

Apuntes geológicos, botánicos y antropológicos de un viaje por la Región de Tarapacá, Desierto de Atacama, Chile

De Iquique a la Cadena Andina: Stairway to Heaven

Roberto Oyarzun, Paloma Cubas & Fernando Oyarzún



Oficina salitrera Santa Laura, Iquique.

Introducción

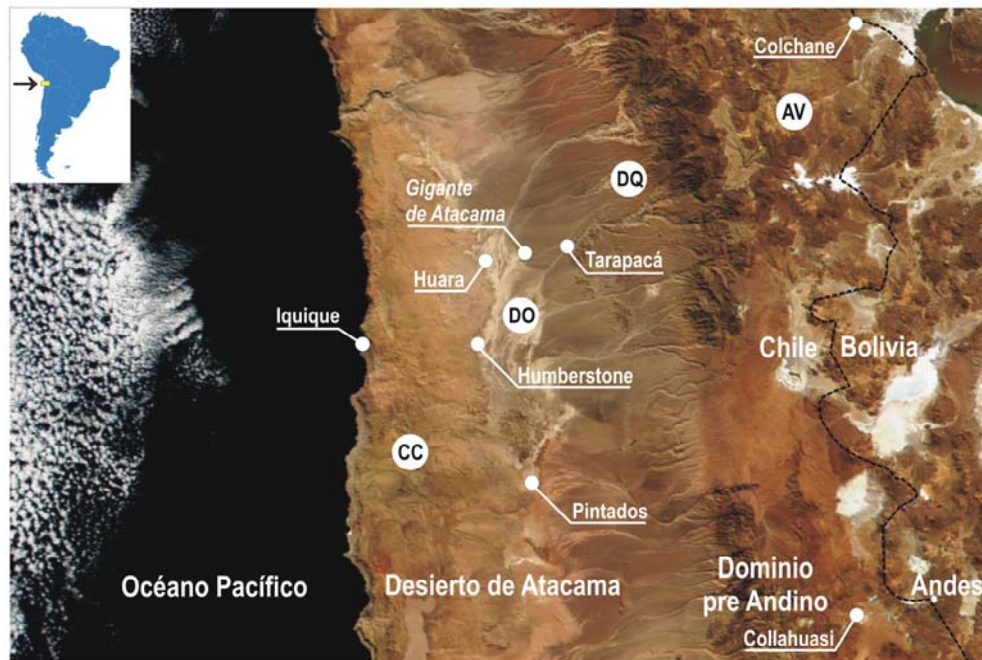
La siguiente nota surge de un corto, aunque notable viaje realizado por la costa y hacia el interior de Iquique en la Región de Tarapacá (Chile) en Agosto de 2008. Las descripciones que se exponen a continuación corresponden a observaciones de los autores, intercambios de ideas con especialistas en la región y a la lectura de trabajos de difusión y especializados.

El viaje a la Cordillera de Los Andes comienza en el litoral, frente a la imponente Cordillera de la Costa, cuyos acantilados se elevan abruptamente alcanzando en sus cumbres más elevadas los 1000 m de altitud. Continúa por el núcleo más seco del Desierto de Atacama (décadas con 0 mm de precipitaciones), y sigue hacia las profundas quebradas preandinas, estrechos valles donde se asientan ancestralmente comunidades rurales al lado de los escasos y esporádicos cursos de agua. Por encima de estos discurre la ruta de Iquique a Oruro, de donde provienen parte de nuestras descripciones. El final de recorrido son los Andes, con sus volcanes y poblados locales.

Se describen a continuación algunos de los diversos y contrastados nichos ecológicos, la geología del paisaje, y las huellas de antiguas culturas que se desarrollaron en la región.

Marco fisiográfico y gradiente climático

La región está fisiográfica y climáticamente dividida en una serie de franjas norte-sur claramente visibles en la imagen inferior, que a su vez se relacionan con importantes cambios de altitud.



Principales localidades y rasgos fisiográficos mencionados en el trabajo. CC: Cordillera de la Costa; DO: Depresión Occidental; DQ: Dominio de las Quebradas; AV: Altiplano Volcánico. Fuente: NASA Visible Earth (http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=2088). Para ubicación: ver figura superior-izquierda.

Fisiografía (de oeste a este)

1. La Cordillera de la Costa (CC) tiene un ancho de unos 40 km a la latitud de Iquique (20°14'S) y acaba frente al mar en abruptos acantilados que pueden alcanzar altitudes de hasta cerca de 1000 m. La costa bañada por la corriente fría de Humboldt es rica en nutrientes y por lo tanto en peces, que a su vez sustentan importantes colonias de lobos marinos (*Otaria flavescens*), pelícanos (*Pelecanus thagus*) y cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*).



Izquierda: aspecto de la Cordillera de la Costa en Iquique (a la derecha de la imagen), con cumbres de hasta unos 1000 m sobre el nivel del mar. Ancho de la imagen: 6.56 km. Imagen Google Earth oblicua. Derecha: la Cordillera de la Costa al sur de Iquique.



A la izquierda, grupo de pelícanos. A la derecha, cormoranes (costa al sur de Iquique).



Lobos marinos en la bahía de Iquique.

2. **La Depresión Occidental (DO)**, una ligera depresión tipo cuenca endorreica a unos 1000 m de altitud, en cuyo borde occidental se desarrollaron las principales mineralizaciones de nitratos (salitre de Chile). Es aquí donde encontramos además la llamada Pampa del Tamarugo, donde crecen comunidades de árboles espinosos de tamarugo (*Prosopis tamarugo*) gracias a la presencia de capas freáticas superficiales. La vegetación está muy alterada por la influencia humana y en su forma actual corresponde sobre todo a plantaciones *P. tamarugo* y *P. alba* (Fajardo, 1994)



Desierto de Atacama. Al fondo la Depresión Occidental (sector colores claros).

3. El **Dominio de las Quebradas (DQ)**, marcado por notables valles flanqueados por un relieve que sube por encima de los 2000 m y hasta unos 3000+ m. Destaca por su importancia en la zona de estudio la Quebrada de Tarapacá. La quebrada presenta sectores con pequeños oasis que permiten la existencia de unos precarios aunque notables pastizales, y una modesta agricultura que pinta de verde un relieve teñido de colores marrones y ocre. La Quebrada de Tarapacá nace en la alta cordillera y corresponde al curso de agua superficial más importante de este dominio. En su larga trayectoria recibe tributarios habitualmente secos o efímeros (Cadeldepe, 2004).



Quebrada de Tarapacá en el sector de la localidad de Pachica.

4. Por último tenemos la zona del **Altiplano Volcánico (AV)**, entre unos 3500 y 4000 m de altitud, una gran planicie formada principalmente por materiales volcánicos, coronada por grandes volcanes activos que superan los 5000 m de altitud.



El volcán Isluga (5500 m). Imagen: Edilson Benvenuti, <http://www.panoramio.com/photo/912663>

Clima

El cambio altitudinal determina las principales diferencias entre uno y otro clima. El clima del sector litoral (**Cordillera de la Costa: CC**) está caracterizado por un gran número de días despejados. Los meses de enero, febrero y marzo presentan temperaturas medias superiores a 24° C, mientras que las mínimas no descienden de los 16 a 18° C. Este régimen excepcional solo se ve perturbado por el fenómeno de la camanchaca, que consiste en una niebla costera muy densa. La niebla se sitúa entre los 300 y 800 m de altitud, y se desplaza hacia el interior movida por vientos del sur y suroeste (Muñoz-Schick et al. 2001). Estas nieblas presentan un potencial hídrico para la obtención de agua potable, lo que ya ha sido experimentado en otras regiones de Chile (Román, 1999).



El fenómeno de las nieblas de la camanchaca cerca de Punta Pataches (Iquique) (Larraín H, 2008).

En la **Depresión Occidental (DO)** existe un clima desértico, que se extiende entre los 800 y 1500 m. Por encima de esta altitud y hasta los 2800 m, las características desérticas se mantienen dentro de una topografía más abrupta. Esta zona corresponde, en la mayor parte de su extensión, al desierto absoluto, con grandes zonas en las que las precipitaciones son inexistentes.



El núcleo hiperárido del Desierto de Atacama

Las condiciones climáticas de la precordillera (**Dominio de la Quebradas: DQ**) se asemejan bastante a las del **Altiplano Volcánico (AV)**, sólo que como las precipitaciones provienen del este, la pluviometría estival es significativamente menor en su borde occidental, no superando por lo general los 200 mm anuales, y desapareciendo casi por completo bajo la cota de los 2500 m. En cuanto a las temperaturas, los valores límite son también muy parecidos a los del Altiplano Volcánico (AV), fluctuando alrededor del 5°C como temperatura media anual. La sensación

térmica ambiental se encuentra dentro del carácter de las temperaturas de montaña, lo que se suma al enrarecimiento del aire en función de la altitud. Las precipitaciones en el altiplano se caracterizan por una gran variabilidad interanual de modo que a años secos suceden otros de gran pluviometría. Debido a la gran altitud del altiplano las precipitaciones se presentan en forma de agua nieve durante el verano o como nieve en el invierno, existiendo una larga temporada donde la superficie del territorio está nevada. A lo expuesto se debe añadir la disminución de la presión de oxígeno atmosférico en función de la altitud como una característica climática, la hipoxia hipobárica, llamada comúnmente Puna en Chile y Soroche en Bolivia, que se traduce en una barrera para el visitante no habituado a esas condiciones.

Marco geológico

Salvo la esporádica presencia de afloramientos paleozoicos en el fondo de quebradas en el sector preandino (e.g., Formación Aroma: Ordovícico-Silúrico), la Región de Tarapacá está caracterizada principalmente por unidades del Ciclo Andino que van desde el Jurásico al reciente. Si nos desplazamos a lo largo de la carretera internacional de Iquique a Oruro y la Ruta 5N encontramos las siguientes unidades geológicas y fisiográficas (Pinto et al., 2004):

1. **La Cordillera de la Costa (CC)**, con altitudes máximas de unos 1700 m (e.g., Cerro Constancia) y constituida por rocas volcánicas andesítico basálticas, pertenecientes a la Formación La Negra, que en esta zona tiene edades de 170-175 Ma (Jurásico Medio) (Oliveros et al., 2006).



Afloramientos andesíticos en la costa al sur de Iquique. A la izquierda andesitas masivas fuertemente propilitizadas. A la derecha facies epiclásticas o piroclásticas bien estratificadas.



Fenómenos de alteración. A la izquierda vena de epidota masiva en andesita, los piroxenos están fuertemente alterados a clorita. A la derecha, venillas de jaspe y epidota.

Estas rocas incluyen grandes tramos masivos, brechas volcánicas e intercalaciones de carácter epiclástico o piroclástico (depósitos de caída), caracterizadas por la neta formación de bancos estratificados. Estas rocas han sufrido en mayor o menor grado fenómenos de alteración regional, con la típica coloración verdosa y formación masiva de clorita-epidota (propilitización).

2. **La depresión Occidental (DO)** y los depósitos de nitrato. Se trata de una ligera depresión tipo cuenca endorreica, a unos 1000 m de altitud, con depósitos sedimentarios cuaternarios lacustres, aluviales y salinos que incluyen el Salar de Pintados. En el borde occidental de esta cuenca se localizan los famosos depósitos de nitrato de Chile (salitre) y las numerosas "oficinas" salitreras (e.g., Sta. Laura, Humberstone, Serena, entre muchas otras) desde donde se extrajo este mineral único a escala mundial.

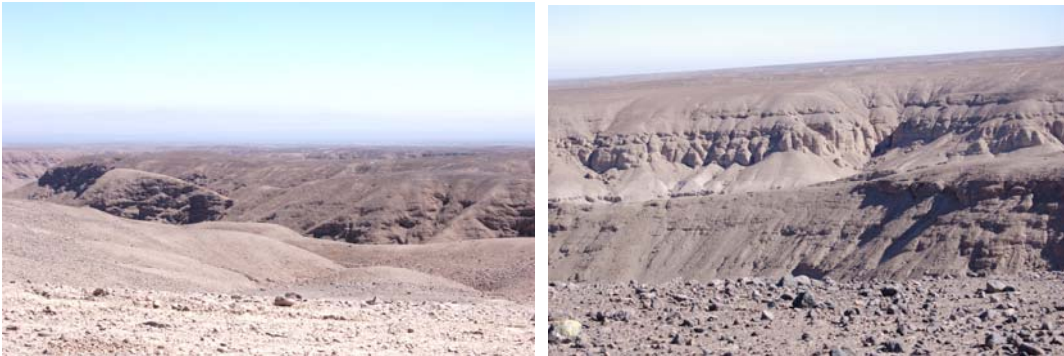


A la izquierda, oficina salitrera Santa Laura. A la derecha: nitratos en la misma oficina.

Estos depósitos de nitrato natural (NaNO_3) son parte de una faja N-S de unos 700 km con reservas (antes de producción) del orden de unos 250 Mt. El origen de los grandes depósitos de nitrato del Desierto de Atacama (Chile) ha sido un tema largamente debatido. A escala global los depósitos de nitrato de Chile constituyen una singularidad, ya que no existen yacimientos equivalentes en ningún otro lugar del planeta. Las hipótesis anteriores para el origen de los nitratos no reconocieron de manera global la importancia del Plateau Volcánico del Altiplano (PVA), unidad geológica del Mioceno al actual, de unos 70.000 km² de extensión. Un trabajo reciente (Oyarzun & Oyarzun, 2007) sugiere que la extrusión de un volumen de 10⁴ km³ de rocas piroclásticas en el PVA (Allmendinger et al., 1997; Babeyko et al., 2002) puede haber generado las condiciones necesarias para inducir la fijación térmica y eléctrica de unas 2800 Mt de nitrógeno atmosférico en la forma de compuestos del tipo NO_x. Esta cifra excede la cantidad de nitrógeno requerida para formar los depósitos de nitrato del Desierto de Atacama. Así, el origen de los depósitos de nitrato podría encontrarse en la combinación de: 1) condiciones hiperáridas (vitales para la estabilización final y preservación de la fase mineral de NaNO_3) y 2) vulcanismo masivo (clave para la fijación de grandes cantidades de nitrógeno atmosférico). Las erupciones volcánicas pueden tener muchas más implicaciones ambientales de las que usualmente se les suele conceder, contribuyendo de manera decisiva a los ciclos globales de muchos elementos y compuestos químicos.

3. **El dominio de las Quebradas (DQ)**. Cuando dejamos la depresión, rumbo al este el relieve crece por encima de los 2000 m y hasta unos 3000+ m, con depósitos sedimentarios clásticos continentales pertenecientes a la Formación El Diablo (Mioceno Medio a Superior). Luego aparecen rocas sedimentarias y volcánicas pertenecientes a la Formación Altos de Pica (Oligoceno Superior – Mioceno Inferior), que encontramos por encima de los 2500 m de altitud. Por último, más al este en el sector preandino, encontramos en el fondo de las quebradas

afloramientos de formaciones paleozoicas (Formación Aroma) o del Jurásico Superior (Formación Coscaya).



Gravas de la Formación El Diablo (carretera de Iquique a Oruro).

En el entorno de la Quebrada de Tarapacá el substrato corresponde a la Formación Coscaya (Sinemuriense-Oxfordiense), sobre la cual se dispone en discordancia angular la Formación Altos de Pica (Oligoceno Superior a Mioceno Inferior). A su vez sobre esta última se disponen las gravas de la Formación El Diablo. Más al norte la Formación Altos de Pica ha sido subdividida en tres formaciones diferentes: Azapa, Oxaya y El Diablo (L. Pinto; *com. pers.*). De esta manera, la Formación El Diablo podría ser considerada también como el miembro superior de la Formación Altos de Pica. No obstante, recordemos que la Formación El Diablo consiste en una potente y conspicua secuencia de sedimentos clásticos continentales, mientras que la otras unidades incorporan importantes facies piroclásticas. En otras palabras, El Diablo se merece el status de formación, pudiendo ser considerada como una clásica molasa, producto en este caso del desmantelamiento de la cadena andina, que incorpora no obstante (como sería de esperar) intercalaciones discretas de rocas piroclásticas, normalmente de ceniza volcánica.



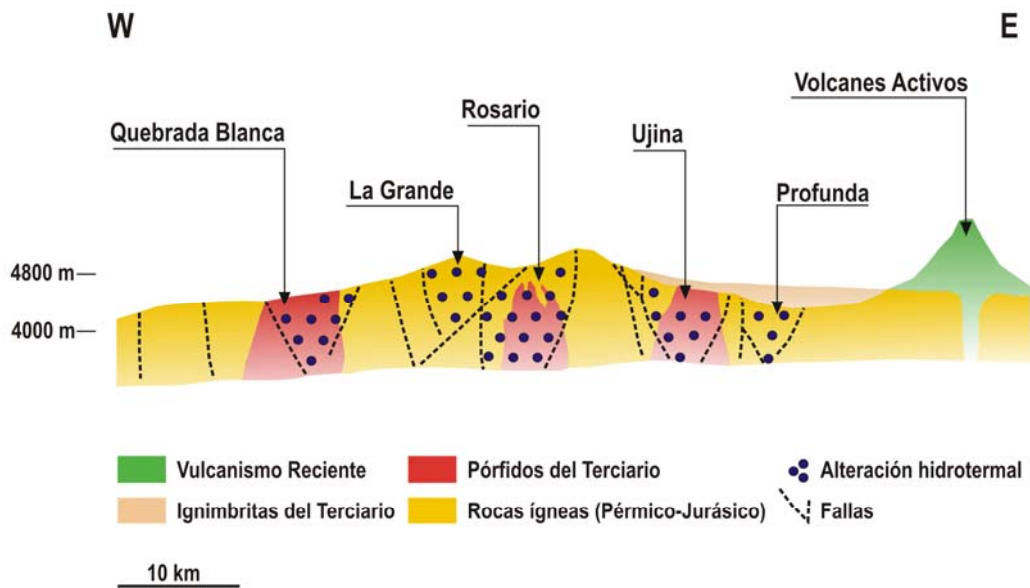
Quebrada de Tarapacá. A la izquierda, la Formación Altos de Pica (colores claros: rocas piroclásticas) en discordancia sobre la Formación Coscaya (colores oscuros). A la derecha, detalle de la anterior.

4. Más arriba, hacia el este, aparecen las rocas volcánicas andesíticas del Mioceno Medio a Superior, los salares pre andinos (equivalentes al Salar de Atacama) como el de Huasco y por último el Arco Volcánico actual (**Altiplano Volcánico**) sobre los 4000 m. El Salar Huasco consiste en un cuerpo evaporítico-sedimentario situado a una altitud aproximada de unos 3800 m. La cuenca de drenaje del salar se extiende a lo largo de una superficie aproximada de 1500 km², mientras que el salar propiamente tal se localiza en el sector sur de dicha cuenca y cubre un área de unos 50 km² (López Julián & Garcés Millas, 2002).



Salar Huasco y volcán Irruputuncu (<http://www.geo.mtu.edu/~jaherric/Chile.html>)

En este mismo entorno se desarrollaron fenómenos metalogénicos de primera magnitud, con formación de importantes yacimientos del tipo pórfido cuprífero-(molibdeno) y grandes sistemas filonianos (Dick et al., 1994). Estos yacimientos se enmarcan dentro de la provincia metalogénica de pórfidos cupríferos del Eoceno-Oligoceno. Hablamos del Distrito de Collahuasi, que incorpora los yacimientos de Quebrada Blanca, la Grande, Rosario, Ujina y Profunda, todos ellos localizados entre cotas de 4000 a 4800 m de altitud. A estos hay que sumar el yacimiento exótico de cobre de Huiniquintipa, emplazado en gravas y que constituye facies distales oxidadas relacionadas espacialmente con el yacimiento de Rosario.



Corte geológico esquemático a lo largo del Distrito de Collahuasi. Basado en Dick et al. (1994)

Comunidades vegetales

A pesar de su localización en el Desierto de Atacama, la región presenta algunos hábitats bien definidos donde la vida vegetal se desarrolla, en ocasiones, en condiciones de una extrema precariedad. De oeste a este se pueden definir cuatro hábitats principales. El primero son los **oasis de niebla costeros** donde la influencia oceánica disminuye la aridez del desierto de Atacama gracias al fenómeno de la camanchaca (ver *Clima*) que configura un clima desértico litoral Muñoz-Schick et al. (2001). Estos autores reconocen en este ambiente un total de 72 especies de plantas vasculares: dos pteridófitos, una gimnosperma y sesenta y nueve angiospermas (plantas con flores). Dentro de este último grupo dominan las asteráceas y las solanáceas. A pesar de la hiperaridez de la Depresión Occidental, en sectores de esta encontramos el ecosistema desértico de la **Pampa del Tamarugal**. Este se desarrolla bajo un clima caracterizado por elevadas temperaturas diurnas, gran oscilación térmica diaria; carencia casi absoluta de precipitaciones, presencia ocasional de neblinas, baja humedad relativa y alta radiación solar. En determinadas zonas, donde se acumula el agua subterránea, es capaz de sobrevivir el tamarugo (*Prosopis tamarugo*), un árbol autóctono de la familia de las leguminosas que puede alcanzar los 15 m de altura (Habit et al., 1980). Luego tenemos el **matorral desértico de cactáceas** (que trataremos a continuación) y por fin en el piso superior, en la zona precordillerana (3200 a 4000 m), encontramos matorrales bajos en sus laderas. A este último habitat corresponden los bosques de Queñoa, y en el altiplano (sobre los 3.800 m) se distinguen dos tipos de praderas: la de secano y la húmeda en la que destacan los **bofedales**.

El Matorral Desértico de cactáceas columnares (Corryocactus brevistylus y Browningia candelaria)

En las planicies y laderas del Dominio de las Quebradas, entre los 2000 y 3000 m crece una vegetación abierta, cuya cobertura no supera el 10%, dominada por la presencia de cactáceas columnares y arbustos bajos. Son plantas características *Corryocactus brevistylus* (guacalla), *Oreocereus hempelianus* (achacaño), *Haageocereus fascicularis*, *Ambrosia artemisioides* y *Browningia candelaria* (candelabro), esta última muy escasa. Las especies asociadas más frecuentes son *Atriplex imbricata*, *Opuntia sphaerica*, y *Notholaena nivea*, que crece entre las rocas (Luebert, 2004). Destacan especialmente en el paisaje las guacallas, a menudo arborescentes, que alcanzan hasta 5 m de altura, con ramas gruesas y articuladas cubiertas por largas espinas (Hoffmann, 1989). La vegetación con cactáceas de las planicies y laderas va desapareciendo al descender hacia el fondo de las quebradas, hasta transformarse en una comunidad boscosa riparia, muy modificada por la actividad humana.



Oreocereus hempelianus (achacaño) en la carretera de Iquique a Oruro (3000 m)



Coryyocactus brevistylus (guacalla) en el mismo sector

A unos 3000 m de altitud el matorral se hace progresivamente más complejo en cuanto al número de especies, ya que muchas plantas del altiplano descienden hasta los 3000 m.



Ephedra breana (pingo-pingo) en el mismo sector



Balbisia sp. (pupuña) en el mismo sector

Culturas precolombinas

En la zona de estudio floreció la denominada cultura Pica-Tarapacá (900-1500 DC). A este período de tiempo se pueden asociar los grandes geoglifos que se encuentran en diversos lugares de la Región de Tarapacá (p.ej., El Gigante de Atacama), que se correlacionan con el llamado período del Desarrollo Regional (Briones et al., 2005). De acuerdo a Poblete (2003) las primeras investigaciones arqueológicas en la sierra de Arica (al norte de la zona de estudio) evidencian una intensa ocupación desde comienzos del 1000 DC. Este momento de desarrollo regional se conoce como Período Intermedio Tardío y comprende desde el 1000 al 1400 DC. Por su parte Uribe (2006) señala que al sur de Arica y sus valles comienza una región arqueológica diferente en cuyo paisaje se van configurando ámbitos subregionales que desde antiguo regularon el carácter y tipos de los asentamientos humanos. Entre estos se pueden mencionar (de este a oeste) los siguientes. El altiplano con estepas de pastos duros y bofedales, y las cuencas y salares interiores óptimos para la caza y el pastoreo (e.g., Coposa y Huayco). El plano inclinado que desciende hacia la Depresión Occidental, con quebradas alternadas por el desierto absoluto. Estas quebradas interrumpen su curso en un tercer ámbito, correspondiente a la depresión conocida como la Pampa del Tamarugal (en la Depresión Occidental). Esta última está limitada hacia el oeste por la Cordillera de la Costa, con un fuerte acantilado y estrechas plataformas o playas, casi sin recursos de agua corriente. Esto condiciona un litoral muy desértico, pero altamente rico en recursos marinos de recolecta, pesca y caza, mantenidas por aguadas y la densa niebla costera (camanchaca). Las sociedades que habitaron Pica y Tarapacá durante el Período Intermedio Tardío han sido definidas como señoríos, sociedades de prestigio y rango, situación supuestamente compartida por las poblaciones del Norte Grande de Chile y, en general, por las sociedades de los Andes Centro-Sur. Estos señoríos perseguían el interés básico de las poblaciones andinas: la autosuficiencia social y económica.



El Gigante de Atacama: Geoglifo del Cerro Unitas. Figura de más de 80 m de altura.

Los pueblos andinos actuales: La población Aymara

Una de las características que identifica a los habitantes de los Municipios Rurales de la región cordillerana es la pertenencia de la mayoría de su gente a la cultura indígena Aymara. Esta es una de las diversas culturas precolombinas existentes en Sudamérica, concentrándose en Chile en la Región de Tarapacá. Durante los últimos 150 años, el pueblo Aymara se ha visto sometido a importantes cambios que han desestabilizado en parte su modo de vida. Esto ha forzado de alguna manera su incorporación a la sociedad chilena, lo que ha sido destructivo para su identidad cultural. La situación de pobreza y marginalidad urbana, junto con la discriminación, han determinado que muchos aymaras hayan preferido renunciar a su condición indígena para aspirar a una mayor integración en la sociedad. En 1993 los aymaras se organizaron para defender sus derechos; se promulga la Ley Indígena y se crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena CONADI, como una institución pública descentralizada, encargada de "promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado a favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas, especialmente en lo económico, social y cultural, y de impulsar su participación en la vida nacional". Se estableció entonces un Área de Desarrollo Indígena en la provincia de Iquique, la ADI "Jiwasa Oraje", que contempla territorios de cinco municipios rurales en los que viven aproximadamente 3756 habitantes indígenas. Sin embargo, a nivel sectorial no se ha aplicado una política educacional intercultural bilingüe que incluya la lengua Aymara en la formación del niño, perdiéndose así gran parte de la memoria histórica de este pueblo. Las políticas públicas se han orientado a llevar beneficios y programas destinados a favorecer el modelo urbano y el asentamiento de unidades poblacionales.



La localidad de Isluga

Palabras finales

La Región de Tarapacá ofrece múltiples oportunidades para el visitante interesado en *algo más que sol y playa*. Poníamos como subtítulo de este cuaderno de viaje: *De Iquique a los Andes: Stairway to Heaven*. Esto es exactamente lo que encontraremos en nuestro viaje a la Cadena Andina si iniciamos el recorrido en Iquique: *una escalera al cielo*. Podemos añadir que pocas regiones en el mundo ofrecen los contrastes fisiográficos, ecológicos y antropológicos que presenta la Región de Tarapacá.

Bajo un **punto de vista geológico**, la región nos ofrece la oportunidad de *recorrer* 170 millones de años de evolución geológica andina en pocas horas y kilómetros, desde los imponentes afloramientos andesíticos de la Cordillera de la Costa hasta el vulcanismo reciente de la Cadena Andina, pasando por singularidades geológicas a nivel mundial como los depósitos de nitrato o los potentes depósitos de gravas que nos muestran el producto final del desmantelamiento de una cadena de montañas. En este sentido, no puede faltar una visita a las salitreras de Humberstone y Santa Laura, que poseen el status de Patrimonio de la Humanidad.

El visitante interesado además en los **aspectos biológicos** de un entorno tan notable y hostil como el Desierto de Atacama, apreciará sin duda las importantes colonias de aves y leones marinos de la costa, y por supuesto, las comunidades de plantas que crecen en el Dominio de las Quebradas. Destacamos entre estas últimas, las cactáceas, que para el visitante europeo, siempre resultan extraordinariamente atractivas por su ausencia en el viejo mundo.

Quienes disfruten de **la arqueología**, encontrarán en la Región de Tarapacá auténticos tesoros de categoría mundial. Destacamos entre estos últimos los gigantescos **geoglifos** entre los que destaca la figura del Gigante del Desierto.

Por último, la zona es de fácil acceso, hay vuelos directos diarios de Santiago a Iquique, y dentro de la región la red de carreteras (asfaltadas o pistas), permite un acceso relativamente fácil para el visitante. Recomendamos en particular la ruta internacional de Iquique a Oruro, casi completamente asfaltada. La única precaución a tener en cuenta es la altura, en pocas horas se pasa literalmente de 0 a 4000 m. Lugares de obligada visita son el **Cerro Unitas** y **Pintados** (geoglifos), **Humberstone-Santa Laura** (salitreras), o **Tarapacá** e **Isluga** (poblados del interior). La región es espectacular, reserve al menos una semana para su primera visita.

Agradecimientos

Luisa Pinto, Profesora del Departamento de Geología de la Universidad de Chile (Santiago), tuvo la paciencia de intercambiar varios *e-mails* con uno de los autores (RO) sobre la geología de la Quebrada de Tarapacá, para aclararle los múltiples aspectos estratigráficos de este sector: Luisa, nuevamente, muchas gracias.

Material audiovisual complementario

1. Aves en el norte de Chile: pelicanos y cormoranes
2. Los Nitratos de Atacama (Parte 1)
3. Los Nitratos de Atacama (Parte 2)

Bibliografía

Allmendinger RW, Jordan TE, Kay S, Isacks BL, 1997. The evolution of the Altiplano-Puna plateau of the central Andes. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 25: 139-174.

Babeyko AY, Sobolev SV, Trumbull R B, Oncken O, Lavier LL, 2002. Numerical models of crustal scale convection and partial melting beneath the Altiplano-Puna plateau. *Earth and Planetary Science Letters*, 199: 373-388.

Briones, L, Núñez L, Standen V, 2005. Geoglifos y tráfico prehispánico de caravanas de llamas en el Desierto de Atacama (Norte de Chile). *Chungará*, 37: 195-223.

Cade-Idepe, 2004. Cuenca Quebrada de Tarapacá. Gobierno de Chile, Dirección General de Aguas. http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Tarapaca.pdf

Dick LA, Chávez WX, Gonzáles A, Bisso C, 1994. Geologic setting and mineralogy of the Cu-Ag-(As) Rosario vein system, Collahuasi District, Chile. *SEG Newsletter*, 19: 6-11.

Gajardo R, 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, 165 p.

Jofré Poblete D, Una propuesta de acercamiento al patrimonio arqueológico de la Comunidad de Belén (Región de Tarapacá, Chile). *Chungará*, 35: 327-335.

Larraín H, 2008. Oasis de niebla de Alto Patache. Eco-antropología: <http://eco-antropologia.blogspot.com/2008/02/oasis-de-niebla-de-alto-patache.html>

López Julián P, Garcés Millas I, 2002. Evolución química de las salmueras del Salar de Huasco (Chile) en condiciones experimentales controladas. *Revista de la Real Academia de Ciencias. Zaragoza*. 57: 201-209.

Luebert F, 2004. Apuntes sobre la vegetación de bosque y matorral del desierto precordillerano de Tarapacá (Chile). *Chloris Chilensis*, 7: 1 URL: <http://www.chlorischile.cl>

Habit M, Contreras, D, González RH, 1980. *Prosopis tamarugo*: arbusto forrajero para zonas áridas. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal (25), <http://www.fao.org/docrep/006/AD318S/AD318S00.HTM>

Hoffmann AE, 1989. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, 272 pp.

Muñoz-Schick M, Pinto R, Mesa A, Moreira Muñoz A, 2001. Oasis de neblina en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 389-405.

Oliveros V, Féraud G, Aguirre L, Fornari M, Morata D, 2006. The Early Andean Magmatic province (EAMP): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating on Mesozoic volcanic and plutonic rocks from the Coastal Cordillera, northern Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 157: 311-330.

Oyarzun J, Oyarzun R, 2007. Massive volcanism in the Altiplano-Puna Volcanic Plateau and formation of the huge Atacama Desert Nitrate Deposits: A case for thermal and electric fixation of atmospheric nitrogen. *International Geology Review*, 49: 962-968.

Pinto L, Hérial G, Charrier R, 2004. Sedimentación sintectónica asociada a las estructuras neógenas en la Precordillera de la zona de Moquella, Tarapacá (19°15'S, norte de Chile). *Revista Geológica de Chile*, 31: 19-44.

Román R, 1999. Obtención de agua potable por métodos no tradicionales. Ciencia al Día Internacional, 2: <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen2/numero2/articulos/articulo2.html>

Uribe M, 2006. Acerca de la complejidad, desigualdad social y el Complejo Cultural Pica-Tarapacá en los Andes centro-sur (1000-1450 DC). *Estudios Atacameños*, 31: 91-114.

Volver a: Ciencia y Sociedad – Geología – Botánica