



**RUTA  
PATRIMONIAL**



Ministerio de  
Bienes  
Nacionales

Gobierno de Chile



Ruta Patrimonial N°57

## **Oasis de Niebla Alto Patache:**

Bien Nacional Protegido



Ministerio de  
Bienes  
Nacionales

Gobierno de Chile

Avenida Libertador Bernardo O'higgins 720. Teléfono: +56 2937 5100  
Email: [rutaspatrimoniales@mbienes.cl](mailto:rutaspatrimoniales@mbienes.cl), [consulta1@mbienes.cl](mailto:consulta1@mbienes.cl)  
[bienesnacionales.cl](http://bienesnacionales.cl) - [rutas.bienes.cl](http://rutas.bienes.cl)

Región de Tarapacá

# Índice

# Index

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introducción</b> .....  | <b>3</b>  |
| Introduction   |           |
| <b>1. Inicio de la ruta, acceso al oasis de niebla</b> .....               | <b>15</b> |
| Start of the route, access to the fog oasis                                |           |
| <b>2. Relieve y recursos del desierto, observando el paisaje</b> .....     | <b>17</b> |
| Relief and resources of the desert, observing the landscape                |           |
| <b>3. Atrapanieblas, agua nueva en el desierto</b> .....                   | <b>25</b> |
| Fog collector, new water in the desert                                     |           |
| <b>4. Niebla y energía solar, regalos del cielo</b> .....                  | <b>33</b> |
| Fog and solar energy, gifts from the sky                                   |           |
| <b>5. Desierto cambiante, el poder del clima</b> .....                     | <b>43</b> |
| Changing desert, the power of climate                                      |           |
| <b>6. Clima y vegetación, nieblas frecuentes y sus efectos</b> .....       | <b>49</b> |
| Climate and vegetation, frequent fog and its effects                       |           |
| <b>7. Ocupación del territorio, otras actividades en el desierto</b> ..... | <b>63</b> |
| Occupation of the territory, other activities in the desert                |           |
| <b>8. Arte en el desierto, intervención del paisaje</b> .....              | <b>71</b> |
| Art in the desert, artistic interventions on the landscape                 |           |
| <b>9. Estación Atacama UC, investigación sustentable</b> .....             | <b>75</b> |
| Atacama UC Station, sustainable research                                   |           |
| <b>Experiencia en el oasis</b> .....                                       | <b>80</b> |
| Experience in the oasis  |           |
| <b>Anexo Vegetación</b> .....  | <b>88</b> |
| Vegetation Annex   |           |
| <b>Referencias</b> .....   | <b>95</b> |
| References   |           |
| <b>Créditos fotográficos</b> .....   | <b>99</b> |
| Picture credits  |           |

# Introducción

Alto Patache, un oasis  
en el desierto

# Introduction

Alto Patache, an oasis  
in the desert



## Alto Patache, un oasis en el desierto

**Alto Patache** es un **Bien Nacional Protegido** y fue entregado en Concesión por el Ministerio de Bienes Nacionales a la Pontificia Universidad Católica de Chile en 2007, para fines de conservación, investigación científica, educación ambiental y desarrollo sustentable de sus recursos. Los **Bienes Nacionales Protegidos (BNP)**, corresponden a un sistema de resguardo ambiental público-privado, que se implementa a través de la protección oficial de predios fiscales con alto valor cultural y de biodiversidad, y su posterior concesión a terceros; de esta forma se busca garantizar la real conservación de los ecosistemas y generar las condiciones necesarias para que estos bienes sean para el uso y goce de todos los chilenos.

Para comprender el valor de este territorio debemos situarnos en el Norte de Chile, en la zona del desierto de Atacama, conocido mundialmente por su aridez. Entre los grandes desiertos del planeta, el de Atacama es uno de los de menor superficie y es considerado el más extremo<sup>(1)</sup>, debido a la escasísima lluvia que recibe, su alta evaporación y, también, por la notable oscilación térmica diaria (esto es, diferencia de temperaturas entre el día y la noche)<sup>(2)</sup>.

Tal como puedes observar en la Figura 1, el desierto de Atacama se desarrolla entre la frontera con Perú y la Región de Antofagasta, aproximadamente, y desde allí, luego de pasar por una zona de transición en el Norte de la Región de Atacama, continúa en un semidesierto hasta la Región de Coquimbo. El desierto, propiamente tal, se desarrolla en lo que se conoce, habitualmente, como Norte Grande; en tanto, el territorio correspondiente al semidesierto, se conoce como Norte Chico, por su menor superficie en relación al desierto. Desde el clima desértico imperante en el extremo

## Alto Patache, an oasis in the desert

Alto Patache is a **National Protected Asset** that in 2007 was given in concession by the Ministry of National Assets to Pontificia Universidad Católica de Chile for conservation purposes, scientific research, environmental education and sustainable development of its resources. The **National Protected Assets** belong to a public-private environmental protection system that is implemented through the official protection of State lands with high cultural and biodiversity value, and their subsequent concession to third parties, as a way of ensuring real ecosystem conservation and providing the necessary conditions for these assets to be used and enjoyed by all Chileans.

In order to understand the value of this territory, we must go to the North of Chile, to the Atacama Desert, an area known worldwide for its aridity. Among the largest deserts on the planet, the Atacama Desert is one of the smaller ones in terms of area and it is considered the most extreme<sup>(1)</sup> due to poor rainfall, high evaporation and the remarkable daily thermal oscillation<sup>(2)</sup>.

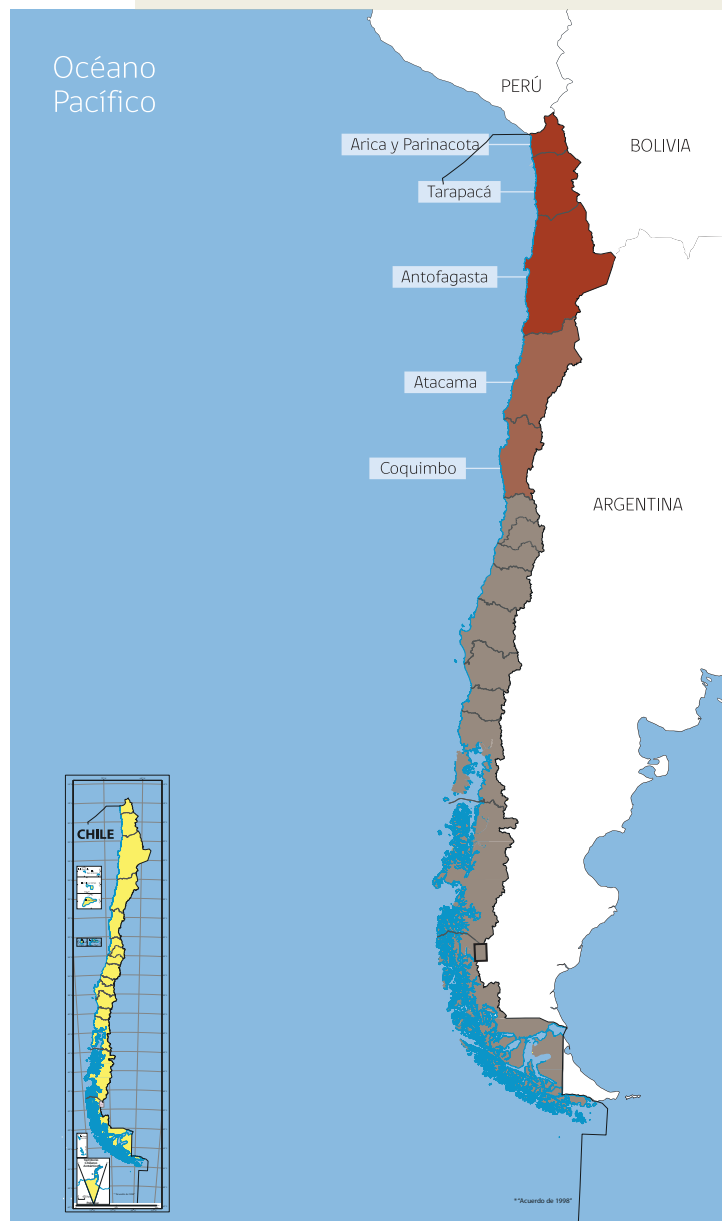
As shown in Figure 1, the Atacama Desert extends from the Peruvian border to approximately the Antofagasta region. From this point, after passing a transition zone at the North of the Atacama region, it transforms into a semi-desert until reaching the Coquimbo region. The desert as such is located in what is usually known as Norte Grande; while, the semi-desert territory is known as Norte Chico, because its surface is smaller. From prevailing desertic weather in the far North of the country, with an average yearly rainfall of 1 mm, we jump to a semi-desert climate with an average yearly rainfall of 200 mm at the Southern limit of Coquimbo city<sup>(3)</sup>.

norte del país, donde las precipitaciones anuales son del orden de un milímetro, se pasa a un clima semidesértico con 200 mm en el límite Sur de Coquimbo<sup>(3)</sup>.

The extreme dryness of the Atacama Desert is due to the Pacific anticyclone (a high-pressure area, which means atmospheric stability and, therefore, good weather) that prevents the passage of

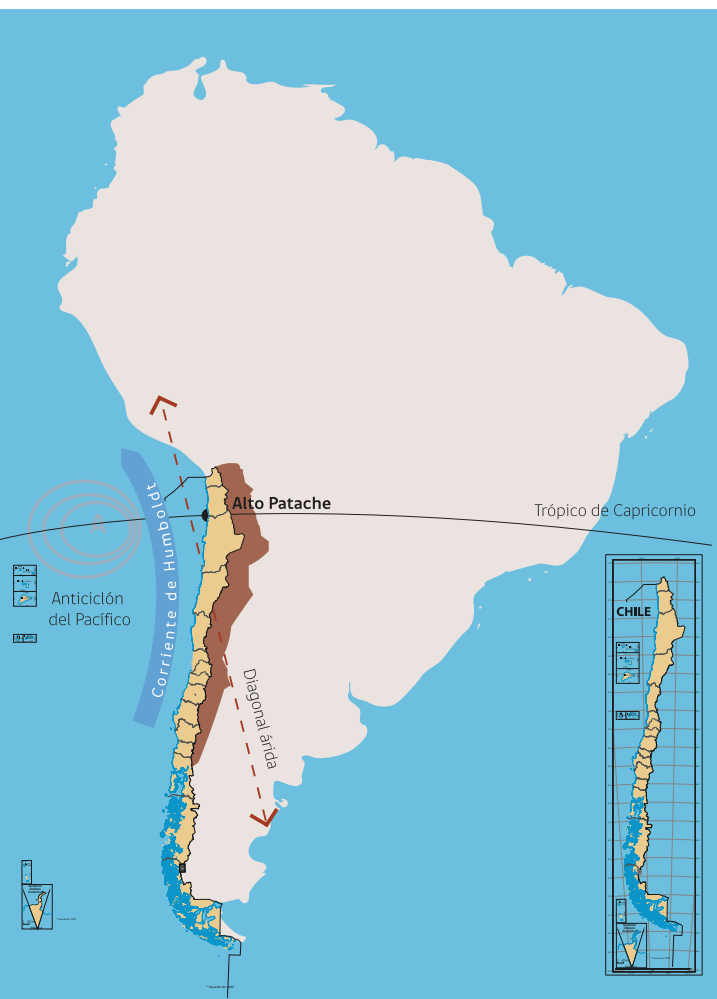
### [f-1] Regiones político-administrativas correspondientes a las zonas del desierto y semidesierto

*Political-administrative regions corresponding to the desert and semi-desert zones*



**[f-2] Diagonal árida y elementos que generan la extrema aridez del desierto de Atacama**

*The arid diagonal and the elements that generate the extreme dryness in the Atacama Desert*



La extrema aridez del desierto de Atacama es consecuencia del anticiclón del Pacífico (zona de altas presiones lo que significa estabilidad atmosférica, y por lo tanto buen tiempo) que impide el paso de sistemas frontales provenientes de la zona Sur; y del efecto barrera que ejerce la cordillera de los Andes, la que impide la entrada de masas de aire húmedo provenientes de zonas tropicales.

frontal systems coming from the South, and to the barrier created by the Andes, which prevents the passage of humid air masses from tropical areas.

In addition, the Humboldt Current generates a decrease in ocean temperature, as it displaces cold waters from the South to the North, passing through Peru and reaching the equator. These cold waters restrict evapora-

Adicionalmente, la Corriente de Humboldt genera una disminución de la temperatura del océano, ya que desplaza aguas frías desde la zona Sur hacia el Norte, pasando por Perú y llegando hasta el Ecuador. Estas aguas frías limitan la evaporación, lo que influye en la escasez de precipitaciones. Por su parte, la cordillera de la Costa también influye en la aridez, debido a que no deja que el aire húmedo de la costa penetre en el continente<sup>(3)</sup>.

Esta aridez no solo afecta nuestro territorio nacional, sino que a toda una parte de América del Sur. Fijate en el esquema de la Figura 2 y podrás ver la "diagonal árida", nombre con el que se identifica a la franja de escasas lluvias que atraviesa el continente, desde el Ecuador hasta las costas Patagónicas<sup>(4)</sup>.

La palabra "desierto" proviene del latín "desertus", que significa "abandonado"; éste a su vez proviene del verbo "deserere", que quiere decir abandonar, desatender, descuidar. "Deserere", además, se compone del prefijo "de" (separar, dejar) y el verbo "serere" que significa sembrar; es decir: "donde se deja de sembrar". Comúnmente entendemos un desierto como una extensión de tierra sin vegetación: una gran superficie de suelo desnudo, que permanentemente, recibe el calor del sol.

Sin duda, estas condiciones extremas no son muy favorables para la existencia de organismos vivos. Sin embargo, entrar en el desierto no es renunciar a la vida. Al contrario, entrar en el desierto es obligarse a ver la vida con otros ojos, a otra escala. Lo cierto es que un desierto está lleno de rincones donde subsisten organismos vivos a pesar de las condiciones de extrema aridez. Pero hay que saber dónde buscarlos y, si es necesario, mirar más de cerca. Los "oasis de niebla" son un ejemplo de ello. En Chile, estos oasis, generalmente se encuentran en laderas, acantilados y planicies cercanas al litoral<sup>(5)</sup>.

En el oasis de niebla Alto Patache, la influencia de la niebla permite el desarrollo de una vegetación especialmente adaptada, la cual, a su vez,

tion, which induces low rainfall. Meanwhile, the Chilean Coastal Range also contributes to the dryness as it does not allow humid air to penetrate the continent<sup>(3)</sup>.

This aridity not only affects our national territory, but also a big part of South America. The diagram in Figure 2 shows the "arid diagonal", a name that identifies a strip of limited rainfall that transverses the continent from the equator to the Patagonian coasts<sup>(4)</sup>.

The word "desert" comes from the Latin "desertus", which means "abandoned", which, in turn, comes from the verb "deserere", which means abandon, neglect or forsake. Also, "deserere" consists of the prefix "de" (separate, leave) and the verb "serere" which means to plant; in other words: "where you cannot plant". Deserts are commonly understood as plots of land without vegetation: large bare soil surfaces that are often receiving solar heat.

Undoubtedly, these extreme conditions are not very favorable for the existence of living organisms. However, entering the desert does not mean giving up on life. On the contrary, entering the desert forces you to see life through different eyes, on another scale. The truth is deserts are full of corners where living organisms survive despite the extreme dry conditions. However, we must know where to look and, if necessary, look a little bit closer. The "fog oases" are an example of this. In Chile, these oases are usually found on hillsides, cliffs, and plains near the coastline<sup>(5)</sup>.

In the Alto Patache fog oasis, the influence of the fog allows the development of specially adapted vegetation which, in turn, provides suitable habitats for animal species, mainly insects, some of which reside only in these places<sup>(6)</sup>. Traces of ancient human inhabitants that circulated here more than 5,000 or 6,000 years ago<sup>(7)</sup> have also been found, traces that have remained intact thanks to the great isolation and the difficult access to the oasis.

Nowadays, research activities are focused on learning more about this relict, highly fragile and rich ecosystem, of which little is known. The threats

provee de hábitat propicio a especies animales, en particular insectos, algunos de ellos residentes solo en estos parajes<sup>(6)</sup>. También se han encontrado rastros de antiguos habitantes humanos que circularon, por aquí, hace más de 5.000 o 6.000 años<sup>(7)</sup>, huellas que han permanecido intactas gracias al gran aislamiento y al difícil acceso a este lugar.

Hoy en día, las actividades de investigación están dirigidas a conocer más sobre este ecosistema relictivo, de gran fragilidad y riqueza, del cual aún se sabe poco. Las amenazas resultantes de factores naturales y de la actividad y presencia del ser humano<sup>(8)</sup>, no son menores; por lo cual, al visitarlo, no solo tienes la ocasión única de aprender más de él, sino que también te comprometes a protegerlo.

### ¿Dónde se ubica el oasis?

El Bien Nacional Protegido Alto Patache se ubica a unos 65–70 km al Sur de Iquique y a 7 km al Norte del Pabellón de Pica, en la comuna de Iquique de la Región de Tarapacá. El oasis se emplaza en el farellón costero del Norte Grande, aproximadamente en las coordenadas 20° 49' S y 70° 09' O, en el límite poniente del desierto de Atacama. Este farellón o gran acantilado costero constituye un rasgo característico importante del relieve de nuestro planeta, debido a su extensión y altitud; presentándose a lo largo de más de 800 km y teniendo una altura promedio de 700 m<sup>(9)</sup>.

### ¿Cómo puedes acceder al oasis?

Para acceder al oasis desde Iquique, en automóvil u otro medio de transporte terrestre, debes tomar la ruta 1 al Sur (ruta costera); pasas el aeropuerto internacional Diego Aracena avanzando hacia el Sur, por la terraza marina litoral, recorriendo alrededor de 60 km hasta el cruce con la ruta A-750, conocida como "Ruta de la Sal". En este recorrido de media hora, puedes aprovechar de ir observando la costa árida y los abruptos cerros que forman el acantilado con habitual presencia de nubes.

resulting from natural factors and the activity and presence of human beings<sup>(8)</sup> are not insignificant. So, when you visit, you not only have the unique opportunity to learn more about it, but you also commit to protecting it.

### Where is the oasis located?

Alto Patache is located about 70 km South of Iquique and 7 km North of Pabellón de Pica, in the Iquique district of the Tarapacá region. The oasis is located in the coastal cliffs of Norte Grande, approximately at the coordinates 20° 49' S and 70° 09' W, at the western limit of the Atacama Desert. This cliff constitutes an important distinctive feature of our planet's relief, due to its extension of over 800 km and its altitude averaging 700 m<sup>(9)</sup>.

### How can you access the oasis?

To access the oasis from Iquique, by car or other land transport, you have to take route 1 to the South (coastal route). Then you will pass Diego Aracena International Airport and continue southwards through the coastal marine terrace, traveling 60 km to the crossing of Puerto de Patillos, known as the "salt route". In this half-hour tour, you can enjoy the view of the arid coast and the steep hills that form the cliff with habitual clouds.

Then, from the junction, you must continue to the Southeast through the "salt route", which ascends to Salar Grande. When the electric towers appear, at exactly km 10 of this road, you must turn right (to the Southeast) and take the dirt road that follows the route of the towers. After 5 km you will arrive at an entry barrier, which is the starting point of the Heritage Route.

Posteriormente, desde el cruce, debes seguir hacia el Sureste por la "Ruta de la Sal", la que asciende al Salar Grande. Exactamente cuando aparezcan las torres del tendido eléctrico, aproximadamente en el km 10 de este camino, debes doblar a la derecha (dirección Suroeste) para tomar una huella de tierra que sigue el trazado de las torres, debes avanzar alrededor de 5 km, hasta, finalmente llegar a la barrera de acceso, lugar donde comienza la Ruta Patrimonial.

### ¿Cuándo puedes visitar el oasis?

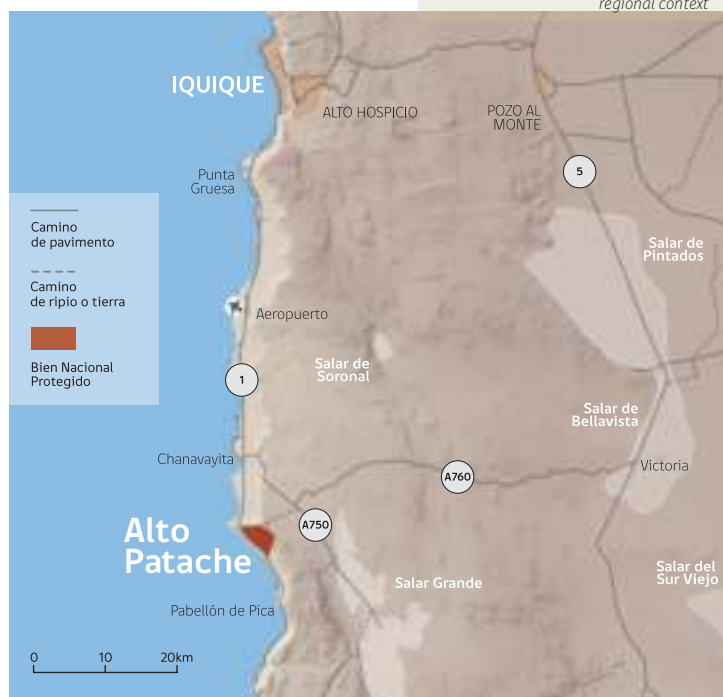
Puedes visitar Alto Patache en cualquier época del año. Pero si visitas el oasis con algún objetivo concreto en mente, es mejor que te fijas en la época. Por ejemplo, si quieres ver niebla, entonces es recomendable que vayas entre julio y noviembre, o si deseas que esté despejado, haz la visita en los meses de verano. Para observar y fotografiar algunas plantas en flor tienes que hacer la visita de septiembre a diciembre, especialmente en años de niebla abundante, o incluso de lluvias, producto de un eventual "fenómeno de El Niño".

### When can you visit the oasis?

You can visit Alto Patache at any time of the year. But if you visit the oasis with a specific goal in mind, it is better to consider the season. For instance, if you want to see fog, you should visit between July and November, but if you want it to be clear, visit during the summer months. If you want to see and photograph flowering plants you should visit between September and December, especially in those years when there is abundant fog or even rain, as a result of the eventual "El Niño" phenomenon.

### [f-3] Alto Patache en el contexto regional

Alto Patache in the regional context



## No olvides

Para que tu visita al oasis de niebla Alto Patache cumpla con los objetivos de valorar, difundir y preservar el patrimonio natural y cultural de este sitio, debes tener presente:

**1.**

Coordina tu visita con la administración de la Estación Atacama UC. (posses@uc.cl).

**2.**

El oasis es un sitio muy frágil. Usa siempre los senderos existentes, cuidando de no pisar fuera de ellos.

**3.**

La ruta fue diseñada para realizarla a pie. Te recomendamos realizar el recorrido completo, lo que te tomará toda una mañana, caminando cómodamente.

**4.**

Te recomendamos asignar a cada parada el tiempo necesario para que puedas apreciar y comprender el entorno.

**5.**

Para una correcta planificación del recorrido, debes considerar las horas diarias de luz según la época del año en que hagas la visita.

**6.**

También es recomendable andar con ropa en capas, porque en un momento hace calor y al siguiente frío (con niebla, viento y humedad de 100%). Procura llevar un cortaviento, no te recomendamos usar shorts ni poleras, sino pantalones de tela y camisas con manga larga, ya que la radiación solar es muy fuerte.

**7.**

Te recomendamos llevar anteojos para el sol, un gorro o pañuelo para cubrir tu cabeza, y bloqueador (aún si no ves el sol, debes usarlo).

**8.**

Procura andar con una botella de agua (u otro líquido) y alguna colación ligera (barras de cereales, fruta, frutos secos, etc.).

## Do not forget

In order for your visit to the Alto Patache fog oasis to comply with the objectives of valuing, disseminating and preserving the natural and cultural heritage of this site, you should keep in mind:

**1.**

You must coordinate your visit with the administration of the Atacama UC Station (posses@uc.cl).

**2.**

The oasis is a very fragile site. Always follow the existing paths and be careful not to step outside the trail.

**3.**

The route was designed to be walked. We recommend that you take the complete tour, which will take you all morning, walking at a comfortable pace.

**4.**

In each stop, we recommend that you take the time to appreciate and understand the surroundings.

**5.**

For a correct planning of the route, you should consider the daylight hours according to the time of year that you visit.

**6.**

We recommend that you wear layers because one minute it is hot and the next it is cold (with fog, wind, and 100% humidity). Try to wear a windbreaker. We do not recommend wearing shorts or t-shirts. Instead, you should wear pants, and long sleeve blouses or shirts, as the sun's rays are strong.

**7.**

We recommend that you wear sunglasses, some kind of hat or scarf to cover your head, and sunscreen (even if you do not see the sun, you should use it).

**8.**

Bring a bottle of water (or other liquid) and a light snack (cereal bars, fruit, nuts, etc.).



## Ruta Patrimonial Oasis de Niebla Alto Patache

La “Ruta Patrimonial Oasis de Niebla Alto Patache” comprende un solo recorrido de 5,5 km de longitud total aproximada, el que se hace en unas 3 a 4 horas de caminata. Este recorrido está conformado por 9 paradas, con contenido asociado a distintos elementos del paisaje y del quehacer científico. A partir de estas paradas, aprenderás acerca del relieve, la tecnología de atrapanieblas, el clima y sus instrumentos de medición, la vegetación, fauna, líquenes y la ocupación humana del desierto. La idea es que te tomes el tiempo necesario para leer, observar y reflexionar sobre el lugar en el que te encuentras.

Al final del recorrido, tendrás una idea general de lo que ha sucedido y lo que sigue aconteciendo hoy en Alto Patache, además de haber descubierto y admirado los diversos elementos del paisaje y de la historia antigua y reciente del lugar, que normalmente permanecen ocultos al público no informado.

## Alto Patache Fog Oasis Heritage Route

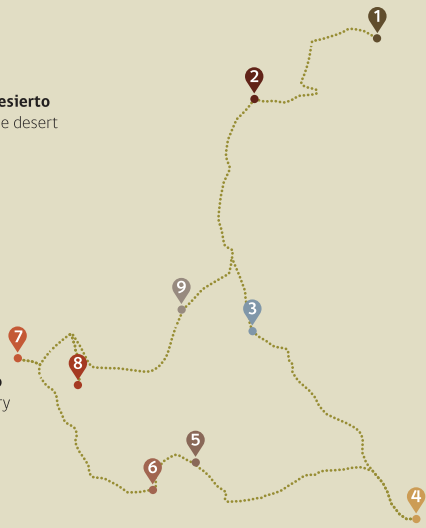
The “Alto Patache Fog Oasis Heritage Route” includes a single trail of roughly 5.5 km, which can be walked in about 3 to 4 hours. This route consists of 9 stops, where you will learn about the relief, the fog collector technology, the climate and its measuring instruments, the vegetation, fauna, lichens, and the human occupation in the desert. The idea is that you take the time to read, observe and reflect on the place where you are.

At the end of the tour, you will have a general idea of what has happened and what is happening today in Alto Patache. Additionally, you will discover and admire different landscape elements and the ancient and recent history of the place, which usually remains hidden from the uninformed public.

### Esquema del recorrido y sus paradas

Route diagram and its stops

1. **Inicio de la ruta**  
Start of the route
2. **Relieve y recursos del desierto**  
Relief and resources of the desert
3. **Atrapanieblas**  
Fog collector
4. **Niebla y energía solar**  
Fog and solar energy
5. **Desierto cambiante**  
Changing desert
6. **Clima y vegetación**  
Climate and vegetation
7. **Ocupación del territorio**  
Occupation of the territory
8. **Arte en el desierto**  
Art in the desert
9. **Estación Atacama UC**  
Atacama UC Station



Las coordenadas UTM y altitud de cada parada están disponibles en el mapa desplegable.

UTM coordinates and altitude of each stop are available in the folded map.

### Cuadro resumen de tramos

Summary table of route sections

| Desde From | Hasta To | Distancia (m) Distance (m) | Tiempo (min) Time (min) | Grado de dificultad* Difficulty level* |        |
|------------|----------|----------------------------|-------------------------|--|--------|
| Parada 1   | Parada 2 | 655                        | 20                      | Media                                  | Medium |
| Parada 2   | Parada 3 | 845                        | 15                      | Baja                                   | Low    |
| Parada 3   | Parada 4 | 895                        | 20                      | Baja                                   | Low    |
| Parada 4   | Parada 5 | 920                        | 20                      | Baja                                   | Low    |
| Parada 5   | Parada 6 | 230                        | 5                       | Baja                                   | Low    |
| Parada 6   | Parada 7 | 730                        | 15                      | Baja                                   | Low    |
| Parada 7   | Parada 8 | 375                        | 10                      | Media                                  | Medium |
| Parada 8   | Parada 9 | 740                        | 15                      | Baja                                   | Low    |

\* Los tramos de “baja dificultad” son accesibles para todas las personas en buen estado de salud. Los tramos de “dificultad media” poseen ciertos trayectos empinados, implicando mayor esfuerzo físico.

\* Low difficulty level sections are accessible for all healthy people. Meanwhile, medium difficulty sections have certain steep climbs, implying greater physical effort.





# Inicio de la ruta, acceso al oasis de niebla

parada | stop **1**



Start of  
the route,  
access to the fog oasis

## Inicio de la ruta, acceso al oasis de niebla

Desde este punto comienza tu aventura por el mundo de la **niebla**. ¿Sabes lo que es la niebla? Es probable que en el norte de Chile hayas escuchado hablar de ella con otros nombres, como neblina, niebla costera, vaguada costera o camanchaca.

[1] Niebla presente en el oasis  
Fog in the oasis



La niebla es una nube que, si te envuelve, no te deja ver a tu alrededor, siendo una fuente de agua que logra mantener la vida en estos ambientes desérticos.

Comúnmente se conoce a la niebla como **camanchaca**. ¿Sabes por qué? Aunque no se conoce con exactitud el origen de esta denominación, hay quienes plantean que esta palabra podría haber sido la deformación, por parte de los españoles, de la palabra de origen aymara, "*ccamachatha*" (secar frutas y otras cosas <sup>(10)</sup>) que habría identificado a quienes abastecían de pescado seco a los pueblos del interior <sup>(11)</sup>.

Posteriormente, estos grupos de pescadores de la costa desértica dejaron de ser llamados "camanchacas" para ser identificados como "changos", nombre que se utiliza hasta el presente. Por su parte, la palabra camanchaca toma fuerza como sinónimo de niebla, siendo empleada hasta el día de hoy como denominador de la neblina costera <sup>(11)</sup>.

Comencemos nuestro viaje por el mundo de la niebla. La Ruta inicia con una empinada subida, prepárate y tómalala con calma.

## Start of the route, access to the fog oasis

Your adventure through the world of **fog** begins now. Do you know what fog is? You have probably heard it called other names in the North of Chile, such as coastal fog, coastal trough or camanchaca.

The fog is a cloud that when it surrounds you it does not let you see around you. It is a source of water that is able to sustain life in these desert environments.

Fog is commonly known as "**camanchaca**". Do you know why? Although we don't know the exact origin of this term, some suggest that this word could have been a deformation, by the Spaniards, of the Aymara word "*ccamachatha*" (to dry fruits and other things <sup>(10)</sup>). This word may have been used to identify those who supplied dried fish to the interior villages <sup>(11)</sup>.

Later, these groups of fishermen from the desert coast stopped being known as "camanchacas" and started to be identified as "changos", a name used to this day. Meanwhile, the word "camanchaca" became more popular as a synonym for fog, and is still used as a term for coastal fog today <sup>(11)</sup>.

Let's begin our journey through the world of fog. Get ready to walk through the next route section because it has a steep climb. Take it easy.



[2] Acceso a Alto Patache  
Access to Alto Patache

Recuerda que esta aventura se desarrolla en un sitio muy frágil y es responsabilidad de todos protegerlo, para colaborar con esto debes procurar mantenerte en el sendero.

Remember, this adventure takes place in a fragile place and it is everyone's responsibility to protect it, so remember to stay on the trail.

# Relieve y recursos del desierto, observando el paisaje



Relief and resources of the desert, observing the landscape

## Relieve y recursos del desierto, observando el paisaje

Luego de esa empinada subida por la que acabas de pasar es probable que te sientas agotado; descansa y aprovecha de observar a tu alrededor, desde aquí tienes una vista privilegiada del paisaje desértico. ¿Qué ves? Posiblemente lo primero que distingues son las torres de alta tensión que se pierden en el horizonte, estas dan cuenta del uso extractivo e industrial que se realiza a diario en el desierto. A través de los cables que estás observando, se transporta energía desde la termoeléctrica situada en Punta Patache hasta las faenas mineras en la cordillera de los Andes.

A lo lejos puedes distinguir un camino, este es conocido como la "Ruta de la Sal" y es la vía utilizada, continuamente por inmensos camiones que transportan sal desde el Salar Grande al puerto de embarque. ¿Notas unas manchas blancas en el camino? Es la sal que se cae de los camiones. Conoceremos acerca de toda esta actividad más adelante, cuando observemos desde el acantilado el Puerto de Patache.

## Relief and resources of the desert, observing the landscape

After that steep climb that you just passed, you probably feel exhausted; rest and enjoy the view around you, from this point you have a privileged view of the desert landscape. What do you see? Possibly, the first thing you notice is the high voltage towers lost on the horizon, these show the extractive and industrial use that is carried out daily in the desert. Through the cables that you are observing, energy is transported from the thermo-electric plant located in Punta Patache to the mining operations in the Andes.

In the distance you can distinguish a road —the "salt route"— that is commonly used by huge trucks that transport salt from the Salar Grande to the shipping port. Do you notice some white marks on the road? That's the salt that falls off the trucks. We will learn about all this activity later, when we look at the Port of Patache from the cliff.

Puedes identificar, además, algunos lomajes suaves con texturas como la piel de elefantes echados al sol. ¿Qué son? Antiguos cursos de agua o paleo-escurrimientos (paleo = antiguo, primitivo) que se han mantenido intactos gracias a la aridez reinante <sup>(12)</sup>. Son verdaderos fósiles de tierra. Algunos han sido cubiertos por arenas traídas por el viento y presentan un aspecto mucho más suavizado que otros.

Si sigues observando el relieve hacia la Ruta de la Sal, más al fondo está la **cordillera de los Andes**, con cimas que sobrepasan los 5,000 m s.n.m. <sup>(9)</sup> (esto quiere decir metros sobre el ni-

You can also identify some gentle hills with textures that look like the skin of elephants lying in the sun. What are they? Ancient streams or paleo-runoffs (paleo: ancient, primitive) that have remained intact thanks to the prevailing aridity <sup>(12)</sup>. These are real earth fossils. Some have a much softer appearance than others because they have been covered by sand brought by the wind.

*In this photo you can appreciate a great amount of paleo-runoff lines, the arrows point to only some of them*



Paleo-escurrimientos

[4] Líneas de paleo-escurrimientos

*Paleo-runoff lines*

*En esta foto puedes observar una gran cantidad de paleo-escurrimientos, las flechas señalan solo algunos de ellos*

vel del mar, siendo el mar la altitud 0). Aunque no alcances a verlos, hacia el Este, en la frontera con Bolivia, están los volcanes Olca (5,407 m s.n.m.) e Irruputuncu (5,163 m s.n.m.).

Si nos vamos acercando desde nuestra gran barrera de los Andes hacia el mar, o sea de Este a Oeste, encontramos, a continuación, la **depresión intermedia**, donde se emplaza la famosa Pampa del Tamarugal, el lugar donde viven los tamarugos (*Prosopis tamarugo*), con sus raíces profundas para captar el agua subterránea. Esta pampa tiene unos 50 km de ancho y una altitud que en general sobrepasa

If you keep looking at the relief towards the salt route, further down is the **Andes**, with peaks that surpass 5,000 meters above sea level (m a.s.l.) <sup>(9)</sup>, where the sea level is 0 meters. Although you cannot see them, towards the East, on the border with Bolivia, there are the Olca (5,407 m a.s.l.) and the Irruputuncu (5,163 m a.s.l.) volcanoes.

If we are approaching from the Andes —our big barrier— towards the sea, from East to West, we find the **intermediate depression**, where the famous Pampa del Tamarugal is located, home of the tamarugos (*Prosopis tamarugo*) that capture the underground water with their deep roots. This pampa is about 50 km wide and



Líneas de alta tensión

Ruta de la sal

[3] Líneas de alta tensión y vista hacia la ruta de la sal

*High voltage network and view of the salt route*

los 900 m s.n.m.<sup>(5)</sup>. Aquí se encuentran varios salares y hubo en siglos pasados intensa actividad humana, reflejada, hoy en día, en dibujos prehispánicos conocidos como geoglifos de Pintados, oficinas salitreras y faenas mineras abandonadas, entre otros.

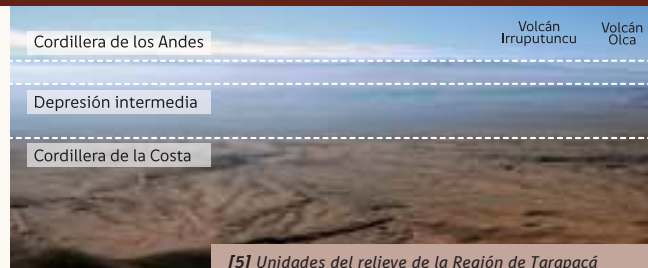
A continuación, aparece la **cordillera de la Costa**, con altitudes máximas en esta zona entre 1.500 y 2.000 m s.n.m., y un ancho promedio de 50 km (5), que termina en el farellón costero o acantilado, con altitudes entre los 400 y 1.000 m s.n.m.<sup>(9)</sup>. Esta cordillera es más antigua que la de los Andes, por lo que ha sufrido un mayor desgaste, presentando un relieve más suave y menos accidentado, con pampas y salares, y la mayoría de sus cerros ligeramente aplanados; de hecho, en esta zona, es más parecida a una gran meseta. Solo unos pocos cursos de agua provenientes del Este logran atravesarla en quebradas profundas: tres entre Arica e Iquique (Vitor, Camarones y Tana), y uno solo, el río Loa, entre Iquique y Taltal<sup>(9)</sup>.

Al pie del farellón se encuentra la **terracea marina o planicie litoral**, muy angosta (en promedio, de 2 a 5 km)<sup>(5)</sup>, que va delineando la línea de la costa; y, finalmente, aparece el océano Pacífico, que de pacífico tiene poco. Desde el punto en el que ahora te encuentras, no alcanzas a ver la planicie costera ni el promontorio rocoso de la **Punta Patache** (una prolongación de

has an altitude that generally exceeds 900 m a.s.l.<sup>(5)</sup>. Several salt flats are located here. Also, there was intense human activity in past centuries, reflected today in prehispanic drawings known as Pintados geoglyphs, saltpeter offices, and abandoned mining sites, among others.

Then, the **Chilean Coastal Range** appears, with maximum altitudes in this area of between 1,500 and 2,000 m a.s.l., and an average width of 50 km<sup>(5)</sup>, which ends in the coastal cliff, with altitudes between 400 and 1,000 m a.s.l.<sup>(9)</sup>. This mountain range is older than the Andes, so it has suffered greater wear. It presents a softer, less rugged relief, with pampas and salt flats, and most of its hills slightly flattened. In fact, in this area, it is more like a great plateau. Only a few watercourses coming from the East manage to cross it in deep ravines: three between Arica and Iquique (Vitor, Camarones, and Tana), and only one, the Loa river, between Iquique and Taltal<sup>(9)</sup>.

At the foot of the cliff, delineating the coastline, we find the **marine terrace or coastal plain**, which is very narrow (on average, 2 to 5 km)<sup>(5)</sup>. Finally, we see the Pacific Ocean, which isn't very peaceful at all. From where you are standing, you cannot see the coastal plain or the rocky promontory of **Punta Patache** (a prolongation of the Chilean Coastal Range that enters the sea), but instead, you can see the



[5] Unidades del relieve de la Región de Tarapacá

Relief units of the Tarapacá Region

la cordillera de la Costa que penetra en el mar), pero en cambio sí ves la cordillera de la Costa, porque estás sobre ella. El "Bien Protegido Alto Patache" se encuentra aquí, en la meseta interior, el acantilado y parte de la planicie costera, y limita con un cordón de cerros de cimas redondeadas.

En Chile, para que un lugar como este pueda sustentar vida a partir de la niebla (es decir, para que sea un oasis de niebla) deben coincidir, al menos, los siguientes tres factores del relieve:

- 1) la altitud del cordón montañoso debe estar por sobre los 600 m;
- 2) debe estar próximo a la costa o conectado a ella;
- 3) debe enfrentar el Sur o Suroeste<sup>(8) (13)</sup>.

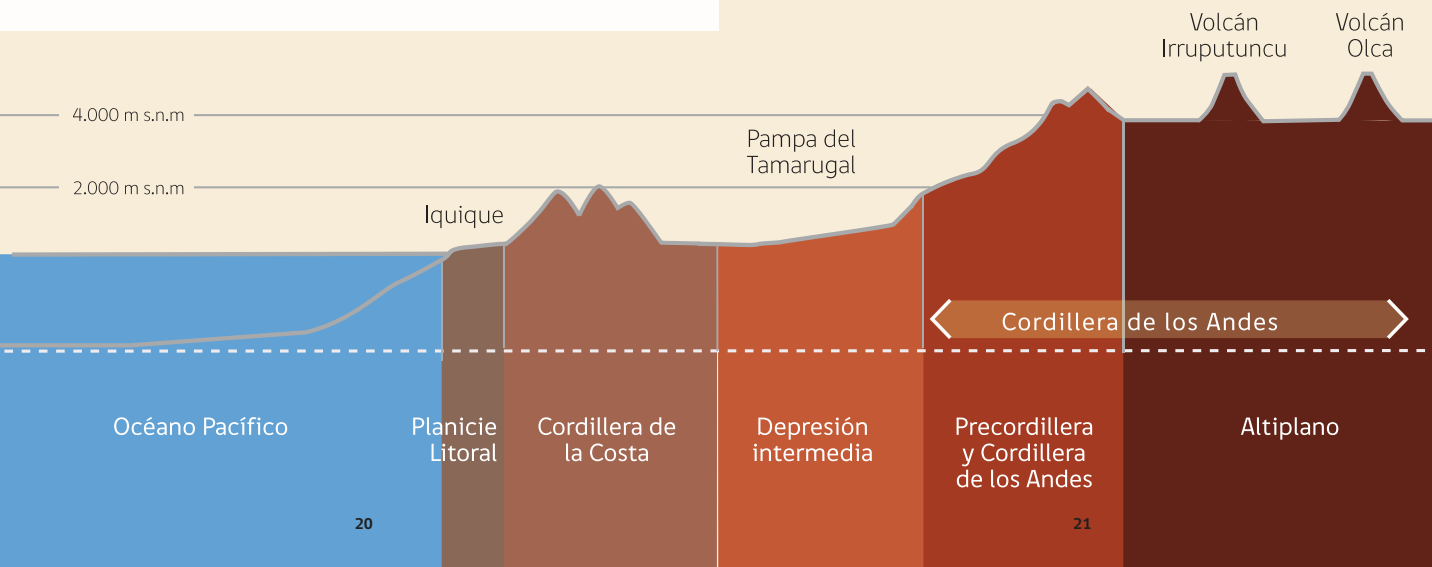
Chilean Coastal Range, because you are standing on it. The Alto Patache National Protected Asset is here, located on the interior plateau, the cliff and part of the coastal plain, and bordered by a cordon of rounded hilltops.

In Chile, for a place like this to sustain life from the fog (that is, to be a fog oasis), the following three relief factors must exist:

- 1) The altitude of the mountain range must be above 600 m;
- 2) It must be near the coast or connected to it; and
- 3) It must face the South or Southwest<sup>(8) (13)</sup>.

[f-4] Esquema de las unidades del relieve de la Región de Tarapacá

Diagram of the relief units of the Tarapacá Region



## La importancia de mantenerse en el sendero

Durante el recorrido, podrás notar distintos colores en las laderas, como si alguien los hubiese pintado. Esto se produce porque diferentes organismos muy especializados (hongos, bacterias, algas, líquenes, entre otros) se están desarrollando ahí y formando una costra de suelo o biocostra<sup>(12)</sup>. Estos organismos representan el primer y durísimo esfuerzo de la vida por surgir: la biocostra está formando y protegiendo el primer suelo que, si las condiciones climáticas se hacen más húmedas, eventualmente permitirían la colonización de la vegetación sobre el terreno virgen; por eso es tan importante protegerla.

## The importance of staying on the trail

During the tour, you will notice different colors on the slopes, as if someone had painted them. This happens due to the action of different highly specialized organisms (fungi, bacteria, algae, lichens, among others) that are developing there and forming a soil or biocrust<sup>(12)</sup>. Those organisms represent the first and hardest effort of life to emerge. If the weather conditions become more humid, the biocrust that is forming and protecting the first soil, will eventually allow the colonization of vegetation on the virgin soil. This is why it is so important to protect it.

Te puedes dar cuenta, además, que en las laderas y cerros se observan muchas líneas o huellas que van zigzagueando. Se trata de antiguos senderos de guanacos, que marchaban en fila, muy ordenados, en busca de comida que encontrarían, antaño, en las numerosas plantas que ofrecía el oasis. Todavía se encuentran, aparte de los senderos, revolcaderos donde se rascaban el lomo, y defecaderos o bosteaderos, cuyas fecas endurecidas por el tiempo aún permanecen visibles en la superficie<sup>(13)</sup>; los guanacos en cambio, se han ido.

You can also notice many lines or tracks that go zigzagging on the slopes and hills. These are old guanaco trails, which used to march in very orderly rows, looking for food in the numerous plants the oasis offered. There are still wallows where the guanacos scratched their backs, and manure pits with stools hardened by time that still remain visible on the surface<sup>(13)</sup>; the guanacos, on the other hand, are gone.

[7] Senderos de guanacos

Guanaco trails



[6] Biocostra presente en el oasis

Biocrust in the oasis



Senderos de Guanacos

## Hemos aprendido dos lecciones valiosas:

**Primero, es importante mantenerse estrictamente dentro de los senderos y no salirse de ellos, porque cualquier marca o huella perdurará por muchísimo tiempo; segundo, internarse fuera de los senderos trazados significa estropear la conmovedora e inexplorada tarea de miles de pequeños organismos vivos, que llevan años intentando prosperar y poblar este territorio, para beneficio de futuras generaciones.**

## We have learned two valuable lessons:

Firstly, we must stay on the trail, because any mark or footprint we leave will last for a long time. Secondly, leaving the traced paths means spoiling the touching and unexplored work of thousands of small living organisms, who have tried for years to thrive and populate this territory for the benefit of future generations.

# Atrapanieblas, agua nueva en el desierto

parada | stop

3



Fog collector,  
new water in the desert

## Atrapanieblas, agua nueva en el desierto

El agua es un recurso esencial para la vida de todos los seres que coexistimos en el planeta, sin embargo, mientras la demanda global se acrecienta, la disponibilidad se hace más compleja por el uso industrial, la contaminación y las sequías.

Chile es calificado como un país privilegiado en materia de recursos hídricos, ya que el volumen de agua procedente de las precipitaciones que ocurre por los cauces superficiales y subterráneos equivale a un promedio nacional per cápita de 52.218 m<sup>3</sup>/persona/año, superando ocho veces la media mundial de 6.600 m<sup>3</sup>/persona/año, estando además, 25 veces por so-

## Fog collector, new water in the desert

Water is an essential resource for all the beings coexisting on the planet. However, as global demand increases, water availability becomes more difficult, due to industrial use, pollution, and droughts.

Chile is considered a privileged country in terms of water resources, since the volume of water from rainfall that drains through the surface and underground channels is equivalent to a national average of 52,218 m<sup>3</sup>/year per capita. This exceeds eight times the

bre el mínimo de 2.000 m<sup>3</sup>/persona/año; esto es, además, considerado internacionalmente como el umbral para el desarrollo sostenible <sup>(14)</sup>. Sin embargo, este recurso está irregularmente distribuido a lo largo del territorio nacional, tanto así, que la precipitación varía de 0 mm al año en algunos lugares del Norte, hasta unos 4.000 mm anuales en ciertos sectores del Sur <sup>(15)</sup>. Desde la Región Metropolitana hacia la zona norte, prevalecen condiciones de escasez hídrica, donde la escorrentía (agua que circula sobre la superficie) per cápita promedio está por debajo de los 500 m<sup>3</sup>/persona/año, mientras que las regiones de O'Higgins hacia el Sur superan los 7.000 m<sup>3</sup>/persona/año, llegando a un valor de 2.950.168 m<sup>3</sup>/persona/año en la Región de Aysén <sup>(16)</sup>.

Del total de agua disponible en nuestro país, se estima que el 82% es utilizado por el sector agropecuario, un

world average of 6,600 m<sup>3</sup>/year per capita, and is also 25 times above the minimum of 2,000 m<sup>3</sup>/year per capita, which is internationally considered the threshold for sustainable development <sup>(14)</sup>. However, this resource is irregularly distributed throughout the national territory, so much so, that precipitation varies from 0 mm per year in some places in the North to up to about 4,000 mm per year in some places in the South <sup>(15)</sup>. Water scarcity conditions prevail between the Metropolitan Region and the North, where the average per capita runoff (water circulating on the surface) is below 500 m<sup>3</sup>/year per capita. Meanwhile, the runoff between the O'Higgins regions and the South exceeds 7,000 m<sup>3</sup>/year per capita, reaching an amount of 2,950,168 m<sup>3</sup>/year per capita in the Aysén Region <sup>(16)</sup>.

Of the total water available in our country, it is estimated that 82% is used by the agricultural sector, 7% by

### [8] Entrada de la niebla a la cordillera de la Costa

*Fog entering the Coastal Mountain*



7% por el área industrial, un 3% en minería y un 8% es utilizado para los servicios de agua potable y saneamiento <sup>(16)</sup>. El nivel de competencia entre estos usos varía a lo largo del país y es particularmente agudo en las zonas norte y central. Ya en el año 2010, desde la Región Metropolitana al norte la demanda superaba con creces la disponibilidad de este recurso <sup>(17)</sup>.

Como ya sabes, el oasis en donde te encuentras está ubicado en la región de Tarapacá, en la zona norte de nuestro país. Esta región es mayoritariamente una zona árida con precipitaciones casi nulas en la zona litoral, en la cordillera de la Costa y en la depresión intermedia. El agua superficial en forma de precipitaciones y escurrimientos superficiales, solo se materializa en el altiplano y en la pre cordillera debido a las lluvias en los meses de verano, en los que se alcanza un promedio anual entre 150 y 180 mm <sup>(18)</sup>. Como en la mayoría de las zonas áridas, el agua subterránea constituye el principal recurso hídrico permanente de la región; además, la evaporación juega un papel fundamental en el balance hídrico, ya que supera ampliamente las precipitaciones en este territorio <sup>(19)</sup>. En este escenario de escasez hídrica, la niebla puede considerarse una nueva fuente de agua, pero debemos saber cómo recolectarla y almacenarla para luego poder utilizarla.

La niebla es un fenómeno meteorológico y geográfico que se genera en casi todo el mundo <sup>(20)</sup>, esta se compone de pequeñísimas gotas de agua (miden entre 1 y 40 micrones; un micrón es la millonésima parte de un metro) las que, por ser tan minúsculas, no tienen peso suficiente para caer, por eso quedan suspendidas en el aire y son desplazadas por el viento <sup>(21)</sup>.

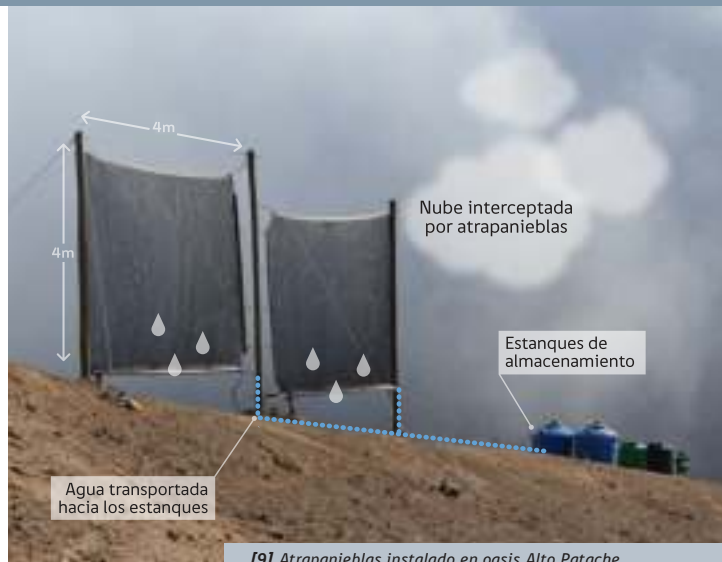
Esta niebla es retenida por plantas y rocas. ¿Sabes cómo? La niebla viene cargada de gotas de agua, y aquí en el oasis existen plantas y rocas que la interceptan en su camino. Mucho mejor si las rocas son lisas y verticales; en el caso de las plantas, las hojas largas y delgadas, y las espinas de los cactus, también son capaces de interceptar de manera considerable la niebla. De

the industrial area, 3% for mining and 8% for drinking water and sanitation services <sup>(16)</sup>. The level of competition among these uses varies throughout the country and it is particularly acute in the northern and central areas. In 2010, the demand from the Metropolitan Region to the North far exceeded the availability of this resource <sup>(17)</sup>.

As you already know, the oasis where you are located in the Tarapacá region, in the northern part of our country. This region is mostly an arid area with almost zero rainfall in the coastal zone, in the Chilean Coastal Range and in the intermedie depression. Surface water in the form of rainfall and surface runoff only materializes in the plateau and in the pre-mountain range due to the rains in the summer months, in which an annual average of between 150 and 180 mm is reached <sup>(18)</sup>. As in most arid areas, groundwater is the main permanent water resource of the region. In addition, evaporation plays a fundamental role in water balance, since it greatly exceeds the rainfall in this territory <sup>(19)</sup>. In this scenario of water scarcity, fog could be considered as a new source of water, however, we need to know how to collect it and store it for later use.

The fog is a meteorological and geographical phenomenon that is generated in almost all the world <sup>(20)</sup>. It is composed of small drops of water (they measure between 1 and 40 microns, 1 micron is one-millionth of a meter) that are so small they don't weight enough to fall down, which is why they get suspended in the air and are displaced by the wind <sup>(21)</sup>.

This fog is retained by plants and rocks. Do you know how? The fog comes loaded with water drops which are intercepted by plants and rocks, even better if these rocks are smooth and vertical. The long thin leaves of the plants and the thorns of the cactus are also able to intercept fog considerably well. Thus, the drops collide, and they accumulate into larger drops of water until they acquire enough weight to fall to the ground. This creates a more humid and favorable environment for the development of vegetation, and thus



[9] Atrapanieblas instalado en oasis Alto Patache  
Fog collector installed in the Alto Patache oasis

esta forma, las gotas chocan, se acumulan formando gotas de mayor volumen hasta que adquieren peso suficiente para caer al suelo, creando un ambiente más húmedo y favorable para el desarrollo de la vegetación, y así se obtiene agua “nueva”.

Esta agua es considerada “nueva” ya que lo que se extrae de la niebla no viene de otro sistema hidrológico (río, acuífero, lagunas) ni se está restando a otro uso; si no se utiliza, esta agua se evaporará al cambiar las condiciones atmosféricas y no será aprovechada <sup>(21)</sup>.

El ser humano, observando todo esto, ha desarrollado también una forma práctica de captar agua a través de los atrapanieblas. Este instrumento, tal como su nombre lo indica, está diseñado para que las gotas de agua de la niebla queden atrapadas en la malla cuando la masa nubosa pasa a través de él <sup>(21)</sup>. El origen de este invento tecnológico chileno data de los años 60, cuando el físico Carlos Espinoza comenzó a experimentar con formas para recolectar la niebla cerca de Antofagasta. Más adelante, en la década de los ochenta, el antropólogo Horacio Larraín junto a los geógrafos Pilar Cereceda y Nazareno Carvajal, lograron instalar un atrapanieblas de

“new” water is obtained. This water is considered new, since what is extracted from the fog does not come from another hydrological system (river, aquifer, lagoons) nor is it being subtracted from another use. If not used, this water will evaporate when atmospheric conditions change <sup>(21)</sup>.

After observing all this, human beings have also developed a practical way of capturing water through fog collectors. These instruments, as the name implies, are designed so that water drops from the fog are trapped in the mesh when the cloud mass passes through it <sup>(21)</sup>. The origin of this Chilean technological invention dates back to the 1960s when physicist Carlos Espinoza began experimenting with ways to collect the fog near Antofagasta. Later, in the 1980s, the anthropologist Horacio Larraín together with the geographers Pilar Cereceda and Nazareno Carvajal managed to install a fog collector of about 90 m<sup>2</sup> on the coastal hill of the El Tofo area at about 900 m a.s.l. Subsequently, between 1992 and 2000, the great achievement of providing water to the fishing village of Chungungo, located on the coast of EL



unos 90 m<sup>2</sup> en el cerro costero de la zona El Tofo, a unos 900 m s.n.m. Posteriormente, entre los años 1992 y 2000, se llevaría a cabo la gran hazaña de dotar de agua a la caleta de pescadores de Chungungo, situada en la costa de El Tofo; allí, gracias a la instalación de más de 100 atrapanieblas se logró abastecer a diario de agua a un total de 400 habitantes<sup>(20)</sup>.

### ¿Cómo funciona?

El atrapanieblas es una estructura similar a un gran letrero caminero, es decir posee dos postes verticales, una malla tipo Raschel de 35% de sombra (parecida a la que se usa en los cultivos), una canaleta que recibe el agua recolectada, y todo un sistema de soportes (para mantener tenso y firme el instrumento). Luego se necesitan estanques para almacenar el agua, una cañería para conducirla a donde se requiera y un sistema para distribuirla<sup>(21)</sup>.

El atrapanieblas que estás observando está compuesto de tres pilares y dos mallas que miden 4 m de alto por 4 m de largo cada una, resultando una superficie de captación de aproximadamente 32 m<sup>2</sup>, lo que produce en promedio 224 litros de agua al día<sup>(22)</sup>. A estos atrapanieblas grandes se les conoce también como LFC o large fog collector, en inglés. Las mallas deben mantenerse tensas y limpias, y los sistemas de recolección deben cuidarse, para que no aparezcan hongos; pero si de pronto el agua escurre accidentalmente por los cables a tierra, pueden ocurrir bellas sorpresas ya que alguna planta podría crecer.

### ¿Dónde deben estar ubicados?

A una altitud tal que puedan interceptar la mayor cantidad de agua presente en la nube, la cual tiene su base a unos 600 m s.n.m.; por eso se instalan, generalmente, en lo alto de los cerros de la cordillera de la Costa. La gente que potencialmente podría aprovechar el agua de estos atrapanieblas (para consumo personal, de sus animales, sus huertos) se localiza

Tofo, was carried out. There, thanks to the installation of more than 100 fog collectors, a total of 400 inhabitants were supplied daily water<sup>(20)</sup>.

### How does it work?

The fog collector is a structure similar to a large road sign, that is to say it has two vertical posts, a piece of 35% shade Raschel mesh (similar to that used for crops), a gutter that receives the collected water, and a support system (to keep the instrument tense and firm). Then containers to store water are needed, as well as a pipeline to drive the water where required, and a system to distribute it<sup>(21)</sup>.

The fog collector that you are looking at is composed of three pillars and two pieces of mesh that measure 4 m high and 4 m long, resulting in a collection area of approximately 32 m<sup>2</sup>, which produces an average of 224 liters of water per day<sup>(22)</sup>. These large fog collectors are also known as LFCs. The mesh must be kept tense and clean, and the collection systems must be tended to prevent fungal growth. If water accidentally drains through the ground cables, beautiful surprises (such as the growth of some plants) can happen.

### Where should fog collectors be located?

At such an altitude that they can intercept the largest amount of water present in the cloud, which has its base at about 600 m a.s.l.; that is why they are usually installed on the top of the hills of the Chilean Coastal Range. People who could potentially use the water from these fog collectors (for personal consumption, their animals, their gardens) are generally located at sea level (fishermen's coves), or on the low hills of the Chilean Coastal Range (small farmers and livestock breeders). It seems a bit far, but in fact it is better since the water falls thanks to simple gravity, thus no type of energy is required to move it<sup>(21)</sup>.

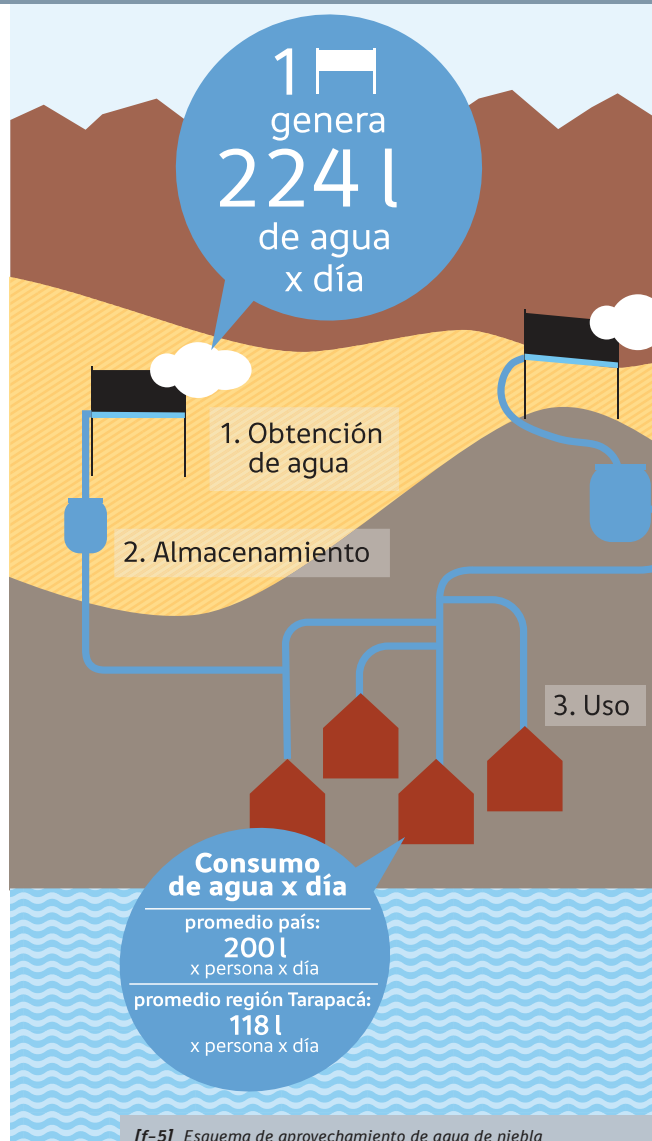


Diagram that explains the use of fog water

en general al nivel del mar (caletas de pescadores), o en los lomajes bajos de la cordillera de la Costa (pequeños ganaderos y agricultores); parece un poco lejos, pero en realidad es mejor, ya que el agua baja por simple gravedad desde lo alto a lo bajo; así no se requeriría ningún tipo de energía para trasladarla<sup>(21)</sup>.

## Sismógrafo

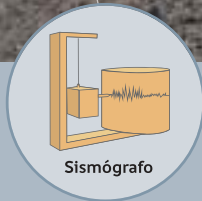
Si te fijas a tu alrededor, verás una estructura metálica con un panel solar en su interior, y tras ella, una pequeña cueva. ¿Qué es eso? Muy simple. En esa caverna se instaló un sismógrafo, instrumento parte de la red sísmica nacional, que es utilizado para medir y estudiar los temblores y terremotos. Este sismógrafo se alimenta de la energía del sol mediante el panel solar; no se puede observar porque los aparatos son muy sensibles y deben estar protegidos.

## Seismograph

If you look around, you will see a metal structure with a solar panel inside, and behind it a small cave. What is that? Very simple. In this cavern, a seismograph was installed. This instrument is part of the national seismic network and it is used to measure and study tremors and earthquakes. This seismograph feeds on the energy collected by the solar panel. You cannot see this because these devices are very sensitive, so they need to be protected.

[10] Sismógrafo instalado en el oasis

*Seismograph installed in the oasis*



# Niebla y energía solar, regalos del cielo

parada | stop 4



Fog and solar energy, gifts from the sky

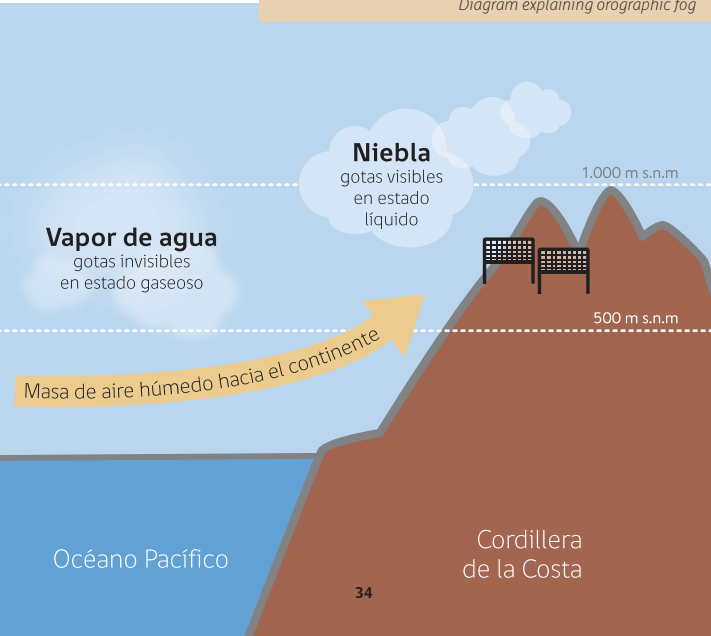
## Niebla y energía solar, regalos del cielo

En la parada anterior pudiste aprender qué es la niebla y cómo es aprovechada por plantas, animales y seres humanos. Ahora conocerás acerca de su comportamiento, los tipos de niebla existentes dentro del oasis y su forma de medición; todo con el fin de entender las características de este importante fenómeno meteorológico y su rol en este lugar.

La niebla está presente en varios ambientes del Norte de Chile y su comportamiento no siempre es el mismo ni tiene el mismo origen <sup>(23)</sup>. En este lugar es posible reconocer principalmente dos tipos de niebla: orográfica y advectiva. Tal como puedes observar en la Figura 6, la niebla orográfica tiene que ver con el relieve; la cordillera de la Costa obliga a la masa de aire, que ingresa desde el océano, a ascender y enfriarse por expansión, condensar el vapor de agua y así formar la niebla <sup>(24)</sup>.

[f-6] Esquema explicativo niebla orográfica

Diagram explaining orographic fog



## Fog and solar energy, gifts from the sky

In the previous stop, you were able to learn what fog is and how it is used by plants, animals and humans. Now, you will learn about its behavior, the types of fog within the oasis and the ways to measure them; all in order to understand the characteristics of this important meteorological phenomenon and its role in this place.

Fog is present in several environments of northern Chile and its behavior is not always the same nor does it have the same origin <sup>(23)</sup>. In this place, it is possible to recognize mainly two types of fog: orographic and advective. As you can see in Figure 6, orographic fog is related to relief, the Chilean Coastal Range forces the mass of air that enters from the ocean to rise and cool by expansion, condensing the water vapor and thus forming the fog <sup>(24)</sup>.

On the other hand, advective fog is the result of clouds that are generated



[f-7] Esquema explicativo niebla advectiva

Diagram explaining advective fog

Por otro lado, la niebla de advección es el resultado de nubes que se generan sobre el océano, normalmente lejos del continente, las que son transportadas por el viento hacia la costa (Figura 7). Esas nubes, llamadas estratocúmulos, son bajas, encontrándose su base a una altitud cercana a los 600 m y tendiendo a formar capas delgadas, con un grosor aproximado de 300 m <sup>(25)</sup>. La corriente fría de Humboldt fortalece estas nubes a medida que se acercan al continente <sup>(24)</sup>, ya que, al ser fría, ayuda a la condensación del vapor de agua.

La niebla de advección puede penetrar al interior del continente por corredores o pasadizos que existen entre las cimas de la cordillera de la Costa; la distancia que puede ingresar depende de las características atmosféricas reinantes <sup>(25)</sup>.

Para poder conocer el comportamiento estacional del fenómeno de la niebla y así poder abastecer a una comunidad, es necesario, primeramente, realizar una investigación; el instrumento utilizado para esto es el *standard fog collector* (SFC), conocido como neblinómetro estándar.

Un neblinómetro estándar (SFC) es

over the ocean, normally far away from the continent, which are carried by the wind towards the coast (Figure 7). These clouds, called stratocumulus, are low, with their base at an altitude close to 600 m, and tend to form thin layers of an approximate thickness of 300 m <sup>(25)</sup>. The cold Humboldt Current strengthens these clouds as they approach the continent <sup>(24)</sup>. Since the current is cold, it helps to condense the water vapor.

The advective fog can enter the interior of the continent through corridors or passageways that exist between the tops of the Chilean Coastal Range; the distance it can enter depends on the prevailing atmospheric characteristics <sup>(25)</sup>.

To know the seasonal behavior of the fog phenomenon and thus be able to supply a community, it is necessary to do some research first; the instrument used for this is the Standard Fog Collector or SFC.

The SFC is a similar instrument to a fog collector but smaller, used to quantify the volume of water obtained from the fog. It works based on a Raschel type mesh of 1 m<sup>2</sup> and 35% shade <sup>(26)</sup>. The water is stored in a pond, and is controlled and measured



[11] *Neblinómetro estándar (SFC) instalado en el oasis*  
Standard Fog Collector (SFC) installed in the oasis

un instrumento parecido al atrapanieblas, pero más pequeño, que sirve para cuantificar el volumen de agua obtenido a partir de la niebla, y funciona en base a una malla tipo Raschel de 1 m<sup>2</sup> y 35% de sombra<sup>(26)</sup>. El agua es almacenada en un estanque, siendo controlada y medida periódicamente. Las mediciones pueden hacerse de forma manual o automática, a través de un instrumento de registro continuo<sup>(20)</sup>.

Gracias a esta tecnología, en Alto

periodically. The measurements can be made manually or automatically, via a continuous recording instrument<sup>(20)</sup>.

Thanks to this technology, it has been possible to continuously measure the water collection in Alto Patache since 1997. This has allowed researchers to obtain more information regarding the behavior of fog. From this, they have been able to identify a well-defined annual fog cycle, with a reduced presence from December to

Patache, se ha podido medir de manera continua la colección de agua desde el año 1997, lo que ha permitido a los investigadores obtener más información relativa al comportamiento de la niebla. A partir de esto, han podido identificar un ciclo anual de la niebla bien definido, con menor presencia en los meses de diciembre a abril, y mayor presencia desde mayo a noviembre<sup>(27)</sup>, tal como puedes observar en los gráficos siguientes (Figuras 8 y 9).

También los investigadores han podido conocer el comportamiento diario de la niebla, observando mayor presencia entre las 17:00 y las 21:00 horas, y ausencia durante el mediodía (Figura 10).

Si hay un elemento cuya abundancia es evidente en el desierto, es el sol. El desierto de Atacama tiene uno de los mayores potenciales solares del mundo<sup>(28)</sup>. Es por esto que el aprendizaje e investigación de cómo utilizar la energía proveniente de él, encuentra aquí un lugar privilegiado para su desarrollo.

La radiación solar se puede convertir en energía eléctrica, fundamental para nuestra vida. Mediante el uso de paneles solares (fotovoltaicos) es posible transformar la radia-

April, and a greater presence from May to November<sup>(27)</sup>, as you can see in Figures 8 and 9.

Researchers have also been able to learn about the daily behavior of fog, noticing a greater presence between 5:00 pm and 9:00 pm, and an absence during mid-day (Figure 10).

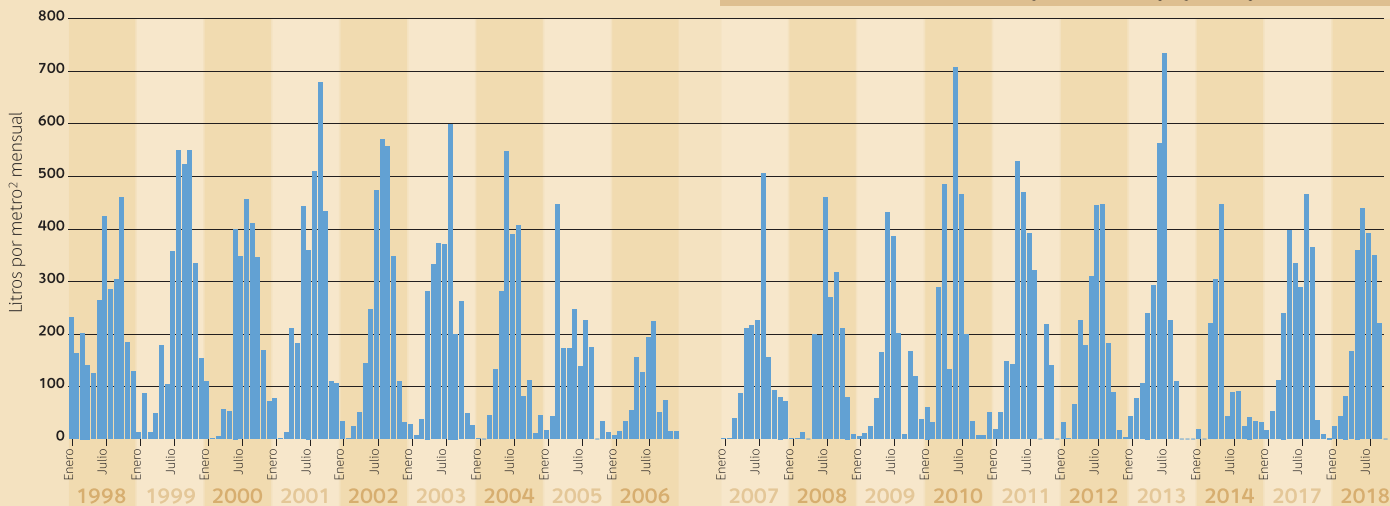
If there is an element whose abundance is evident in the desert it is the sun. The Atacama Desert has one of the highest solar potentials in the world<sup>(28)</sup>, which is why this is a privileged place to learn and research how to use the energy coming from the sun.

Solar radiation can be converted into electrical energy, which is fundamental for our everyday life. Through the use of photovoltaic solar panels it is possible to transform the radiation into electricity, which we can use to light our houses and obtain the energy necessary to power our refrigerators, TVs, computers and cell phones.

In northern Chile, electricity has traditionally been generated from thermoelectric plants, which, when using fossil fuels as an energy source, are harmful to the environment because they release different pollutants into the atmosphere, such as particulate matter (PM10), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen oxides (NOx) and carbon

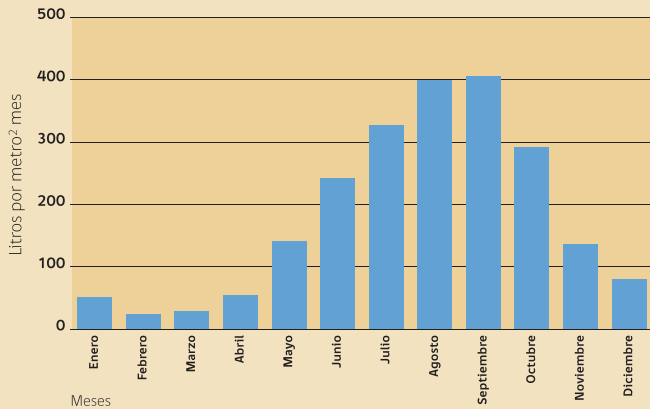
[f-8] *Agua de niebla captada por neblinómetro: total mensual 1998 - 2018 \**

*Fog water collected by fog: Monthly total 1998 - 2018\**



**[f-9]** Agua de niebla captada por neblinómetro: promedio mensual 1998 - 2018\*

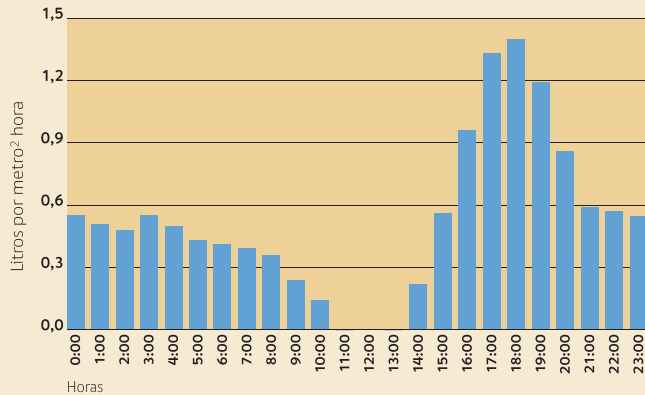
Monthly average of fog water 1998 - 2018\*



\* Años 2015 y 2016 han sido excluidos

**[f-10]** Agua de niebla captada por neblinómetro: promedio hora\*

Daily behavior of the fog in Alto Patache: average per hour\*



\* Años 2015 y 2016 han sido excluidos

ción en electricidad, a partir de la cual podemos iluminar nuestras casas y obtener la energía necesaria para el funcionamiento de refrigeradores, televisores, computadores y celulares.

En el Norte de Chile, la electricidad se ha generado tradicionalmente a partir de plantas termoeléctricas, las que al ocupar combustibles fósiles como fuente de energía, son nocivas para el medio ambiente ya que liberan diferentes contaminantes a la at-

monoxide (CO). Currently, electricity generated from solar energy, which is renewable and clean, has a more significant place in energy generation.

Since 2013, the solar radiation that reaches the earth's surface is measured in Alto Patache through an instrument called "radiometer", which is part of the meteorological station found at this stop (Picture 12). From the data recorded, researchers have observed that the radiation shows a

mósfera, como material particulado (PM10), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO). Actualmente, la electricidad generada a partir de la energía solar, que es renovable y limpia, ocupa cada vez un lugar más significativo en la producción eléctrica.

La radiación solar que llega a la

seasonal behavior, with lower values in winter, specifically in June and July, and higher values in summer, reaching the highest level in February<sup>(27)</sup>.

These natural resources correspond to sustainable alternatives that respond to growing environmental issues, such as water scarcity and air pollution due to the excessive use of fossil fuels.

**[12]** Estación meteorológica y radiómetro

Weather station and radiometer

superficie terrestre se mide desde el año 2013 en Alto Patache, a través de un instrumento llamado "radiómetro", que es parte de la estación meteorológica presente en esta parada (Foto 12). A partir de los datos registrados, los investigadores han podido observar que la radiación presenta un comportamiento estacional, con menores valores en invierno, específicamente en los meses de junio y julio, y mayores en verano, alcanzando el máximo nivel en febrero<sup>(27)</sup>.

Estos recursos naturales corresponden a alternativas sustentables, que responden a las crecientes problemáticas ambientales, tales como la escasez de agua y la contaminación atmosférica por el uso excesivo de combustibles fósiles.

## Pabellón de Pica

Antes de seguir tu recorrido, mira hacia el Sur, más allá del oasis de Alto Patache, donde se divisa una punta que entra a pique en el mar. Es el Pabellón de Pica, y tiene una historia bastante triste, relacionada con China.

Fueron miles los chinos que llegaron a América del Sur (especialmente a Perú) a buscar una mejor suerte alrededor de 1850<sup>(44)</sup>. Les habían prometido una mejor vida en América, pero a su llegada al puerto peruano

del Callao, se les arrebató su documentación, los engrillaron y así fueron conducidos a las guaneras. En el farellón costero de Pabellón de Pica y otros sitios (como Patache) del entonces territorio peruano, fueron a encontrar montañas no de riquezas, sino de guano —que es excremento fósil de aves costeras—, y poco a poco, a cincel y paciencia, fueron demoliendo las enormes covaderas (lugar donde se extrae guano) que se convirtieron en su área de

trabajo por decenios, ya que el guano se exportaba entonces como un excelente fertilizante para la agricultura. Los dueños locales de las guaneras no vieron con buenos ojos las ganas de los chinos (o coolies) de prosperar, ni sus ojos rasgados, ni su religión o su extrema laboriosidad<sup>(45)</sup>. No respetaron su contrato original que estipulaba solo ocho años de trabajo en América. Para que extrajeran el guano de las grietas más profundas, los descolgaron por pre-

cipios, amarrados con cuerdas, sin posibilidades de abandonar el trabajo<sup>(45)</sup>. Así, muchos no soportaron las duras condiciones de vida impuesta por sus patrones; aflojaron las cuerdas y se lanzaron al mar<sup>(44)</sup>.

En venganza, según se refiere, cuando llegó el ejército chileno a estas tierras, luego de la ocupación de Iquique en 1879, los coolies sobrevivientes tomaron las armas y engrosaron el ejército nacional para luchar contra sus capataces peruanos, sus antiguos verdugos. Esto ocurrió durante la llamada “Guerra del Pacífico” o “del Salitre”, en el año 1879<sup>(44)</sup>. Existe un monolito conmemorativo junto al Pabellón de Pica donde se honró y enterró dignamente, hace unos 20 años, los restos de varios coolies que aún yacían cruelmente colgados en grietas desde la época de explotación de dicha guanera. El monolito presenta una placa recordatoria redactada en castellano y chino mandarín.



[13] Pabellón de Pica

*Pabellón de Pica*

## Pabellón de Pica

Before continuing your journey, look to the South, beyond the oasis of Alto Patache, where you can see a plummeting peak that enters the sea. It's the Pabellón de Pica, and it has a rather sad history, related to China.

Around 1850, thousands of Chinese people came to South America (especially to Peru) seeking better opportunities<sup>(44)</sup>. They had been promised a better life in America, but upon arrival in the Peruvian port of Callao, their

documentation was taken from them. They were shackled and taken to the guaneras (guano companies). In the coastal area of Pabellón de Pica and other sites (such as Patache) of the then Peruvian territory, they found mountains, not of riches, but of “guano”, which is the fossilized excrement of coastal birds. Little by little, with a chisel and a lot of patience, they started demolishing the enormous “covaderas” (places where guano is

extracted), which became their place of work for decades, since the guano was then exported as an excellent fertilizer for agriculture. The local owners of the guaneras were not happy with the desire to prosper of the Chinese (or coolies), nor their slanted eyes, religion or their extreme industriousness<sup>(45)</sup>. They did not respect the original contract that only stipulated eight years of work in America. In order to extract the guano from the

deepest cracks, the workmen were hung off cliffs, tied with ropes, with no possibility to escape their work<sup>(45)</sup>. Many couldn't endure the harsh living conditions imposed by their employers, so they would loosen the ropes and throw themselves into the sea<sup>(44)</sup>.

It is said that when the Chilean army arrived in these lands, after the occupation of Iquique in 1879, the surviving coolies joined the national army to fight against their Peruvian foremen, their former executioners, as a form of revenge. This happened during the so-called “War of the Pacific” or “Saltpeter War”<sup>(44)</sup>. There is a commemorative monolith next to the Pabellón de Pica, where the remains of several coolies that were still cruelly hanging in crevices since the exploitation of this guanera were honored and given proper burial 20 years ago. The monolith features a reminder memorial written in Spanish and Mandarin Chinese.



# Desierto cambiante, el poder del clima

parada | stop

5



Changing  
desert,  
the power  
of climate

## Desierto cambiante, el poder del clima

Comúnmente se piensa que el desierto es un territorio estático, sin muchos cambios, un lugar que mantiene momentos, estructuras y paisajes detenidos en el tiempo. Sin embargo, si prestas atención a tu alrededor, verás elementos en el territorio que reflejan transformaciones, demostrando que el desierto es más cambiante de lo que se cree. La casa deteriorada que ves, era la "Estación Experimental Carlos Espinosa Arancibia", antiguo lugar de permanencia de muchos investigadores en el oasis de niebla (Foto 14), cuyo nombre fue dado en honor al pionero en el desarrollo de los atrapanieblas y, ahora representa una prueba del poder de la lluvia en el desierto.

Por su parte, los valles y quebradas, aunque se han ido formando por la erosión del agua desde hace muchísimo tiempo atrás, corresponden también a evidencias del dinamismo de este lugar. Este, se hace presente hoy en día, por ejemplo, en forma de episodios climáticos extremos, como precipitaciones de gran intensidad en el desierto más árido del mundo.

## Changing desert, the power of climate

The desert is commonly thought of as a static, barely changing territory, a place that keeps moments, structures and landscapes suspended in time. However, if you pay attention to your surroundings, you will see elements in the territory that reflect transformations, showing that the desert changes more than you think. The deteriorated house you see is what remains of the "Carlos Espinosa Arancibia Experimental Station". This place -which served as a residence for many researchers in the fog oasis (Picture 14)- bears the name of the pioneer scientist in the development of fog collectors. Today, it represents proof of the power of the rain in the desert.

While valleys and ravines have been forming for a long time thanks to water erosion, they are also signs of the dynamism of this place. Nowadays, this dynamism can be seen in the form of extreme climatic events such as heavy rainfall in the driest desert in the world.

### [14] Antiguas instalaciones en su estado original (previo al aluvión)

*Old installations in their original state (before the alluvium)*



### ¿Has oído hablar del fenómeno El Niño?

#### ¿Sabes en qué consiste?

El Niño es un fenómeno oceánico-atmosférico conocido por las siglas ENOS (El Niño Oscilación Sur) en el que se produce un aumento de la temperatura superficial del agua en toda la franja ecuatorial del océano Pacífico, debido a un debilitamiento de los vientos que soplan desde el Este, lo que produce alteraciones climáticas en todo el mundo. En Chile, la presencia de El Niño resulta en precipitaciones anómalas y generalmente ocurre en intervalos de 5 a 10 años.

#### ¿Por qué su nombre?

Debido a la época en que se produce. Este fenómeno fue observado inicialmente en Perú, cercano a la época de Navidad, por lo que se le llamó "El Niño", asociándolo a la tradición cristiana de la llegada del Niño Jesús.

A su vez, de forma coloquial se le llama "La Niña" a la contraposición de este fenómeno, en donde ocurren condiciones climáticas opuestas, provocando periodos de sequía en Chile.

### Have you heard of the El Niño phenomenon?

#### Do you know what it is?

El Niño is an oceanic-atmospheric phenomenon -known by the acronym ENSO (El Niño Southern Oscillation)- in which there is an increase in the surface temperature of water throughout the equatorial strip of the Pacific Ocean, due to a weakening of the winds that blow from the East, which produces climatic alterations all over the world. In Chile, the presence of El Niño results in anomalous rainfall which usually happens at intervals of 5 to 10 years

#### Why this name?

Because of the time when it happens. This phenomenon was initially observed in Peru, close to the Christmas season, so it was called "El Niño" [The Boy] associating it with the Christian tradition of the arrival of the Christ Child.

At the same time, the opposite phenomenon is colloquially known as "La Niña" [The Girl], which brings opposite climatic conditions, causing periods of drought in Chile.

Al momento de escribir esta guía, el último evento de esta naturaleza fue en el año 2015, cuando se registraron precipitaciones inusualmente intensas, asociadas a un fuerte fenómeno El Niño, produciendo estragos en distintas partes de la zona Norte del país.

Durante el día 9 de agosto del 2015 se produjeron lluvias torrenciales extraordinarias en el Norte de Chile. En Alto Patache se registraron 51,6 mm en 6 horas (más de 250 veces el

At the time of the writing of this guide, the last event of this nature happened in 2015 when there was unusually intense rainfall associated with a strong El Niño phenomenon. This event caused disasters in different parts of the northern section of the country.

On August 9, 2015, extraordinary torrential rains occurred in northern Chile. Alto Patache recorded 51.6 mm in 6 hours (more than 250 times the average annual rainfall in Iquique), which



promedio de lluvia anual en Iquique), lo que superó rápidamente la capacidad del suelo de absorber el agua<sup>(29)</sup>.

Cuando la precipitación es superior a la capacidad de absorción, el agua comienza a desplazarse por la superficie, acarreado el material que encuentra a su paso. Si el volumen de precipitación, el material desplazado y la pendiente son significativos, se produce lo que llamamos aluvión o fenómeno de remoción en masa (Foto 15).

En este lugar, como puedes observar, el aluvión provocó la destrucción del refugio situado en la quebrada (Foto 16). Cuando se reduce la pendiente o disminuye la precipitación, el poder destructivo del flujo de barro también disminuye, depositándose el material arrastrado en zonas planas como la que puedes ver en la Foto 17.

Seguramente te preguntes porqué la infraestructura que permitía la ocupación e investigación en el oasis estaba situada en este lugar, propensa a ser devastada por un aluvión. Esto se debe en gran medida a que la quebrada entregaba resguardo frente a un ambiente hostil, afectado por vientos, niebla y humedad, entre otros, lo que facilitaba el habitar en este extremo desierto. Como puedes apreciar, se ha conservado la infraestructura en su condición deteriorada (Foto 16), con el objeto de poder mostrar los efectos y el poder destructivo que pueden tener los eventos extremos de precipitaciones en el desierto, todo esto con el propósito de enseñar e investigar sobre los alcances de estas manifestaciones en el territorio.

quickly exceeded the capacity of the soil to absorb water<sup>(29)</sup>.

When the precipitation is higher than the absorption capacity, the water begins to move along the surface, carrying all the material it finds in its way. If the volume of precipitation, the moved material, and the slope are significant, we are in the presence of what we call alluvium or the mass removal phenomenon (Picture 15).

As you can see, the alluvium caused the destruction of the refuge located in the ravine (Picture 16). When the slope is reduced, or precipitation decreases, the destructive power of the mudflow also decreases, leaving the dragged material in flat areas like the one you can see in Picture 17.

You are surely wondering why the infrastructure that was used for occupation and research in the oasis was located in this place, prone to devastation by an alluvium. This is largely due to the fact that the ravine protected against a hostile environment usually affected by wind, fog and humidity, among others, which facilitated inhabitation in this extreme desert. As you can see, this infrastructure has been preserved in its deteriorated condition (Picture 16) to show the effects and the destructive power that extreme events of rainfall can have in the desert. All of this with the purpose of teaching and researching the scope of these events in the territory.

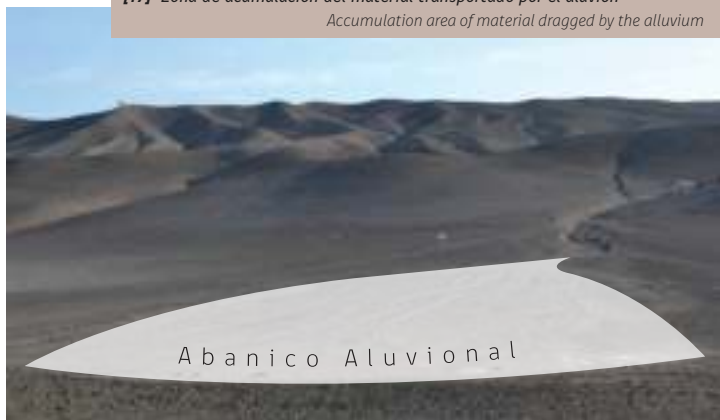
[16] Antiguas instalaciones tras el paso del aluvión

*Old installations after the passing of the alluvium*



[17] Zona de acumulación del material transportado por el aluvión

*Accumulation area of material dragged by the alluvium*



[15] Quebrada por donde se desplazó el aluvión

*Ravine through which the alluvium moved*



Con estas investigaciones se pretende finalmente, contribuir a evitar este tipo de desastres en asentamientos humanos de mayor envergadura, lo que nos lleva a recordar los eventos ocurridos en distintas partes del país como en Antofagasta, Chañaral, Copiapó, incluso en Santiago.

La alteración en el paisaje, debido al paso del aluvión, es uno de los efectos de las lluvias extremas en el desierto, otro efecto muy distinto es la germinación de las semillas y la floración generalizada en ambientes hiperáridos. Esto último lo veremos con más detalle en la siguiente parada.

These research studies aim to make a contribution to avoiding this type of disaster in larger human settlements, taking us back to past events that happened in different parts of the country like Antofagasta, Chañaral, Copiapó, even in Santiago.

While landscape alteration caused by the alluvium is one of the effects of extreme rains in the desert, another very different effect is the germination of seeds and generalized flowering in hyper-arid environments. We will see this in greater detail at the next stop.

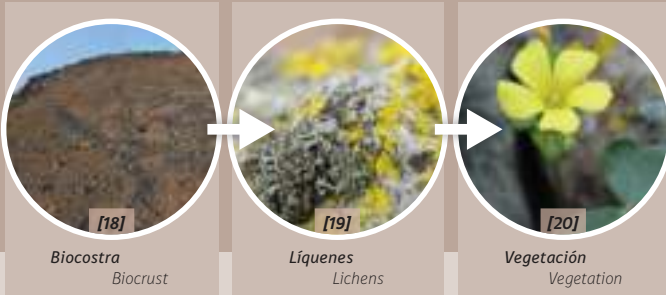
## Etapas de la vida en la Tierra

La tierra es un organismo vivo, que tiene vida y mantiene todo lo que vive en ella <sup>(47)</sup>, como animales, plantas, hongos, entre otros; incluso el ser humano es una prueba de esto. En este lugar, la vida puede ser encontrada en diversos espacios a pesar de lo extremo del clima, de la falta de agua y del calor excesivo. ¿Recuerdas la biocostra?. Como ya comentamos, esta costra está formada por organismos que representan el primer y durísimo esfuerzo de la vida por surgir, son los primeros colonizadores de este inhóspito ambiente.

Las costras biológicas del suelo o biocostras son comunidades que pueden estar compuestas por distintos tipos de organismos, desde

bacterias, hongos, algas y musgos, hasta líquenes. Estos microorganismos juegan un rol fundamental en la generación de condiciones favorables para el desarrollo de la vida, facilitando, finalmente, el crecimiento de vegetación en este lugar <sup>(50)</sup>.

Al observar todos estos organismos que conviven en el oasis, te puedes hacer una idea acerca de cómo se inició la vida y cómo fue evolucionando sobre la tierra. Primero las bacterias y las costras de suelo, luego los líquenes que se asentaron encima y, por fin, las plantas. Es decir, en este pequeño oasis nortino tenemos, en cierto modo, un resumen ilustrado de la evolución, en sus diversas etapas.



## Stages of life on Earth

The earth is an organism that has life and sustains everything that lives on it <sup>(47)</sup>, such as animals, plants, fungi, among others; even human beings are an example of this. Here, life can be found in different places despite the extreme weather, lack of water and excessive heat. Do you remember the biocrust? As mentioned before, this crust is made up of organisms that represent the first and hardest effort of life to emerge, they are the first colonizers of this inhospitable environment.

The biological soil crusts or biocrusts are communities that can be composed of different types of organ-

isms, from bacteria, fungi, algae, and mosses, to lichens. These microorganisms play a key role in the generation of favorable conditions for the development of life, facilitating the growth of vegetation in this place <sup>(48)</sup>.

By observing all these organisms living in the oasis, you can get an idea of how life began and how it evolved on earth. First came bacteria and soil crusts, then the lichens that settled on top and finally the plants. In fact, we could say this little northern oasis is, in a way, an illustrated summary of evolution in its various stages.

# Clima y vegetación, nieblas frecuentes y sus efectos

parada | stop 6



## Climate and vegetation, frequent fog and its effects

## Clima y vegetación, nieblas frecuentes y sus efectos

El clima, en esta zona costera, ha sido catalogado como "desértico costero con nublados abundantes" (de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, científico ruso de origen alemán). Hacia el Este, en la Pampa del Tamarugal, tenemos lo que se conoce como "desierto normal"<sup>(30)</sup>, el verdadero desierto hiperárido. Pero el clima típico del oasis en el que estamos ahora (y el de otros sitios similares de la costa en altura) es algo muy diferente, especialmente debido a la humedad que aporta la presencia de la niebla.

## Climate and vegetation, frequent fog and its effects

The climate in this coastal area has been classified as "coastal desert with abundant clouds" according to the climatic classification of Köppen, a Russian scientist of German origin. To the east, in the Pampa del Tamarugal, we have what is known as the "normal desert"<sup>(30)</sup>, the true hyper-arid desert. However, the typical climate of the oasis in which we are now (and that of other similar high-rise coastal sites) is something very different, especially due to the humidity brought by fog.

[21] *Instrumentos de medición presentes en la estación meteorológica*  
*Measurement instruments present in the meteorological station*



Ya que entre los investigadores de Alto Patache existe mucho interés por conocer más el lugar, se han instalado aquí instrumentos que sirven para medir diferentes parámetros del clima. En esta parada puedes ver otra estación meteorológica con sensores de registro continuo de: radiación solar, temperatura atmosférica y de suelo, humedad relativa del aire, humedad del suelo, precipitación, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento (Foto 21). Se hacen mediciones cada 15 minutos, pero se registra el promedio cada 1 hora<sup>(8)</sup>, el sistema funciona con energía solar. Puedes observar cómo giran las hélices del anemómetro (instrumento para medir la velocidad del viento) y hacia dónde marca la veleta (registra la dirección del viento). A la estación meteorológica está conectado un neblinómetro estándar (SFC), idéntico al que vimos en la parada 3 "Niebla y energía solar", permitiendo conocer las condiciones meteorológicas en que ocurre la captación de agua de niebla.

Gracias a este conjunto de instrumentos, los investigadores han podido aprender varias cosas. Por ejemplo, que las temperaturas en Alto Patache son moderadas: casi nunca llegan a 30°C y tampoco llegan nunca a los 0°C (la temperatura media anual es de alrededor de 12°C)<sup>(8)</sup>. La oscilación térmica anual, o sea la diferencia entre el mes más frío y el mes más cálido, es pequeña, apenas 8°C<sup>(8)</sup>. Lo moderado de las temperaturas se debe a la cercanía de este oasis al mar; el agua puede absorber calor y luego entregarlo lentamente al aire, por eso en las costas las temperaturas nunca son extremas.

También los investigadores han podido determinar que la dirección predominante de los vientos es Sur, y que las precipitaciones (cantidad de lluvia caída registrada con el pluviómetro) generalmente son muy esporádicas y escasas. Sucede así en toda esta zona; si en Santiago llueve alrededor de 300 mm cada año, y en Temuco sobre 1.000 mm, en Iquique el promedio anual es de 0,2 mm<sup>(25)</sup> (Figura 11). Esto quiere decir que cada año en Iquique cae lo correspondiente a una taza de

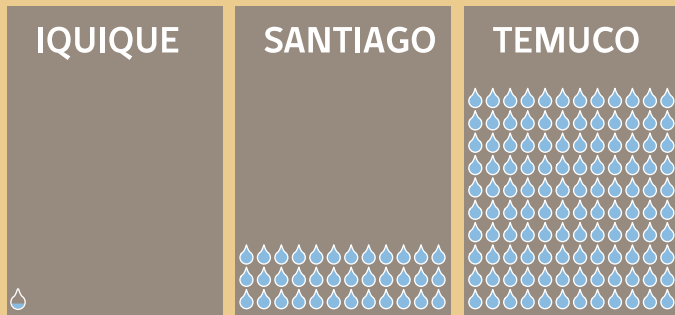
Since there is a lot of interest among Alto Patache researchers to learn more about the place, instruments that measure a variety of climate parameters have been installed here. At this stop, you can see another meteorological station with sensors that continuously record: solar radiation, atmospheric and soil temperature, relative air humidity, soil moisture, precipitation, atmospheric pressure, wind direction and speed (Picture 21). Measurements are made every 15 minutes, but the average is recorded every hour<sup>(8)</sup>. The system works with solar energy. You can see how the propellers of the anemometer – an instrument to measure wind speed – rotate and the wind direction indicated by the weathervane. An SFC identical to the one we saw at the third stop: "Fog and solar energy", is connected to the weather station, which allows us to know the meteorological conditions in which fog water is captured.

Thanks to this set of instruments, researchers have been able to learn several things. For example, temperatures in Alto Patache are moderate: they almost never reach 30 °C and never reach 0 °C (the average annual temperature is around 12 °C)<sup>(8)</sup>. The annual thermal oscillation, that is, the difference between the coldest and the warmest month, is small, barely 8 °C<sup>(8)</sup>. The moderate temperatures are due to the proximity of this oasis to the sea; water can absorb heat and then deliver it slowly into the air, so on the coasts, the temperatures are never extreme.

Researchers have also been able to determine that the prevailing direction of the wind is South, and that the precipitations (amounts of rainfall recorded with the rain gauge) are generally very sporadic and scarce. It happens in this whole area; if Santiago has about 300 mm of rain each year, and Temuco about 1,000 mm, in Iquique the annual average is 0.2 mm<sup>(25)</sup> (Figure 11). This means that the annual rainfall in Iquique is equivalent to a cup of 200 cc of water per square meter, except in the years when the "El Niño" phenomenon is active, which causes unusual rainfall in the desert. This event happens sporadically, the last time being in 2015 (an event described in the previous stop).

## [f-11] Esquema comparativo de lluvias caídas

Comparative rainfall diagram



Total de lluvia caída en un año

Total de lluvia caída en un año

Total de lluvia caída en un año

200 cc de agua en cada metro cuadrado, excepto en los años en los que ocurre el fenómeno de "El Niño", el cual provoca precipitaciones inusuales en el desierto. Este evento ocurre de forma esporádica, siendo su última aparición el año 2015 (suceso descrito en la parada anterior).

Por otro lado, en la zona de Patache, la humedad relativa, o sea, la cantidad de vapor de agua que hay en el aire (medida con el higrómetro), es casi siempre muy elevada: por sobre el 80%<sup>(6)</sup>. El mayor valor se da en la madrugada; luego, después del mediodía, se produce una baja notoria<sup>(6)</sup> (o sea el aire está más seco).

Esta elevada humedad, en el aire junto a las características del relieve, posibilitan la presencia recurrente de niebla en este oasis del desierto. Es probable que cuando pensaste en un "oasis" te imaginaste un lugar de exuberante vegetación y abundante agua; si bien en este lugar no observas esto, sí estás recorriendo un oasis: recuerda que te encuentras en el desierto de Atacama, el más extremo del mundo, el más árido y, aun así, crecen cactáceas, arbustos, hierbas anuales y perennes y numerosas especies de líquenes.

Los oasis de niebla chilenos se encuentran en sectores aislados, separados unos de otros por grandes extensiones de desierto absoluto<sup>(31)</sup> (Figura 12). En ellos, hay una enorme biodiversidad que resulta interesante para la ciencia (por las condiciones extremas

Additionaly in the Patache area, the relative humidity, that is, the amount of water vapor in the air (measured with a hygrometer), is usually quite high: above 80%<sup>(6)</sup>. The highest value occurs at dawn; then, after noontime there is a marked drop<sup>(6)</sup> (that means the air is drier).

This high amount of humidity in the air and the characteristics of the relief facilitate the frequent presence of fog in this desert oasis. It is likely that when you thought of an "oasis", you imagined a place of exuberant vegetation and abundant water. It is true you might not see this here, but you are in fact walking through an oasis. Remember, you are in the Atacama Desert, the most extreme and arid in the world, and yet cacti, shrubs, annual and perennial herbs, and numerous lichen species grow here.

Chilean fog oases are found in isolated places, separated from each other by large areas of absolute desert<sup>(31)</sup> (Figure 12). In them, there is enormous biodiversity that is interesting for science (due to the extreme conditions in which the plants develop) and a significant degree of endemism (many of the species that grow here are not found naturally anywhere else in the world)<sup>(32)</sup>.

In the Chilean oases that we know, there are more species of herbaceous plants than any other type<sup>(32)</sup>. The seeds produced by annual herbs become a "seed bank" in the soil and have latency mechanisms that allow them to remain viable (dormant) for many years until favorable conditions allow them to germinate<sup>(33)</sup>. The hard coat



[22]



[23]



[24]



[25]



[26]



[27]

[22] Cactácea relicta (*Eulychnia iquiquensis*)*Cactaceae relicta (Eulychnia iquiquensis)*[23] Flores de *Nolana intonsa*, especie arbustiva*Flowers of Nolana intonsa, shrub species*[24] *Solanum brachyantherum*, especie arbustiva*Solanum brachyantherum, shrub species*[25] *Tetragonia ovata*, Escarcha o Pasto guanoso, hierba anual*Tetragonia ovata, Frost or Grazing Herb, annual herb*[26] *Leucocoryne appendiculata*, Huilli, hierba perenne con bulbo*Leucocoryne appendiculata, Huilli, perennial herb with bulb*

## [27] Líquenes creciendo sobre un cactus

*Lichens growing on a cactus*



[f-12] Algunos oasis de niebla

Some fog oases

en las que se desarrollan las plantas) y también un grado significativo de endemismo (muchas de las especies que crecen aquí no se encuentran en ninguna otra parte del mundo de manera natural)<sup>(32)</sup>.

En los oasis chilenos que conocemos, hay más especies de plantas herbáceas que de otro tipo<sup>(32)</sup>. Las semillas que producen las hierbas anuales pasan a constituir un "banco de semillas" en el suelo, y tienen mecanismos de latencia que les permiten permanecer viables (como dormidas) por muchos años, hasta que se den nuevamente las condiciones favorables para que germinen<sup>(33)</sup>. La dura cubierta de

of the seeds, and some chemical compounds that cover them, protect the small embryo inside of the seed while it waits for rain. The bulbs or rhizomes of perennial herbs can also survive underground and are often tracked down, dug up and eaten by very hungry animals, such as mice or foxes.

In the Alto Patache oasis, the number of recorded plant species is about 50 (lichens are not included, as there are hundreds of species). Many of these species can only be found in rainy years (El Niño), for example, the *Nolana patachensis*, which was described in 2018 and has only appeared in 2015, and before that, in 1997<sup>(34)</sup>.

las semillas, y también algunos compuestos químicos que las recubren, las ayudan a proteger al pequeño embrión en su interior, mientras esperan las lluvias. Los bulbos o rizomas de las hierbas perennes también pueden sobrevivir bajo la tierra y suelen ser buscados, desenterrados y comidos por animales con mucha hambre, como los ratones o los zorros.

En el oasis Alto Patache hay registradas cerca de 50 especies vegetales (no se incluyen los líquenes, que son centenares de especies); muchas de ellas sólo pueden verse en años lluviosos (El Niño), por ejemplo, la *Nolana patachensis*, descrita en 2018 y que solo apareció en 2015, y antes de eso, en 1997<sup>(34)</sup>.

Otras bellas hierbas que puedes encontrar en este oasis son *Nolana jaffuelii*, *Alstroemeria lutea*, *Tetragonia ovata*, varias especies de *Cristaria*,

Other beautiful herbs that you can find in this oasis are *Nolana jaffuelii*, *Alstroemeria lutea*, *Tetragonia ovata*, several species of *Cristaria*, *Leucocoryne appendiculata* and *Zephyra elegans*, among others<sup>(8)</sup>. The *Alstroemeria lutea* was recently discovered and described as a new species, and it only grows in two places in the world: in this oasis and in Punta Lobos, another fog oasis in the South<sup>(34)</sup>.

In the oasis of Alto Patache, the plants survive due, in large part, to the fog. We know this because there is a record of the rains that have fallen in the last 100 years in this area, and the amount is so small (annual average: less than 1 mm) that it is impossible that shrub and cacti vegetation, which remain on the surface year after year, could survive if it wasn't for the fog. These plants capture the fog the same

[28] *Nolana patachensis*

*Leucocoryne appendiculata* y *Zephyra elegans*, entre otras<sup>(8)</sup>. La *Alstroemeria lutea* fue descubierta y descrita como nueva especie recientemente, y solo crece en dos lugares en el mundo: en este oasis y en Punta Lobos, otro oasis de niebla algo más al Sur<sup>(34)</sup>.

En el oasis de Alto Patache las plantas sobreviven, en gran medida, gra-

way fog collectors do. However, many of the herbs depend more on rain<sup>(8)</sup>, which falls approximately every 10 years, associated with the El Niño phenomenon. The more intense the phenomenon, the more vegetation<sup>(31)</sup>, as it happened in 2015.

Shrub species represent a great example of adaptability to desert condi-

cias a la niebla. Esto se sabe porque se tiene registro de las lluvias que han caído en los últimos 100 años en esta zona, y es tan poca (menos de 1 mm de promedio anual), que es imposible que una vegetación arbustiva y de



[29]



[30]



[31]

[29]

*Alstroemeria lutea* o Lirio*Alstroemeria lutea* or Lily

[30]

Una especie de *Cristaria* sobre la arenaA species of *Cristaria* on the sand

[31]

*Zephyra elegans*, la celestina, creciendo entre las rocas*Zephyra elegans*, the Celestine, growing among rocks among the rocks

Al final de la guía podrás encontrar un listado de especies representativas del oasis con su respectiva foto, úsala para reconocer las especies que vas observando (ver Anexo Vegetación).

tions; they survive even when the conditions are no longer favorable, although they look quite wilted and brown. Their survival strategies have to do with the morphology (shape) of the plant, they are usually low and are mainly focused on losing as little water as possible. For example, their leaves are small (thus exposing a smaller surface to the heat of the sun) and are covered by a thick layer of wax, or they have turned into spines. In addition, the stomata (where the gas exchange necessary for photosynthesis occurs) open only at night or are very protected on the underside of the leaves; or they are succulent plants (such as cacti), with the ability to store water in their tissues. This vegetation prefers the strong slopes and the rocky substratum of the cliff, between 700 and 750 m above sea level, where there is a greater presence of fog<sup>(8)</sup> (35). The rocky and fragmented substrate is a good water collector, and also good protection against the wind<sup>(8)</sup>. Some of the shrub species that grow here are<sup>(35)</sup>: *Nolana sedifolia*, *Nolana intonsa* and *Solanum brachyantherum*, all related to the tomato we normally consume<sup>(8)</sup> (34); in addition to the shrubs *Frankenia chilensis*, *Atriplex taltalensis*, *Ephedra breana*, and some individuals of the cactus *Eulychnia iquiquensis*.

The shrubs of *Ephedra breana* (called Pingo Pingo, with almost nonexistent leaves and, on the other hand, green stems capable of photosynthesis<sup>(36)</sup>) are the only ones able to colonize inland, at least as far as the fog goes<sup>(13)</sup>. Many trunks of *Ephedra* can still be found inland, even though they died some decades ago, as an effect of desiccation<sup>(13)</sup>; what remains visible today are the dead trunks, almost at ground level. The most vigorous plants are found at the foot of rocky outcrops or areas of fragmented rocks, where the substrate helps them capture mist water<sup>(34)</sup>. The bushes covered with lichens are not necessarily dead, but they are certainly weakened; they may green again when rain falls.

The cactaceae found here are relicts<sup>(25)</sup>; that is, they are the last remnants of the vegetation that used to be here but is not so abundant anymore. There are only three species of cactus in this oa-

si, que permanecen sobre la superficie año tras año, pudiera sobrevivir si no fuera por la niebla. Estas plantas captan la niebla de la misma forma en que lo hacen los atrapanieblas. Muchas de las hierbas, en cambio, dependen más de la lluvia<sup>(8)</sup> que cae aproximadamente cada 10 años, asociada al fenómeno El Niño. Mientras más intenso sea el fenómeno, más responde la vegetación<sup>(31)</sup>, como lo ocurrido el 2015.

Las especies arbustivas representan un gran ejemplo de adaptabilidad a las condiciones del desierto; ellas sobreviven aun cuando las condiciones ya no son favorables, aunque con un aspecto bastante deprimido y color café. Sus estrategias para subsistir tienen que ver con la morfología de la planta (su forma), suelen ser bajas y están orientadas principalmente para perder la menor cantidad de agua posible; por ejemplo, sus hojas son pequeñas (así exponen una menor superficie al calor del sol) y se encuentran cubiertas por una capa gruesa de cera, o definitivamente se han transformado en espinas; además, los estomas (donde ocurre el intercambio gaseoso necesario para la fotosíntesis) se abren solo de noche o se encuentran muy protegidos en la cara inferior de las hojas; o bien son plantas suculentas (como los cactus), con la capacidad de guardar agua en sus tejidos. Esta vegetación prefiere las pendientes fuertes y el sustrato rocoso del farellón, entre los 700 y 750 m sobre el mar, donde hay mayor presencia de niebla<sup>(8)</sup> (35). El sustrato rocoso y fragmentado es un buen captador de agua, y también una buena protección contra el viento<sup>(8)</sup>; algunas de las especies arbustivas que crecen acá son<sup>(35)</sup>: *Nolana sedifolia*, *Nolana intonsa* y *Solanum brachyantherum*, todas ellas emparentadas con el tomate que consumimos normalmente<sup>(8)</sup> (34); además, encontramos las arbustivas *Frankenia chilensis*, *Atriplex taltalensis*, *Ephedra breana*, y algunos individuos del cactus *Eulychnia iquiquensis*.

Los arbustos de *Ephedra breana* (llamados pingo pingo, de hojas casi inexistentes y en cambio tallos verdes capaces de fotosintetizar<sup>(36)</sup>), son los

At the end of the guide, you will find a list of representative species of the oasis with their respective photos. Use it to recognize the species you are seeing (see Vegetation Annex).

[32]

Captación natural del agua de niebla gracias a las espinas del cactus

Natural capture of fog water thanks to the thorns of the cactus

[33]

Presencia de una *Nolana* anual en la ladera del oasis, luego de las precipitaciones ocurridas el 2015Presence of an annual *Nolana* on the slope of the oasis, after the rainfalls of 2015

[34]

*Oxalis bulbocastanum*, fácil de encontrar en el acantilado rocoso, luego de las precipitaciones ocurridas el 2015*Oxalis bulbocastanum*, easy to find on the rocky cliff, after the rainfalls of 2015

[32]



[33]



[34]





[35]



[36]

[35]

*Frankenia chilensis*, especie arbustiva conocida como "Hierba del salitre"

*Frankenia chilensis*, shrub species known as "Saltpeter Herb"

[36]

*Atriplex taltalensis*, especie arbustiva conocida como "Cachiyuyo"

*Atriplex taltalensis*, shrub species known as "Cachiyuyo"

[37]

*Ephedra breana*, especie arbustiva popularmente llamado "Pingo pingo"

*Ephedra breana*, shrub species popularly known as "Pingo Pingo"

sis: *Eulychnia iquiquensis* (a columnar cactus that is very easy to distinguish on the cliff), *Cumulopuntia sphaerica* (called kitty or jalajala) and *Eriosyce caligophila* (which is very small and hides among the rocks). This last one is also relatively new to science.

While you are walking, look at the stones next to the path. You will see that many of them are covered in colors as if someone had painted them. However, in reality, they are living beings called lichens, able to grow in very adverse environmental conditions and colonize diverse ecosystems. Lichens are organisms that arise from the combination of a fungus and an alga. The alga contributes with its ability to photosynthesize (food) and the fungus with its capacity to resist dryness and solar radiation (it provides the alga with a humid place, remember that algae are normally found in water). This relationship, in which both are benefited, is called symbiosis.

Here in the oasis, there are two types of lichens: those that adhere to rocks and other surfaces as tiny, crushed crusts (crustose lichens), and those that look arborescent (with small extensions



[37]

únicos capaces de colonizar tierra adentro, al menos hasta donde llega la niebla<sup>(13)</sup>. Muchos troncos de *Ephedra* se pueden encontrar todavía hacia el interior, pero murieron hace algunas décadas, como efecto de la desecación<sup>(13)</sup>, lo que queda visible hoy son sus troncos muertos, casi a ras de suelo. Las plantas más vigorosas se encuentran al pie de afloramientos rocosos o zonas de rocas fragmentadas, donde el sustrato les ayuda a captar agua de niebla<sup>(34)</sup>. Los arbustos cubiertos de líquenes no están necesariamente muertos, pero por cierto, se encuentran muy debilitados; cuando caiga alguna lluvia quizás reverdecen.

Las cactáceas que se encuentran aquí son relictas<sup>(25)</sup>, es decir, son los

últimos remanentes de una vegetación que antes se encontraba aquí pero ya no es tan abundante. Existen solo tres especies de cactus en este oasis: *Eulychnia iquiquensis* (cactus columnar muy fácil de distinguir en el acantilado), *Cumulopuntia sphaerica* (al que llaman gatico o jalajala) y *Eriosyce caligophila* (es muy pequeña y se esconde entre las rocas), esta última, también es relativamente nueva para la ciencia.

Mientras vas caminando, fíjate también en las piedras al lado del sendero. Verás que muchas de ellas están cubiertas de colores, como si alguien les hubiera echado pintura. Pero en realidad son seres vivos llamados líquenes; capaces de crecer en condiciones ambientales muy adversas, por lo tanto, colonizan diversos ecosistemas. Los líquenes son organismos que surgen gracias a la combinación entre un hongo y un alga. El alga aporta su capacidad de hacer fotosíntesis (el alimento) y el hongo, su capacidad de resistir la sequedad y la radiación solar (provee al alga un lugar húmedo, recuerda que las algas se encuentran normalmente en el agua). A la relación que establecen, en la que ambos son beneficiados, se le llama simbiosis.

Acá en el oasis, existen dos tipos de líquenes: los que se adhieren como costras diminutas y aplastadas a las rocas u otras superficies (líquenes

such as branches and leaves), which can adhere to the stones or settle on the sand (fructose lichens)<sup>(13)</sup>. The great importance of these organisms is that they are excellent producers of oxygen for the atmosphere.

In Alto Patache, lichens have recently been studied and it has been concluded that this is a place of great interest and relevance for the study of these organisms, due to the great diversity of species present (77 recorded species so far<sup>(37)</sup>). This is why, it is everyone's job to understand their importance and protect them.

[38] *Eulychnia iquiquensis*[39] *Cumulopuntia sphaerica*[40] *Eriosyce caligophila*

[39]



[38]



[40]





[41]



[42]

[41] *Líquenes crustosos creciendo sobre una piedra*

*Crustose lichens growing on a stone*

[42] *Líquenes fruticosos*

*Fructose lichens*

crustosos), y los que tienen un aspecto arborescente (con pequeñas extensiones como ramas y hojas), que pueden adherirse a las piedras o establecerse sobre la arena (líquenes fruticosos)<sup>(13)</sup>. La gran importancia de estos organismos está en que son excelentes productores de oxígeno para la atmósfera.

En Alto Patache se han estudiado recientemente los líquenes y se ha llegado a la conclusión de que este es un sitio de gran interés y relevancia para el estudio de estos organismos, debido a la gran diversidad de espe-

cies presente (77 especies reconocidas hasta el momento<sup>(37)</sup>), es por esto que es tarea de todos entender su importancia y protegerlos.

## Especies endémicas

En el oasis de niebla Alto Patache se han descubierto especies endémicas locales, esto quiere decir que solo se encuentran de forma natural en este lugar, y en muy pocos otros sitios. Uno de los últimos registros para el oasis es *Nolana patachensis*, que fue identificada como una nueva especie por Josefina Hepp y M.O. Dillon tras verla aparecer en 2015; se trata de la especie número 90 para el género *Nolana*. El nombre otorgado, *patachensis*, es en honor a Alto Patache, lugar donde fue encontrada por primera vez, aunque posteriormente fueran identificados individuos en el oasis de Punta Lobos<sup>(47)</sup>.

Otro individuo endémico encontrado en Alto Patache es la especie líquénica, de morfología fruticosa antes considerada extinta, *Santessonia cervicornis* apodada "Cuernos del desierto". Esta fue encontrada por el Dr. Gerhard Follmann y aunque ahora es protegida en el oasis, aún se encuentra en peligro de extinción<sup>(37)</sup>.



[44]



[43]

*Especie endémica Nolana patachensis*

*Nolana patachensis endemic species*

[44]

*Especie endémica Santessonia cervicornis (Follmann) o "Cuernos del desierto"*

*Santessonia cervicornis (Follmann) endemic species or "Cuernos del desierto"*

## Endemic species

In the Alto Patache fog oasis, local endemic species have been discovered, this means that they are only found naturally in this place, and in very few other places. One of the last recorded species in the oasis is *Nolana patachensis*, which was identified as a new species by Josefina Hepp and M.O. Dillon after its appearance in 2015; it is the 90<sup>th</sup> species for the genus *Nolana*. It was named, *patachensis*, in honor of Alto Patache, the place where it was found for the first time, although later some individuals were found in the oasis of Punta Lobos<sup>(47)</sup>.

Another endemic organism found in Alto Patache is the lichen species, of fruticose morphology previously considered extinct, *Santessonia cervicornis*, nicknamed "Cuernos del desierto" [Horns of the Desert]. It was found by Dr. Gerhard Follmann and, although it is now protected in the oasis, it is still in danger of extinction<sup>(37)</sup>.





# Ocupación del territorio, otras actividades en el desierto

parada | stop **7**



Occupation of  
the territory,  
other activities  
in the desert

## Ocupación del territorio, otras actividades en el desierto

Cualquiera pensaría que en estos paisajes desérticos la ocupación humana escasea; pero no es el caso aquí. Esta ocupación no es solo un hecho actual, en Alto Patache se han encontrado numerosas evidencias de habitantes, o más bien caminantes, antiguos. Dispersas en varios talleres líticos se ha hallado gran cantidad de esquirlas (lascas) de la fabricación de las flechas que tallaban con herramientas de piedra, para cazar a los guanacos. También se han encontrado pequeños campamentos y refugios, desde donde, ocultos bajo pieles de animal, espían y cazaban a los guanacos. En todos esos lugares, los antiguos habitantes han dejado huella evidente de su presencia: además de las esquirlas, cerámicas de varios estilos, cuchillos, percutores, puntas de proyectil y raspadores<sup>(38)</sup>.

Se piensa que estos visitantes asiduos eran pescadores-cazadores-recolectores, y que tenían sus asentamientos en la playa, al pie del acantilado y muy cerca del oasis, siendo habitual para ellos recorrer este lugar en su camino hacia la Pampa del Tamarugal. El oasis debió haber significado para ellos abundancia, el

## Occupation of the territory, other activities in the desert

Anyone would think that in these desert landscapes human occupation would be scarce; but this is not the case. This occupation is not only a current fact; in Alto Patache there is abundant evidence of ancient inhabitants, or rather ancient walkers. Scattered in various lithic workshops, a large number of flakes has been found from the making of arrows carved with stone tools to hunt guanacos. Small camps and shelters have also been found, from where, hidden under animal skins, they would spy and hunt the guanacos. In all these places, the ancient inhabitants have left an evident trace of their presence: in addition to splinters, ceramics of various styles, knives, hammerstones, projectiles and scrapers<sup>(38)</sup>.

It is thought that these assiduous visitors were fishermen-hunter-gatherers and that they had their settlements on the beach, at the foot of the cliff and very close to the oasis, and it was usual for them to travel through this place on their way to the Pampa del Tamarugal. The oasis must have meant abundance for them, a place with animals to hunt, and also vegetables to vary or complement their usual diet of seafood and fish. It also meant



[47] Artefactos líticos encontrados en Alto Patache

Lithic artifacts found in Alto Patache

lugar donde había animales de caza, y también vegetales para variar o complementar su dieta habitual de mariscos y pescados. También significó agua, pues se han encontrado, hacia los 750 m de altitud, numerosos restos de las vasijas que habrían usado para coleccionar el agua que escurría desde las rocas a los recipientes que instalaban a nivel del suelo<sup>(38)</sup>.

Lo increíble de todo esto es que las evidencias estén en la superficie, intactas. El desierto costero, con su aridez, salinidad y su aislamiento, ha sido el mejor conservador de estos tesoros. Al parecer, ni siquiera el conquistador se aventuró por estos lados.

En la actualidad, el uso que se le da a este lugar está principalmente relacionado con la actividad económica e industrial. Lo que se divisa allá abajo, en un saliente de tierra al que llaman "Punta Patache", es el Puerto Patache (Foto 48), donde se efectúan distintas labores desde 1998, cuando comenzó a operar.

Esta es un área de intenso desarrollo industrial. Por el Puerto de Patache salen al mundo toneladas de sal, cobre y molibdeno; también se desembarca carbón para la producción de energía eléctrica, y ácido sul-

water, since they have found, at an altitude of 750 m, numerous remains of vessels used to collect water that drained from the rocks to the containers installed at ground level<sup>(38)</sup>.

The most incredible part of all of this is that the evidence is on the surface, intact. The coastal desert, with its aridity, salinity and isolation, has been the best preserver of these treasures. Apparently, not even the conquistadors ventured to these parts.

At present, the use of this place is mainly related to economic and industrial activity. What you can see down there, on an outcrop of land people call "Punta Patache", is Puerto Patache [Patache Port] (Picture 48), where different tasks have been carried out since the beginning of its operation in 1998.

This is an area of intense industrial development. Through the Puerto de Patache, tons of salt, copper, and molybdenum are exported; coal is also unloaded for the production of electric energy, and sulfuric acid, which is used abundantly in copper mining.

The facilities visible down in Punta Patache basically consist of storage sites, treatment plants, conveyor belts, cranes and two maritime terminals.



[45] Vestigios de las vasijas utilizadas por los antiguos visitantes del oasis

Vestiges of the vessels used by the ancient visitors of the oasis



[46] Vestigios de puntas de flecha encontrados en el oasis

Traces of arrowheads found in the oasis



[48] Vista hacia Punta Patache

View towards Punta Patache

fúrico, que se utiliza abundantemente en la minería cuprífera.

Las instalaciones visibles allá abajo en Punta Patache, consisten, básicamente, en sitios de acopio, plantas de tratamiento, correas transportadoras, grúas y dos terminales marítimos. Asimismo, puedes observar la central termoeléctrica Tarapacá (Foto 49).

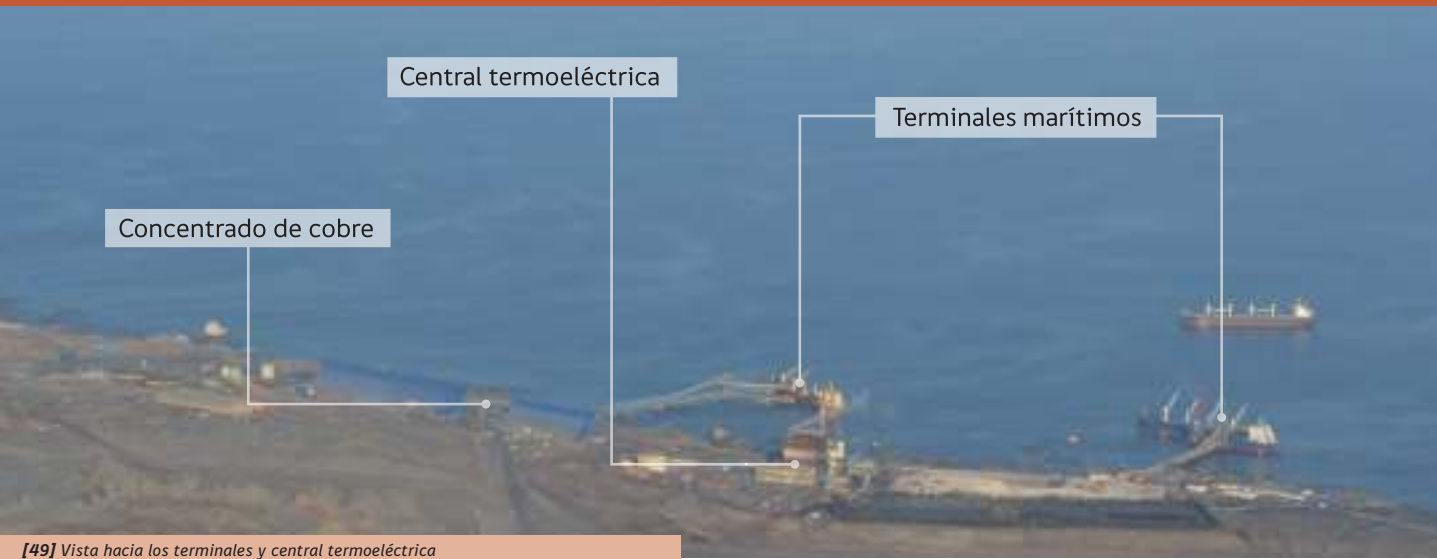
La sal llega al puerto en enormes camiones de hasta 30 toneladas, se acopia y luego se conduce por correas transportadoras hasta las bode-

gas de los barcos. Esta sal procede del Salar Grande, situado a unos 25 km tierra adentro, una enorme reserva de sal, que se calcula podría abastecer el consumo mundial por un período de 5.000 años<sup>(40)</sup>. Esta sal casi no necesita tratamiento, es prácticamente pura (99% de cloruro de sodio). Eso sí, debe ser molida o "chancada" para alcanzar el tamaño requerido por el mercado de destino. La sal puede servir tanto para uso doméstico como para uso industrial o incluso para es-

Also, you can see the Tarapacá thermoelectric power station (Picture 49). The salt arrives at the port in huge trucks of up to 30 tons, it is collected and then transported by conveyor belts to the vessels' holds. This salt comes from the Salar Grande, located about 25 km inland, an enormous salt reserve that is estimated to be able to supply world consumption for 5,000 years<sup>(39)</sup>. This salt almost does not need treatment, it is practically pure (99% sodium chloride). Of course, it

must be ground or "crushed" to reach the size required by the target market. The salt can be used for both domestic and industrial purposes or even to stabilize roads and help control dust on unpaved roads. However, the salt that is shipped from Puerto Patache is mainly intended to prevent the formation of ice on the roads in the Northern Hemisphere<sup>(39)</sup>.

On the other hand, the copper ore comes from the plateau, where the exploitation is carried out in an open pit,



[49] Vista hacia los terminales y central termoeléctrica

View towards the terminals and the thermoelectric power station

tabilizar caminos y ayudar a controlar el polvo en vías no pavimentadas. Sin embargo, la sal que se embarca desde el Puerto Patache está destinada mayoritariamente a evitar la formación de hielo en las carreteras en el hemisferio Norte<sup>(40)</sup>.

Por su parte, el mineral de cobre, viene del altiplano, donde la explotación se realiza a rajo abierto, o sea la extracción se hace bajo la amplitud del cielo y no mediante galerías subterráneas. Los minerales se procesan en una planta industrial, y luego el concentrado se envía a través de mineroductos (tuberías) hasta una planta de filtración ubicada en Punta Patache, donde se embarca el cobre a través de un terminal mecanizado<sup>(41)</sup>. Este cobre se exporta, principalmente, a China, para abastecer toda la producción industrial que ahí se desarrolla.

El molibdeno, metal de color gris, altamente tóxico, también viaja por los mineroductos junto al cobre, ya que es un subproducto de su producción<sup>(42)</sup>, se utiliza principalmente en la fabricación de aceros más resistentes.

El carbón, combustible fósil, es descargado desde los barcos y se transporta hasta la misma central termoeléctrica que observas cerca de la

that is, the extraction is done on the surface and not through underground galleries. The minerals are processed in an industrial plant, and then the concentrate is sent through pipelines to a filtration plant located in Punta Patache, where copper is shipped through a mechanized terminal<sup>(40)</sup>. This copper is exported mainly to China to supply all the industrial production that takes place there.

Molybdenum, a gray, highly toxic metal, also travels through the pipelines along with copper, since it is a by-product of its production<sup>(41)</sup>. It is mainly used in the manufacturing of more resistant steels.

The coal, a fossil fuel, is unloaded from the ships and transported to the same thermoelectric plant that you saw near the beach. This thermal power plant produces energy that supplies the mining companies located on the plateau. As a consequence of this process, unavoidable waste in the form of ashes is generated, which must be captured, hauled in trucks and deposited in the coastal plain Northeast of the port<sup>(42)</sup>. It is important to consider the possible impacts that the residues from all these activities have on fragile ecosystems, such as this oasis, when deciding to carry out certain activities,

playa. Esta central térmica produce energía que abastece a las compañías mineras ubicadas en el altiplano. Como consecuencia de este proceso se generan cenizas y residuos inevitables, los que deben ser capturados, acarreados en camiones y depositados en la planicie litoral al noreste del puerto<sup>(43)</sup>. Vale la pena considerar los posibles impactos de los residuos de todas estas actividades sobre ecosistemas frágiles, como este oasis, al momento de decidir realizar ciertas actividades y buscar maneras de mitigar (moderar o suavizar) esos impactos.

Las torres de transmisión eléctrica que puedes ver hacia el Norte, vienen desde la central termoeléctrica y van hacia las faenas mineras de cobre ubicadas a 4,400 m s.n.m. en el altiplano. Esta línea de transmisión se conecta al SING (Sistema Interconectado del Norte Grande) y atraviesa el desierto a lo largo de 184 km<sup>(43)</sup>.

Para el desembarque del ácido sulfúrico hay un terminal especial, que cuenta con tuberías o "aciductos", que llegan hasta estanques de almacenamiento. De aquí lo conducen en camiones hasta donde lo necesitan las compañías mineras<sup>(39)</sup>. El ácido sulfúrico se usa en la minería del cobre para separarlo de otros minerales que lo contienen (proceso de lixiviación) o para regular la acidez (pH) en algunas etapas de la producción.

and to look for ways to mitigate (moderate or reduce) those impacts.

The electrical transmission towers that you can see to the North, come from the thermoelectric plant and go to the copper mining sites located at 4,400 m a.s.l. on the plateau. This transmission line is connected to the Interconnected System of Norte Grande (SING) and crosses the desert along 184 km<sup>(42)</sup>.

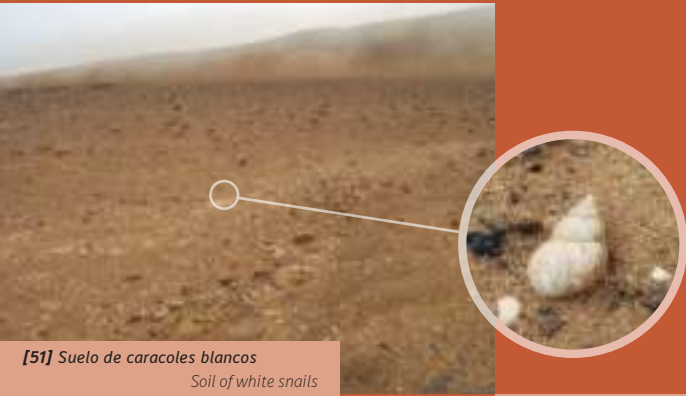
For the disembarkation of sulfuric acid, there is a special terminal, which has pipelines or "acid ducts" that reach storage tanks. From here, it is transported in trucks to where the mining companies need it<sup>(43)</sup>. Sulfuric acid is used in copper mining to separate the copper from other minerals that contain it (the leaching process) or to regulate the acidity (pH) in some stages of production.

## Caracoles terrestres

La presencia de concentraciones de conchitas o caracoles blancos (de los géneros *Bostrix* y *Plectostylus*) ya desteñidos por el sol, que ves dispersos por todos lados en el terreno, son otra prueba evidente de que alguna vez hubo aquí vegetación mucho más abundante que ahora.

## Land snails

The concentration of small, white shells or snails (of the genera *Bostrix* and *Plectostylus*) already faded by the sun, which you see scattered all over the site, is more proof that there was once much more abundant vegetation than now.



[51] Suelo de caracoles blancos  
Soil of white snails

[50] Caracol terrestre  
Land snail

Estos caracoles son terrestres (no confundir con los caracoles marinos), y se alimentaron aquí de líquenes y de las plantas que hoy ya no existen, y de ellos no queda, en enorme número, más que su concha vacía. Es impresionante la cantidad de conchas que pueden verse en ciertas zonas del oasis, cubriendo hectáreas, y dejando grandes superficies de terreno blanquecinas <sup>(13)</sup>.

These are land snails (not to be confused with sea snails), which fed on lichens and plants that today are no longer here. What remains of these is a large number of empty shells. It is impressive the number of shells that can be seen in certain areas of the oasis, covering hectares and leaving large areas of whitish land <sup>(13)</sup>.

A partir de todo lo comentado en esta parada puedes reflexionar sobre otra forma de habitar este territorio, asociada a las actividades productivas que se desarrollan en él. Asentamientos funcionales a estas actividades se han desarrollado desde hace décadas, ejemplo de ello son las abandonadas oficinas salitreras y el Pabellón de Pica donde antiguamente se extraía el guano.

From everything discussed in this stop, you can reflect on another way to inhabit this territory, associated with the productive activities that take place here. Settlements functional to these activities have been developed for decades, an example of these are the abandoned saltpeter offices and the Pabellón de Pica where guano was formerly extracted.

# Arte en el desierto, intervenciones en el paisaje

parada | stop 8



Art in the  
desert,  
artistic interventions  
on the landscape

## Arte en el desierto, intervenciones en el paisaje

El arte también ha ocupado este territorio, diversos artistas se han inspirado en este oasis y han venido a dejar sus obras impresas en el paisaje. Otros muchos, lo han usado para realizar intervenciones temporales, utilizando diversas técnicas y materiales. En esta parada podrás observar algunos remanentes de las actividades artísticas que se han desarrollado en Alto Patache.

Las siguientes fotografías dan cuenta de algunas de las variadas intervenciones que se han desarrollado aquí, además de su interacción con el paisaje.



[52] Proyecto "Tardonaturalezas, Jardín de Niebla" desarrollado por estudiantes de tercer año de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María dirigidos por *Ciro Najle* y *Jorge Godoy* en 2008

*"Tardonaturalezas, Jardín de Niebla"* project, developed by third year architecture students of Universidad Técnica Federico Santa María, directed by *Ciro Najle* and *Jorge Godoy* in 2008

Así entonces, a este lugar han accedido fotógrafos, cineastas, documentalistas, artistas visuales, arquitectos y paisajistas, entre otros, para desarrollar sus iniciativas, atraídos sin duda por la presencia de la niebla y su contraste con la aridez del desierto extremo.

Esta apertura de Alto Patache al mundo de las artes, ha permitido mostrar este territorio y sus peculiares características desde otra perspectiva, dándolo a conocer más allá del mundo científico.

## Art in the desert, artistic interventions on the landscape

Art is also present in this territory, as various artists have been inspired by this oasis and have come to leave their mark on the landscape. Many others have used it to create temporary art interventions using different techniques and materials. At this stop, you can see some remains of the artistic activities that have been developed in Alto Patache.

The following pictures show some of the several interventions that have been made here, as well as their interaction with the landscape.



[53] Instalación "Médium" realizada por *Mauricio Lacrapette* en el marco del programa de residencias artísticas "Proyecto Norte" 2013

*"Médium"* installation, made by *Mauricio Lacrapette* under the program of artistic residencies "Proyecto Norte" 2013



[54] Proyecto "Aparatos para un territorio blando" desarrollado por *Francisco Navarrete* también en el marco de "Proyecto Norte" 2013

*"Aparatos para un territorio blando"* project, developed by *Francisco Navarrete* also under "Proyecto Norte" 2013

Las intervenciones artísticas ponen de relieve otras lecturas del territorio, ideas, procesos y conceptos que se encuentran en el paisaje. El arte, interpela y visibiliza procesos activos que están en movimiento, aún en este desierto. Así entonces, la obra de arte, está expuesta a la destrucción, pero también a la renovación, representando a la misma naturaleza, e interrogando sobre la relación hombre-naturaleza-técnica. También se puede ver esto en la base científica abandonada.

The art highlight other readings of the territory, ideas, processes, and concepts that are in the landscape. Art also interpellates and visualizes active processes that are in movement, even in this desert. Thus, then, the work of art is exposed to destruction, but also to renewal, representing nature itself, and interrogating the man-nature-technique relationship. You can also see this in the abandoned scientific base.



[55] Cortometraje "Camanchaca" desarrollado por la cineasta francesa *Clio Simón* en 2014

*"Camanchaca"*, a short film developed by the French filmmaker *Clio Simón* in 2014

## Obras abandonadas, reflexionando sobre la generación de desechos y su permanencia en el desierto

Mira a tu alrededor y podrás ver restos de obras de arte que fueron dejadas en este lugar. Algunas, pese al deterioro, han mantenido su funcionalidad original, como la obra concebida para actuar como atrapanieblas (Foto 56), que ha permitido el desarrollo de la vida, convirtiéndose en hábitat de especies vegetales e insectos.

Otras, con el tiempo y la interacción del viento y la niebla, se han convertido en desechos



[56] Obra de arte concebida como atrapanieblas

*Artwork thought of as a fog collector*

involuntarios, que lamentablemente no contribuyen a la conservación de este frágil ecosistema, y su eliminación implica grandes esfuerzos.

Esto nos lleva a reflexionar acerca de la permanencia de nuestras huellas en el desierto y la necesidad de que nuestras intervenciones en este tipo de lugares sean lo más efímeras posible, procurando mantenerlos intactos para beneficio de las actuales y futuras generaciones. Por eso, es fundamental que todo lo que traigas a este lugar, te lo lleses.



[57] Obra de arte transformada en desechos

*Artwork transformed into waste*

## Abandoned artworks, reflecting on the generation of waste and its permanence in the desert

Look around, you will see the remains of works of art that were left in this place. Some, despite their deterioration, have maintained their original functionality, such as the work designed to act as a fog collector (Picture 56), which has allowed the development of life, becoming a habitat for plant species and insects.

Others have become involuntary waste, due to the passing of time and the interaction between the wind and

fog, which unfortunately does not contribute to the conservation of this fragile ecosystem, and its elimination implies great efforts.

This makes us think about the traces that remain in the desert and the need for our interventions to be as short as possible, trying to keep these places intact for the benefit of current and future generations. That is why, it is essential that you take back everything you bring with you.

# Estación Atacama UC, investigación sustentable

parada | stop

9



## Atacama UC Station, sustainable research



[58] Estación Atacama UC vista de día  
Day view of Atacama UC Station



[59] Estación Atacama UC vista de noche  
Night view of Atacama UC Station

## Estación Atacama UC, investigación sustentable

El año 2016, como respuesta a la destrucción de la antigua Estación Experimental Carlos Espinosa Arancibia, la Universidad Católica construyó e inauguró una nueva infraestructura de acogida que lleva por nombre "Estación Atacama UC".

Como puedes observar, estas nuevas instalaciones se sitúan bastante alejadas de las anteriores y no están resguardadas de manera natural. La mejoría de la infraestructura posibilitó la ocupación de territorios más expuestos al viento, niebla y humedad, haciendo factible otra forma de habitar estos ambientes hostiles.

El conjunto de seis domos presenta infraestructura para alojamiento, sala de reuniones, cocina y servicios higiénicos, todo esto, pudiendo ser usado por científicos, estudiantes y académicos interesados en hacer investigaciones en el lugar, así como turistas que lo visitan.

Esta estación es un modelo de sustentabilidad, ya que se abastece de agua de niebla cosechada en el oasis, a través del atrapanieblas que pudiste observar en la parada 3, y la energía eléctrica que se utiliza proviene, exclusivamente, del sol, a través de paneles fotovoltaicos.

## Atacama UC Station, sustainable research

In 2016, Pontificia Universidad Católica de Chile built and inaugurated a new infrastructure named "Atacama UC Station", in response to the destruction of the former Carlos Espinosa Arancibia Experimental Station.

As you can see, these new facilities are located quite far from the old station and they are not naturally sheltered. The improvement of the infrastructure allowed the occupation of territories more exposed to wind, fog, and humidity, enabling another way to inhabit these hostile environments.

The collection of six domes has infrastructure that includes accommodations, a meeting room, a kitchen and hygienic services, which can be used by scientists, students, and faculty members interested in conducting research in this place, as well as tourists who visit it.

This station is a sustainability model, as it is supplied with fog water harvested in the oasis, through the fog collector that you saw in Stop 3, while electric energy comes exclusively from the photovoltaic solar panels.

Estas instalaciones son un elemento de apoyo fundamental para todas las actividades que se desarrollan en el oasis, las cuales están relacionadas principalmente con la educación ambiental e investigación.

Alumnos de enseñanza básica y media, de diversos establecimientos educacionales de la región, han visitado el oasis con el objetivo de aprender y entender el comportamiento de la niebla en el desierto de Atacama. De la misma forma, académicos y estudiantes universitarios, nacionales y extranjeros, han utilizado el oasis para la realización de seminarios, tesis de grado, clases, talleres y otro tipo de investigación en ambientes desérticos. Los investigadores extranjeros han venido de países como Alemania, España, Francia, México, Estados Unidos, Brasil y Perú.

Este tipo de infraestructura, con sus comodidades, le permite al hombre instalarse, habitar, investigar y así poder ir descubriendo todas estas maravillas y secretos que también tú has podido conocer; se constituye así en un verdadero refugio en el desierto de Atacama, el más extremo del mundo.

These facilities are a key support element for all the activities that take place in the oasis, which are mainly related to environmental education and research.

Primary and secondary students from various schools in Tarapacá have visited the oasis looking to understand and learn about fog behavior in the Atacama Desert. Likewise, national and international faculty members and university students have used the oasis to conduct seminars, theses, classes, workshops and other research on desert environments. Foreign researchers have come from countries such as Germany, Spain, France, Mexico, the United States, Brazil, and Peru.

This type of infrastructure, with its comforts, allows humans to settle, inhabit, research and thus be able to discover all these wonders and secrets that you have also been able to learn, turning it into a true refuge in the Atacama Desert, the most extreme in the world.

[60] Actividades de educación e investigación en el oasis  
Educational and research activities in the oasis





## Otros habitantes del desierto

Aunque la presencia de animales no es muy evidente a primera vista en este lugar, si te fijas bien podrás encontrar muchas cosas de interés. Rastros antiguos y recientes de su paso por todos lados: antiguos senderos y revolcaderos de guanacos (*Lama guanicoe*), fecas de guanacos y zorros (*Pseudalopex griseus domeykoanus*), conchas vacías de caracoles terrestres (*Bostrix derelictus* y *Plectostylus broderipi*), bulbos de Liliáceas desenterrados y comidos por zorros y roedores<sup>(49)</sup>, pequeñas langostas de tierra (*Heliastus rufipennis*, fam. *Acridiidae*) a las que puedes ver saltando entre las piedras mientras



[61] *Microlophus tarapacensis* o *Phrynosaura richel*

caminas, o alguna lagartija (*Microlophus tarapacensis* o *Phrynosaura richel*) que se oculta rápidamente.

Esta fauna, que como todo, depende directa o indirectamente de la vegetación presente, bulle en años lluviosos y se silencia o esconde en años secos.

El grupo de los insectos y artrópodos, en general, es sin duda el más abundante en Alto Patache; en su mayoría escarabajos (coleópteros), pero también, especialmente cuando hay lluvia, mariposas (lepidópteros); abejas, hormigas y avispas (himenópteros); saltamontes y grillos (ortópteros); y sírfidos, tábanos y moscas (dípteros)

(6).

Cuando vienen años secos, algunos escarabajos son capaces de enterrarse en cavernas subterráneas, al igual que las semillas, esperando la humedad; o bien sobreviven en base a una pobre dieta. Imagina las duras condiciones que deben soportar estos pequeños animales y en un aislamiento tal, que se han encontrado acá especies desconocidas para la ciencia, que no existen de manera natural en ninguna otra parte del mundo (a ellas las llamamos "endémicas")<sup>(6)</sup>. Hay también gran variedad de arañas y escorpiones.

Recientemente se descubrió una nueva especie de abeja de la familia *Rophitinae* al interior del oasis, fue llamada *Penapis larraini* Packer y

fue descrita por Laurance Packer en 2012<sup>(50)</sup>. El nombre asignado es en honor a Horacio Larraín, eco-antropólogo y arqueólogo que ha realizado numerosos estudios en este lugar y también en honor a Luis Peña, renombrado entomólogo chileno.

También circulan, en pequeña cantidad, algunas aves. Si tienes suerte podrás ver algún minero chico (*Geositta maritima*), un jote de cabeza colorada o gallinazo (*Cathartes aura*), una que otra dormilona (*Muscisaxicola sp.*)<sup>(6)</sup> o alguna pareja de chirigües (*Sicalis olivascens*) sobrevolando el oasis o deambulando en busca de comida, como lo han hecho siempre.

## Other inhabitants of the desert

Even though the presence of animals is not obvious at first sight, if you look closely you will find many interesting things everywhere. Among them, ancient and recent traces of their passing, such as old paths and dust bathing locations of guanacos (*Lama guanicoe*), stools of guanacos and foxes (*Pseudalopex griseus domeykoanus*), empty shells of land snails (*Bostrix derelictus* and *Plectostylus broderipi*), bulbs of *Liliaceae* unearthed and eaten by foxes and rodents<sup>(49)</sup>, small ground

crickets (orthoptera); and syrphids, horseflies and flies (diptera)<sup>(6)</sup>. In dry years, some beetles are able to bury themselves in underground caverns, much like the seeds, waiting for moisture; or they survive based on a poor diet. Imagine the hard conditions that these small animals have to endure and in such isolation, that species unknown to science have been found here, which do not exist naturally in any other part of the world (we call them "endemic")<sup>(6)</sup>. There is also a great variety of spiders and scorpions. Recently a new species of bee from the family *Rophitinae* was discovered in the oasis, it was called



[62] *Calosoma rufipennis*

lobsters (*Heliastus rufipennis*, family *Acridiidae*) that you can see jumping between the stones while walking, or lizards (*Microlophus tarapacensis* or *Phrynosaura richel*) that quickly hide.

This fauna, which like everything else, depends directly or indirectly on the surrounding vegetation, thrives during the rainy years and is dormant during the dry years.

In general, insects and arthropods are undoubtedly the most abundant group in Alto Patache; mostly beetles (coleoptera), but also, especially when it rains, butterflies (lepidoptera); bees, ants and wasps (hymenoptera); grasshoppers and

*Penapis larraini* Packer and was described by Laurance Packer in 2012<sup>(50)</sup>. It was named in honour of Horacio Larraín, an eco-anthropologist and archaeologist who has carried out many studies here and also in honour of Luis Peña, a renowned Chilean entomologist.

There is also a small number of birds flying around. If you are lucky, you might see a minero chico (*Geositta maritima*), a red-headed jay or gallinazo (*Cathartes aura*), a dormilona (*Muscisaxicola sp.*)<sup>(6)</sup> or a pair of chirigües (*Sicalis olivascens*) flying over the oasis or wandering in search of food, as they have always done.

## Experiencia en el oasis

Este oasis en medio del desierto de Atacama presenta singulares características de vida, tanto vegetal como animal, esto en gran medida debido al influjo benéfico de la niebla costera. Si esta no existiera o fuera muy tenue, sería muy difícil, casi imposible, que se generara aquí la vida. Este fenómeno, tan especial, ocurre solamente en ciertos lugares muy privilegiados de la costa peruana y chilena del Pacífico. Por lo tanto, constituyen ecosistemas pequeños, sumamente frágiles, que debemos preservar, con especial cuidado para las futuras generaciones.

La niebla es una fuente de agua nueva, que, así como contribuye a mantener este frágil ecosistema, también es utilizada en Chile y el mundo con fines domésticos y agrícolas, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas, especialmente en países pobres donde el recurso hídrico es escaso.

Probablemente en tu recorrido por el oasis la niebla no estuvo presente y pudiste apreciar los colores del desierto en todo su esplendor, el cobre de la tierra y el azul del cielo, que se funde con el mar. En presencia de la niebla, esa nube que si te envuelve casi no te deja ver, el paisaje cambia completamente, se vuelve grisáceo, casi blanco, un tanto misterioso, una experiencia única. Para que te hagas una idea, hemos seleccionado algunas fotos que dan cuenta de cómo luce el oasis cuando la niebla se hace presente y se apodera de él.

Si quisieras adentrarte en el oasis en un día con niebla, debes tomar muchas precauciones: nunca ir solo, vestirse abrigado (la temperatura sensible puede llegar a 0 °C), no perder de vista de dónde vienes y tomar lugares de referencia. De esta forma siempre sabrás en dónde te encuentras y podrás realizar un recorrido seguro.

## Experience in the oasis

This oasis —in the middle of the Atacama Desert— presents unique vegetal and animal life, largely due to the beneficial influence of the coastal fog. If the fog didn't exist or was weak, it would be very difficult, almost impossible for life to thrive. This special phenomenon happens only in certain very privileged places on the Peruvian and Chilean Pacific coast. Therefore, they constitute small and extremely fragile ecosystems, which we must carefully preserve for future generations.

Fog is a new source of water, which not only sustains this fragile ecosystem, but is also used in Chile and the world for domestic and farming purposes, contributing to improving the quality of life of people, especially in poor countries where water is scarce.

During your visit to the oasis there was probably no fog present and you

were able to appreciate the colors of the desert in all their magnificence, the copper of the earth and the blue of the sky that merges with the sea. When there is fog present, that cloud that when surrounding you doesn't let you see, the landscape changes completely, it becomes greyish, almost white, somewhat mysterious, a unique experience. In order for you to get an idea of how the oasis looks when the fog takes over, we have made a selection of pictures.

If you would like to walk the oasis on a foggy day, you would have to take many precautions: never go alone, wear warm clothes (temperatures can reach 0 °C), do not lose sight of where you are coming from and make reference points. In this way, you will always know where you are, and you will be able to have a safe visit.



*Experiencia en el oasis - foto 1*



*Experiencia en el oasis - foto 2*



*Experiencia en el oasis - foto 3*



*Experiencia en el oasis - foto 4*



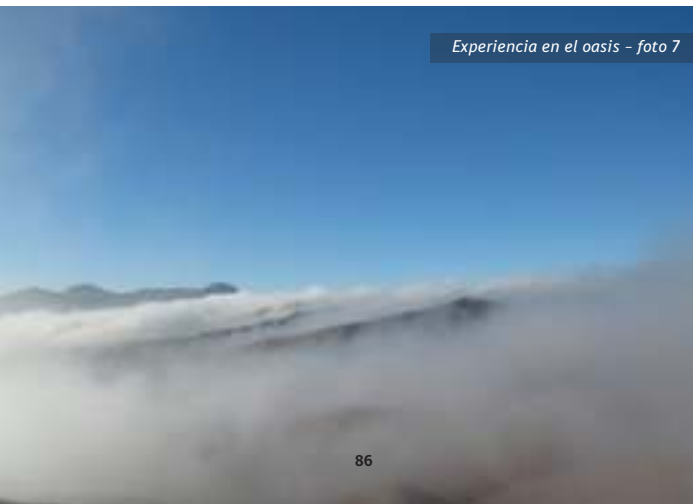
*Experiencia en el oasis - foto 5*



*Experiencia en el oasis - foto 6*



*Experiencia en el oasis - foto 8*



*Experiencia en el oasis - foto 7*



*Experiencia en el oasis - foto 9*

[63] *Alstroemeria lutea*, lirio[64] *Atriplex taltalensis*, cachiyuyo[65] *Cristaria* sp., malvilla[66] *Cryptantha filiformis*, chapinchora[67] *Ephedra breana*, pingo-pingo

[68] *Eulychnia iquiquensis*, copao[69] *Frankenia chilensis*, hierba del salitre[70] *Hoffmannseggia prostrata*, ají[71] *Leucocoryne appendiculata*, huilli

[72] *Nolana intonsa*[75] *Nolana sedifolia, suspiro*[73] *Nolana jaffuelii*[76] *Oxalis bulbocastanum, vinagrillo*[74] *Nolana patachensis*[77] *Polyachyrus sp., borlón de alforja*



[78] *Solanum brachyantherum*, tomatillo[79] *Tetragonia ovata*, escarcha o pasto guanoso[80] *Zephyra elegans*, celestina

## Referencias

1. *Atacama: Ocupación actual del desierto y del semidesierto de Chile*. **Cereceda, P., Osses, P. y Errázuriz, A.M.** 266, Madrid: Estudios Geográficos, 2009, Estudios geográficos, Vol. LXX, págs. 41-77.
2. *Las condiciones climáticas del desierto de Atacama como desierto extremo de la tierra*. **Weischet, W.** 3-4, Santiago: Norte Grande, 1975, Norte Grande, Vol. 1, págs. 363-373.
3. **Zanetta, N., Hepp, J. y Machuca, J.** *En el desierto*. Santiago: Centro UC Desierto de Atacama, 2017.
4. *La diagonal árida argentina: un límite climático real*. **Bruniard, E.** 95, s.l.: Revista geográfica, 1982.
5. *Geographical description of three fog ecosystems in the Atacama coastal desert of Chile*. **Cereceda, P., y otros.** s.l.: Fondecyt 1010801, 2004.
6. *Three years of zoological records at a fog-site at Alto Patache, south of Iquique (Chile), during "El Niño" and "La Niña", (1997-2001)*. **Larraín, H., y otros.** Saint John's: Atmospheric Environmental Service, 2001.
7. *Geographical and archaeological interpretation of cultural artifacts found within the limits of a fog-site at Alto Patache, south of Iquique (Chile)*. **Larraín, H., y otros.** Cape Town: s.n., 2001.
8. *Caracterización del clima de desierto costero y su relación con algunos oasis de niebla en Tarapacá, Chile*. **Cereceda, P., y otros.** s.l.: Fondecyt 1010801, 2004.
9. *Sobre la evolución geomorfológica del gran acantilado costero del Norte grande de Chile*. **Paskoff, R.** 6, Santiago: Revista Norte Grande, 1978.
10. **Bertonio, P. Ludovico.** *Vocabulario de la lengua aymara*. s.l.: Chucuito: casa de la compañía de Jesús por Francisco, 1612.
11. *Camanchaca. Flujos etnonímicos y neblineros en la costa Norte de Chile*. **Escobar, M. y García, M.** 68, s.l.: Revista de Geografía Norte Grande, 2017.
12. **Orellana, H.** *Aspectos geodinámicos del desierto costero de Atacama, sector Alto Patache (oasis de niebla) y Bajo Patache*. s.l.: Memoria para optar al título profesional de geógrafo, 2010.
13. **Larraín, H.** *Blog ecoantropología*. [En línea] 2010. <http://eco-antropologia.blogspot.com/>.

14. **Banco Mundial.** Banco Mundial. [En línea] 04 de 2010. [Citado el: 28 de 12 de 2018.] <http://documents.worldbank.org/curated/en/988271468149678303/pdf/542510PUBOWDI0101Official0Use0Only1.pdf>.
15. **Banco Mundial.** [En línea] 31 de 03 de 2011. [Citado el: 28 de 12 de 2018.] <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/452181468216298391/pdf/633920ESWOSPAN0le0GRH0fina0DR0REV-0doc.pdf>.
16. **Ministerio de Obras Públicas.** Dirección General de Aguas. DGA. [En línea] 2016. [Citado el: 28 de 12 de 2018.] <http://www.dga.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf>.
17. **Ministerio de Obras Públicas.** MOP. [En línea] 2012. [Citado el: 28 de 12 de 2018.] [https://www.mop.cl/Documents/ENRH\\_2013\\_OK.pdf](https://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf).
18. **Universidad Arturo Pratt.** Centro de Información de Recursos Naturales. CIREN. [En línea] 03 de 2014. [Citado el: 26 de 12 de 2018.] <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26104/HUM2-0145.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. **Universidad Arturo Pratt.** Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Hídricos. CIDERH. [En línea] 2013. [Citado el: 26 de 12 de 2018.] [http://www.unap.cl/prontus\\_ciderh/site/artic/20130823/asocfile/20130823175939/diagnostico\\_ci-derh\\_2012\\_cap\\_i\\_introduccion.pdf](http://www.unap.cl/prontus_ciderh/site/artic/20130823/asocfile/20130823175939/diagnostico_ci-derh_2012_cap_i_introduccion.pdf).
20. **Cereceda, P., y otros.** *Agua de Niebla*. s.l.: Dirección General de Aguas, 2014.
21. *Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural.* **Cereceda, P.** 4, s.l.: Revista Medio Ambiente, 2000, Vol. XVI.
22. *The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog.* **Cereceda, P., y otros.** 87, s.l.: Atmospheric Research, 2008.
23. *Influence of relief on the origin and behavior of fog at Tarapacá, Chile.* **Osses, P., y otros.** Vancouver: Proceedings of the first international conference on fog and fog collection, 1998.
24. *Diferencias y similitudes de la niebla entre Iquique (Chile) y Mejía (Perú).* **Osses, P., y otros.** 025, Santiago: Revista de Geografía Norte Grande, 1998.
25. *Advection, orographic and radiation fog in the Tarapacá región, Chile.* **Cereceda, P., y otros.** 64, s.l.: Revista Atmospheric Research, 2002.
26. *A proposed standard fog collector for use in high-elevation regions.* **Schemenauer, R. y Cereceda, P.** s.l.: Journal of Applied Meteorology, 1994, Vol. 33.
27. *El Clima desértico costero con nublados abundantes del desierto de Atacama y su relación con los recursos naturales energía solar agua de niebla. Caso de estudio Alto Patache (20,5°S), región de Tarapacá, Chile.* **Osses, P., y otros.** 68, s.l.: Revista de Geografía Norte Grande, 2017.
28. *Solar energy in Chile: development and challenges.* **Agostini, C., Silva, C. y Nasirov, S.** 1, s.l.: Revista Harvard Review of Latin America, 2015, Vol. 15.
29. *El aluvión del 9 agosto 2015 en Alto Patache, región de Tarapacá, desierto de Atacama.* **Orellana, H., y otros.** 68, s.l.: Revista de Geografía Norte Grande, 2017.
30. *The climate of the coast and fog zone in the Tarapacá región, Atacama desert, Chile.* **Cereceda, P., y otros.** 87, s.l.: Atmospheric Research, 2008.
31. *Estado de conservación de Eulychnia iquiquensis en el extremo Norte de Chile.* **Pinto, R.** 64, s.l.: Gayana Bot, 2007, Vol. 1.
32. *“Oasis de neblina” en los cerros costeros del Sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998.* **Muñoz-Schick, M., y otros.** 74, s.l.: Revista Chilena de Historia Natural, 2001.
33. **Munita, K., Gómez, M. y Cereceda, P.** *Banco de semillas en el “Oasis de niebla” Alto Patache. Informe final.* s.l.: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010.
34. *Datos sobre la flora vascular del desierto costero de Arica y Tarapacá, Chile, y sus relaciones fitogeográficas con el Sur del Perú.* **Pinto, R. y Luebert, F.** 66, s.l.: Gayana Bot, 2009, Vol. 1.
35. *Estudio biogeográfico de la comunidad arbustiva del farellón costero de Punta Patache.* **Egaña, I., y otros.** 31, s.l.: Revista de Geografía Norte Grande, 2004.
36. *Flora nativa del valor ornamental: identificación y propagación.* **Riedemann, P., Aldunate, G. y Teillier, S.** Santiago: Zona Norte, 2006.
37. *Aportes al conocimiento de la biota líquénica del oasis de neblina de Alto Patache, Desierto de Atacama.* **Vargas, R., Stanton, D. y Nelson, P.** s.l.: Revista de Geografía Norte Grande, 2017, Vol. 68.
38. *Un yacimiento de cazadores-recolectores marinos en la terraza litoral de Bajo Patache, sur de Iquique.* **Larraín, H., y otros.** 7, s.l.: Polis, 2004.

- 39. Compañía Minera Cordillera S.A.** *Declaración de Impacto Ambiental*. s.l.: Disponible en [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl), 2006.
- 40. Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM.** *Declaración de Impacto Ambiental*. s.l.: Disponible en [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl), 2007.
- 41. Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.** *Declaración de Impacto Ambiental. Proyecto Recuperación de Molibdeno (Mo) desde concentrados de Cobre (Cu)*. s.l.: Disponible en [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl), 2004.
- 42. Central termoeléctrica Patache y Sistema de Transmisión asociado.** SEIA. [En línea] 1996. [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl).
- 43. Terminal Marítimo Minera Patache. Ampliación y modificación de terminal marítimo minera Patache S.A.** *Declaración de Impacto Ambiental*. s.l.: Disponible en [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl), 2009.
- 44. Esclavitud y tráfico de culíes en Chile.** Segall, M. 75, Santiago: Boletín de la Universidad de Chile, 1967, Vol. 13.
- 45. De la guerra de 1879 y la participación de los coolies chinos.** Quiroga, P. 4, s.l.: Estudios Políticos Militares. Centro de Estudios Estratégicos, Universidad ARCIS, 2002.
- 46. Hepp, J. y Dillon, M.** *A new endemic species of Nolana (Solanaceae-Nolaneae) from near Iquique, Chile*. s.l.: Arnaldo, 2018.
- 47. Las edades de Gaia, una biografía de nuestro planeta vivo.** Lovelock, J. s.l.: Bioblioteca virtual OMEGALFA, 1979.
- 48. Biocrusts positively affect the soil water balance in semiarid ecosystems.** Chamizo, S., y otros. 9, s.l.: Ecohydrol, 2016.
- 49. Human occupation and resources in fog-covered site in Alto Patache (South of Iquique, Northern Chile).** Larraín, H., y otros. Vancouver: Proceedings of the First International Conference on Fog and Fog Collection, 1998.
- 50. Penapis larraini Packer, a new species of rophitine bee (Hymenoptera: Halictidae) from a fog oasis in Northern Chile.** Packer, L. 3408, s.l.: Zootaxa Magnolia Press, 2012.

## Créditos fotográficos

### Josefina Hepp

Fotos: 5, 7, 8, 24, 28, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 46, 50, 51, 52, 61, 62, 64, 67, 69, 72, 73, 74, 75, 78, 79.

Fotos introducción (página 11): vegetación y fauna.

Foto portada parada 6.

Foto cierre de parada 2.

### Horacio Larraín y otros

*New evidence of human habitation and hunting activity at the fog oasis of Alto Patache, south of Iquique, Chile.* Saint John's: Proceedings of the Second International Conference on Fog and Fog Collection, 2001:

Foto: 47.

### Felipe Lobos:

Foto: 19.

Fotos introducción (página 11): líquenes, relieve, paso de la niebla.

Fotos portadas: parada 1, parada 2.

Foto cierre de parada: página 13.

### Javiera Machuca:

Fotos: 20, 23, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 44, 65, 66, 68, 70, 71, 76, 77, 80.

Foto portada topo guía.

Foto experiencia en el oasis: 1.

Foto cierre de parada 6.

### Luis Muñoz:

Foto: 55.

Fotos experiencia en el oasis: 8, 9.

### Francisco Navarrete:

Fotos: 53, 54.

Foto portada parada 8.

### Pablo Osses:

Fotos 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 27, 29, 45, 49, 56, 57, 63.

Fotos introducción (página 11): atrapanieblas, Estación Atacama UC, cactácea, *Alstroemeria lutea*, instrumental.

Fotos portadas: introducción, parada 3, parada 4, parada 5, parada 7, parada 9.

Fotos experiencia en el oasis: 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Foto cierre introducción (página 14).

Foto cierre parada 4.

### Estación Atacama UC:

Fotos 58, 59, 60.

### Constanza Vargas:

Fotos: 1, 38, 48.

