enfrentado a elegir, de manera personal, un tema llamativo, que tuviese **importancia nacional**, que fuese algo inexplorado aún por la mayoría y que cumpliera mis caprichos (en cuanto a realizar un proyecto nunca antes hecho en mis talleres). Igualmente, que cumpliera con aquella otra parte, muy ilusoria y novelesca de mi persona, mi amor por los animales, mi lado científico y la dominación de temas relacionados con los ecosistemas, algo así como un Jacques Cousteau o Charles Darwin nacional. Es por esta razón que me puse a investigar sobre especies en peligro de extinción, problemáticas de conservación y ecosistemas dañados por la acción humana. Como también, de reales necesidades científicas que carecen en el país y serían de suma importancia añadirlas en la oferta de establecimientos e infraestructuras de investigación a lo largo del territorio nacional. Es por ello que recurrí en primera instancia a la Facultad de Ciencias, específicamente al departamento de Ecología, para hablar con científicos, alumnos de pregrado y posgrado para ponerme a tono con la situación actual de las Ciencias en Chile. Entre conversación y conversación, salió la necesidad de hacer una 'Estación de campo', una extensión de las salas de clases y laboratorios de la Universidad (no necesariamente ligada a ésta) en algún territorio y paisaje que fuese digno de **investigar, explorar, conservar** y **documentar**. De esta forma, se concluyó de manera unánime, que en el Desierto de Atacama sería de gran utilidad nacional e internacional establecer una base científica, debido a los problemas que enfrenta con respecto a los perjuicios ocasionados por la Gran Minería del Norte Grande, la gestión del turismo masivo y la pérdida del cuidado de la tierra por parte de todos.

1.3. Problemática

Nosotros, seres humanos conscientes y competentes, aptos de discernir entre lo bueno y lo malo, capaces de proyectar intenciones y expectativas de cómo llevar la vida a futuro a través de sueños, aspiraciones, acciones, y últimamente gracias a la tecnología, nos hemos visto enfrentados bajo una encrucijada creada por nuestras propias manos, y esta se resume en cambios que hemos hecho bajo nuestro actuar. Cambios cometidos por nuestra ambición e ignorancia, ligados directamente al lugar donde habitamos, creando conflictos que nos involucran de sobremanera y que hacemos caso omiso, viéndolos desde el confort de nuestros hogares sin hacer cosa alguna. Es por eso que me pregunto: ¿Qué buscamos realmente? ¿Qué estamos haciendo para el desarrollo de nuestra sociedad? ¿Son adecuadas las soluciones a nuestras propuestas? Podría seguir y seguir, pero es aquí donde me detendré.

Sé que es una temática en boga, pero es apremiante la necesidad de generar un cambio, un cambio en el equilibrio entre la sociedad, el medio ambiente y el desarrollo económico-tecnológico. Para ello, se requieren acciones que impliquen la modificación de nuestro erróneo ejercicio de poder, debemos crear proyectos modificadores de la realidad, formando de este modo, pequeños emprendedores y actores activos en temas relacionados con el territorio y la sobre-explotación, por esto es necesario proyectar desde la génesis y ver en dónde estamos flaqueando.

1.3.1. Compromisos medio-ambientales en Chile

En el último período, hemos visto a través de los noticiarios, y otros presenciado empíricamente, como la naturaleza se ha manifestado en nuestro país, creando situaciones algunas veces casi apocalípticas, reflejando la pequeñez del ser humano frente a ella. Muchas de estas, son encasilladas bajo el conflicto que se tiene sobre la relación del hombre y su actuar en la Tierra, denotando fuertemente el mal pasar que estamos viviendo debido a una diacronía existente. En Chile, existen múltiples conflictos medio ambientales a lo largo del país, creando reales disputas entre actores gubernamentales, organizaciones, empresas, personas naturales, etc., sobre el uso adecuado de nuestros recursos naturales y las extracciones de sus materias primas, derivando problemas sobre calidad humana asociada a estos lugares y su agotamiento o destrucción. El año 2011, a Chile se le concedió la adhesión a la OCDE, a modo de pertenecer a un foro de 34 estados democráticos (número de miembros hasta la fecha),

cuyo fin es la colaboración en desafíos económicos, sociales y ambientales de la globalización. En esa acta, Chile firmó un compromiso ambiental obligatorio ante el gobierno francés de cumplir con ciertos requisitos, los que incluyen la ejecución de políticas ambientales (desarrollo y fortalecimiento de instituciones ambientales, fortalecimiento de planificaciones territoriales, etc.), control de contaminación atmosférica (monitoreo de calidad de aire), políticas de manejo de aguas, y lineamientos para completar los planes de acción y estrategias de **diversidad biológica** nacional y regional, para así asignarles los recursos apropiados y satisfacer el objetivo de proteger el 10% de todos los ecosistemas significativos del país. Hasta la fecha, Chile se ubica en los últimos lugares en calidad medioambiental, con un total de 0 de 10 puntos, en donde las principales falencias se encuentran asociadas en temas de biodiversidad y áreas protegidas, manejos de recursos hídricos y políticas energéticas. También, el Atlas Global de Justicia Ambiental, ilustró el año 2014, la ubicación y naturaleza de los conflictos medioambientales alrededor del mundo, donde Chile está entre los diez primeros con más conflictos medioambientales. Con un total de 35 casos documentados en el país, Chile se ubica en el puesto nueve de la lista general y cuarto a nivel sudamericano.¹

Si bien esta problemática no radica directamente sólo en el carácter medioambiental, es necesario tomarla desde una perspectiva multidisciplinar, pues afecta a la sociedad en todos sus ámbitos, y podemos ver aquí donde la Arquitectura y nuestro rol como arquitectos-modificadores-de-la-realidad, encontramos cabida para realizar soluciones al conflicto, contribuyendo a la generación de infraestructuras para el desarrollo de disciplinas y profesionales que aporten a la regulación y cumplimiento de las políticas ambientales.

¹Fuente: radio.uchile.cl

Vergüenzas nacionales que nos hacen campeones en el mundo.

Septiembre 2014.

Imagen pág.9: Mapa.

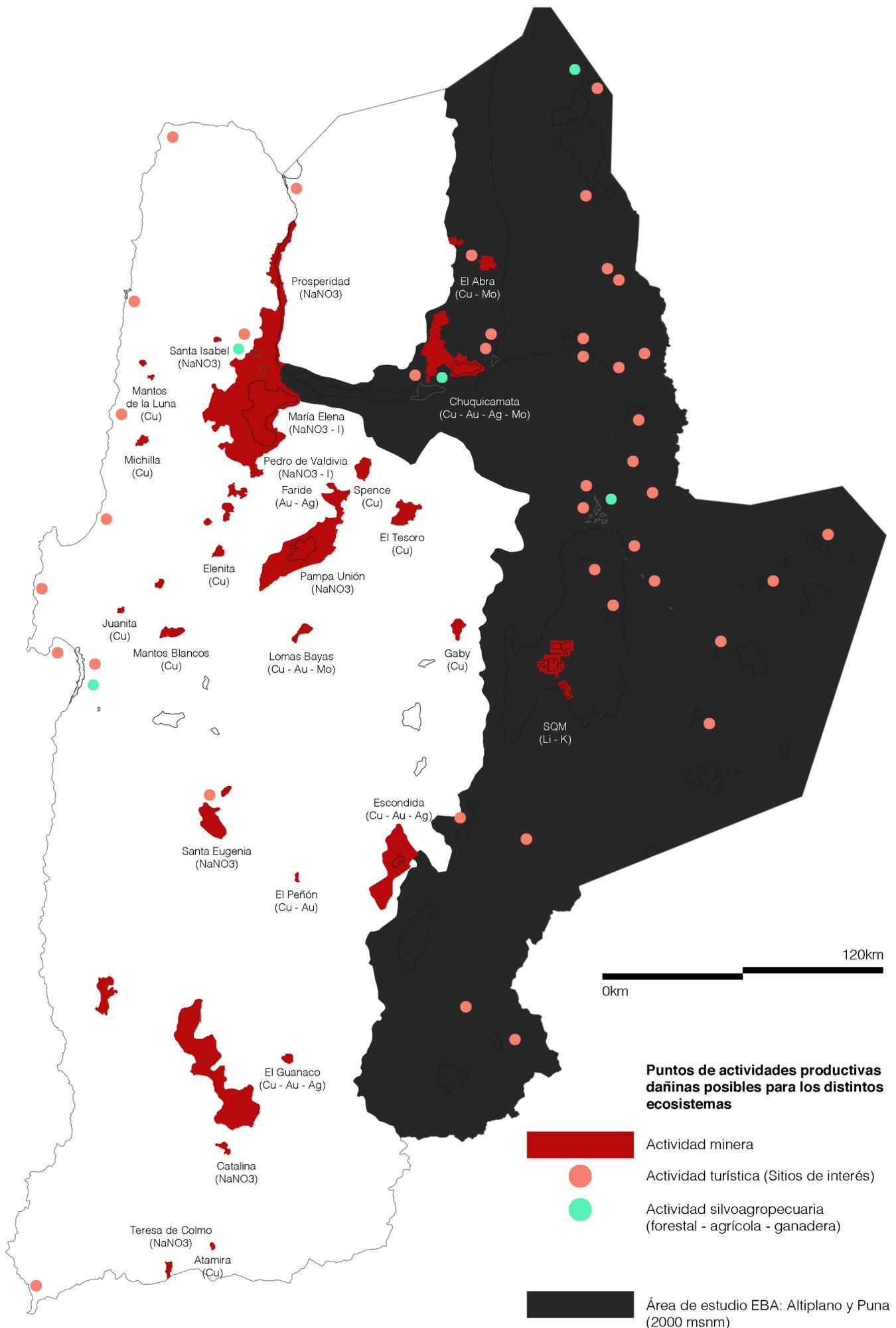
Problemáticas puntuales Región de Antofagasta.

Fuente: territorioregional.cl - GORE Antofagasta.

Plan de Desarrollo Urbano Región de Antofagasta.

Fuente 2: forensic-architecture.org

Elaboración propia.



1.3.2. Desierto y Altiplano: deterioro paulatino y pérdida biológica

La realidad ambiental de la Región de Antofagasta va cambiando día a día. La introducción de nuevas tecnologías para el desarrollo económico, el impacto del crecimiento demográfico en la zona costera y en establecimientos mineros, y el sometimiento a la fauna a nuevos suelos en búsqueda de alimento y hábitat, han creado una nueva pauta territorial.

La extensión del territorio de la región permite la existencia de distintos climas y tipologías geográficas, determinando diferentes realidades culturales, sociales, económicas y eco-sistémicas, destacando entre ellas, el patrimonio natural. Hasta la fecha, cerca de 2.4% del total del territorio nacional (345.272 Ha) correspondido como Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), se encuentran en la región. Si bien, se encuentran protegidas, no siempre la eficacia de la implementación de esta ley (Ley N° 18362 del Ministerio de Agricultura) cumple con los parámetros establecidos. Los objetivos de esta ley se resumen en mantener la diversidad ecológica natural del país o lugar con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genéticos y la regulación del medio ambiente; esta ley protege y resguarda estos territorios, a esto se adjunta la Convención sobre Humedales de Importancia Internacional (Convención Ramsar, Irán, 1971), cuya misión es la conservación y uso racional de los humedales, lo cual Antofagasta posee la mayor cantidad a nivel nacional, pero ¿No sería necesario resguardar todo ecosistema o territorio natural chileno? ¿Cómo utilizaremos nuestros territorios naturales como recursos económicos, culturales, científicos y recreativos, sin afección alguna a futuro? A través de investigaciones para la formulación de políticas medioambientales.

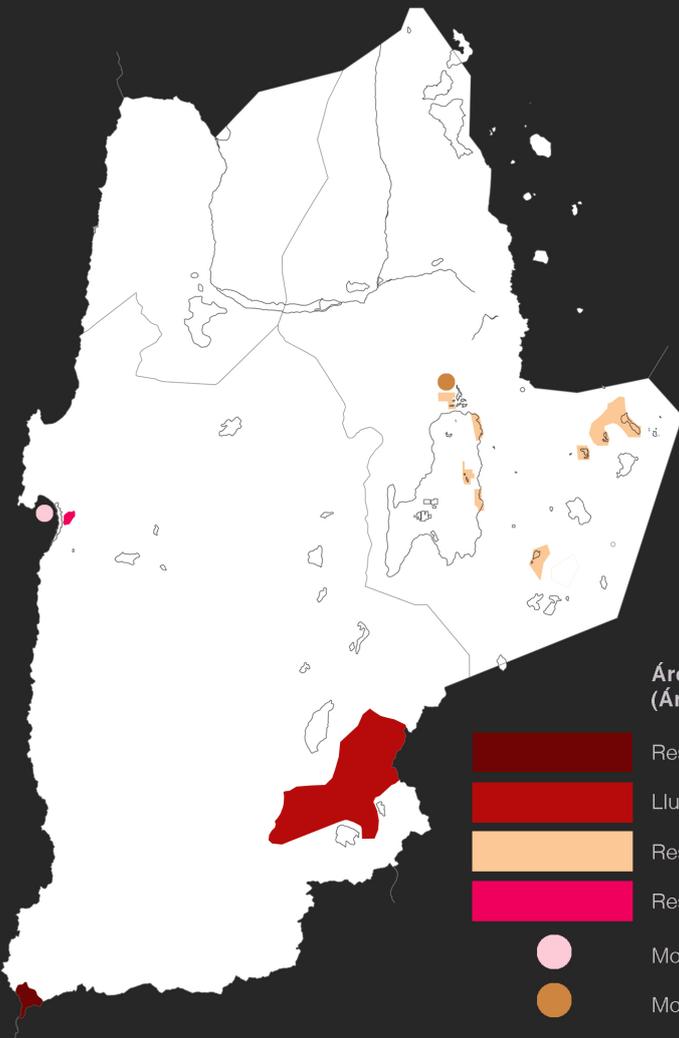
En la actualidad, la puna y altiplano se ven afectados en problemas de calidad de aguas y recursos hídricos por la extracción de agua superficial y subterránea para abastecimiento de ciudades y actividades mineras. La calidad química del agua se ve afectada, produciendo variaciones significativas en la agricultura y ganadería (actividad importante en pueblos nativos, que a la vez permite mantener costumbres y cultura), influenciando de mala manera en la productividad de los suelos. El modo de vida de la etnia atacameña está íntimamente relacionada con la situación de tierras y aguas ancestrales, configurando un patrimonio tangible interrumpido.

La diversidad de especies de plantas nativas, algunas endémicas y otras exclusivas de la región, en suma a la fauna local (aves, felinos, camélidos, entre otros), han visto seriamente mermada su población, al punto de estar en **peligro de extinción**. Son numerosas las especies que se encuentran en esta categoría producto de la intromisión de la mano desquiciada del hombre en materias de extracción de recursos naturales y destrucción de sus ecosistemas, como también de la caza furtiva con fines recreativos o económicos (pieles). El turismo masivo y el desarrollo urbano de San Pedro de Atacama principalmente, han provocado un traslado de las poblaciones animales hacia nuevos territorios, provocando la estabilidad ecológica, llevándolas al exterminio. Por eso me pregunto: ¿Qué se ha hecho al respecto? ¿Cómo nosotros como arquitectos podemos ayudar a solventar las problemáticas anteriores ejecutando de mejor manera las políticas medioambientales?.

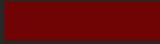
Imagen pág.11: Mapas.
Áreas Protegidas por el Estado.
Zonificación Ambiental Región de Antofagasta.
Fuente información: territorioregional.cl - GORE
Antofagasta.

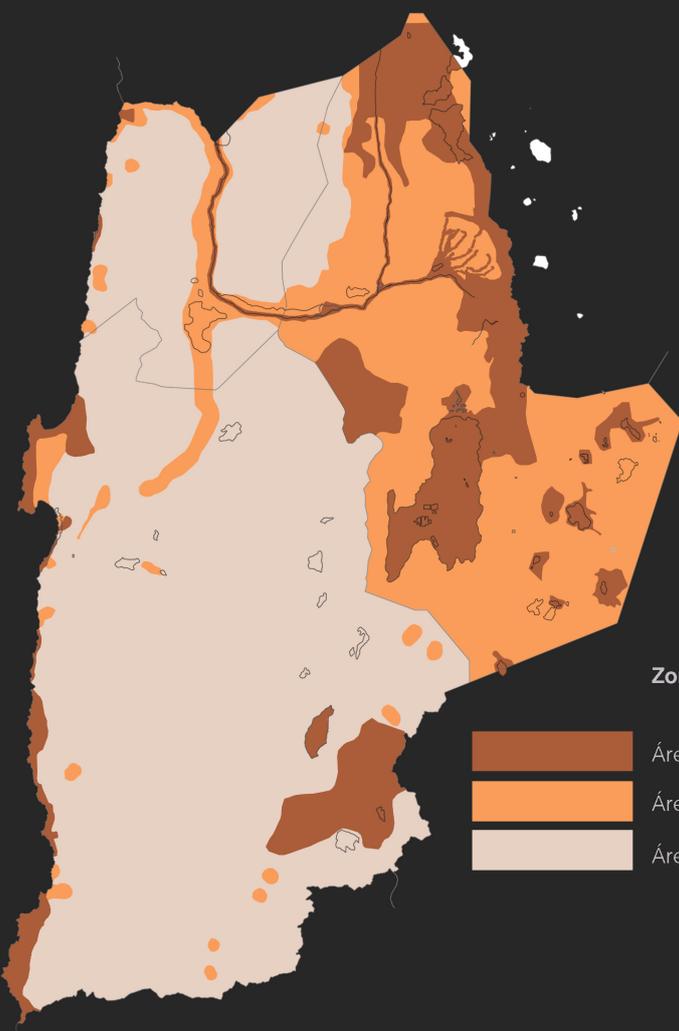
Plan de Desarrollo Urbano Región de Antofagasta.
Fuente: elaboración propia.

Imagen pág.12: Mapa.
Amenaza Recursos Hídricos.
Fuente información: ciren.cl - Ministerio de Agricultura.
Fuente: elaboración propia.



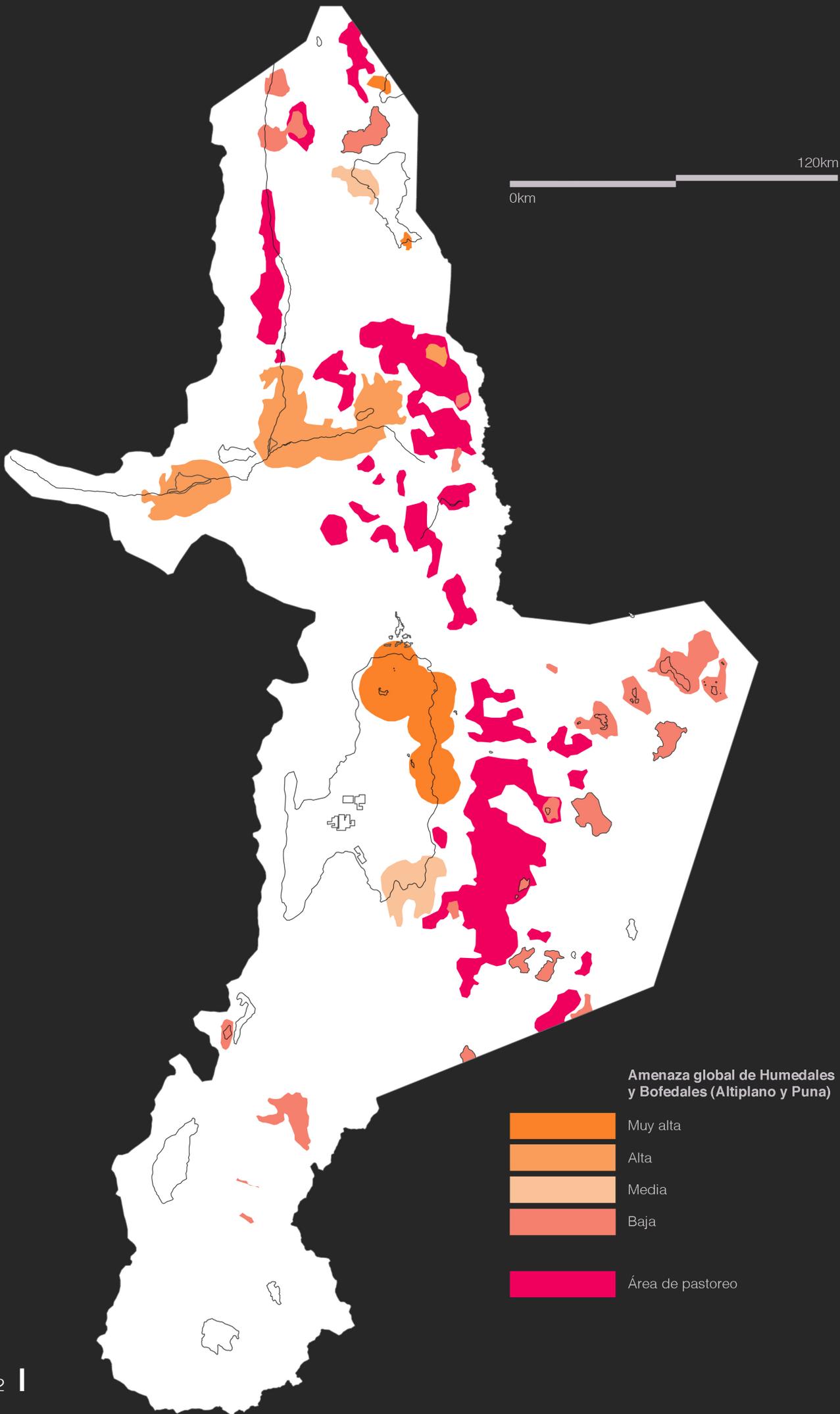
**Áreas de protección por conservación
(Áreas SNASPE)**

-  Reserva nacional Pan de Azúcar
-  Llullaillaco
-  Reserva nacional Los Flamencos
-  Reserva nacional La Chimba
-  Monumento natural La Portada
-  Monumento nacional Valle de la Luna



Zonificación ambiental

-  Áreas de protección según conservación
-  Áreas de protección por uso sustentable
-  Áreas de uso múltiple condicionado



1.4. Mirada crítica

La necesidad de desafiar la problemática anterior nos enfrenta a concebir la Arquitectura como una herramienta social a desarrollar. Es por esta razón que el proyecto enfatizará el tema de la generación y creación de conocimiento científico a modo de completar la red investigativa de la zona. Esto se ve manifestado en el momento de incorporar programas que constituyan una Estación de campo, programa basado en aspectos científicos específicos: laboratorios y programas sujetos estos, llamando a ésta: "Estación Biológica Altiplánica" (EBA), cuya búsqueda será resolver el manejo inadecuado que ha tenido el ecosistema andino de la Región de Antofagasta, para con ello generar conocimiento a nivel regional y nacional sobre las problemáticas suscitadas anteriormente y crear políticas de conservación y protección de aquello que se necesite. En definitiva, la propuesta de arquitectura se verá manifestada bajo una necesidad a nivel nacional, bajo el alero del estancamiento de las Ciencias en Chile, como rama de aprendizaje, sumado al deterioro y retraso de nuestros centros investigativos a nivel regional.



1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo principal

Estudiar un tema de importancia global, abordándolo de manera local-cognitiva. De igual manera, explorarlo no sólo desde el punto de vista arquitectónico y funcional, ya que saber sobre laboratorios es simple y complejo a la vez (manuales y normativas nos pueden dar una introducción al tema), sino que conjuntamente desde una perspectiva de conocer cómo funcionan, qué ocurre día a día, cómo es el quehacer habitual y extraordinario de científicos e investigadores. También, aprender sobre tecnología, y proyectar con todo aquello, una nueva perspectiva arquitectónica en base a la experiencia y motivaciones ocurridas durante el proceso, abarcándolo bajo una temática científica, y así provocar que más personas se interesen en temas de investigación, sostenibilidad y protección a favor del medio ambiente chileno.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Manifestar la necesidad de estudiar otra rama del oficio, denotando un estancamiento en los campos del aprendizaje y el ilimitado abarque que tiene nuestra carrera en pos del desarrollo.
- Incentivar investigaciones y proyectos sobre estaciones de trabajo científicas, actualizando los requerimientos en base a los avances e investigaciones que se tienen en cuanto al tema y por sobre todo, con problemáticas vigentes.
- Proponer desde la raíz. Tener conciencia de los legados originarios, de lo inexistente e impalpable de cada una de las entidades. Recordar lo prístina y primitiva que es nuestra naturaleza. Proyectar desde la génesis.
- Reafirmar mi intención y motivación en los próximos años en desarrollar proyectos relacionados con desafíos tecnológicos e innovadores, para con ellos proporcionar nuevos parámetros para mi desarrollo como Arquitecto en el modo de proyectar, construir y habitar.
- Proyectar una estación de campo en equilibrio con su entorno, en el cual se considere en su diseño los posibles cambios que se pueden realizar en el tiempo, de acuerdo a los temas investigativos que se estimen pertinentes en ese periodo.
- Consolidar a San Pedro de Atacama como referente y plataforma nacional de educación e investigación ambiental.

Imagen: Ruta 23-CH camino a San Pedro de Atacama.
Fuente: elaboración propia.

· CAPÍTULO 2 ·

MARCO TEÓRICO



· EL ANFITEATRO ·

Para comprender la propuesta arquitectónica, sobre la cual se hará referencia en los próximos capítulos, es necesaria la comprensión de ciertos conceptos y temas para el entendimiento del proyecto, a modo de referencia sobre su concepción.

En este capítulo se tomarán temas referentes al patrimonio natural de Chile, al estado actual de la educación científica y al desarrollo investigativo de esta, y por último, se verá el caso de la infraestructura actual de algunos de los laboratorios de nuestra Casa de estudios.

Si bien algunos de los conceptos a tratar no se relacionan de manera directa a la disciplina de la Arquitectura, en el último tiempo, éstos han ido adquiriendo otra relevancia y participación al momento de concebirlas, permitiéndonos considerar nuestra profesión de manera más multidisciplinaria que tiempos anteriores.

2.1. Patrimonio natural de Chile

La zona de San Pedro de Atacama es considerada la capital arqueológica del país, es también parte de los sitios turísticos más concurrido por visitantes nacionales y extranjeros, y uno de los parajes dentro del territorio que posee la mayor diversidad de ecosistemas, siendo el altiplano uno de los más complejos. Estos valores, que se han ido descubriendo y desarrollando en las últimas décadas, se han visto amenazados por la acción humana debido a la extracción de recursos naturales, la contaminación y agotamiento del agua del desierto, el turismo desinformado, etc.

Chile al poseer un carácter propio dentro de la región, conserva una gran cantidad de patrimonio tangible expresado principalmente en su paisaje y territorio. El valor de sus ecosistemas naturales, activan la necesidad de conservación sobre la vida desarrollada dentro de ellos, la cual nos permite como ciudadanos de nuestro país, tomarles relevancia al momento de verlas en peligro.

La protección de espacios naturales en Chile tiene más de un siglo de tradición, iniciándose en 1907 cuando se estableció la primera unidad de Área Protegida terrestre (Reserva Forestal Malleco). Esta idea de patrimonio se ha ido nutriendo y actualizando con políticas sobre preservación de ecosistemas, mantenimiento y recuperación de poblaciones de especies en el último siglo. Estos documentos sistematizan y contribuyen al diseño de la institucionalidad sobre la protección y al

uso sostenible del patrimonio natural del país, creando parques, santuarios, reservas y monumentos naturales (por ejemplo: Ley 17.288 – Ley de Monumentos Nacionales: la cual establece las regulaciones para la creación de Santuarios de la Naturaleza, recomendados por el Consejo de Monumentos Nacionales).

Según el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental o SEIA (D.S. 95/2001), es considerada un área bajo protección oficial a “Cualquier porción de territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental”. Desde la década del noventa hasta la fecha, se han realizado múltiples esfuerzos para prevalecer lugares para completar y agregar a la lista de conservación.²

Dichos lugares, ya no sólo se han categorizado por instrumentación política directa, si no que múltiples instituciones y figuras no ligadas al Estado, han participado en los marcos reguladores pertinentes en tópicos sobre áreas protegidas, en donde también las tendencias mundiales y los acuerdos internacionales han influido decisivamente en el establecimiento de las nuevas políticas ambientales. Según esto, podemos entender al patrimonio como un fenómeno dinámico, en donde los elementos valorables según una comunidad, en este caso Chile, se consolidan como referentes culturales. A partir de lo anterior, podemos entender al patrimonio natural como los elementos propios de la naturaleza dignos de ser conservados, los cuales una determinada comunidad bajo un espectro cultural común, otorga ciertos valores especiales.

En base a lo anterior, San Pedro de Atacama y la Reserva Nacional Los Flamencos, creada en 1990, determinan un patrimonio natural en el Norte Grande de nuestro país, los cuales adquirieron un valor simbólico dado por la tradición y la cualidad de sus espacios físicos naturales, evidenciando los esfuerzos por parte de distintos agentes, siendo las comunidades indígenas atacameñas las más interactivas, en materias de resguardar un patrimonio natural digno de preservar.

Si bien, existen instituciones encargadas de proteger la biodiversidad “in situ”, no existen programas nacionales estables de seguimiento, monitoreo e investigación científica en las áreas protegidas. Es por esta razón, que es necesario movilizar los esfuerzos de investigadores e instituciones locales a favor del beneficio, asociando

políticas, planes, programas e instrumentos de gestión.

²Fuente: Ministerio del Medio Ambiente
Las áreas protegidas de Chile: antecedentes, institucionalidad, estadística y desafíos.
 Mayo 2011.

2.2. Actividad científica nacional

En esta última década, el desarrollo y la producción científica nacional ha ido experimentando un dinamismo muy complejo, observándose variadas “subidas y bajadas” ligadas directamente a la economía (mayor nivel de producción = mayores ingresos = inversión). A nivel latinoamericano en **producción científica** mundial, Chile creció de aportar el 7,7% de la región a un 8.5% en el 2012, pero a nivel mundial, este ha caído de la posición número 43 en 2003 a 46 del mundo en 2012 como consecuencia de la crecida de países en categoría de “emergentes”. Si nos acotamos al contexto “OCDE”, Chile es uno de los que cuenta con menos investigadores activos, encontrándose dentro de los últimos puestos, superando sólo a países como México y Rusia, entre otros.

A diferencia de principios de este siglo, el número de autores y producción de documentos hoy en día ha aumentado en cerca de un 10% anual, sorprendiendo las tasas de crecimiento e indicadores. A nivel de temáticas, las áreas con menos “stock” de capital humano que han crecido son: Química, Neurociencias, Veterinaria y Ciencias Ambientales, alcanzando una “performance” baja con respecto a la media del país, la cual no condice la importa y el esfuerzo investigador que se tiene por esta. En todos los segmentos o áreas, las universidades de Chile, Católica de Chile y de Concepción concentran más del 50% de las patentes.

La elaboración de material científico en Chile es liderado por el sector de Universidades, atribuyéndose cerca del 87,8% (período 2008-2012). Si bien este esfuerzo es bien considerado, una de las mayores debilidades del sistema de generación es casi exclusivamente hecho en la Región Metropolitana (59%), lo cual demuestra la centralización del conocimiento que se tiene a nivel país.³

Si tomamos el concepto de territorio y lo asociamos a la producción de conocimiento, veremos una clara tendencia que desarticula las estrategias de desarrollo nacional propuestas por los gobiernos, mostrando una asimetría en los beneficios de la investigación y la dotación de capital regional. Es por esta razón que se debiera atraer a investigadores y crear centros de excelencia para dotar la **red científica** existente, sumando a esto,

nuevas temáticas de estudio de importancia nacional y fortaleciendo el sistema a través de una política que estimule la generación de conocimiento en conjunto.

2003-2007

Region	Production acumulada 2003-2007
Arica y Parinacota	218
Tarapacá	118
Antofagasta	603
Atacama	42
Coquimbo	971
Valparaíso	1777
Metropolitana de Santiago	13478
Libertador General Bernardo O'Higgins	30
Maule	498
Biobío	2931
La Araucanía	593
Los Ríos	1188
Los Lagos	257
Aysén del General Carlos Ibáñez del	28
Magallanes y Antártica Chilena	173

2008-2012

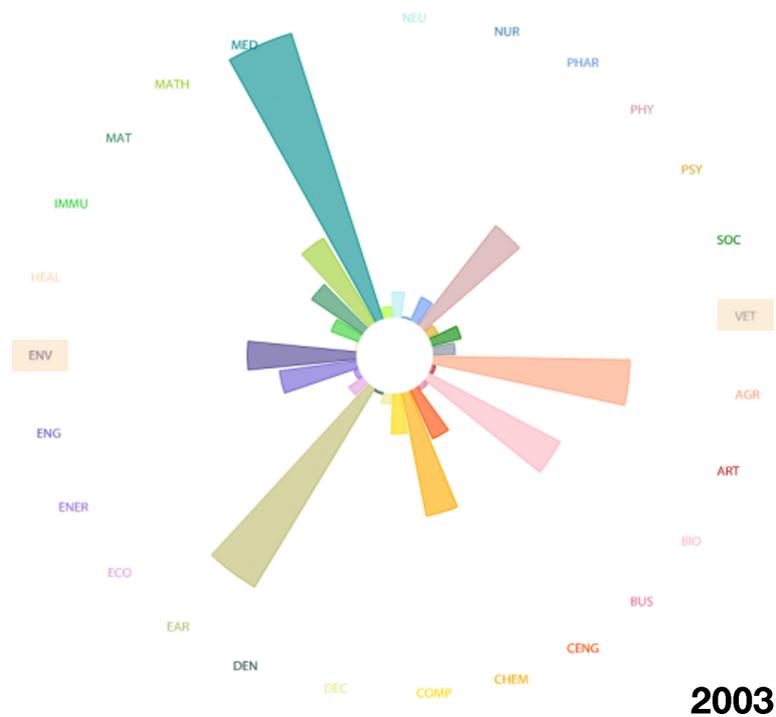
Region	Production acumulada 2008-2012
Arica y Parinacota	582
Tarapacá	219
Antofagasta	1205
Atacama	160
Coquimbo	1473
Valparaíso	4338
Metropolitana de Santiago	21963
Libertador General Bernardo O'Higgins	46
Maule	1235
Biobío	4956
La Araucanía	1611
Los Ríos	1875
Los Lagos	489
Aysén del General Carlos Ibáñez del	144
Magallanes y Antártica Chilena	347

Imagen: Gráfico.

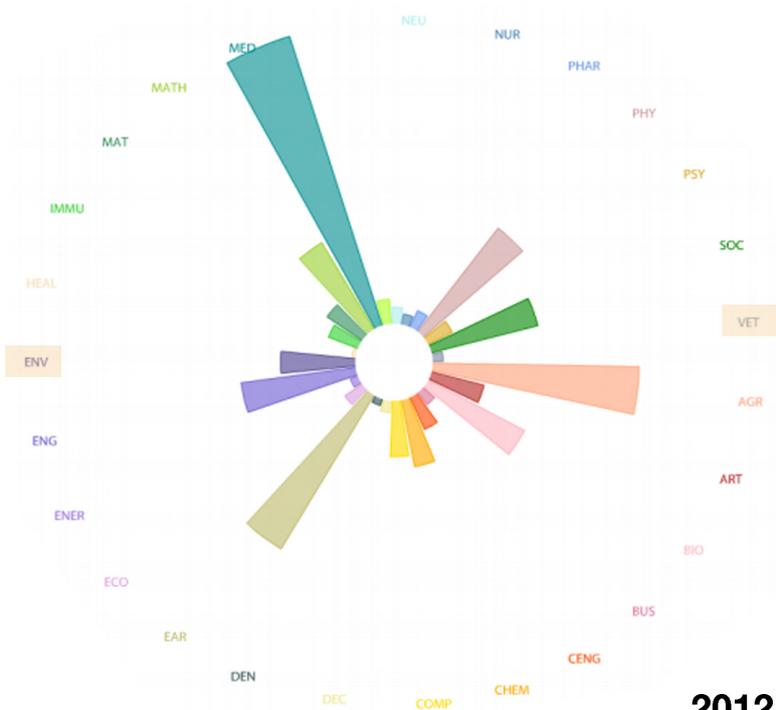
Evolución de indicadores básicos de producción científica por regiones en Chile en 2003-2007 y 2008-2012.

³Fuente: CONICYT - Ministerio de Educación.
Principales Indicadores Cientométricos de la Actividad Científica Chilena 2012. Informe 2014: una mirada a 10 años. Agosto 2014.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, relacionando la Región de Antofagasta con la Región Metropolitana, podemos ver claramente una tendencia centralizada que se tiene en el país en la forma de generar conocimiento. Comparándolas en cifras, la RM realiza un 1800% más de producción que Antofagasta. Es por esta razón que se propone EBA como una infraestructura de fortalecimiento regional, a modo de retribuirle a las regiones una mayor retención a grupos de investigación de alto rango.



2003



2012

AGR Agricultural and Biological Sciences	DEN Dentistry	MATH Mathematics
ART Arts and Humanities	EAR Earth and Planetary Sciences	MED Medicine
BIO Biochemistry, Genetics, Molecular Biology	ECO Economics, Econometrics and Finance	NEU Neuroscience
BUS Business, Management and Accounting	ENER Energy	NUR Nursing
CENG Chemical Engineering	ENG Engineering	PHAR Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
CHEM Chemistry	ENV Environmental Science	PHY Physics and Astronomy
COMP Computer Science	HEAL Health Professions	PSY Psychology
GEN General - Multidisciplinary	IMMU Immunology and Microbiology	SOC Social Sciences
DEC Decision Sciences	MAT Materials Science	VET Veterinary

Si bien, los temas de Ciencias Ambientales y Veterinaria (destacadas en tabla) no se encuentran en proporción, de igual manera, existe una desventaja con respecto a las otras materias científicas a nivel país. Temas relacionados a la Medicina y a la Astronomía superan con creces a las que son pertinentes a EBA. Esto reafirma la urgencia de elaborar investigación en materias ambientales a nivel nacional, permitiéndonos desarrollar

un plan de generación de conocimientos ambientales no sólo en la Región de Atacama, si no que también en aquellas donde sea necesario.

Imagen: Gráfico.
Especialización temática de Chile en 2003 y 2012.
Representación relativa al país.
Fuente: Ídem Gráfico anterior.

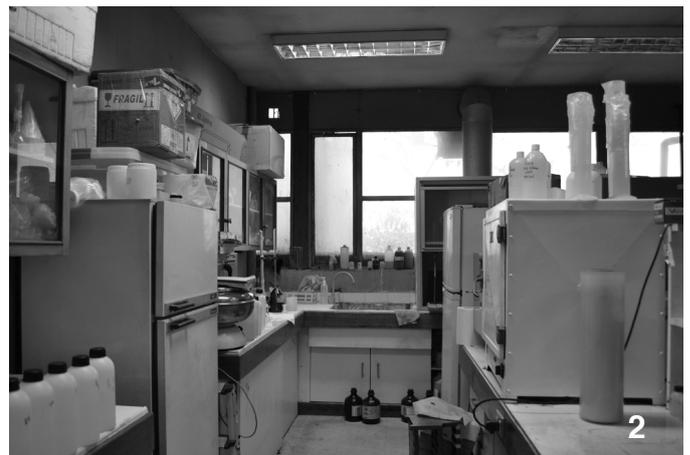
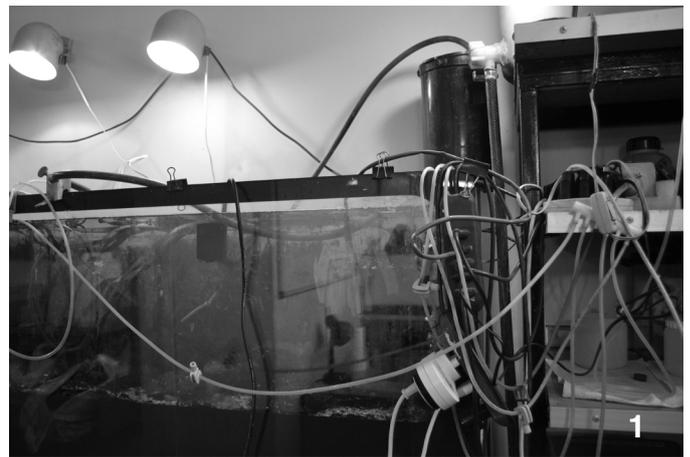
2.3. Contingencia

La realidad nacional de los centros de investigación ligados al conocimiento científico no está ajena a los problemas que se han suscitado en los medios de comunicación bajo el espectro del deterioro y la obsolescencia tecnológica educativa. Un ejemplo es el caso del Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias de la universidad, el cual presentó un insuficiente desempeño programático y un real estancamiento en cuanto a sus instalaciones durante muchas décadas. La situación de este laboratorio, es la de muchos de la red nacional en educación e investigación sobre Ciencias en Chile que han visto mermada su actividad productiva.

Muchos académicos y estudiantes aseguran que deben completar sus estudios superiores de forma casi obligatoria en laboratorios extranjeros a modo de presenciar la dinámica de trabajo en espacios de alto estándar y comprender de este modo cómo realmente es el desempeño óptimo de este tipo de instalaciones. Esta necesidad imperante de trabajar y estudiar en entidades foráneas es entendible a simple vista: maquinarias y mueblería de los distintos laboratorios no dan abasto a la cantidad de estudiantes que los usan (Foto 4), se deben coordinar para el uso de salas ya que no les es posible trabajar todos en un mismo tiempo, también, sus precarias instalaciones sanitarias y eléctricas (Foto 1) se han visto alteradas de manera rudimentaria para realizar las cargas investigativas pertinentes, entre otros factores.

Si entrecruzamos la información anterior con el acontecer nacional, es en este tipo de instalaciones en donde se realiza cerca del tercio de todas las investigaciones. Es decir, esta es nuestra cara visible como referente a nivel nacional e internacional en Ciencias.

* Diccionario de palabras claves (adjunto en CD).



Imágenes: Facultad de Biología Universidad de Chile.
(2° semestre 2014).

Foto 1: sala de acuarios.

Foto 2: laboratorio de aguas.

Foto 3: laboratorio de ecología animal.

Foto 4: sala herbario.

Fuente: elaboración propia.

· CAPÍTULO 3 ·
EMPLAZAMIENTO



· SALAR DE ATACAMA ·

3.1. Propuesta emplazamiento general

El proyecto se ubica en la localidad nortina de San Pedro de Atacama, en la II° Región de Antofagasta, debiendo su nombre según los antiguos pobladores, al santo Patrono traído por los españoles, y Atacama, cuyo significado en lengua kunza es “cabecera del país”. Esta localidad se escogió mediante un proceso de selección en conjunto a algunos académicos y estudiantes de la Facultad de Biología, haciendo un barrido de opciones de ecosistemas del país, prefiriendo a este territorio para la ejecución del proyecto ya que cumple con todas las problemáticas a nivel país sobre la carencia de centros científicos en regiones.

Este lugar, presenta un valor agregado debido a su relación con el Desierto de Atacama y la ecorregión de la Puna, los cuales se presentan como hábitats únicos dentro de la región.



Imagen: Mapa

Ubicación a nivel país.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Antecedentes generales

3.2.1. Medio ambiente natural

3.2.1.1. Paisaje

El paisaje del valle andino de la II° Región de Antofagasta es posible calificarlo dentro de dos tipos: árido y semiárido. Para comprender gran parte de lo que es la región y sus microclimas a lo largo de ésta, se mencionarán aquellos que competen al Desierto de Atacama y al Desierto Andino.

El climatólogo alemán-ruso Wladimir Peter Köppen, a principios del siglo XX, catalogó el clima en cinco categorías: tropical, seco, templado, frío y polar; tiempo después, subdividió estas categorías con mayor exactitud, permitiéndole de esta manera entender con mayor exactitud las distintas superficies de la Tierra.

Los climas secos incluyen zonas áridas y semiáridas (las zonas mediterráneas también podrían entrar dentro de esta clasificación, debido a que sus precipitaciones sólo ocurren en invierno, por ende, comparten el factor crítico sobre la escasez de agua). Las zonas áridas comprenden desde desierto extremos (como el Desierto de Atacama) a otros menos severos, cubriendo aproximadamente un 14% del planeta; otro 14% serían de zonas semiáridas (desiertos menores y estepas); y la zona mediterránea con un 2% a nivel planetario (entre ellas: Santiago de Chile, California (E.E.U.U), parte de la costa sudafricana y australiana, y por supuesto, las costas europeas y africanas que rodean al Mar Mediterráneo), constituyendo cerca del 30% de la superficie terrestre, muchas veces interconectadas entre ellas.

Los desiertos son el resultado de un déficit de agua debido a un ciclo hidrológico en el que la Tierra pierde más agua que la que capta. Muchas veces se debe a la lejanía que presentan de una gran fuente de humedad oceánica, detrás de una cordillera, entre otros. Es por esta razón que presentan una humedad muy baja.

En estas zonas, se presenta una oscilación térmica de gran variación entre la noche y el día y entre el invierno y el verano, muchas veces ocasionadas por el condiciones de vientos extremos. Se definen también como aquellas en donde tienen menos de 250 mm de precipitaciones al año.

Las zonas semiáridas conocidas como estepas, tienen un déficit menos extremos que los desiertos. Reciben entre 250 a 500 mm de precipitaciones al año, con veranos calurosos e inviernos fríos. Son regiones demasiado secas para disponer de bosques pero húmedas como

para considerarlas como desiertos. Las zonas tienen formas de vida diversas adaptadas a tales condiciones (Ej: Desierto florido).⁴

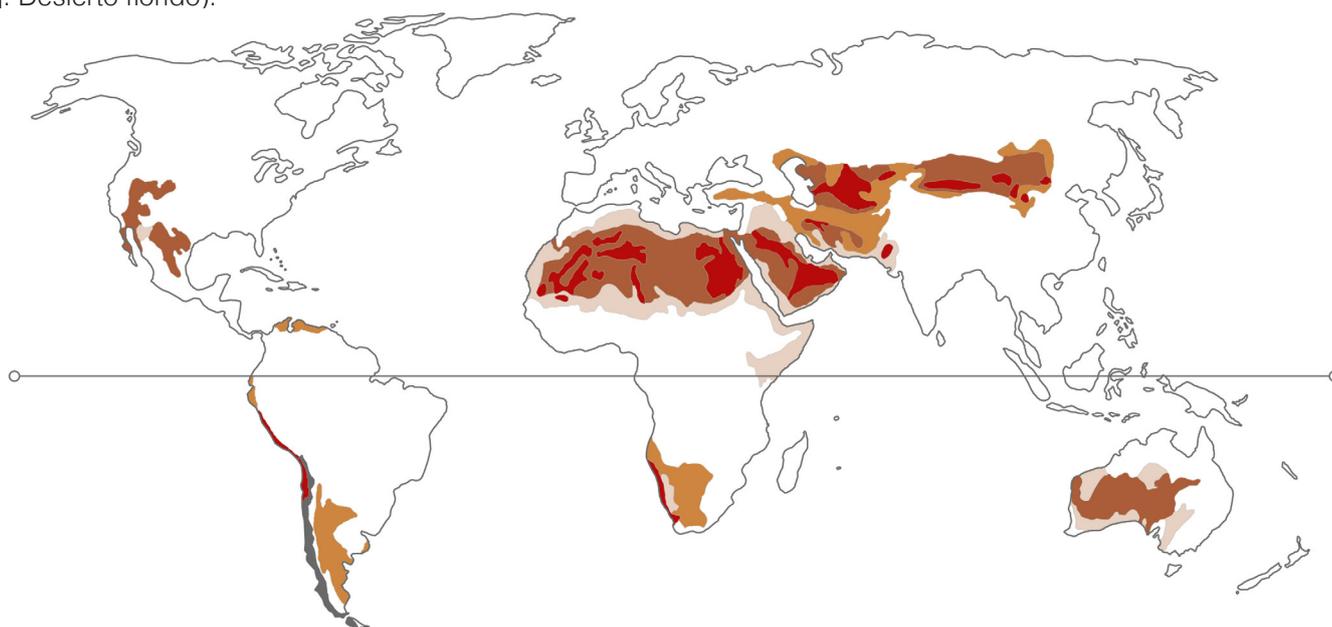


Imagen: Mapa.
Biomos desérticos.

⁴Fuente: Aronson, S. (2008). *Aridscapes: proyectar en tierras áperas y frágiles*.



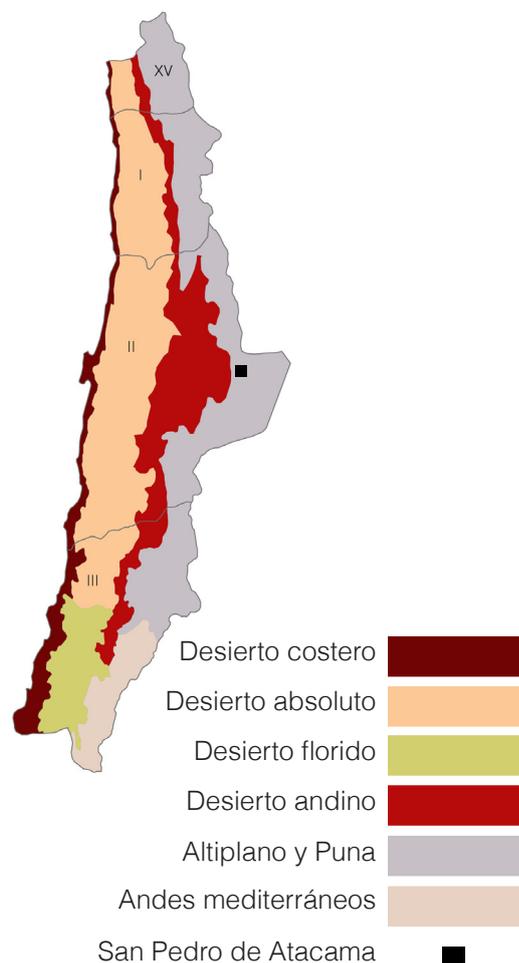
3.2.1.2. Geografía

3.2.1.2.1. II Región de Antofagasta de Chile

Las características geográficas de la región (mencionadas anteriormente bajo el espectro climatológico árido y semiárido), cuentan con amplias planicies litorales que se extienden especialmente en la Península de Mejillones (marrón), siendo interrumpidas por la Cordillera de la Costa. En la depresión intermedia se encuentra el Desierto de Atacama, reducido por una interrupción de la Cordillera de los Andes, conocida como Cordillera de Domeyko. Entre esta cordillera y el macizo de los Andes, se encuentra el Desierto andino, en el cual se destacan el Salar de Atacama y el nacimiento del Río Loa (440 km de longitud y el más largo de Chile). En la región, en resumen, se localizan cuatro subtipos climáticos desérticos principales, dispuestos en franjas longitudinales (con particularidades exclusivas en cada uno de ellos). A partir de los biomas que presenta este territorio, nos enfocaremos principalmente el que se extiende por sobre los 2500 m.s.n.m. (altiplano), en donde se ubican los poblados cordilleranos de San Pedro de Atacama, Toconao y Chiu-Chiu, conocido por los locales como el territorio de la ancestral cultura atacameña (gris).

Imagen: Mapa.
Biomos Región Antofagasta.

Fuente: educarchile.cl



3.2.1.2.2. El territorio atacameño

Como se insinuó anteriormente, el territorio de la región varía desde los cero metros (costa) hasta por encima de los 6000 m.s.n.m. (cumbre de los volcanes de la Cordillera de los Andes), incidiendo en una disminución de la cantidad de oxígeno atmosférico, produciendo los trastornos fisiológicos como del mal de altura o “apunamiento” a medida que se asciende. Al encontrarse el desierto en medio de estas dos situaciones, los antiguos pobladores no tuvieron más alternativa que instalarse orillados en la costa o apegados a la cordillera andina, sabiendo que sobrevivir en la depresión intermedio, en las pampas del desierto, era imposible. En esta investigación, hablaremos de aquel territorio ascendente hacia la cordillera, en donde la tierra era más acogedora pero el clima era más drástico.

3.2.1.2.3. Macroforma del relieve

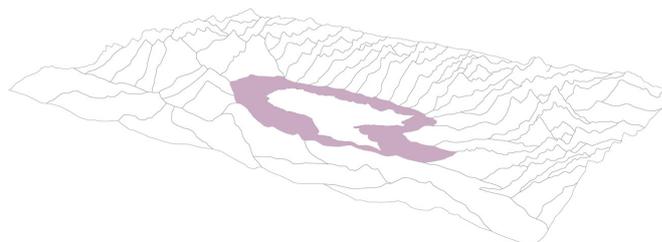
El territorio donde se ubicó la cultura atacameña, se dividió en tres: Cuenca, Prepuna y Puna.

- **La Cuenca:** de 200 km de largo por 100 km de ancho, se presenta como un gran anfiteatro oval atrapado entre la Cordillera de los Andes por el este y la Cordillera de Domeyko por el oeste. El fondo de la cuenca alberga el Salar de Atacama (2000 km² y uno de los más grandes de la región andina). En el borde norte desembocan dos ríos: San Pedro y Vilama, sustentando la más importante formación de oasis, conocido como San Pedro de Atacama. Este anfiteatro constituyó un gran potencial para el desarrollo de la cultura atacameña, contrastando en el hostal ambiente de la Puna Salada.

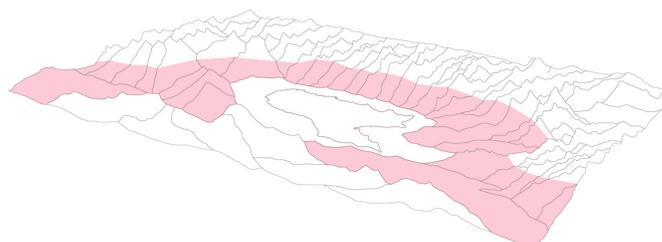
- **La Prepuna:** corresponde al plano inclinado, que asciende hacia el este desde los 2700 m.s.n.m. hasta los 3400 m.s.n.m., esta menor altitud debería ser favorable para el desarrollo de vegetación (pero por efectos de un menor alcance de las lluvias permite sólo el crecimiento de arbustos y de cactáceas). Este talud es dibujado por numerosas quebradas esculpidas por un escurrimiento de aguas cordilleranas de siglos y milenios anteriores. Aquí se producen los cauces de aguas que llegan hasta el desierto mismo, sucumbidos finalmente por arenas o evaporados por la radiación. Entre los 2700 y 2300 se tiende a la horizontalidad, constituyendo grandes cuencas u ollas hidrográficas, destacando el río Loa y el salar de Punta Negra.

- **La Puna:** es aquel territorio que se extiende como tejado andino a una altura entre los 3400 y 4000 m.s.n.m. En ella emergen los conos de los volcanes y cerros. La altitud pone limitaciones fisiológicas al desarrollo de árboles, permitiendo sólo el crecimiento

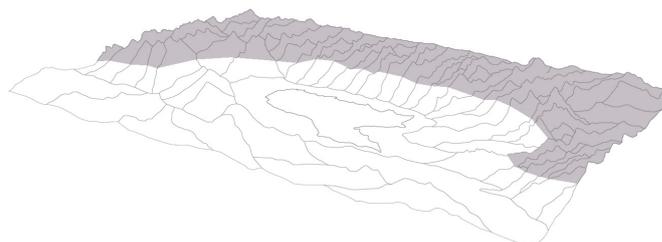
de arbustos que no sobrepasan el metro de altitud. En la depresiones, donde se concentra mayor humedad, se forman bofedales o vegas con pastos tiernos. Aquellos más expuestos a rigores climáticos, se forman pastos duros. En lo alto, cerca de la Prepuna, se perfilan conos de un gran número de volcanes, muchos declarados “montañas sagradas”: Lascar, Lullllaillaco, Tatio, Putana, Sairecabur, Licancabur, entre otros.⁵



Cuenca



Prepuna



Puna

Imagen: Relieve.
Macroforma.

³Fuente: Llagostera Martínez, Dr. A. (2011).
Los Antiguos Habitantes del Salar de Atacama.

3.2.1.2.4. Volcanismo

El norte de Chile, entre Arica y Vallenar, tiene una superficie aproximadamente de 225.000 km², de las cuales 35.000 km² son de rocas volcánicas cuaternarias. A ello se agrega la presencia de unos 420 centros volcánicos, varios de ellos en cierto grado de actividad. Manifestaciones de volcanismo reciente son las surgencias de aguas termales, geysers y fumarolas.⁶

⁶Fuente: Alonso, H. (1993).

Geoquímica de aguas en el Altiplano, una aproximación.

Departamento de Química, Universidad Católica del Norte, Antofagasta.

3.2.1.3. Clima

3.2.1.3.1. Distritos climáticos

La Región de Antofagasta se caracteriza por una extrema aridez, que sólo se ve interrumpida por la humedad provocada por la acción del mar (corriente de Humbolt) hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Es decir, el borde costero estaría bajo una temperatura más templada en comparación al resto del territorio. Ciudades como Antofagasta, Tocopilla, Mejillones y Taltal, aquellas cubiertas entre 30 a 50 km entre la costa y el interior, estarían bajo este rango.

Para el resto de la región es variada la temperatura y clima. Luego de los 1000 m.s.n.m. se presenta un clima Desértico Normal o Desértico de calor, con baja humedad relativa (poca manifestación marítima), ausencia de precipitaciones y alta oscilación térmica (localidades como María Elena y Baquedano).

Calama y San Pedro de Atacama, al encontrarse entre los 2500 m.s.n.m. aproximadamente, el clima es denominado Desértico Marginal o Desértico Frío, el cual posee singularidades propias de un desierto en altura. Específicamente San Pedro de Atacama, posee dos estaciones a lo largo del año, una fría que se extiende desde mayo a septiembre (junio y julio son los meses más fríos), con temperaturas promedio entre los 9°C a los 24°C, y otra caliente, que va desde octubre a abril, con una media de 13°C y 25°C. Enero y febrero presentan características especiales, en donde hay presencia de lluvias estivales producto de la humedad amazónica (fenómeno atmosférico conocido comúnmente como invierno boliviano), que se traslada por la cordillera hacia los Andes Sur, afectando los sectores altiplánicos. San Pedro de Atacama tiene un 90% de sus días despejados, un 8% de sus días nublados y un 2% aproximadamente de lluvias pasajeras (27 mm de agua caída).

Sobre los 3000-3400 m.s.n.m. (Puna), el clima es seco

y frío, con grandes contrastes de temperatura entre las estaciones del año, y también entre el día y la noche. La altura provoca que las temperaturas sean muy bajas y cuando se presentan precipitaciones, éstas caen en forma de nieve. Ya en los 5500-5700 m.s.n.m., la temperatura hace que las nieves sean eternas.

3.2.1.3.2. Humedad

La región altiplánica presenta un contenido bajo de humedad por consecuencia de la altura en que se encuentra, que por otra parte, sumado al clima frío, la zona no permite una retención de vapor de agua; fenómeno que se ve interrumpido por la temporada de lluvias estivales provenientes de la Amazonía que permite que los niveles de humedad absoluta y relativa aumenten.

3.2.1.3.3. Vientos

En la zona varían fuertemente según la topografía local y de acuerdo a las épocas del año. A pesar de esto, existe un perfil de corriente durante el invierno proveniente del oeste, mientras tanto en verano, existe un predominio de flujo por el sureste. La presencia de brisas de valle y montaña, asociadas también en sectores de lagos y salares, generan circulaciones locales de gran escala.

3.2.1.3.4. Clasificación climático habitacional

Según la clasificación climático habitacional estipulada por la norma NCh 1079-2008 (Arquitectura y construcción – Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico), el área de San Pedro de Atacama pertenece a la Zona An (Andina), correspondiente a la alta Cordillera de los Andes y pre-cordillera desde el norte del país hasta Puerto Montt. Se caracteriza por tener pequeñas ciudades, campamentos mineros y centros turísticos. Cambios repentinos de las condiciones climáticas con tormentas veraniegas en el norte, ventiscas y nevazones en el sur. En esta zona la construcción de gran masa presenta ventajas sobre la prefabricación.⁷

⁷Fuente: Rodríguez, G. (2008).

El clima y la construcción habitacional. Revista BIT N°63, Santiago.

3.2.1.3.5. Reglamentación térmica

San Pedro de Atacama se encuentra clasificado como Zona 2 para efectos de EBA, Zona 5 sobre los 3000 m.s.n.m. y Zona 7 sobre los 4000 m.s.n.m. Reglamentación vigente en nuestro país desde el año 2000 luego de su incorporación a la O.G.U.C en el Art. 4.1.10.

3.2.1.4. Hidrografía

Las cuencas alto-andinas de la región, se caracterizan por ser del tipo endorreicas (sin salida fluvial hacia el océano), donde es posible encontrar en sus depresiones, salares y sectores lagunares importantes, las que son irrigadas temporalmente, dando origen a vegas y bofedales, que ofrecen una importante dinámica ecológica tanto desde el punto de vista de la capacidad de carga de avifauna y fauna terrestre silvestre, como para la sostenibilidad en el uso antrópico de estos significativos recursos de pastoreo y desarrollo de ganado auquénido. Estas cuencas se desarrollan en la zona de la Puna de Atacama, presentándose también hacia el norte, como es el caso de las cuencas de los salares de Ascotán-Carcote, y hacia el sur la del Salar de Punta Negra.⁸

⁸Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago. CONSECOL. (1986). *Balance Hidrológico Nacional, IIª Región de Antofagasta.*

3.2.1.4.1. Aguas subterráneas

Son en general de poca profundidad y contienen importantes cantidades de Boro, Arsénico y cloruros. Poseen características similares a las aguas superficiales.

3.2.1.4.2. Ríos y salares

El fondo de la cuenca de Atacama está ocupado por el salar propiamente tal, en el cual subsisten algunas lagunas remanentes (Miscanti, Chaxa, Tebinquinche, etc.). La extensión húmeda alcanza aproximadamente 1.500 km², lo que representa un 10% de la superficie total, con una altitud media de 2.400 m s.n.m. Constituye la base de equilibrio de una red de drenaje, cuyas principales vías de escurrimiento desembocan en la cabecera norte del salar a través de los ríos San Pedro y Vilama, formando diferentes oasis en la extensión del territorio, como lo sería San Pedro de Atacama.⁹

⁹Fuente: Ministerio de Obras Públicas - Dirección General de Aguas. (2003). *Cuenca Salar de Atacama. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.*

3.2.1.4.3. Humedales

Son ecosistemas (suelos inundados desprovistos de oxígeno) de gran importancia por los procesos ecológicos e hidrológicos que ocurren en ellos y por la diversidad biológica que sustentan (por ejemplo:

recarga de acuíferos y constitución de hábitats críticos para especies amenazadas). Muchas aves dependen de los humedales para establecer sus rutas migratorias y de apareamiento. Son ecosistemas únicos, de alta vulnerabilidad.

Chile firmó un tratado (Convención Ramsar) en el cual se comprometió a mantener el uso racional y mantener una preocupación constante por la conservación de éstos. Si bien en un principio tenía como misión proteger el hábitat de aves acuáticas, este tratado se ha ido ampliando con los años, preocupándose por la totalidad de la diversidad que hay en estos lugares.

Con el objetivo de preservar estos ecosistemas, nueve de doce de ellos (cuatro en la Región de Antofagasta), se encuentran como Áreas Silvestres Protegidas por la CONAF.

Sitios Ramsar Región de Antofagasta:

- Salar de Aguas Calientes IV (15.529 Ha)
- Salar de Pujsa (17.397 Ha)
- Salar de Tara (96.439 Ha)
- Sistema Hidrológico Soncor (67.133 Ha)

Imagen: Salar de Pujsa.

Fuente: panoramio.com

Imagen pág. 25: Glosario lagunas atacameñas.

Fuente: elaboración propia



4148 msnm



Laguna Miscanti
100km de San Pedro
de Atacama

15m²

2°C



Laguna Chaxa
56km de San Pedro
de Atacama

1°C

1.9m²

4325 msnm

Laguna Lejía
85km de San Pedro
de Atacama



3mm/año en pp

Habitan diversas
comunidades de
flamencos

2320 msnm



Laguna Cejar
17km de San Pedro
de Atacama

Gran concentración
de Sal y Litio

2300 msnm

16m de profundidad



Ojos del Salar
16.6km de San Pedro
de Atacama

Napas subterráneas

2340 msnm

Agua dulce



Laguna Tebinquinche
26km de San Pedro
de Atacama

2315 msnm

Agua de deshielos
y lluvias

10cm de profundidad

3.2.1.5. Flora : Vegetación altiplánica

La flora de los Andes del norte de Chile posee 865 especies aproximadamente, 20% de estas especies son endémicas de Chile. En la macro-zona, producto de las lluvias invernales, las especies endémicas aumentan al doble que bajo las lluvias de verano.

La riqueza de especies disminuye un 80% y la cobertura en un 50% a medida que se asciende.

Existen cuatro pisos de vegetación en la región de los Andes:

- Pre-andino (Desértico o Prepuna).
- Sub-andino (Puna).
- Andino inferior.
- Andino superior.¹⁰

La temperatura tiene un papel importante a la hora de determinar las formas de vida y en consecuencia, la similitud fisonómica a lo largo de los pisos de vegetación.

Por ejemplo, las especies altas son menos tolerantes a las bajas temperaturas en comparación a la especies que crecen a ras de suelo. Estas últimas, poseen tolerancia al congelamiento como principal mecanismo de resistencia a bajas temperaturas.

Las amplias y profundas quebradas de los ríos que cruzan la zona norte del país contienen matorrales, principalmente arbustos y árboles como el Algarrobo Blanco (*Prosopis alba*), la Tara (*Caesalpinia spinosa*, utilizada para alimento y medicina) y el Carbonillo (*Cordia decandra*).

El riego es el principal sostenedor de los cultivos agrícolas. Plantaciones de frutas exóticas como la guayaba, cítricos, olivos, palmeras y flores tropicales, se cultivan en la zona. Sin embargo, el desierto tiene como principal sustrato la grava, que por efecto de su salinidad, limita la agricultura.

En el área pre-andina domina una vegetación de alto desierto, que se encuentra en las laderas occidentales de los Andes, desde 1800 m.s.n.m. hasta los 3500 metros aproximadamente. La mayoría de la vida vegetal se produce cerca de los pueblos (oasis), alrededor de estanques-lagunas naturales y pantanos o bofedales, alimentados por ríos y el deshielo.

Los cactus son muy adecuados para el hábitat. La mayoría tienen raíces poco profundas que absorben rápidamente lluvias del desierto poco frecuentes y la escorrentía de las laderas de las montañas.

Las plazas de los pueblos en los oasis, están plantadas con árboles de sombra, tales como Algarrobo Blanco, Pimiento (*Schinus molle*) y Chañar (*Geoffroea decortinans*). Su madera se utiliza en la construcción. Un ejemplo de ello, se puede ver en la Iglesia de San Pedro de Atacama, donde las vigas son de Algarrobo.

En la zona sub-andina, andina inferior y superior, se presentan grandes mesetas inter-montañas con una elevación media por sobre los 4000 m.s.n.m. En esta área, el altiplano recibe cerca de 400 mm de precipitaciones en verano. El paisaje puede ser descrito como un pastizal de llanura con plantas esteparias y con ciertas manchas de vegetación. Toda la zona es rica en vida silvestre y es posible encontrar cerca de 160 especies de plantas.

Otra categoría de especies, son los Pajonales (pastizales de Festuca, Stipa y Oxychloe), utilizados como alimento para el pastoreo de llamas y alpacas, y muchos otros mamíferos y aves que también se sustentan de ellos. Los bofedales son húmedos terrenos de una densa cubierta vegetal de hierbas pequeñas, juncos y pastos, se utilizan para el pastoreo de ganado.¹¹

¹⁰Fuente: Córdova, R. (1993). *La vegetación en el Altiplano*.

Departamento de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.

¹¹Fuente: Traducido del inglés de: Chester, S. (2008). *A wildlife guide to Chile*. Princeton University, New Jersey.

Imagen: Cardón.

Fuente: billholsten.com

Imagen pág. 27: Glosario flora atacameña.
Fuente: elaboración propia.





Cardón
Echinopsis atacamensis
Andes Norte de Chile
10m



Lliareta
Azorella compacta
Andes Norte de Chile
3m



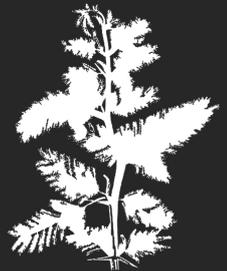
Queñoa
Polylepsis sp.
Arica a Tarapacá
3.5m



Algarrobo blanco
Prosopis alba
Andes Norte de Chile
12m



Espinillo - Añahuilla
Adesmia spinosissima
Andes Norte de Chile
1.5m



Quinoa
Chenopodium quinoa
Andes Norte de Chile
1m



3.2.1.6. Fauna altiplánica

La fauna de los Andes se define como escasa y vulnerable, determinada de este modo por las dificultades que plantea la vida en las alturas, entre ellas: la escasez de alimento y las variaciones térmicas entre el día y la noche, superadas sólo por un número reducido de especies. Los obstáculos señalados son la principal causa de que el número de especies alto-andinas sea relativamente limitado, haciéndolas interesantes e importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Los mamíferos, herbívoros en su mayoría, no son los más abundantes en cuanto a número, pero son quienes crean la imagen popular-cognitiva de la región. Las especies con mayor representatividad son de la familia de los camélidos sudamericanos: guanacos (*Lama guanicoe*), vicuñas (*Vicugna vicugna*), llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Lama pacos*), estas dos últimas sólo se conocen en estado doméstico, cuya relación con el hombre se remonta desde hace 6.000 años. En general, son fuentes de fibra, carne y trabajo para las comunidades campesinas indígenas.

También, dentro de esta categoría, se puede incluir al puma (*Felis concolor*) y algunos roedores.¹²

¹²Fuente: Raggi Saini, L. (1993). *La Fauna Altiplánica*. Departamento de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

Anfibios y reptiles presentan problemas para colonizar los Andes debido a la sequedad ambiental y las bajas temperaturas nocturnas, mostrando dificultades en su temperatura corporal y en su piel, lo cual, han evolucionado exhibiendo una piel más resistente o simplemente, han optado por desenvolverse en medios totalmente acuáticos, donde la humedad es permanente y los cambios térmicos no son tan abruptos. Herpetólogos chilenos, quienes son los encargados de estudiar estas especies, han informado una pérdida importante de estos animales, debido a la fragilidad de sus ecosistemas, los cuales se han visto dañados principalmente por relaves mineros y la extracción de agua, haciendo que sus territorios donde habitan se vean con temperaturas de hasta 35 grados Celsius.¹³

¹³Fuente: sustentare.cl - Información oportuna para Industrias Sustentables. (Mayo 2013). *Anfibios del altiplano están en riesgo de desaparecer por la pérdida de su hábitat*.

Las aves del altiplano se adaptan de mejor manera en este territorio, concentrándose principalmente en lagunas poco profundas de gran concentración

de sal, representando alta diversidad en pequeños hábitats. Esta característica, condiciona verdaderas "islas ecológicas", favoreciendo especialmente a las distintas especies de flamencos: chileno (*Phoenicopus chilensis*), andino (*Phoenicoparrus andinus*) y de James (*Phoenicoparrus jamesi*). Sus principales problemas lo constituyen la escasez de alimento y de lugares para nidificar, adoptando hábitos alimentarios específicos a las alturas.

En Chile, una especie amenazada es aquella que presenta problemas de conservación, cuyo significado implica un riesgo de extinción en el mediano plazo (al menos 10% de probabilidad de extinción en 100 años). Estas especies han sido incluidas a una categoría o clasificación gubernamental de Listas de Especies Amenazadas o Listas Rojas (Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio ambiente)., las cuales algunas de ellas, pertenecientes al altiplano chileno son:

- Gato montés andino
- Tagua cornuda
- Chinchilla
- Ñandú o Suri
- Yunco

Imagen: Vicuña.
Fuente: flickr.com

Imagen pág. 29: Glosario fauna atacameña.
Fuente: elaboración propia.





Flamenco chileno
Phoenicopterus chilensis
 Arica a Magallanes
 100cm



Gato montés andino
Leopardus jacobitus
 Arica a Tarapacá
 134cm



Ñandú - Suri
Pterocnemia pennata
 Arica a Tarapacá
 Aisén a Magallanes
 100cm



Llama
Lama glama
 Arica -aAntofagasta
 120cm



Zorro Culpeo - Rojo
Lycacopex culpaeus
 Arica a Magallanes
 133cm



Cóndor andino
Vultur gryphus
 Arica a Magallanes
 122cm



3.2.2. Medio demográfico y social

3.2.2.1. Demografía

El territorio altiplánico se caracteriza por poseer una baja tasa de habitantes en comparación con otros poblados de la región. Según el balance de años anteriores, la comuna presenció un crecimiento poblacional de un 75% aproximadamente (1992-2002), llegando a una población estable de 4.969 habitantes según el Censo del año 2002. San Pedro de Atacama representa el 1.01% de los habitantes de la región, en donde un 61% de la población es rural.¹⁴

¹⁴Fuente: goreantofagasta.cl - GORE Antofagasta.

3.2.2.2. Historia

• **10000 a.C. - 4000 d.C.:** alrededor del año 10000 a.C., el territorio atacameño recibió los primeros grupos humanos. Eran cazadores-recolectores que se desplazaban por los Andes siguiendo migraciones de camélidos, roedores y aves, complementando la caza de estos animales con la recolección de frutos y plantas silvestres.

Aunque sus vestigios arqueológicos sean escasos, el período de los cazadores-recolectores fue el más largo de la prehistoria atacameña: desde 10000 hasta 4000 a.C. Estos grupos fueron los primeros en dominar el ambiente local, adaptándose a las condiciones de la pura andina.

• **4000 a.C. – 1000 a.C.:** el desarrollo humano a lo largo del período cazador-recolector permitió a los habitantes de esta zona familiarizarse con su entorno y los ciclos de la flora y la fauna, generando paulatinamente un valioso conocimiento, a partir del cual comenzaron a adaptar la naturaleza a sus necesidades.

Es así como, entre los años 4000 y 600 a.C., se produce un cambio gradual desde grupos de gran movilidad, hacia asentamientos permanentes y semi-permanentes. Este nuevo estilo de vida dependió, en un primer momento, del pastoreo, que más tarde fue complementado por la agricultura.

• **1000 a.C. – 400 d.C.:** desde el año 600 a.C., los habitantes de la región habían comenzado a organizar la vida social en torno a las actividades agrícolas y ganaderas. La identidad atacameña se plasmó entonces en la producción de artesanías con formas, colores y diseños originales.

En esta época ocurrió la ocupación definitiva de los oasis de San Pedro de Atacama, aprovechando el

delta formado por los ríos Vilama y San Pedro. Los contactos de las regiones vecinas se intensificaron, transformando a estos oasis en un nudo importante en la red de intercambio de productos que incluía el noroeste argentino, el altiplano boliviano, el valle del Río Loa y la costa chilena.

• **400 d.C. – 1000 d.C.:** entre los años 400 y 600 d.C., se consolidó una vigorosa cultura en las orillas del lago Titicaca, en el altiplano boliviano: los Tiwanaku. Esta cultura constituyó el sistema socio-político más complejo del centro-sur andino, anterior al Imperio Inca. La reestructuración política-religiosa, organiza en torno a su capital, ejerció una fuerte influencia en el mundo andino y los oasis atacameños.

Ese período marca la cúspide de la cultura local. La influencia Tiwanaku promovió la adopción de valores culturales y religiosos provenientes del Altiplano, generando un importante sincretismo con la cultura Atacameña. En este período, la ampliación de la esfera de intercambio interregional generó el fortalecimiento de la relación entre el oasis y las regiones vecinas.

• **1000 d.C. – actualidad:** con el colapso del estado Tiwanaku, alrededor del año 1000 d.C., se desarticuló la red de intercambio entre las culturas bajo su influencia. En los oasis atacameños, esta ruptura propició el desarrollo de señoríos de mayor independencia, los cuales comenzaron a disputar activamente los escasos recursos. Esta nueva organización política duró hasta el siglo XV, con la llegada del Imperio Inca a la región.

En los últimos 500 años, diversos imperios y naciones marcaron la historia y el desarrollo de la cultura atacameña. Tras los Incas, los conquistadores españoles y los gobiernos de Bolivia y Chile incorporaron la región y sus habitantes en diversos ámbitos religiosos, políticos, económicos y culturales. A pesar de esto, la diversidad de interacciones sociales y la definición de espacios geográficos y culturales dinámicos, ha generado prácticas y experiencias innovadoras que sostienen la riqueza del estilo de vida atacameño contemporáneo.¹⁵

¹⁵Fuente: Museo Arqueológico R.P. Gustavo Le Paige.

3.2.2.3. Legado arquitectónico y urbano

• **Primeros asentamientos urbanos:** la cultura atacameña sedentaria se estableció en sus inicios en pequeños conjuntos de individuos relacionados a través de lazos de parentesco y económicos, llamados ayllus. Estos, eran la unidad básica de la organización territorial del pueblo andino en la época pre-hispánica. En San Pedro de Atacama, estos asentamientos se vinculaban a través de la agricultura, el pastoreo y el intercambio de productos. Durante esta etapa, se construyeron casas circulares aglutinadas con adobones de barro y techos cónicos sostenidos con postes, como la aldea de Tulo, poblado “fantasma” que se conserva como asentamiento arqueológico hasta el día de hoy. También, se edificaron construcciones defensivas como el Pukará de Quito y el pueblo de Catarpe, en el cual, se organizaban las tributaciones con el Imperio Inca.

Los ayllus componen hasta el día del hoy, una organización social milenaria en San Pedro de Atacama. Si bien no se ubican en el centro urbano, se emplazan alrededor de este. Solor, Coyo, Beter, Cucuter, Sequitor, entre otros, son ayllus presentes que aún perduran en la zona.

Imagen: Aldea de Tulo.
Fuente: noemasquehabla.cl



• **Sincronismo:** con la llegada de los colonos españoles, el poblado recibió un ordenamiento más urbano, más formal. La tierra atacameña se conformó bajo una tradición europea en su centro, extendiéndose de manera dispersa por el desierto. De esta manera, se formó un sistema de caminos para hombres y rebaños, canales de regadío y residencias no continuas con huertos anexos. En esta época se construyó la Iglesia, la “Casa de Valdivia”, la plaza, la escuela, cajas de comunidad, el cabildo, la cárcel y una suma de vías de tránsito para la crianza de ganado, entre otras edificaciones. Estas construcciones se erigieron en base a muros de adobe, techos de madera de cactus y algarrobos; también aparecieron viviendas de alta escala con antepecho, medio arco inferior y patio interior, viviendas con esquinas ochavadas para uso comercial y viviendas donde se guardaban las semillas en tiempo de escasez.

Algunas de las construcciones perduran hasta la actualidad, pero bajo modificaciones hechas a través de los siglos, con ayuda de tecnología actual y métodos de reconstrucción sostenible, cambiando en la mayoría de ellos el programa por las cual fueron fundadas.

Imagen: Iglesia de San Pedro (octubre 2014).
Fuente: elaboración propia.



3.2.2.4. Cosmogonía y cultura astronómica

Para los antiguos habitantes atacameños el valor cognitivo de la naturaleza astral, significaba formar parte de un cosmos, de un universo mayor cuyo bienestar dependía del equilibrio total. Es por esta razón que estos ofrecían a sus entidades sobrenaturales ofrendas de todo tipo, para con ello mantener una convivencia cósmica estable. Aquellos actos les permitían mantener un vínculo de reciprocidad, una vida armónica con el todo y mantener un estrecho vínculo con estas divinidades.

La Tierra era un bóveda semi-circular cuyos límites eran apreciables con el movimiento aparente anual del sol. Estos límites espaciales y temporales, están constituidos por los solsticios y por el paso del sol por el cenit. El cielo o las capas superiores de la esfera celestial y la plataforma terrestre se conectan por la Vía Láctea, que transporta el agua de mar hacia las montañas cuando toca el agua con sus extremos: el agua de mar “sube” al cielo y desciende luego como lluvia. El poblado atacameño en sí, sí reconocía el ciclo anual del sol, y utilizaba estas observaciones para predecir el curso de las estaciones, el régimen de lluvias y la mayor o menor fertilidad de la tierra, entre otras virtudes.¹⁶

¹⁶Fuente: Martínez, E. (1994). *Informe etnografía I: Astronomía*. Proyecto FONDECYT 1940099.

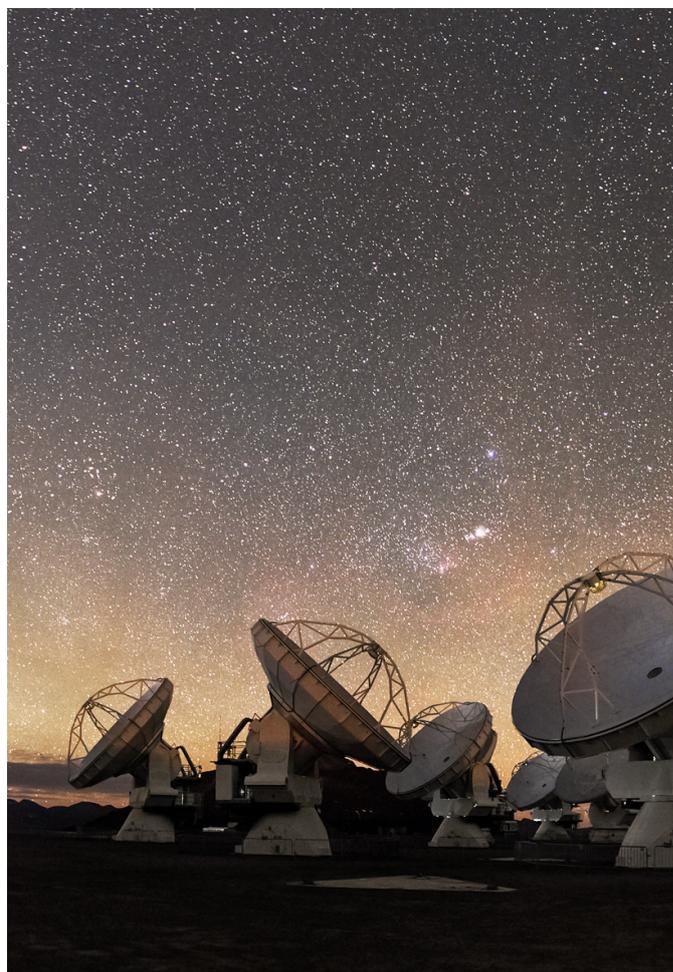
En la actualidad, la historia del estudio de la astronomía en el hemisferio sur, surgió después de la Segunda Guerra Mundial a través de un deseo por parte de astrónomos europeos y norteamericanos de estudiar el universo en su totalidad. Si bien es un primer momento se pensó en la instalación de observatorios en el sur de África, con estudios pertinentes, se reconocieron las bondades del Desierto de Atacama como uno de los lugares a nivel mundial predilectos para la exploración. Mucho factores propiciaron esta elección: la estabilidad política, una infraestructura en desarrollo y el aislamiento necesario para la indagación, preponderando tres factores naturales: la sequedad y estabilidad atmosférica, la altura de la meseta desértica y un gran espectro de noches despejadas.

Hasta la fecha, se cumplen más de cinco décadas desde el comienzo entre la astronomía europea y la chilena, permitiendo con ello, tener uno de los centros con mayor tecnología a nivel mundial en relación a astronomía en nuestro territorio. En la actualidad, en territorio de la Región de Antofagasta, se emplazan 4 observatorios principales: Observatorio Very Large Telescope de Cerro Paranal (ESO – Europa), ALMA: Gran Conjunto

Milimétrico/submilimétrico en Chajnator (Internacional), Cámara de Fondo Cósmico: telescopio de microondas en Chajnator (Caltech – USA) y APEX: Experimento Pionero de Atacama: telescopio de microondas en Chajnator (Europa).

Imagen: Observatorio ALMA.

Fuente: eso.org - European Southern Observatory.



3.2.3. Medio político y económico

3.2.3.1. Situación político administrativa

El sector del Tambillo es un territorio que está inserto dentro de la comuna de San Pedro de Atacama, por lo que depende directamente del municipio de este poblado. Esta comuna posee un total de 23.439 km² que corresponden a gran parte de la Provincia de El Loa (superficie: 42.934,1 km²), la cual es la segunda más grande de la Región de Antofagasta (superficie región: 126.049 km²).¹⁷

¹⁷Fuente: subdere.cl - Gobierno Regional de Antofagasta.

3.2.3.2. Actividades Económicas

En la comuna de San Pedro de Atacama se desarrollan diversas actividades productivas principalmente del sector terciario, siendo el turismo la más importante en comparación a la totalidad de la región. La comuna altiplánica logró considerarse en el año 2014, como el segundo lugar más visitado de Chile en unidades SNASPE después del P.N. Vicente Pérez Rosales, registrando un total de 263.142 de visitantes (representando un 10,5% del total de las áreas silvestres protegidas) a la R.N. Los Flamencos. Esta actividad productiva va ligada principalmente a visitas de turistas extranjeros, los cuales representaron en el primer semestre según el informe dado por el SERNATUR, un 28,8% del total, liderando la tabla.

La actividad minera, es la actividad económica más fuerte de la región, aportando un 60% de PIB de la minería nacional. Este sector, es la primera fuente de trabajo y principal consumidor de industria, comercio y servicios regionales. En esta región se concentra un 51% del total de la producción minera del país.¹⁸

¹⁸Fuente: sernatur.cl - SERNATUR. (Enero 2015). *Informe Barómetro de Turismo año 2014.*

3.2.3.3. Marco Legal

En la actualidad, la comuna de San Pedro de Atacama posee una Plan Regulador Comunal (PRC) que norma las intervenciones del territorio. Este plan, que data de Septiembre de 2010, es una modificación del documento de planificación territorial de 1998. En este nuevo instrumento, se acogieron los nuevos requerimientos esperados por la comunidad de San Pedro de Atacama, quienes vieron a través del fuerte desarrollo turístico y comercial de la comuna, la necesidad de una nueva modificación del plan anterior. La nueva propuesta

reconoció los modos de vida existentes, y por sobre todo, buscó cumplir con todas las propuestas de acciones ligadas a la conservación de la imagen urbana y rural de la zona.

La nueva propuesta, garantizó la adhesión de la localidad de Socaire a la normativa, creando un límite urbano para esta, en el cual se basaron en los deseos de generar áreas de consolidación y de extensión urbana orientadas a la residencia, y también para el desarrollo de actividad turística. El nuevo PRC redefinió los usos de todo el territorio definido por los límites urbanos vigentes en esa fecha, estableciendo nuevas zonas urbanas de uso múltiple potenciales a acoger un desarrollo residencial futuro, implicando nuevos requerimientos. Aquel documento, tuvo también como meta, acoger nuevas inversiones en el ámbito productivo y de transporte.

El límite urbano para SPA, se expandió cerca de un 12% aproximadamente. Si bien su promulgación no estuvo exenta de polémicas, la nueva planificación respetó la ruralidad, costumbres de la zona y las características de los asentamientos indígenas aledaños.¹⁹

¹⁹Fuente: bibliotecadigital.ciren.cl - Ministerio de Vivienda y Urbanismo Región de Antofagasta. (Abril 2010). *Actualización Plan Regulador de San Pedro de Atacama, Declaración de Impacto Ambiental.*

3.2.3.4. Política Ambiental Regional

La política Ambiental de la Región de Antofagasta nace en base a dos orientaciones: la Estrategia Regional de Desarrollo y la Política Ambiental Nacional. La Estrategia Regional de Desarrollo fue sancionada por el Gobierno Regional en 1994. En 1998, el Consejo de Ministros de la CONAMA aprobó el documento "Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable", a través del cual el Gobierno chileno explica su visión sobre el tema. Es aquí donde nace y formula este instrumento.

La Política Ambiental Nacional y su expresión regional se sustentan en tres grandes fundamentos: la calidad de vida de las personas, la complementariedad entre el desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental, y por último, la equidad social y la superación de la pobreza. En la Política Ambiental de cada región, se expresa el compromiso ambiental de los servicios públicos nacionales, universidades, ONGs, organizaciones sociales, etc., materializándose en un contexto regional heterogéneo marcado por una gran diversidad de ámbitos ecológicos, vocaciones productivas, estructuras sociales y niveles de desarrollo.²⁰

²⁰Fuente: sinia.cl
Sistema Nacional de Información Ambiental.

3.2.4. Medio construido e infraestructura

3.2.4.1. Vialidad

En la actualidad, la accesibilidad al poblado se da por la ruta 23-CH, la cual recorre 310,9 km, uniendo las ciudades de Antofagasta y Calama con San Pedro de Atacama, llegando hasta el paso fronterizo Sico, en el límite con Argentina. Ya en la localidad atacameña, es posible también tomar la ruta internacional 27-CH, cuyo recorrido es de 156,1 km, uniéndose hasta el Paso fronterizo Jama (límite con Argentina) y la ruta B-243 al Paso fronterizo Portezuelo del Cajón, límite con Bolivia. Por las condiciones del territorio, en muchas ocasiones los pasos fronterizos se ven clausurados debido a fuertes vientos, precipitaciones y nevazones ocasionadas por el efecto del invierno boliviano. Las carreteras se encuentran en perfectas condiciones, aprovechando de esta manera, un óptimo potencial de comercio con los países limítrofes.

Al interior de la zona urbana, existen caminos vehiculares, pero no se encuentran en óptimas condiciones, esto hace insuficiente la infraestructura vial cuando las condiciones climáticas no son muy buenas, afectando principalmente al turismo local.²¹

3.2.4.2. Transporte

En San Pedro de Atacama, si bien existe una conectividad a todas las localidades circundantes, la variedad de servicios de transporte es acotada, no existe una alternativa de transporte público, sólo existen pocas unidades de taxis básicos (3% del total de la región), buses interurbanos y servicio de transporte privado.

3.2.4.3. Infraestructura

En temas de infraestructura aérea, el aeródromo San Pedro de Atacama es uno de los proyectos de mayor importancia para la Región de Antofagasta, gracias a los beneficios directos para sus habitantes, ya que no sólo potencia el turismo sino que también garantiza las comunicaciones aéreas en caso de cortes de red vial y la disposición de una óptima atención médica en caso de emergencia.

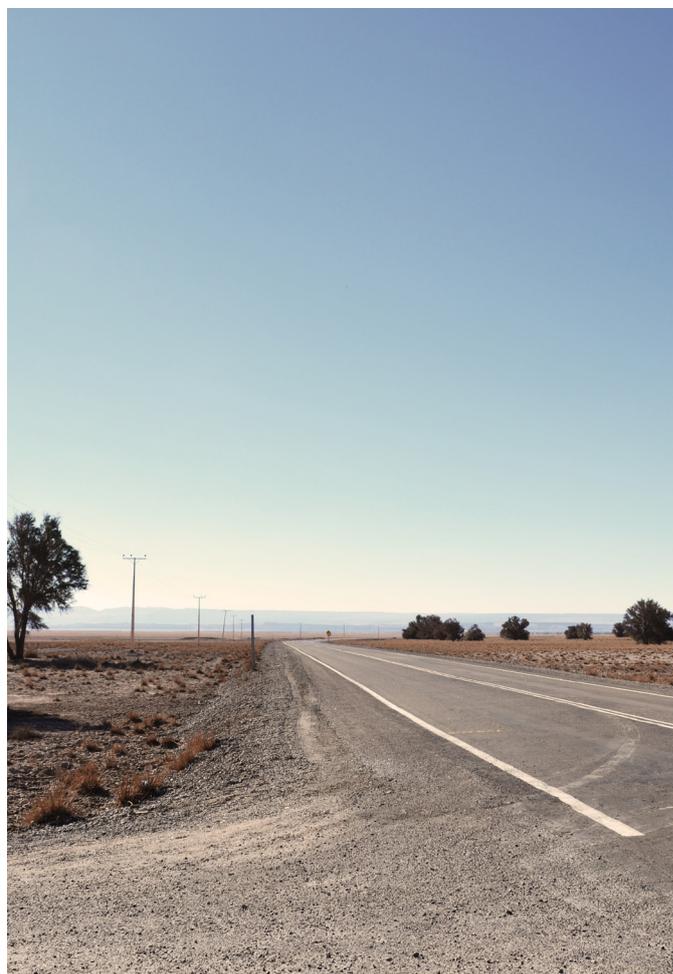
Las energías renovables no convencionales están tomando cabida en el país, la cual, la localidad tiene un proyecto (Planta Solar 1) de construir una granja fotovoltaica que produzca 10MW, para contribuir al suministro eléctrico local, la cual hoy depende intrínsecamente de gas natural y diesel. El requerimiento de energía se debe a dos grandes consumidores, uno es la comunidad y el otro es la planta de tratamiento

de aguas, la cual se abastece a través de generadores por combustible fósil. En resumen, la instalación de esta infraestructura eléctrica no sólo solucionará los problemas de electricidad sino que también, beneficiará indirectamente el problema del agua.²²

²¹Fuente: territorionacional.cl - GORE Antofagasta.

²²Fuente: chilerenovables.cl - Portal de Energías Renovables. (Abril 2009). *Proyecto solar y eólico en San Pedro de Atacama.*

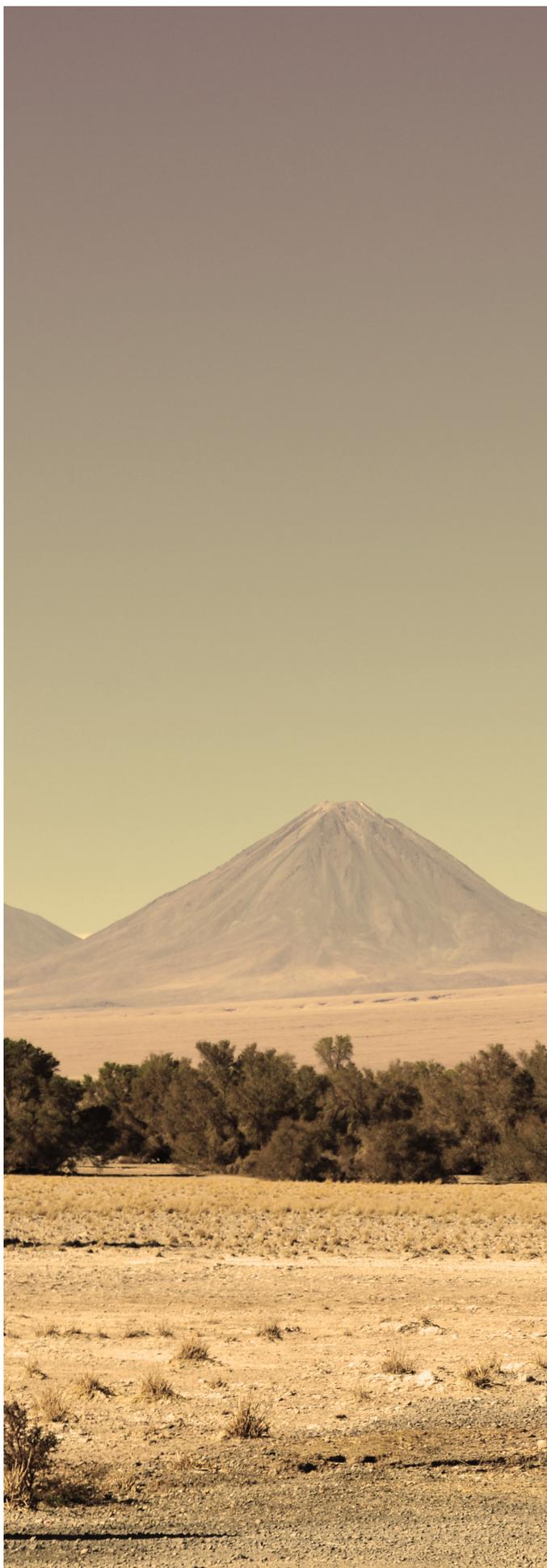
Imagen: Ruta 23-CH camino a Toconao.
Fuente: elaboración propia.





· **CAPÍTULO 4** ·
PROPUESTA

· **VALLE DEL ARCOIRIS** ·



4.1. Propuesta general



EBA se describe como un proyecto que investiga, documenta, preserva y reconstruye el medio ambiente natural del altiplano de la Región de Antofagasta, haciéndolo en tres distintas escalas: la primera, se describe como un plan de control, estudio y acción general del territorio altiplánico, abarcando hasta territorios limítrofes con otras regiones. Este plan, está dado según los temas investigativos de las áreas de estudio de la estación (Flora altiplánica, Fauna altiplánica y Ecosistemas acuáticos continentales), basado en una encuesta (adjunta en CD) a científicos y estudiantes de las facultades de Biología y Veterinaria de nuestra universidad, en cual se ven los puntos territoriales dañados por acciones externas, puntos de observación y monitoreo de especies, como también de aquellos en los cuales falta información y se requiere un estudio preciso (muestras). En este plan de abarque, se llevan a cabo todas las funciones que tiene como misión la estación.

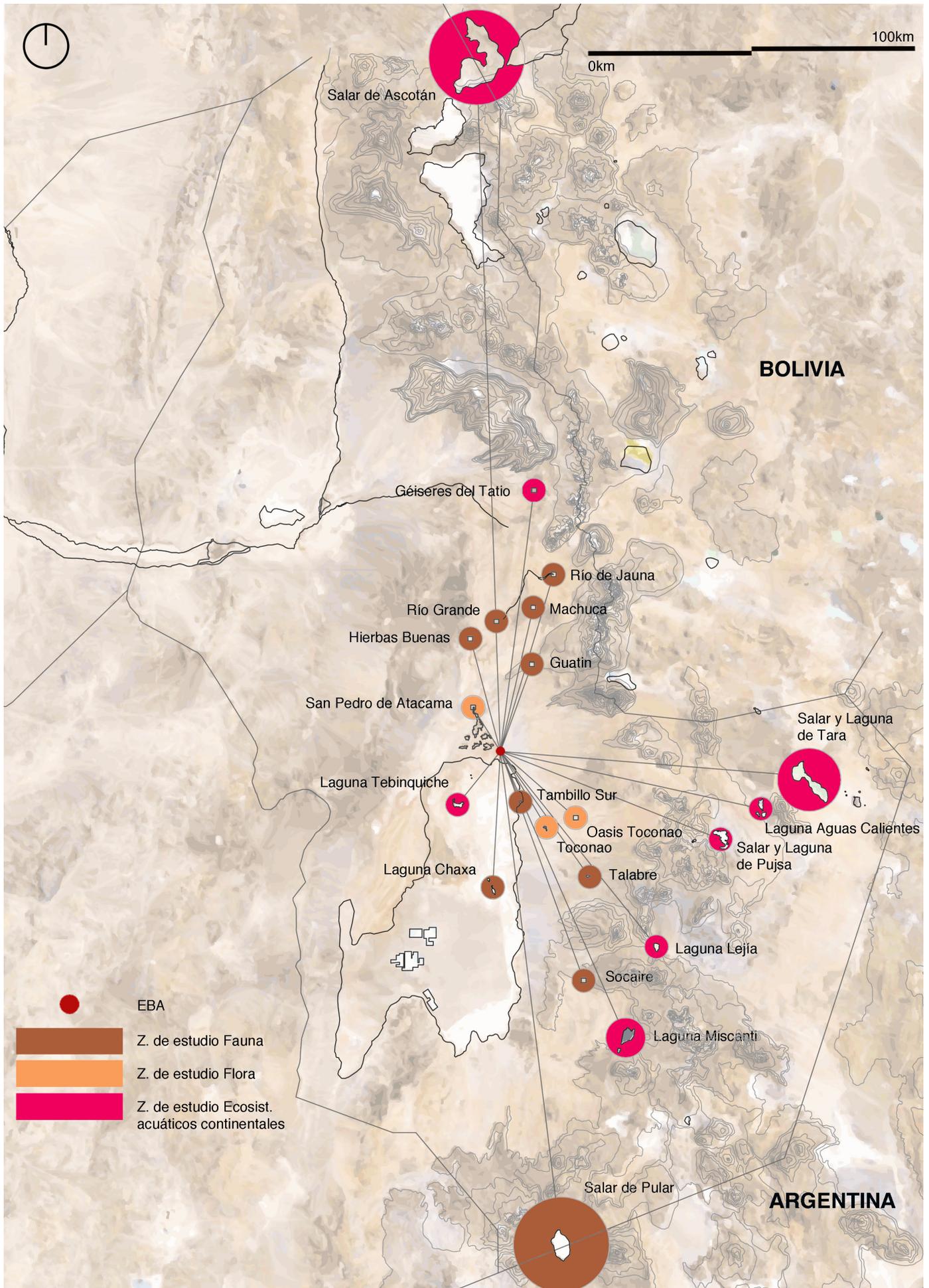
La escala que sigue, es una escala local, enfocada en la reconstrucción del sector del **Tambillo**, principalmente en recuperar el territorio muerto por efectos de la erosión, principalmente, retribuyendo sus propiedades de suelo orgánico y fértil, restituyendo de esta forma el hábitat perdido. Por último, se toma al edificio inserto en el contexto.

A través de estas diferentes escalas, se busca consolidar el territorio altiplánico de la región como un referente nacional e internacional en términos científicos y tecnológicos, permitiendo crear en la zona, una red de cooperación científica-social, formada principalmente por los centros astronómicos de ALMA y NANTEN2, y el Museo Arqueológico R.P. Gustavo Le Paige, en cooperación con EBA, para así con ello aumentar el potencial cultural inmediato.

Imagen: El Tambillo y Volcán Licancabur.
Emplazamiento.

Fuente: elaboración propia.

Imagen pág. 37: Mapa.
Cobertura altiplano EBA.
Fuente: elaboración propia.



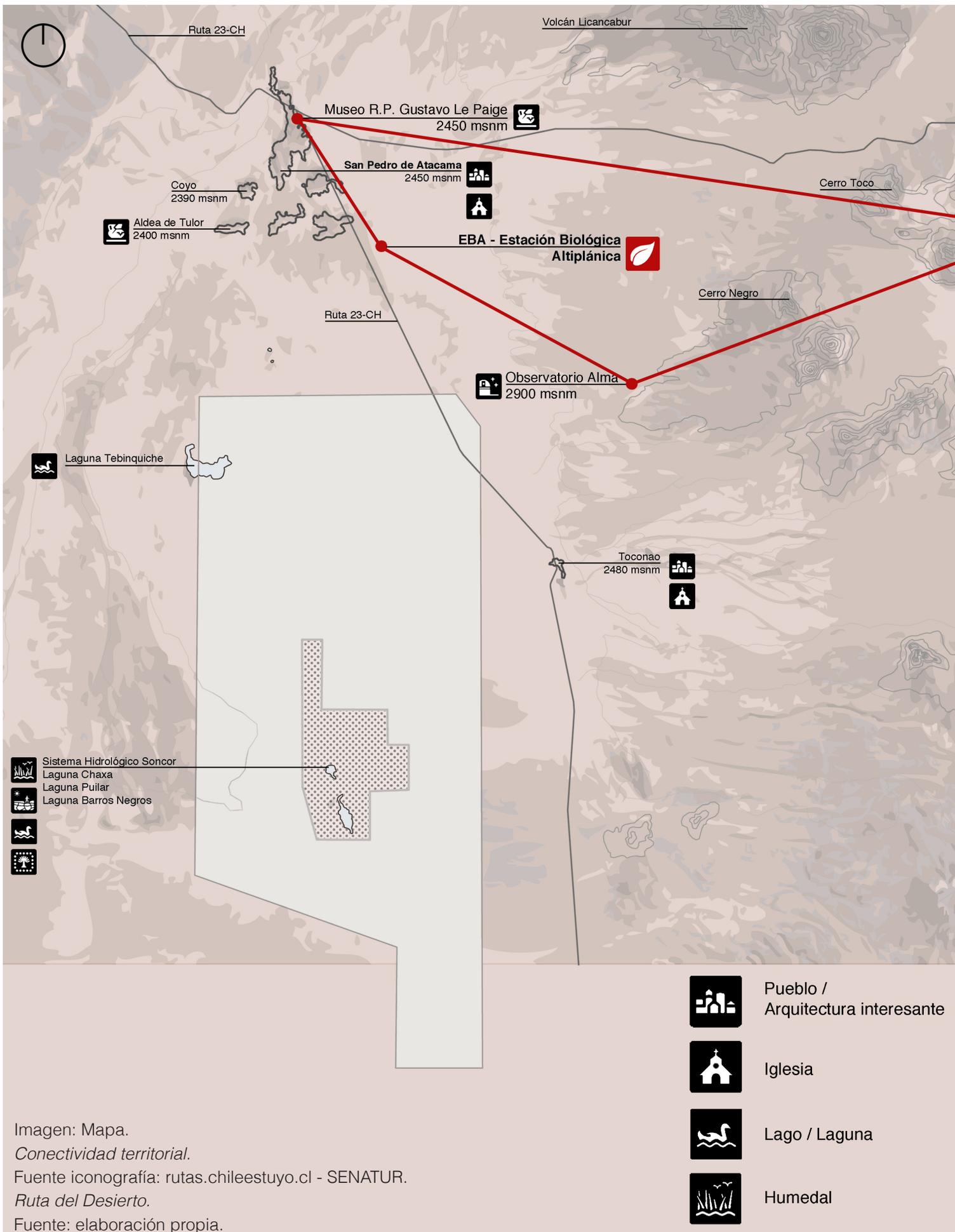


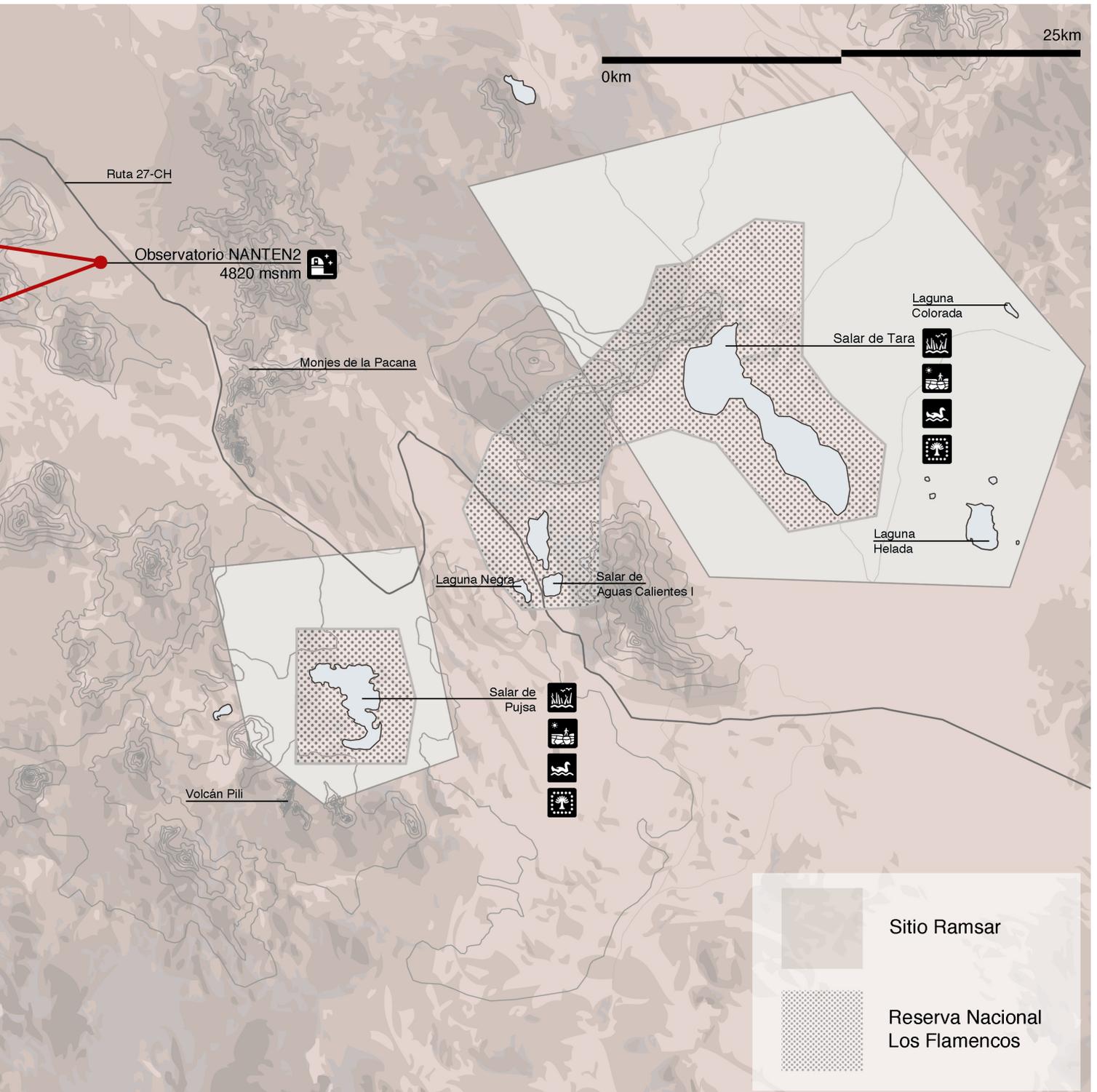
Imagen: Mapa.

Conectividad territorial.

Fuente iconografía: rutas.chileestuyo.cl - SENATUR.

Ruta del Desierto.

Fuente: elaboración propia.



Arqueología / Centro arqueológico



Observatorio astronómico



Salar



Monumento Natural / Parque Nacional / Reserva Nacional / Reserva de Regiones Vírgenes / Santuario de la Naturaleza



Centro investigativo biológico (Propuesta)



Red cooperativa de investigación científica-social del Desierto de Atacama

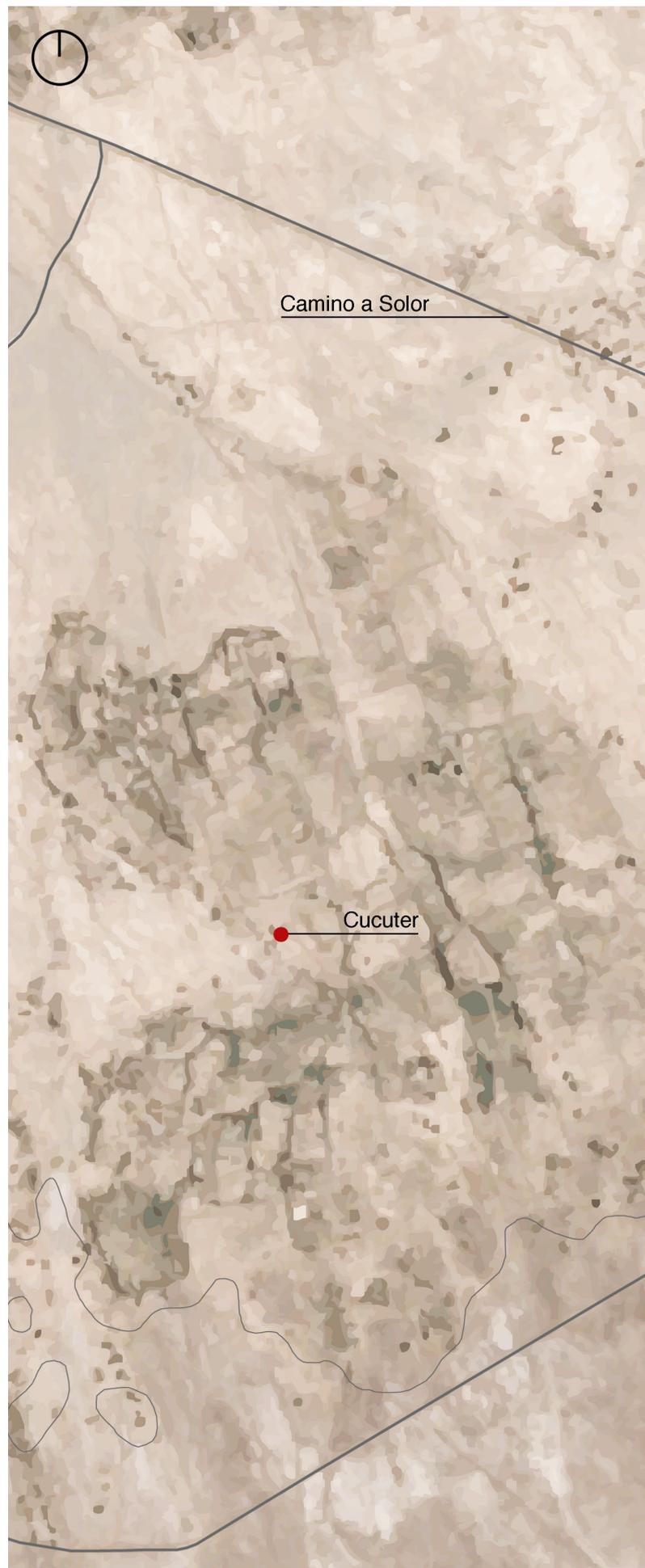
4.2. Propuesta de emplazamiento

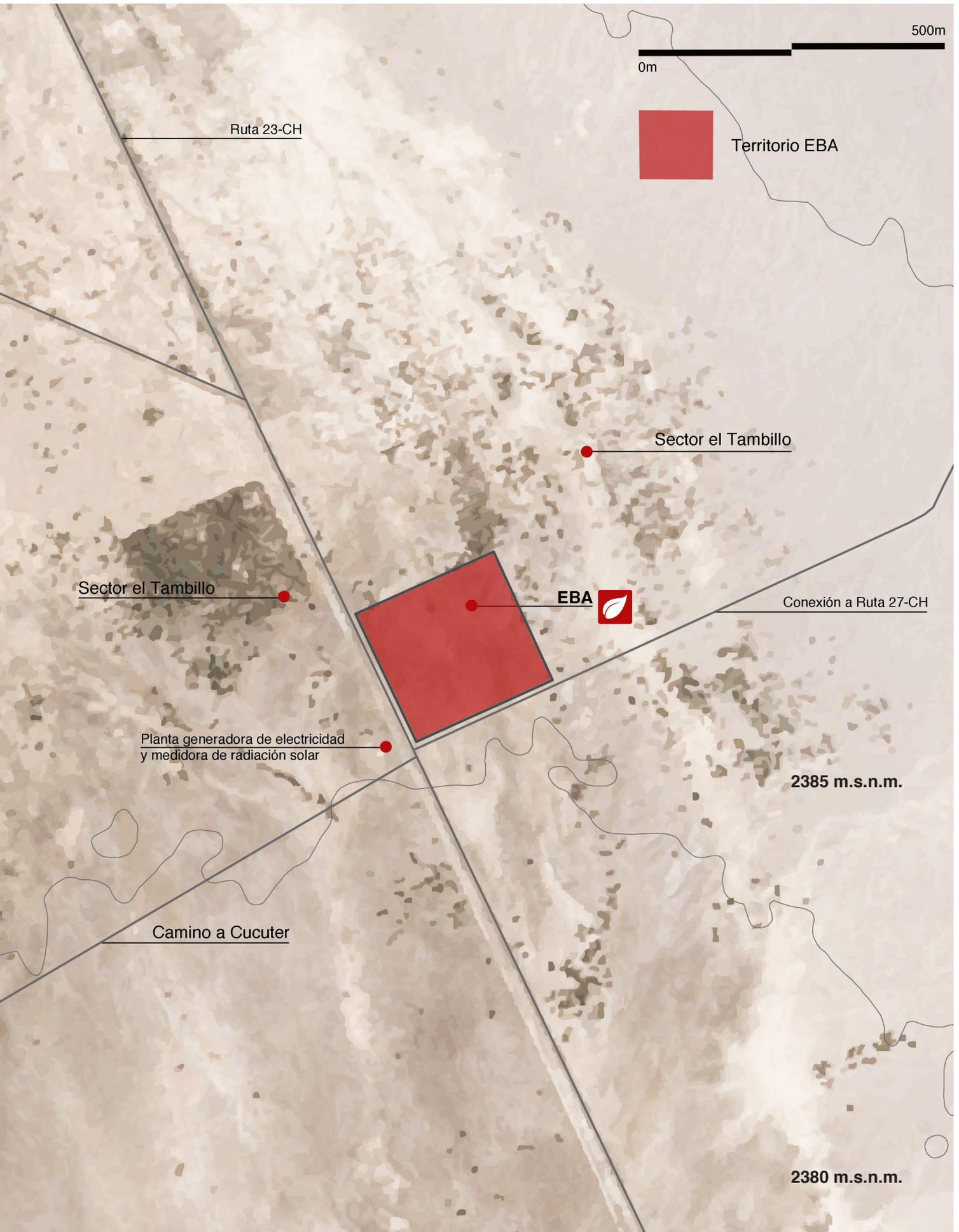
El proyecto de arquitectura se posiciona en el sector del Tambillo, al lado sureste de San Pedro de Atacama, específicamente a 8.13 km en dirección a Toconao por la ruta 23-CH. Característico por contener una extensión de 370 hectáreas de Tamarugos, únicos en la región, este sector en especial fue concebido bajo un programa de forestación en la década del sesenta (1965), bajo el gobierno de Eduardo Frei Montalva en cooperación con la CORFO. La selección del lugar está dada por ser el área más cercana a un centro urbano y taxativamente por presentar un área definida en condición de desertización como resultado de la erosión del suelo, falta de agua y de destrucción de la cubierta vegetal en los últimos años, lo que lo hace propicio para una reconstrucción del hábitat e utilización del suelo orgánico. Esta porción de paisaje dentro del bosque de Tamarugos posee 25 Ha, sin grandes variaciones topográficas y poca plasticidad del suelo, por lo que el límite se autodefine según esta porción degradada de 500 metros (aproximadamente) en todas sus demarcaciones.

Este lugar se definió en base a las condiciones de riesgo, vulnerabilidad del clima y territorio del desierto de Atacama, descartando en primera instancia quebradas y grietas por posibles amenazas de derrumbes e inundaciones en la época estival del año por efectos del invierno boliviano. También, se desechó la idea de emplazar el proyecto camino al volcán Licancabur por la ruta 27-CH, en base a comentarios hechos por geólogos, geógrafos y guías turísticos consultados en terreno, por motivos de que el suelo se encuentra hasta el día de hoy minado y los planos de ubicación de dichos elementos, se perdieron bajo el gobierno o dictadura militar.

Siguiendo con los parámetros anteriores, el sector escogido propicia el emplazamiento de la estación, particularmente por su alta accesibilidad, gran valor cultural, una diversidad cromática distinta al resto del desierto, también, por no presenciar usos antrópicos cercanos de índole turística o habitacionales, si no que sólo de uso industrial (plantas generadoras de electricidad y medidores de radiación solar), lo que facilita las condiciones de localización.

Imagen: Mapa.
"Relación con el entorno".
Fuente imagen: Google Earth.
Fuente: elaboración propia.





Imágenes: El Tambillo.

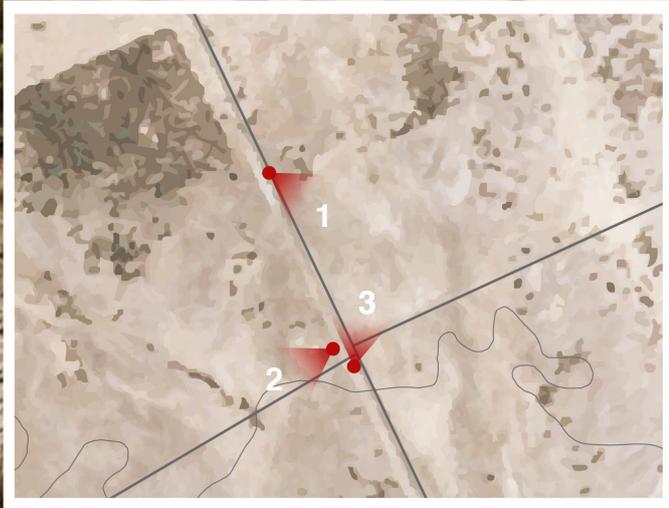
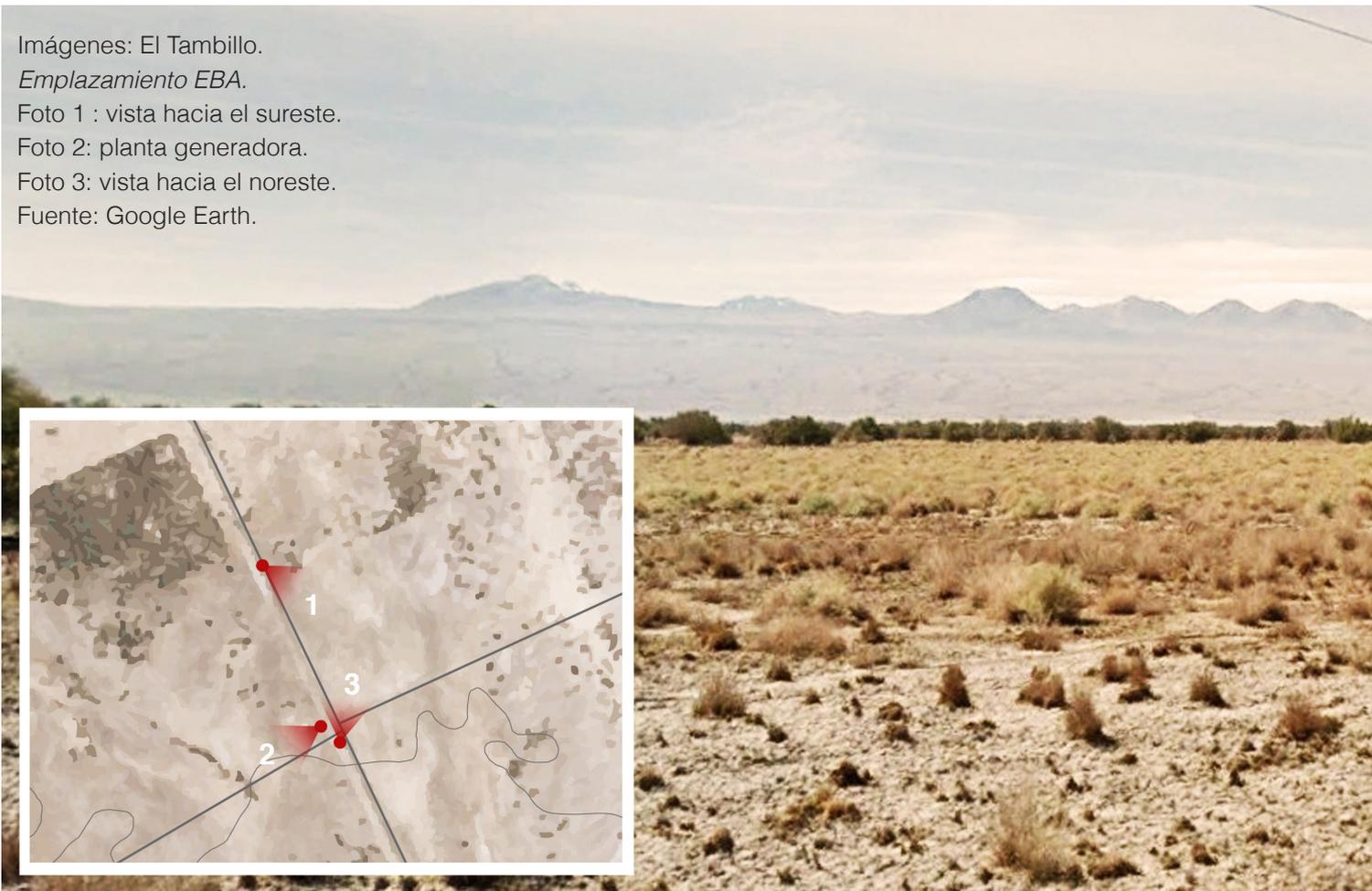
Emplazamiento EBA.

Foto 1 : vista hacia el sureste.

Foto 2: planta generadora.

Foto 3: vista hacia el noreste.

Fuente: Google Earth.





4.3. Propuesta arquitectónica

4.3.1. Propuesta conceptual

4.3.1.1. Vínculo territorio-elemento: el proyecto se condiciona como dispositivo transformador del espacio a corto y largo plazo, configurando nuevamente, en primera instancia, el paisaje inmediato del bosque de Tamarugos (25 Ha), para posteriormente, reparar a través de un programa de reforestación, aquellos sectores no tan lindantes.

4.3.1.2. Adaptabilidad: la estación debe ser capaz de tener la capacidad de mutación y flexibilidad a lo largo de los años según sean las necesidades de investigación que se requieran, es por esto se que proyectará un edificio que permita el cambio.

4.3.2. Intervención

4.3.2.1. Contacto total con el suelo: como primer principio de diseño, se busca la totalidad de conexión con el territorio (estar con la tierra), logrando una intervención totalmente tectónica y sin alteraciones en el paisaje.

4.3.2.2. Protección y resguardo ante el clima: se plantea un refugio u oasis que permita las opciones condiciones de habitabilidad y de trabajo a través de distintas estrategias. Se pondrá énfasis en resguardarse de un sol inclemente, de una aridez despiadada, de vientos huracanados, de pronunciadas fluctuaciones de temperatura y también se pensará su diseño, en caso de sismo.

4.3.3. Estrategias de diseño – proceso y criterios

4.3.3.1. Grilla bosque de Tamarugos 10m x 10m: como en el desierto es difícil encontrar un patrón a seguir, a modo de tener alguna proporción en lo vasto que éste puede ser, y al no tener límites en su extensión, se utilizará como guía la grilla que tiene la plantación de Tamarugos en la zona, dando una modulación proporcional al programa.



Imagen: Tambillo.
Recurso de diseño.
Fuente: Google Earth.

4.3.3.2. Posicionamiento en el territorio (cordillera y ruta): el proyecto se dispone en el terreno de manera longitudinal para aprovechar las condiciones preexistentes, formando un lineamiento entre la ruta principal (23-CH) y la cordillera de los Andes, permitiendo direccionar las vistas y aprovechar la extensión del espacio.

4.3.3.3. Áreas programáticas: teniendo en cuenta los horarios de los funcionarios (científicos y estudiantes) y agrupándolos según la eficiencia de uso de cada uno de éstos, el programa se suscita bajo el tipo de

investigación (estudio) a realizar.

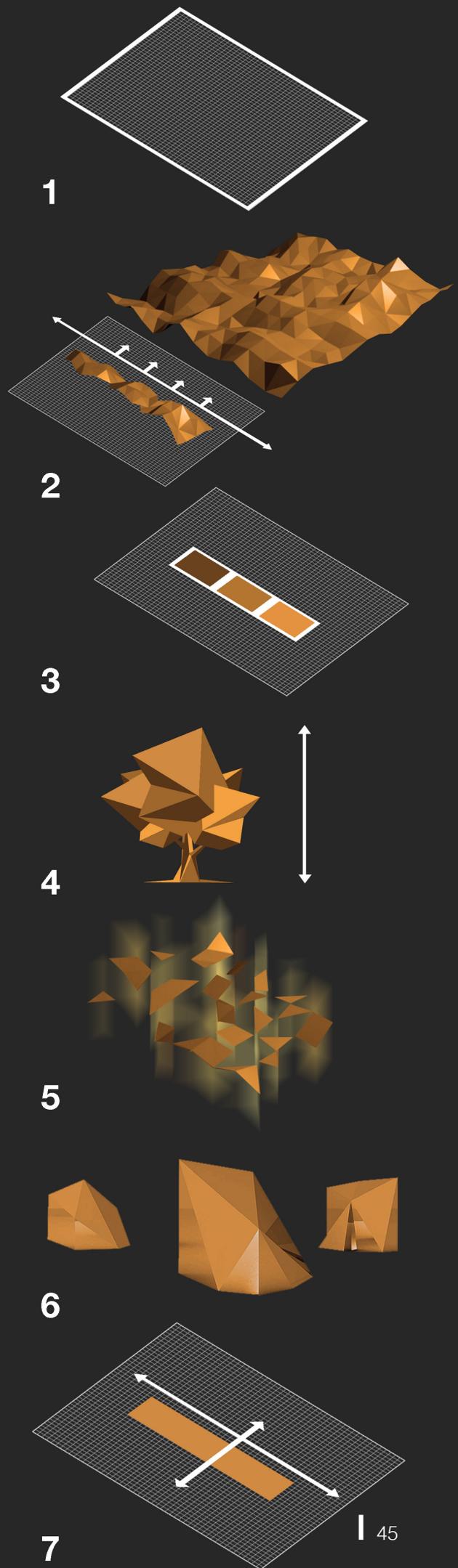
4.3.3.4. Proporción (altura): si bien en el desierto existen alturas máximas (rocas, montañas y volcanes), existe una homogeneidad en el paisaje mostrado por el crecimiento de los árboles (Tamarugos) a lo largo del tiempo, es por esta razón que se mantendrá dicha altura (18 a 20 metros), para no modificar y quebrar con la sincronía que se tiene, definiendo un límite sin interrupciones que ensucien la vista.

4.3.3.5. Cripsis (mimetismo): para ser leal en un paisaje natural, es necesario pasar inadvertido a los sentidos, por esto, se tratará de imitar al entorno, aludiendo a una huella o marca en el desierto.

4.3.3.6. Representación: evocará reconstruir una realidad. El proyecto concebirá al desierto y a la roca misma, como fuentes primordiales de inspiración, representando una percepción que se tiene sobre un oasis y a la distintas manifestaciones u objetos que se tienen por cognición de éste. También como fuente importante, se pensará a la luz como experiencia física.

4.3.3.7. Circulación funcional: si bien la plasticidad y armonía que debe tener un proyecto de arquitectura es de primera importancia, en temas científicos la "funcionalidad" es mayor aun, es por esta razón que todas las unidades y áreas de estudio se volcarán a una circulación principal la cual tendrá como misión recorrer de manera homogénea la extensión del proyecto.

Imagen: Secuencia.
"Estrategias de diseño".
Fuente: elaboración propia.



4.4. Propuesta programática

Se reconoce una asociación usuario-programa, definido según la división de las áreas de trabajo y temas investigativos, para posteriormente separar aquellas actividades en segmentos particulares de estudio. La investigación y análisis del medio ambiente de la puna, se divide en tres categorías: Flora altiplánica, Fauna altiplánica y Ecosistemas acuáticos continentales. Para comprender el programa genérico de un laboratorio, se consultó a académicos de la facultad de Biología (Departamento de Ciencias Ecológicas) y Veterinaria de la universidad, a modo de consulta de primera fuente para configurar virtualmente al usuario potencial, sumando un cuestionario temprano de preguntas sobre instrumentación y requerimientos específicos.

Imagen: Laboratorio Facultad de Biología, Campus Juan Gómez Millas - U. de Chile (Octubre 2014).
Fuente: elaboración propia.



4.4.1. Laboratorios

El objetivo más importante de la estación es la investigación y el análisis metódico del ecosistema altiplánico en todas sus extensiones y manifestaciones, y para ello, se necesitan una serie de instalaciones científicas que cubran la necesidad y los requerimientos específicos para la investigación de principio a fin. El concepto de “estación” se tomará desde lo general a lo particular, empezando desde la toma de muestras hasta el análisis particular de esta. Existirá el concepto de sucesión, siendo los laboratorios de almacenaje la unidad básica en un principio hasta aquellos con tecnicismos más específicos. Existirá en el programa un lineamiento secuencial: primero existirá una zona de preparación y recepción de muestras, cuya función es el almacenaje y elaboración del material; después se estudiarán las muestras en laboratorios generales, donde estarán a disposición de todo el equipo de trabajo; luego, ésta será llevada al laboratorio específico según la finalidad de su toma en terreno. Es decir, existirá una complejización de la materia según sea su requerimiento.

Los requisitos generales y específicos de todos los laboratorios están dados por el “Reglamento Especifico para la Autorización de Laboratorios de Análisis/Ensayos” elaborado por el SAG y la Ley ISO/IEC 17050:2005 sobre el “Estándar de Calidad de Laboratorios” relativos a la Competencia Técnica de los Laboratorios de Ensayo y Calibración. Esta última, exige un “Sistema de Gestión de Calidad”, cuyo fin es lograr una confianza en los resultados de los ensayos. También, para cumplir con requisitos internacionales, los laboratorios se certifican con la normativa US EPA (Environmental Protection Agency - Agencia de protección medioambiental de E.E.U.U). En resumidas cuentas se toman en cuenta los requisitos necesarios, tales como: materialidad (ej: pisos y muros deben ser resistentes a productos tóxicos o corrosivos, antideslizantes, impermeables, sin juntas y lavables), iluminación y comportamiento térmico (ej: ideal que sea natural pero no directa; regulación de temperatura según requerimiento), condiciones de seguridad (ej: todo laboratorio debe incluir una ducha de lava-ojos), entre otros.

Se considerará también, según las visitas realizadas, mediciones empíricas y consultas en manuales, los mesones, muebles y artefactos necesarios, sumando a esto, la consideración de un techo técnico de servicios, para así, lograr un grado de flexibilidad del laboratorio.

4.4.2. Estudios altiplánicos – objetivos particulares



4.4.2.1 Flora altiplánica: para preservar las riquezas naturales de la zona, es indispensable tener un profundo conocimiento de las mismas, permitiendo evaluar su potencial y promover el aprovechamiento cuantitativo (recolección de especies, explotación de recursos) y cualitativo (valor nutritivo, alimentario, medicinal, toxicidad, etc.) de las especies. Es necesario para ello tener un catastro de lo existente (herborización: recolección de especies, identificación, clasificación, prensado y secado), logrando con esto una “colección” que plantas herborizadas (una especie de biblioteca). También, se producirán experimentos, cultivos y germinaciones en los laboratorios respectivos, controladas por el personal a cargo, y es aquí donde se evaluarán los estados vegetativos del altiplano del Desierto de Atacama (indicadores biológicos – interpretaciones de datos).

Programa:

A. Sala de recepción de muestras y secado: es el espacio donde llegan las muestras antes de ser enviadas a análisis. En este lugar se limpian y almacenan (material de terreno). La instrumentación consiste en una estufa de secado de muestras para herborización, un congelador donde se pongan las plantas herborizadas rotativamente para matar las plagas de insectos que se las comen aún estando secas, un mesón con lavadero y una bodega donde se puedan guardar implementos.

B. Sala Herbario – Archivo Flora Andina: aquí es donde se albergarán las colecciones de plantas herborizadas. Se necesitan grandes muebles metálicos (herméticos) para disponer los recopiles.

C. Laboratorio General: Sala pedagógica. Mesones de trabajo y lupas binoculares, cubículos para investigadores con computadores y campana de extracción normal.

D. Laboratorio de Germinación de semillas: laboratorio climatizado para cría in vitro de plantas, sin corrientes de aire (trabajo bajo luz ultravioleta). Debe tener mesones de trabajo con cubiertas resistentes y fáciles de limpiar. Equipamiento: cámara de cultivo, estufa de esterilización, lámpara-lupa, balanza de precisión, cámara de frío, balanza de precisión, entre otros.

E. Vivero: climatizado y no climatizado, necesario para

reproducir la flora amenazada. Se requieren mesones y jardineras (outdoor).

F. Bodega.



4.4.2.2 Fauna altiplánica: las dificultades que plantea la vida en las grandes alturas, en adición a los problemas ocasionados por la caza furtiva y la extinción de algunas especies, el área de fauna contemplará dos funciones específicas: una sub-área enfocada en el estudio de las funciones biológicas (fisiología: adaptación a la altura, hipoxia hipobárica –apunamiento-, radiación solar, etc.) de las diferentes especies animales, desde el estudio celular hasta comprender el por qué de un comportamiento; y otra enfocada en la falta de conocimiento científico y técnico sobre manejo de camélidos sudamericanos (plan ganadero: mejorar el estándar de vida de la población). En este último se tomarán temas de productividad, fertilidad, crianza y producción de carne para consumo (incorporación de animales no tradicionales a la dieta y sustento para grandes masas de población), evaluando características nutricionales y desarrollando tecnologías para la obtención, procesamiento, mantenimiento y comercialización de carne de camélidos no en peligro de extinción ni conservación (vínculo etnia-agricultura familiar campesina).

Programa:

A. Sala de recepción de muestras y esterilización: al igual que en la parte de flora, este programa tiene la misma funcionalidad. También requiere de un congelador y de una centrífuga clínica (muestras de sangre). Se limpian los instrumentos con una máquina de esterilización de autoclave y una campana de extracción ultravioleta.

B. Laboratorio General de Diversidad Animal (Fisiología): Sala pedagógica. Al igual que la sala en botánica, requiere de mesones y lámparas con centro de lupa. Aquí se estudiarán las ramas de Ornitología, Entomología y Mamiferología.

C. Laboratorio de Estudios Parásitos: se estudiarán muestras de parásitos internos y externos en animales, huevos en heces fecales y órganos. Se necesitan muebles metálicos de fácil lavado con mangueras.

D. Sala de mesones veterinarios clínicos: al igual que en clínicas veterinarias, será necesario de disponer algunas mesas para estudios científicos o curaciones.

E. Sala Ecografías: se tomará en cuenta el programa

sobre reproducción animal como método de seguimiento de colonias y grupos animales para con ello elaborar informes del estado cuantitativo de nuestras especies (conservación y reproducción de especies en peligro).

F. Jaulas: se establecerá un área que dispondrá de jaulas para animales silvestres de pequeño tamaño heridos para luego reinsertarlos en el medio. No se dispondrán corrales para animales de mayor tamaño ya que se verán en terreno.

E. Bodega.



4.4.2.3 Ecosistemas acuáticos continentales: la puna o altiplano se caracteriza por desarrollar ecosistemas en altura muy peculiares, en ellos, comunidades vegetales y animales desarrollan su ciclo vital en contra-respuesta a las condiciones ambientales fuera de éstos. Comunidades indígenas locales también utilizan estas fuentes como sustrato para su ganadería camélida o para riegos para sus pequeños cultivos. Si bien lo dicho anteriormente es el estado equilibrado de estos oasis, muchos de ellos se han visto perjudicados por diferentes factores. Es por esta razón que aquí se estudiarán los recursos hídricos en la línea referente a la contaminación y al estado de los sitios resguardados por la CONAF, como también de los humedales protegidos por RAMSAR, o aquellos en los cuales se necesite algún estudio. El nombre de estudio que se asocia a los cuerpos de agua superficiales es Limnología, que conlleva desde estudios de mediciones de caudales hasta la vida existente en ellos.

Programa:

A. Sala de recepción de muestras y lavado.

B. Sala de incubación de muestras de agua: en este sector, se guardarán los muestreos realizados en campo. Se necesitan bandejas agitadoras, baños termo-reguladores y congeladores.

C. Laboratorio General: Sala pedagógica.

D. Laboratorio de Microbiología: se estudian los microorganismos existentes en aguas (bacterias, hongos, etc.). Se necesitan máquinas de esterilización de autoclave, campanas de extracción ultravioleta, un área de microscopios, computadores y menos de trabajo.

E. Laboratorio de Ictiología y Herpetología: aquí se estudian los organismos vertebrados, en general, peces y anfibios respectivamente. Se requiere la misma

instrumentación que un laboratorio microbiológico.

F. Sala de Genética: si bien es un acompañamiento (área común) de todos los laboratorios, es aquí donde se comparte la información recopilada de todas las salas y laboratorios. Se necesita una máquina de preparación de polimerasa en cadena, micro-pipetas, máquinas de secuenciación, estufas de secado, entre otras máquinas de menos tamaño.

G. Laboratorio de Física y Química: en él se estudian los componentes químicos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua. Se investiga sobre la acción de la gran minería en nuestros ecosistemas, sobre todo como se han visto afectados por la contaminación.

I. Sala de acuarios: se dispondrá un área de acuarios investigativos de toma de muestras de estudios de calidad de aguas, estudio de conducta de peces, reproducción, etc.

J. Bodega.

4.4.3. Usuarios

La estación se configurará en equipos de trabajos, conformados por científicos con investigaciones en curso, estudiantes de posgrado y pregrado, quienes acompañan el estudio que se encabeza en el área, técnicos especializados según sea el requerimiento, entre otros. Se decidió no agrupar las áreas de estudio (Fauna, Flora y Ecosistemas) ya que cada una requiere cierto enfoque, horario, maquinaria y programa. Con ello, se respondió a la necesidad de funcionalidad espacial en primera instancia (tema reiterado en las conversaciones con los especialistas), para luego ahondar en temas más profundos, como el quehacer habitual, los espacios de ocio, como también, hablar del diario-vivir poco explorado y conocido por muchos. De esta forma se creó un perfil común según especialización, realizado a través de una encuesta y entrevista (adjunta en CD).

Para los usuarios de EBA, se pensó una **residencia** que cumpla con las necesidades básicas de los ocupantes, entre ellas, se concibió en habitaciones grupales de máximo 3-4 integrantes, casino, biblioteca, sala de recreación - multiuso, un pequeño gimnasio y estacionamientos para los automóviles que ocuparán para realizar sus visitas a terreno. Este programa se ubicará dentro de una de las áreas de estudio, con ello, se establecerá una conexión directa usuario - programa.

Imagen: Usuarios.
Percepción interior.
Fuente: elaboración propia.

Imagen pág. 50-51: Tabla.
Programa EBA.
Fuente: elaboración propia.

Imagen pág. 52: Jerarquía.
Usuarios EBA.
Fuente: elaboración propia.

Imagen pág. 53: Horarios funcionarios.
Funcionamiento interno EBA.
Fuente: elaboración propia.



* La mensura de este programa es una referencia sujeta a cambio. Ver portafolio para mayor información.

Área de Investigación Flora
Dimensionamiento según trama tónica

T: 800m²

Zona de preparación de muestras
Sala acopio de muestras
Sala de secado

T: 200m²
150m²
50m²

Zona Laboratorios específicos
Sala Herbario
Laboratorio Germinación
Laboratorio General
Vivero climatizado
Vivero no climatizado

T: 500m²
200m²
50m²
100m²
100m²
50 m²

Zona Bodega
Bodega para insumos e implementos

T: 100m²
100m²

Área Difusión de conocimientos científicos
Dimensionamiento según trama tónica

T: 850m² + servicios

Auditorio
Muestra permanente
Muestra temporal
Sala proyectual
Cafetería
Primeros auxilios
Oficinas Administrativas

250m²
75m²
50m²
100m²
50m²
25m²
300m²

Área de Investigación Fauna
Dimensionamiento según trama tónica

Zona preparación de muestras
Sala de esterilización - preparación
Sala de transferencia

Zona Laboratorios específicos
Laboratorio General de Diversidad
Sala Ecografía
Sala Mesones Veterinarios
Laboratorio Parásitos

Zona Bodegas y Jaulas
Bodega de insumos e implementos
Jaulas

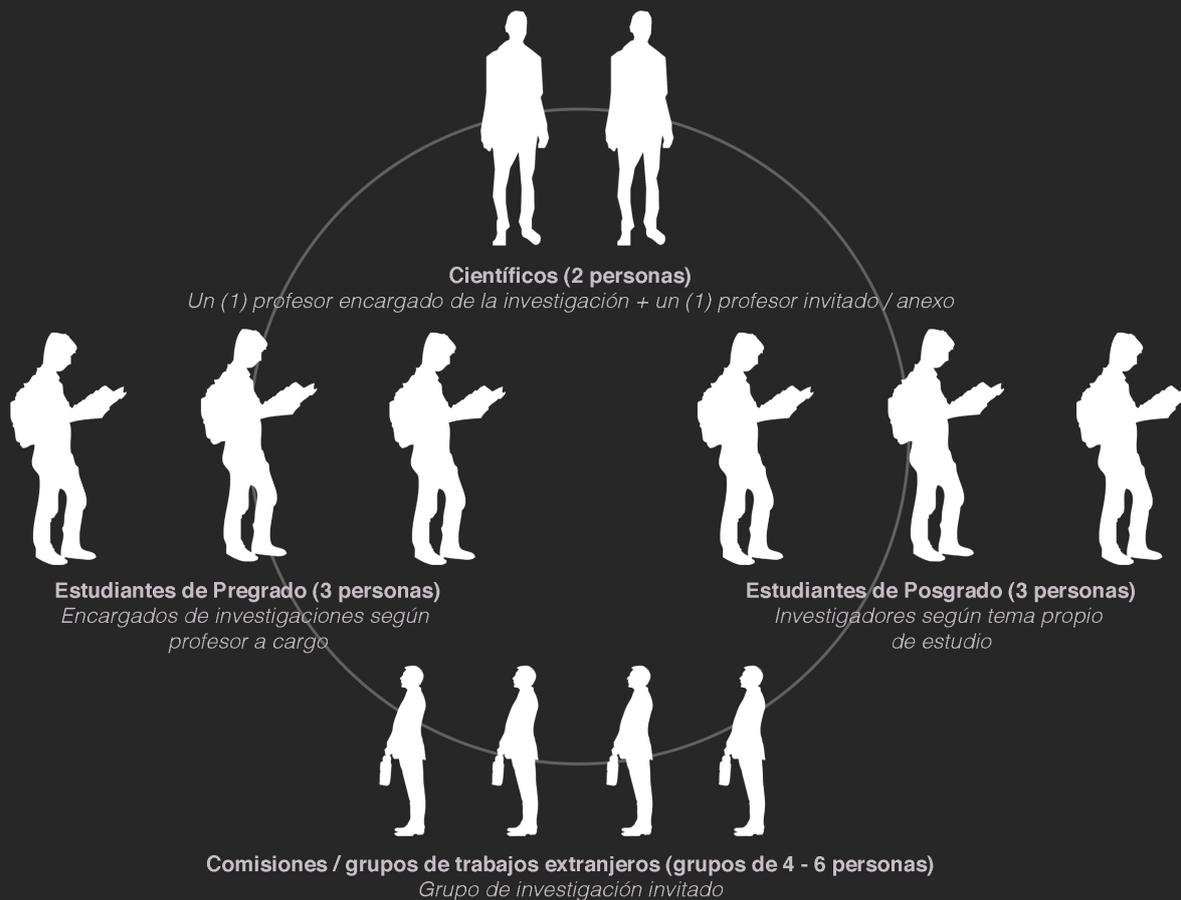
Área Residencia científicos
Dimensionamiento según trama tónica

Zona Habitaciones
Habitaciones estudiantes
Habitaciones científicos

Zona Equipamiento
Enfermería
Lavandería
Gimnasio
Biblioteca
Sala esparcimiento

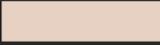
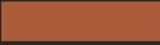
T: 650m ²	Área de Investigación Eco. Acuáticos Continentales Dimensionamiento según trama tónica	T: 650m ²
T: 200m ² 150m ² 50m ²	Zona de preparación de muestras Sala de lavado - esterilización Sala de incubación de muestras	T: 200m ² 150m ² 50m ²
T: 300m ² 100m ² 50m ² 100m ² 50m ²	Zona de Laboratorios específicos Sala de Genética Laboratorio de Ictiología y Herpetología Laboratorio Física - Química Laboratorio de Microbiología Sala de acuarios	T: 350m ² 50m ² 100m ² 50m ² 50m ² 100m ²
T: 150m ² 100m ² 50m ²	Zona Bodega Bodega para insumos e implementos	T: 100m ² 100m ²
1550m ² + servicios	Área de Inv. Flora Área de Inv. Fauna Área de Inv. Eco. Acuáticos	800m ² 650m ² 650m ²
T: 1125m ² + servicios 675m ² 450m ²	Área Difusión Área Residencia Total	850m ² 1550m ² 4500m ²
T: 425m ² + servicios 37.5m ² 37.5m ² 150m ² 100m ² 50m ²	Total Terreno (500m x 500m) Total Proyecto	250000m ² 4500m ²

* Al programa y su metraje, se deben agregar las circulaciones interiores y exteriores, sumado del espacio que se considera para estacionamientos y vacíos interiores.



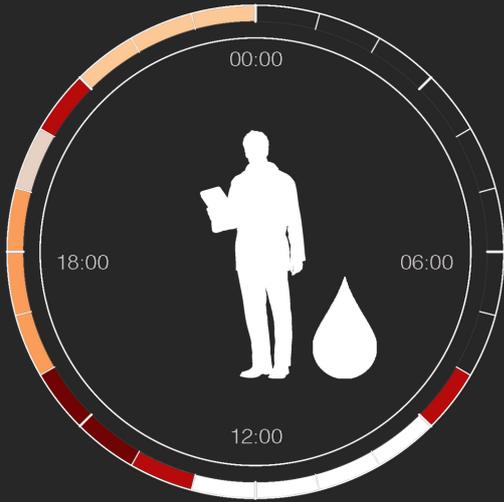
Composición de equipos de trabajos por laboratorio

Se estiman dos a tres equipos de trabajo por Área de estudio en EBA. Por consiguiente, la Estación comprendería 6 a 9 grupos de trabajo: dos/tres (2-3) en Ecosistemas acuáticos continentales, dos/tres (2-3) en Flora andina y dos/tres (2-3) en Fauna andina, dependiendo de la urgencia y contingencia de las investigaciones..

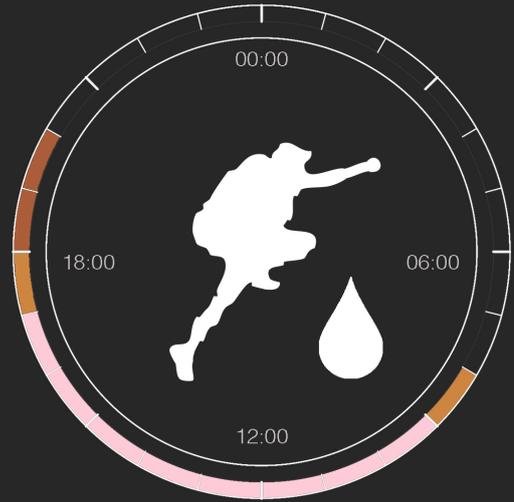
Simbología Horario de trabajo en estación	Simbología Horario de trabajo en campo
 Documentación de resultados	 Trabajo en campo
 Tiempo libre	 Posterior procesamiento en laboratorio
 Horas pedagógica	 Chequeo de repuestos y herramientas
 Comidas	 Recorrido a distancias lejanas
 Análisis de muestras	
 Horas de estudios / lecturas	

Horarios de trabajo según equipos y modalidad

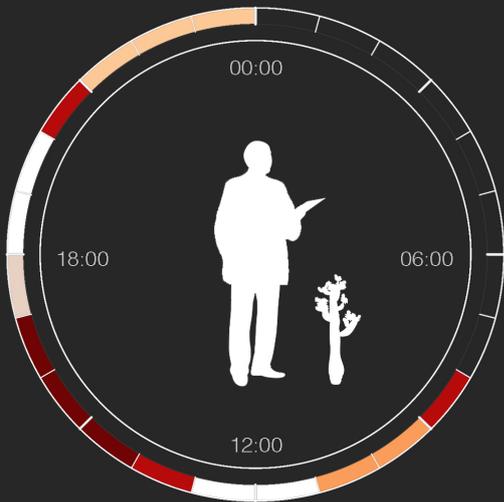
Los horarios mostrados expresan la rutina diaria según el día de trabajo (en laboratorio o en campo). Los esquemas fueron realizados en base a una encuesta realizada a estudiantes y profesores de la Facultad de Ciencias (Departamento de Biología y Ciencias Ecológicas) y la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (Departamento de Medicina Veterinaria) de la Universidad de Chile.



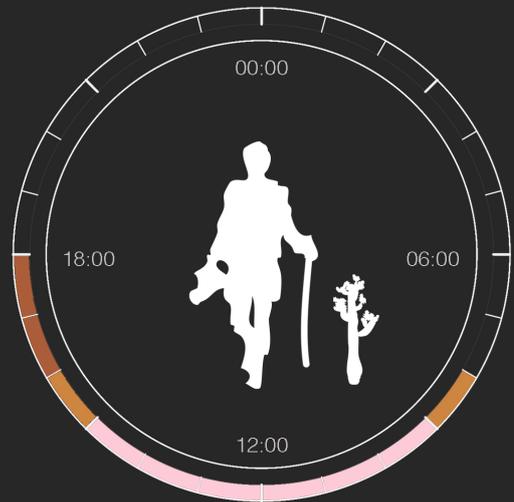
Científicos / estudiantes Ecosistemas acuáticos
Horario de trabajo en estación



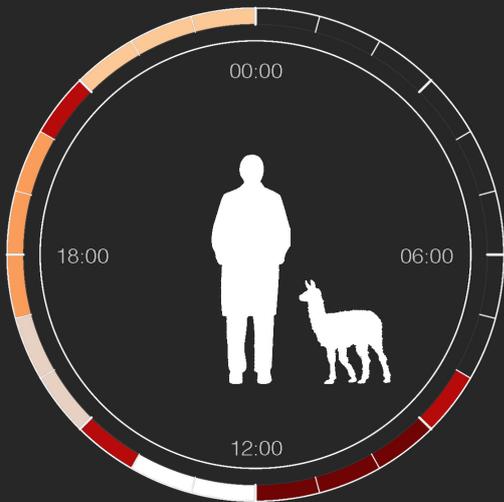
Científicos / estudiantes Ecosistemas acuáticos
Horario de trabajo en campo



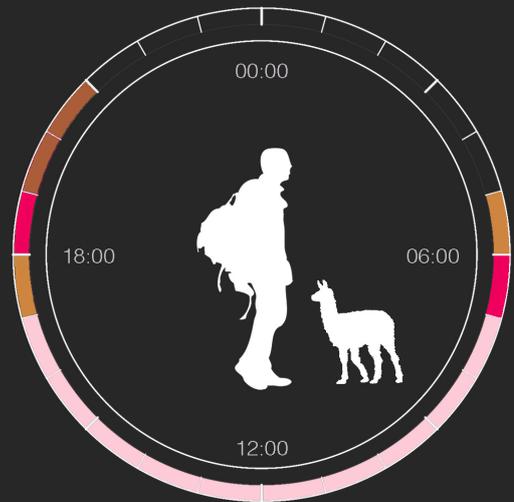
Científicos / estudiantes Flora andina
Horario de trabajo en estación



Científicos / estudiantes Flora andina
Horario de trabajo en campo



Científicos / estudiantes Fauna andina
Horario de trabajo en estación



Científicos / estudiantes Fauna andina
Horario de trabajo en campo

4.5. Propuesta estructural y constructiva

4.5.1. 5ta fachada perforada: el volumen se alza como una gran cubierta de losas de H.A prefabricado que se extiende, en su mayoría, a lo largo de todo el proyecto. Se tomará este recurso como masa térmica, ya que estos elementos almacenan calor durante el día y lo restituyen a los recintos en la noche. Sobre esta, se utilizará una capa de tierra, con el fin de aumentar la masa térmica del techo. La radiación solar impactada, la cual en Atacama es de altos índices, es absorbida en un gran porcentaje y otro es reflejado, estableciendo un flujo de calor entre el interior y el exterior.

La situación que ocurre en esta fachada es de suma importancia, ya que en ella se diseñarán entradas de luz según el programa que se encuentre bajo ésta. La calidad espacial brindada no debe entorpecer las funciones que se deben realizar en el interior, es por esta razón que se tendrá gran énfasis en este recurso. Cada espacio dispondrá de una cualidad única.

Algunas de estas perforaciones se configurarán como patios, los cuales iluminarán naturalmente las fachadas interiores. Este recurso permite la re-irradiación nocturna, favoreciendo también la ventilación por efecto chimenea (sureste en verano).

Se utilizarán aleros para proteger del sol en verano y que permitan su paso durante el invierno.

4.5.2. Volumen - Torres laboratorios: la relación anterior, suelo-fachada, se verá interrumpida por la creación de unas estructuras (alegóricas al desierto y sus elementos naturales), en las cuales su programa albergará exclusivamente a los laboratorios de las distintas áreas. Se optó por este diseño, ya que el flujo de información y de muestras funciona mejor verticalmente (estratificación según nivel y profundidad de la investigación), como también, para la evacuación de residuos, aguas, entre otros.

4.5.3. Enfriamiento evaporativo: se utilizarán zonas con agua, delimitando espacios, la cual esta se evaporará debido a la alta temperatura del desierto, cambiando de estado, consumiendo energía latente (energía interna), haciendo que disminuya la temperatura ambiente, evitando la instalación de aislación térmica.

4.5.4. Edificio sumergido: el volumen se encuentra semi-sumergido en el terreno, cuyas temperaturas son muy parejas durante todo el año, minimizando pérdidas por envolvente, generando ahorro en aislación térmica.

4.6. Propuesta de sostenibilidad

4.6.1. Consumo de energía: el edificio propone reducir los requerimientos energéticos mediante el uso de un diseño pasivo, en cooperación de tecnología sostenible para generación eléctrica. También, se utilizarán mecanismos de ahorro energético tales como: ventilación cruzada, aislantes térmicos, etc. Por ejemplo, se usarán tomas de aire, las cuales alternarán la extracción e inyección de aire fresco que recorrerán las losas.

4.6.2. Aguas: se captarán flujos de aguas subterráneas, las cuales serán tratadas (y especialmente investigadas) en el Área de Ecosistemas acuáticos continentales, abasteciendo usos de agua no potable.

4.6.3. Materiales locales: se preferirá utilizar recursos obtenidos dentro de la región, permitiendo una aceleración en la construcción, elaboración y traslado de éstos. Se utilizará tierra y piedra local por ejemplo.

4.6.4. Planificación ambiental sectorial – uso de la tierra: se manifiesta la necesidad de reconstrucción de tierra fértil en el Tambillo, a modo consecuente de recuperación de tierra agrícola para los Ayllus locales y para la fauna migrante, componiendo nuevamente el paisaje del Bosque de Tamarugos. Se propone un plan de manejo en conjunto con las comunidades locales, elaborando un proyecto a largo plazo de EBA en compromiso con la vida silvestre existente.

4.7. Plan de gestión y acuerdos

Para el desarrollo y construcción de EBA, se propone participar bajo convocatoria a concurso público a través del programa “Iniciativa Científica Milenio (ICM)”, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, cuya principal misión es la creación de “Centros de Investigación – Institutos y Núcleos Milenio” a través de cuatro componentes principales: la investigación científica y tecnológica de frontera, la formación de jóvenes, el trabajo colaborativo en redes con otros centros de excelencia de la región y el mundo, y la proyección de sus avances hacia el medio externo, particularmente hacia el sector educacional, la industria, los servicios y la sociedad, contribuyendo así a aumentar el desarrollo del país en distintos hábitos. El objetivo principal de este programa es el aumento de la competitividad científica y tecnológica de Chile, estimulando el trabajo colaborativo de grupos científicos, ofreciendo un ambiente adecuado y propicio para la creación y desarrollo de nuevas ideas. En la actualidad existen 21 Núcleos Milenio en Ciencias Naturales y Exactas.²³

²³Fuente: iniciativamilenio.cl - Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

En convenio, se solicitará trabajar (a través de una petición) en conjunto a CONAF, planteando un acuerdo de trabajo mutuo, colaborando en estudios compartidos en contextos de producción investigativa, protección de especies protegidas, manejo sustentable de áreas silvestres, conservación de la diversidad biológica mediante el fortalecimiento de SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado), fortaleciendo el propósito de mantener los recursos naturales y valores culturales ligados a los ambientes naturales asociados, permitiendo a través de los años, formar una base de datos que estará a disposición de investigaciones individuales e instituciones de investigación.²⁴

²⁴Fuente: CONAF.
Instructivo sobre proyectos de investigación en Áreas Silvestres Protegidas. Reglamento sobre Investigaciones en SNASPE.

Si bien se concibe a EBA como una institución autónoma, la creación de los grupos de científicos y estudiantes estará en asociación mediante un vínculo con la Universidad de Chile, específicamente con la Facultad de Ciencias (Departamento de Biología y Ciencias Ecológicas) y la Facultad de Ciencias Veterinarias

y Pecuarias, ligando la estación a nuestra Casa de Estudios, como también con otras universidades públicas y privadas, pero siendo la U. Chile quien gestionará la implementación educativa superior. De este modo, se creará una red interdisciplinaria de asociación investigativa descentralizada; con esta unión, los grupos de estudiantes y académicos podrán optar visitar y realizar investigaciones en la base operativa que se proyecta, a modo de extensión de las salas de clases de Santiago.

Con el propósito de impulsar a la Región de Antofagasta, como generadora de investigación y desarrollo científico, se requiere un apoyo por parte del GORE (Gobierno Regional), a modo de órgano territorial descentralizado, liderando así el proceso de planificación regional articulando la inversión pública y financiando iniciativas para promover el desarrollo sostenible de la región; estableciendo una relación recíproca de promoción e inversión. También, se buscará el apoyo de la Municipalidad de San Pedro de Atacama, según las necesidades que se encuentren competentes.



4.8. Referentes

Monjes de la Pacana o Centinelas de Tara

Lugar: Desierto de Atacama, Chile.

Año: era Terciaria (65 millones de años atrás).

Estas estructuras rocosas, son formaciones geológicas que se presentan como pilares de piedra que se elevan verticalmente de manera solitaria en la planicie desértica. Cuentan los antiguos pobladores, que su nombre se debe a que los caminantes del desierto encontraban una similitud a figuras de monjes que vigilaban la tranquilidad del salar, demarcando rutas en el paisaje a modo de guía.

Recurso: **landmark**.

Este recurso será utilizado para dar un punto específico en el paisaje permitiendo la "orientación" de los habitantes en la inmensidad del desierto, estableciendo una nueva relación humano - edificio - territorio.

Fuente: porelnortedechile.blogspot.com



Museo Histórico de Ningbo

Lugar: Ningbo, China.

Arquitectura: Wang Shu (Premio Pritzker 2012).

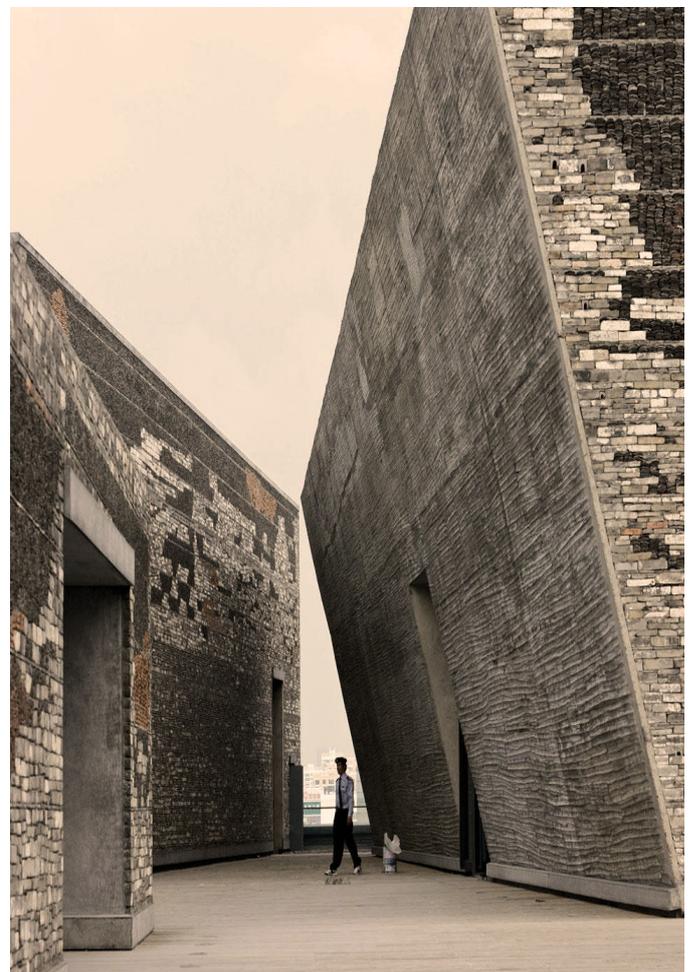
Año: 2007.

El edificio, galardonado con el premio Lu Ban (el más importante de China en arquitectura), es un museo integral que muestra la historia de la humanidad y las artes a través de una construcción que fusiona la vanguardia y los materiales tradicionales. Esta enorme construcción asimétrica, recoge las características geográficas del lugar, combinando un concepto paisajístico (un accidente geográfico montañoso) y la arquitectura local.

Recurso: **monolítico**.

La dureza y simplicidad de los elementos que conforman el desierto, nos permiten entender la temporalidad, durabilidad y modelamiento de estas "piezas", haciéndonos percibir estas manifestaciones naturales como esculturas.

Fuente: wikiarquitectura.org



Oficina central Parque Nacional Fogo

Lugar: Fogo, Cabo Verde.

Arquitectura: OTO.

Año: 2013.

El proyecto nace de la necesidad de consolidar la identidad del área protegida y su gestión.

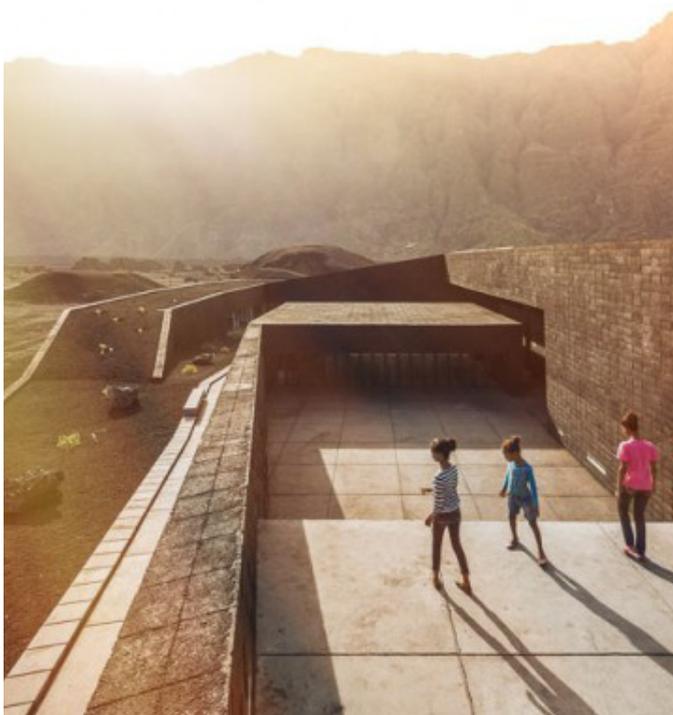
A partir del paisaje natural a su alrededor, se crea la infraestructura, destacándose la influencia del volcán y su cráter, creando de esta forma la idea básica de la fusión de su diseño con el territorio.

Tras su origen, el Parque Natural Fogo se ha valorado más, contribuyendo a enriquecer sectores sociales, culturales y económicos del país.

Recurso: **crisis**.

La estrategia de generar un edificio que se mimetice con el paisaje permite una simbiosis perfecta, haciendo que la arquitectura formule nuevos parámetros basados en composiciones naturales formando un conjunto armónico en la que platica la volumetría y la espacialidad.

Fuente: plataformaarquitectura.cl



Concurso Centro educativo para la Educación Ambiental del Bosque de Karuna (Proyecto ganador)

Lugar: Reserva Nacional de Karuna, Kenia.

Arquitectura: Boogertman + Partners Architects.

Año: 2014.

El centro se ubica dentro de un bosque rodeado por numerosas instituciones relacionadas con la protección del medio ambiente. Este centro educará a gente sobre las numerosas especies de plantas, aves, insectos y mamíferos dentro de la diversidad de Kenia. En sí, intenta cambiar actitudes hacia la gestión y la conservación, y por sobre todo, sobre el uso sostenible de recursos naturales a través de la educación.

Recurso: **programa**.

El centro, a diferencia de EBA, da servicios a la comunidad keniana, pero el concepto programático es muy próximo. Este proyecto considera espacios para proporcionar presentaciones y debates (auditorios), salas de conferencias y salas de estudio en relación al medio ambiente donde se encuentra inserto.

Fuente: plataformaarquitectura.cl

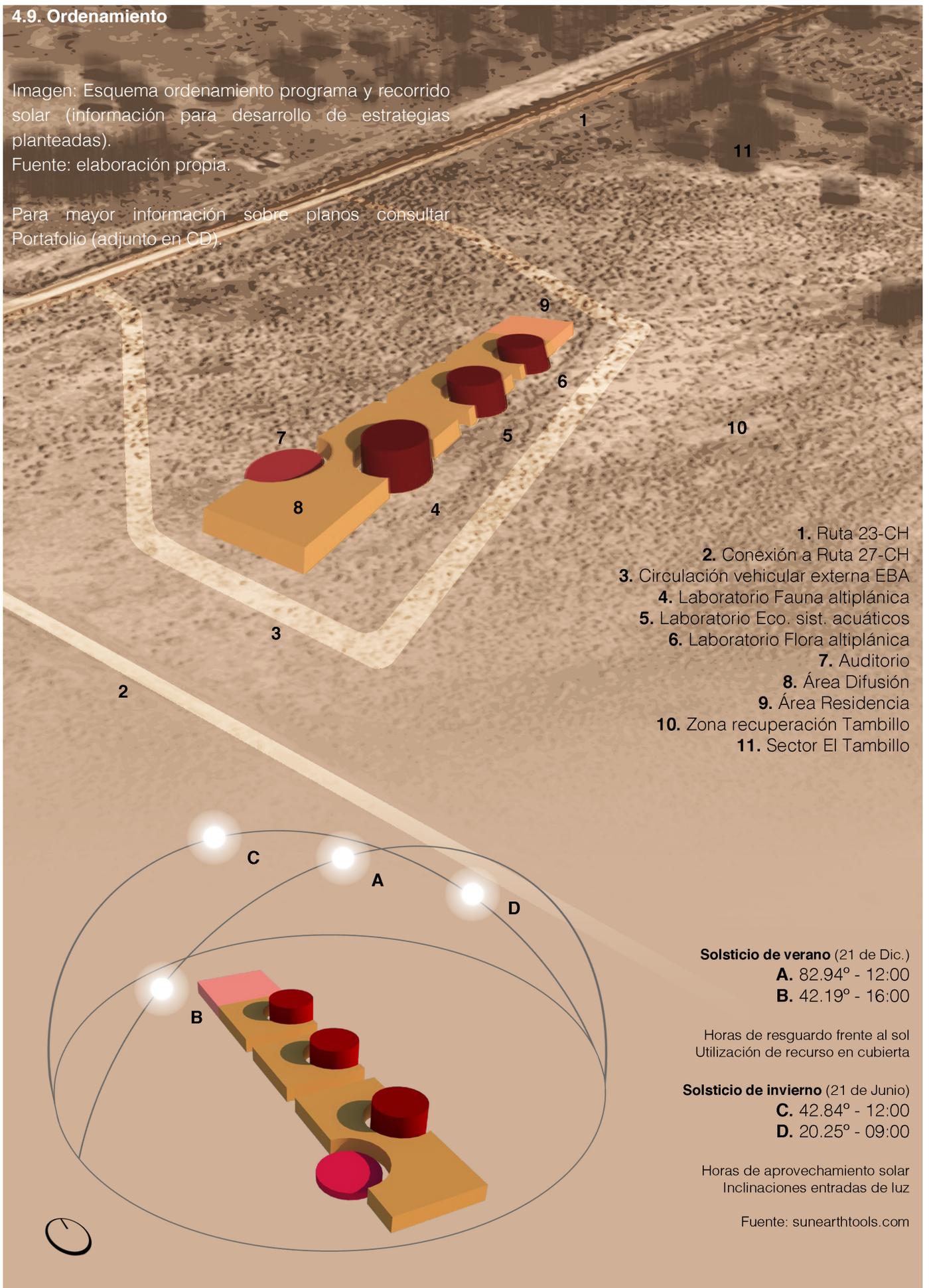


4.9. Ordenamiento

Imagen: Esquema ordenamiento programa y recorrido solar (información para desarrollo de estrategias planteadas).

Fuente: elaboración propia.

Para mayor información sobre planos consultar Portafolio (adjunto en CD).



- 1. Ruta 23-CH
- 2. Conexión a Ruta 27-CH
- 3. Circulación vehicular externa EBA
- 4. Laboratorio Fauna altiplánica
- 5. Laboratorio Eco. sist. acuáticos
- 6. Laboratorio Flora altiplánica
- 7. Auditorio
- 8. Área Difusión
- 9. Área Residencia
- 10. Zona recuperación Tambillo
- 11. Sector El Tambillo

Solsticio de verano (21 de Dic.)

A. 82.94° - 12:00

B. 42.19° - 16:00

Horas de resguardo frente al sol
Utilización de recurso en cubierta

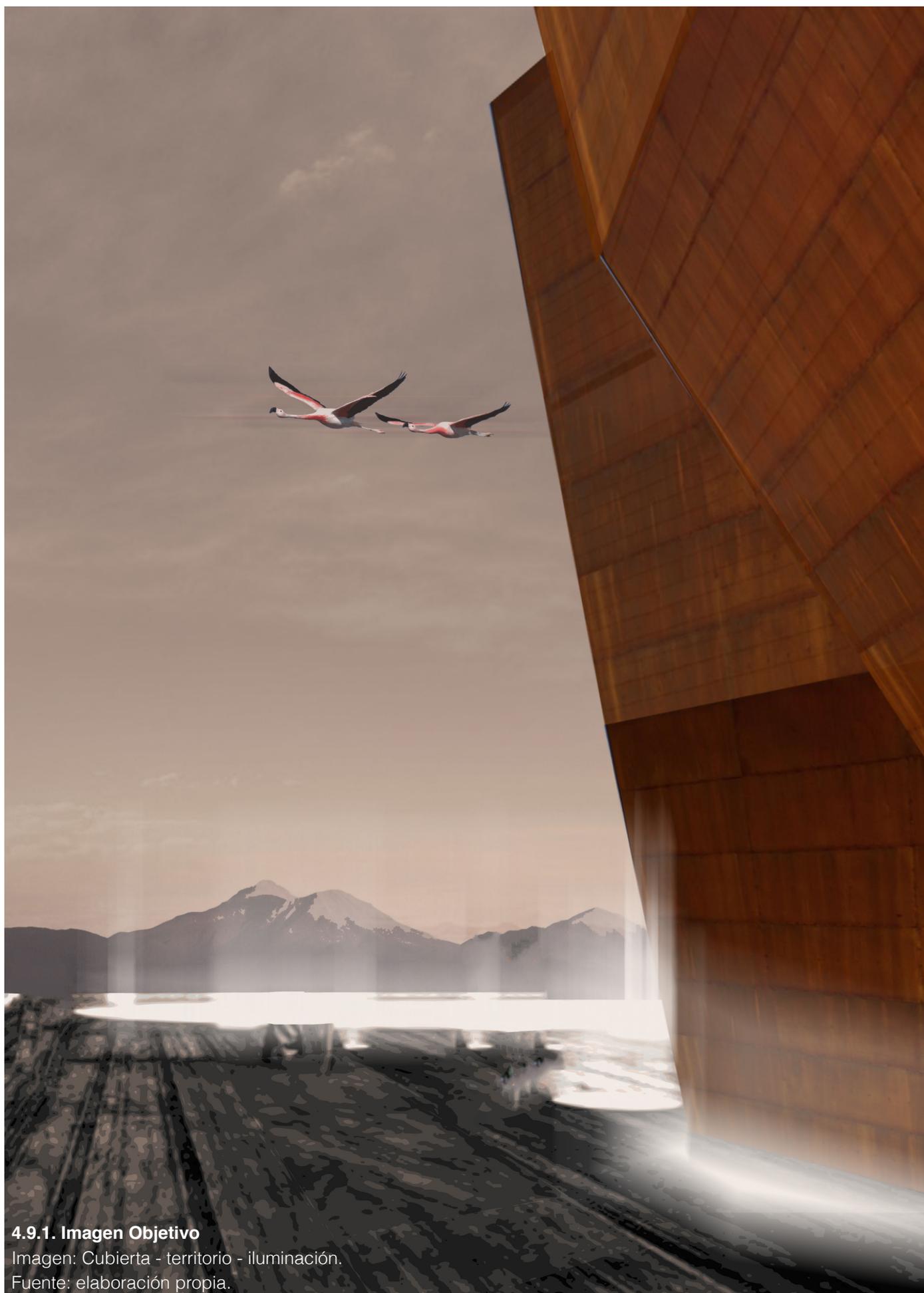
Solsticio de invierno (21 de Junio)

C. 42.84° - 12:00

D. 20.25° - 09:00

Horas de aprovechamiento solar
Inclinaciones entradas de luz

Fuente: sunearthtools.com



4.9.1. Imagen Objetivo

Imagen: Cubierta - territorio - iluminación.

Fuente: elaboración propia.

· CAPÍTULO 5 ·
CONCLUSIONES



· EL TAMBILLO ·

5.1 Mi proyecto, mi persona

Reflexionando sobre mi temática de proyecto, quisiera destacar los tropiezos con los cuales me enfrenté en un principio. La búsqueda de algo que me motivará y cumpliera con mis expectativas, provocó en mí una exploración introspectiva que conlleva nuevos horizontes y retos, con los cuáles pude vislumbrar mis intereses personales y ver hacia donde quería dirigir mi mirada como arquitecto. A pesar de en un primer momento no cumplir con aquella expectativa, gracias al estudio y disciplina entregada por la universidad, pude enterarme de conflictos de importancia nacional para resolver en mi proyecto de título.

Si bien el transcurso de mi título no estuvo marcado por una constante de tranquilidad, aquellos altos y bajos dados por frustraciones e inseguridades constantes, me hicieron pensar sobre mis habilidades y fortalezas, y en este último tramo del proceso, puedo seguir reafirmando de aquella capacidad competente que siempre me ha marcado al momento de enfrentar un desafío.

Ser arquitecto en un país como Chile es de suma importancia. Al ser una nación en vías de desarrollo, este territorio se caracteriza por la falta de reflexiones y soluciones a problemas complejos, con los cuáles, nosotros como arquitectos, configuradores de realidades, podemos enfrentar, retar y sacar repares de primer nivel en pos del desarrollo colectivo. Es por esta razón que cabe destacar el rol político y social que tiene nuestra profesión, ya que al momento de proyectar, construir y habitar una idea, nos hace partícipes de un cometido y creamos a partir de ello, una historia.

Profundizar temas científicos como por ejemplo el conflicto medioambiental chileno, tema bastante controversial y complejo, fue donde encontré mi atención para investigar. Más allá de considerarlo un tema de moda, para mí es una postura en cuanto a mis intereses a desarrollar a futuro, ya que dichos tópicos serán con los cuales nos veremos en aprietos si no se toman en cuenta desde el día de hoy.

Finalmente, volviendo a temas profanos y colectivos, tomarle el peso al acontecer natural e histórico de un país con proyectos de índole cultural e investigativa, me hace tomar conciencia sobre aquella apropiación personal que tengo al lugar donde vivo. Ahora, sé que

puedo hablar con conocimiento, inteligencia y con mayor razón, con cariño sobre un territorio a través de una profesión, enfrentándome así, a un futuro con retos inciertos.

A landscape photograph showing a valley with a dense forest of tall, thin trees. In the foreground, there is a sandy path with many footprints. The sky is a mix of purple and yellow, suggesting a sunset or sunrise. The overall scene is a natural, outdoor setting.

· CAPÍTULO 6 ·
BIBLIOGRAFÍA

· QUEBRADA DE JERÉZ ·

6.1. Libros

- Alonso Zúñiga, P. (2012). *Deserta. Ecología e industria en el Desierto de Atacama*. Ediciones ARQ, Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Aronson, S. (2008). *Land&ScapesSeries: Aridscapes – Designing in harsh and fragile lands*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- Chester, S. (2008). *A Wildlife Guide to Chile*. Princeton University Press, New Jersey.
- De la Jara Kojakovic, O. (2013). *Autonomía y habitabilidad en zona extremas. Factores de proyección para medios adversos*. Seminario de Investigación, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Gay, C. (2010). *Atlas de la Historia Física y Política de Chile. Tomos I y II*. LOM Ediciones, Santiago de Chile.
- Gómez Parra, D. (1996). *Así hablan las montañas*. Universidad de Antofagasta, Antofagasta.
- Gómez Parra, D. (1994). *Cuentos de nuestra tierra*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad de Antofagasta.
- Llagostera Martínez, Dr. A. (2011). *Los Antiguos Habitantes del Salar de Atacama*. TurismoChile Editores, Santiago de Chile.
- Núñez Atencio, L. (1992). *Cultura y conflicto en los oasis de San Pedro de Atacama*. Editorial Universitaria, Santiago.
- Núñez Atencio, L. (2007). *Vida y cultura en el oasis de San Pedro de Atacama*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- Peck, M. (2007). *Concrete: design, construction, examples*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

6.2. Documentos

- Alonso, H. (1993). *Geoquímica de aguas en el Altiplano, una aproximación*. Departamento de Química, Universidad Católica del Norte, Antofagasta.
- CEPAL. (2005). *Evaluaciones del desempeño ambiental*.
- CIREN. (2011). *Establecimiento de las relaciones entre humedales y las actividades mineras y productivas del área de estudio*.
- CONAF. *Instructivo sobre proyectos de investigación en Áreas Silvestres Protegidas. Reglamento sobre investigaciones en SNASPE*.
- CONAMA II° Región. (2002). *Estrategia regional y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica de la región de Antofagasta*.
- CONICYT. (2014). *Principales Indicadores Científicos de la Actividad Científica Chilena 2014*.

Informe 2014: una mirada a 10 años.

- CONSECOL. (1986). *Balance Hidrológico Nacional, II° Región de Antofagasta*.
- Córdova, R. (1993). *La vegetación en el Altiplano*. Departamento de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.
- Greve, Ma. E. y Blas, H. (1988). *Simbolismo atacameño: un aporte etnológico a la comprensión de significados culturales*. Revista Chilena de Antropología, N°7, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- GORE Antofagasta. *Reglamento Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)*.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (2000). *Arquitectura y construcción. Zonificación climática habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico*.
- ISSC and UNESCO. (2013). *World Social Science Report 2013, Chancing Global Environments*. OECD Publishing and UNESCO Publishing, París.
- Martínez, E. (1994). *Informe etnografía I: Astronomía*. Proyecto FONDECYT 1940099.
- MINVU. (2010). *Actualización Plan Regulador de San Pedro de Atacama. Declaración de Impacto Ambiental*.
- MINVU. (2006). *Manual de aplicación de la Reglamentación Térmica. Ordenanza General de Urbanismo y construcciones, Artículo 4.1.10*.
- MOP. Dirección General de Aguas. (2003). *Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad*.
- OECD. (2014). *Society at a Glance 2014: OECD social Indicators*. OECD Publishing.
- Raggi Saini, L. (1993). *La Fauna Altiplánica*. Departamento de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
- Rodríguez, G. (2008). *El clima y la construcción habitacional II*. Revista BIT N°63, Santiago.
- Sanhueza, C. (2005). *Espacio y tiempo en los límites del mundo. Los Incas en el despoblado de Atacama*. Boletín del Museo chileno de Arte precolombino, Vol. 10, N°2, Santiago de Chile.
- SERNATUR. (Enero 2015). *Informe Barómetro de Turismo año 2014*.

6.3. Sitios consultados

- achipec.org - Asociación Chilena de Periodistas Científicos
- agromet.inia.cl - Red Agrometeorológica de Chile
- chilerenovables.cl - Portal de Energías Renovables
- ciencias.uchile.cl - Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

- ciren.cl - Centro de Información de Recursos Naturales
- conaf.cl - Corporación Nacional Forestal / Ministerio de Agricultura
- ecolyma.cl - Ecología y Medio ambiente en Chile
- educarchile.cl - EducarChile
- evemuseografia.com EVE - Diseño de Museos y Exposiciones
- eso.org – European Southern Observatory
- goreantofagasta.cl - Gobierno Regional Región de Antofagasta
- iniciativamilenio.cl - Programa Iniciativa Científica Milenio (ICM) / Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile
- ieb-chile.cl - Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)
- memoriachilena.cl - Memoria Chilena – Biblioteca Nacional de Chile
- mnhn.cl - Museo Nacional de Historia Natural
- plataformaarquitectura.cl – Plataforma Arquitectura
- radio.uchile.cl - Diario y Radio Uchile
- sernatur.cl - Servicio Nacional de Turismo / Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile
- sinia.cl – Sistema Nacional de Información Ambiental
- subdere.cl – Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo / Ministerio del Interior y Seguridad Pública
- sustentare.cl – Sustentare: Información oportuna para Industrias Sustentables
- territorio regional.cl - Gobierno Regional Región de Antofagasta
- uchile.cl/incas - Centro Internacional de Estudios Andinos / Universidad de Chile



“Lo que embellece al desierto
es que en alguna parte esconde un pozo de agua.”

Antoine de Saint-Exupéry

