

Paisaje del Balcón de Pisis en el área de Tinogasta (subsitio Ramsar sur). En segundo plano, la laguna Verde.



Diego Frau, Patricia Marconi y Yamila Battauz
 Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe, y Fundación Yuchan, Salta

Lagunas altoandinas y puneñas de Catamarca

Oasis en el semidesierto cordillerano

El altiplano de Catamarca tiene unos 38.000km² y alturas que oscilan entre los 3000m y los 5000m sobre el nivel del mar. Es una extensión atravesada por cordones montañosos dispuestos en dirección N-S, con abundancia de volcanes que a menudo superan los 6000m de altura y con formaciones arcillosas entre las que existen depresiones en las que aparecen lagunas de aguas con mayor o menor salinidad.

La zona tiene clima árido, frío y seco, con una amplitud térmica diaria que puede rondar los 40°C, y precipitaciones anuales de entre 100mm y 300mm concentradas en verano. El suelo es típicamente pobre en materia orgánica, lo cual, sumado a las inclemencias climáticas, determina la presencia de vegetación adaptada a la sequedad y al alto contenido de sal, con una fauna asociada en la que se destacan los camélidos sudamericanos silvestres –vicuñas y gua-

nacos–, si bien hay otros animales terrestres menos visibles para el visitante, como pumas y zorros andinos.

Hay lagunas y lagos salados en todos los continentes, incluida la Antártida. Son propios de situaciones en las que la evaporación supera a las precipitaciones. Entre los más conocidos están los mares Caspio y Negro, entre Europa y Asia, y en la Argentina, la enorme laguna Mar Chiquita, en Córdoba, y en Catamarca, las lagunas Grande, Purulla y Carachi Pampa, que tienen más de 200ha cada una. Históricamente, debido a las dificultades de acceso y a las inclemencias climáticas, estos ambientes han recibido menos atención por parte de los ecólogos que otros sistemas acuáticos continentales, a pesar de su elevado valor científico, paisajístico e incluso económico.

¿Cómo aparecen las lagunas de altura y por qué contienen agua salada? La respuesta está en el proceso de su formación, muy diferente del de lagunas de tierras bajas vinculadas con ríos de llanura. El clima altoandino, en especial la temperatura, las escasas precipitaciones y la ele-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Un área andina de 1,2 millones de hectáreas, incluida en la convención internacional para la protección de humedales o convención Ramsar con el nombre de 'Lagunas altoandinas y puneñas de Catamarca', tiene elevado valor científico, paisajístico e incluso económico.

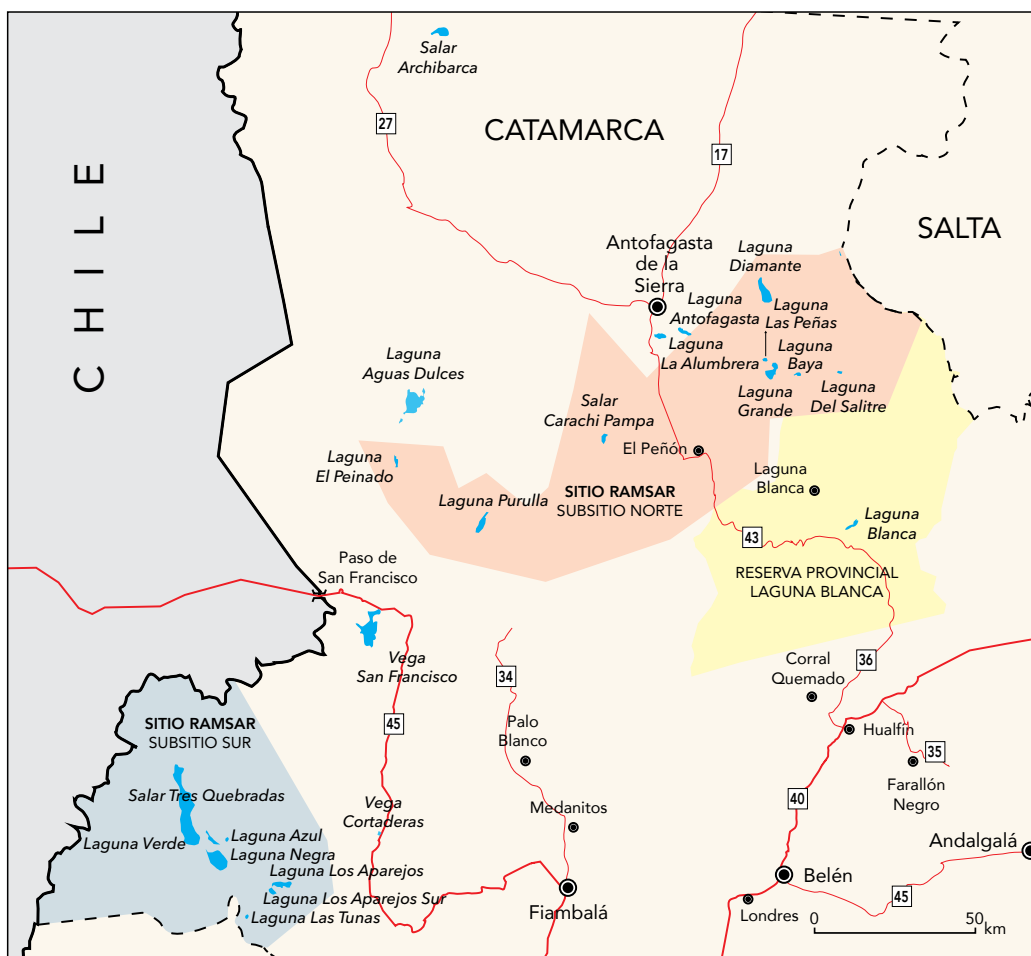
vada tasa de evaporación son los principales factores que originan la diferencia. En Catamarca la topografía conforma cuencas cerradas o *endorreicas*, generalmente circulares, a cuyas zonas deprimidas fluye el agua caída como granizo, nieve o lluvia. En su recorrido erosiona las rocas y el suelo, y acumula sales minerales —como sulfatos, carbo-

natos y boratos—, las que, con la evaporación, adquieren alta concentración en el agua.

Las variaciones de pendiente del terreno y la topografía determinan que el contenido de sal en estas lagunas sea muy variable. En Catamarca pueden encontrarse cuerpos de agua con muy baja concentración de sal (menos

de 1g/l) y otros con una carga salina elevada (35g/l, que es el valor medio del agua del mar). Entre los limnólogos se habla de *lagunas subhalinas* si tienen disueltos en el agua menos de 3g/l de sal: no son frecuentes en el altiplano de Catamarca y suelen estar vinculadas con pequeños ríos o arroyos. Las lagunas La Alumbreira y Antofagasta, conectadas con el río Punilla, son de este tipo.

Más frecuentes son las *lagunas hipohalinas*, como la laguna Las Peñas, con un contenido de sal entre 3g/l y 25g/l, por lo común vinculadas con vegas, que son manantiales vegetados de agua dulce. Por encima de esos valores encontramos las *lagunas mesohalinas* (hasta 50g/l) y las *lagunas hiperhalinas* (más de 50g/l), ejemplos de las cuales son, respectivamente, las lagunas Carachi Pampa y Verde. En las más saladas, la sal no disuelta es arrastrada por el viento y se concentra en las riberas en forma de costras blancuecinas.



Subsitios norte y sur del sitio Ramsar 'Lagunas altoandinas y puneñas de Caramarca'. La reserva provincial Laguna Blanca no es parte del sitio Ramsar.



Vega San Francisco.



Laguna Las Peñas.

Casi todas estas lagunas son, además, muy someras: no suelen superar los 10cm de profundidad, por lo que es muy difícil que alberguen peces. En ocasiones, si la profundidad lo permite, tienen vegetación sumergida, y en zonas aledañas, pastizales adaptados a aguas y suelos salinos. No todas tienen agua de modo permanente, e incluso pueden llegar a secarse por completo y dejar a la vista extensos salares, como los de Tres Quebradas y Archibarca, en los que se encuentran minerales de importancia comercial, entre ellos litio, boro y potasio en forma de salmueras. Muchos humedales se secan o se congelan en invierno y quedan inaccesibles a la fauna.

A pesar de que las condiciones descriptas no parecen ideales para que se establezcan abundantes formas de vida, la evolución dio como resultado una rica variedad de especies, muchas de ellas exclusivas de estos ambientes (llamadas *especies endémicas*), que han desarrollado adaptaciones para sobrevivir en ellos. Entre las formas de vida más conspicuas se destacan las aves, de las que se puede citar una treintena de especies endémicas, como las gallaretas gigante (*Fulica gigantea*) y cornuda (*F. cornuta*), la guayata (*Chloephaga melanoptera*), la avoceta andina (*Recurvirostra andina*), la gaviota andina (*Larus serranus*), el tero serrano (*Vanellus resplendens*) y el pato puna (*Anas puna*). Posiblemente las aves de las lagunas de altura que resultan más llamativas para los visitantes sean los flamencos, que se desplazan, según la época del año, entre cuerpos de agua ubicados en tierras bajas como Mar Chiquita en Córdoba o Melincué en Santa Fe, y los de tierras altas, principalmente en Catamarca y Jujuy. Dos especies de flamencos son típicamente andinas: el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) y la parina chica o flamenco puna (*Phoenicoparrus jamesi*), mientras el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), más conocido en buena parte del país, vive de modo habitual a menos altura.

Inadvertida a la vista del ojo inexperto, estas lagunas también albergan abundante vida microbiana, cons-

tituida por organismos en su mayoría no distinguibles a simple vista que brindan alimento a muchas de las aves mencionadas. Se trata de microcrustáceos, como pulgas de agua y copépodos (parientes lejanos de los cangrejos y las langostas marinas), pero también algas microscópicas como las diatomeas, que tienen capacidad de realizar fotosíntesis, al igual que las plantas terrestres que conocemos.

Se destacan también en estos ambientes los tapetes bacterianos, que son colonias de bacterias frecuentemente presentes en los bordes de las lagunas, con vibrantes colores rojos, amarillos y verdes. En algunos sitios, entre las bacterias se distinguen estromatolitos o microbio-litos, estructuras bacterianas que parecen rocas, pero están formadas por seres vivos y van creciendo en sentido vertical generación tras generación. Cada estromatolito puede albergar distintas comunidades de esos organismos, diferenciadas a simple vista por su color.

Lagunas altoandinas de Catamarca

Nombre del humedal		Altitud (m)	Sal (g/l)	Área (ha)
Subsitio Ramsar norte	Baya	4.200		
	Carachi Pampa	2.915	26,40	241,00
	Del Salitre	4.082		
	Diamante	4.388		
	Las Peñas	4.260	24,60	49,91
	Grande	4.100	9,80	312,53
	Peinado	4.100	40,91	184,00
Subsitio Ramsar sur	Purulla	3.500	19,34	487,40
	Azul	4.456	3,12	58,50
	Las Tunas	4.250		
	Los Aparejos	4.220	2,21	77,70
	Los Aparejos Sur	4.480	14,80	874,00
	Negra	4.250	86,88	2.942,00
	Verde	4.480	80,96	973,00
Otras	Tres Quebradas	4.240		
	Aguas Dulces	3.286	21,76	190,00
	Antofagasta	3.380	1,79	37,50
	Archibarca	4.100	48,53	49,80
	Blanca	3.200		
	Cortaderas	3.900	1,03	51,01
	La Alumbreira	3.250	2,02	50,03
San Francisco	4.015	6,70	262,50	

Los humedales incluidos en el cuadro fueron relevados por los autores, pero de algunos no obtuvieron valores de salinidad y extensión.



Salar Tres Quebradas.

Las bacterias que forman dichos tapetes son al parecer muy similares a los primeros organismos vivos que habitaron la Tierra hace unos 3600 millones de años. Su estudio proporciona una ventana de observación de las condiciones de la Tierra primitiva, en la que también se cree que imperaban condiciones de extrema salinidad, fuertes cambios de temperatura y marcada sequedad ambiental.



Laguna Verde. Ubicada a 4480 metros sobre el nivel del mar en un área de prospección minera de litio.



Laguna Diamante.



Formaciones de estromatolitos en Laguna Negra.

Frágiles ecosistemas en peligro

La importancia ambiental de las lagunas altoandinas quedó reconocida con la incorporación de algunas de Catamarca, junto con salares, a la categoría de sitio Ramsar, nombre que alude a una convención internacional de protección de humedales cuyos detalles se pueden consultar

Sitios Ramsar en la Argentina

Sitio	ha
Bahía de Samborombón, Buenos Aires	243.965
Bañados del río Dulce y laguna de Mar Chiquita, Córdoba	996.000
Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas, Tierra del Fuego	2.760
Humedal laguna Melincué, Santa Fe	92.000
Humedales del Chaco	508.000
Humedales de la península Valdés, Chubut	42.695
Jaaukanigás, Santa Fe	492.000
Laguna Blanca, Neuquén	11.250
Laguna de Llancanelo, Mendoza	65.000
Laguna de los Pozuelos, Jujuy	16.224
Lagunas altoandinas y puneñas de Catamarca (agrupadas en dos subsitios: norte y sur)	1.228.175
Lagunas de Guanacache, Desaguadero y Bebedero, Mendoza, San Juan y San Luis	962.370
Lagunas de Vilama, Jujuy	157.000
Lagunas y esteros del Iberá, Corrientes	24.550
Parque provincial El Tromen, Neuquén	30.000
Palmar de Yatay, Entre Ríos	21.450
Reserva costa atlántica de Tierra del Fuego	28.600
Reserva ecológica Costanera Sur, Buenos Aires	353
Reserva natural Otamendi, Buenos Aires	3.000
Reserva provincial Laguna Brava, La Rioja	405.000
Río Pilcomayo, Formosa	51.889
	5.382.281



Detalle de un estromatolito en el que los colores diferencian las diferentes comunidades de bacterias que alberga.

en <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-conven-cion-de-ramsar-y-su-mision>. El sitio Ramsar de dicha provincia, dividido en dos subsitios como lo indica el recuadro, incluye quince lagunas diseminadas en más de un millón de hectáreas. No obstante, los ecosistemas acuáticos y terrestres del sitio catamarqueño se han visto en la actualidad convertidos en escenarios de numerosas actividades humanas, más allá de las tradicionales realizadas en pequeña escala por las escasas poblaciones asentadas allí desde tiempos ancestrales. Entre las nuevas actividades de gran escala se destaca la minería. En el propio sitio Ramsar, en los salares Tres Quebradas y Carachi Pampa actualmente tiene lugar la prospección de litio, potasio, arenas silíceas y tierra de diatomeas. En cuencas adyacentes, se realiza prospección y extracción de oro, plata, cobre y litio. Las técnicas mineras pueden requerir la utilización de cianuro de sodio y ácido sulfúrico para separar esos metales de otros minerales, con el riesgo de que resulte liberado en forma accidental al ambiente natural. Además, todas las prácticas mineras tienen alta demanda de agua dulce.



Vicuñas en Laguna Blanca.



Flamencos andinos.

En los mercados mundiales, la demanda de litio para su uso en baterías, particularmente para autos eléctricos, ha crecido y sigue creciendo vigorosamente. En el altiplano de Catamarca, más el de Salta y zonas de Chile y Bolivia, se concentra el 83% de las reservas mundiales de litio, un área en la que están los principales sitios de alimentación y reproducción de los flamencos altoandinos, pues coincide con su distribución estival. Si bien el reemplazo de vehículos propulsados por combustibles fósiles por otros eléctricos representa una ventaja en cuanto a reducir las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero, en particular CO₂ y óxidos de nitrógeno, que destruyen la capa de ozono, tiene un costo ambiental por el hecho de que, para producir una tonelada de litio (necesaria para fabricar quince baterías de auto eléctrico) se requieren entre 1,3 y 2 millones de litros de agua. En esos ambientes el agua dulce no abunda: cubre menos del 1% de la superficie del altiplano de Catamarca y resulta fundamental para los asentamientos humanos y la subsistencia de los ecosistemas de altura.



Parinas chicas o flamencos puna.

El reducido número de estudios hidrogeológicos, geoquímicos y ecológicos realizados en este tipo de ambientes hace que la magnitud de las consecuencias de la minería en gran escala sea pobremente conocida. Por otro lado, en el actual contexto de cambio climático puede esperarse que en un futuro relativamente próximo los patrones de precipitaciones cambien, y que la demanda de agua dulce se incremente. Por ello, conocer estos ambientes y protegerlos se ha convertido en una responsabilidad de todos. **CH**

LECTURAS SUGERIDAS

FARIÁS ME, 2012, 'Microorganismos que viven en condiciones extremas en lagunas altoandinas', *CIENCIA HOY*, 21, 126: 26-33.

FLEXER V, BASPINEIRO CF & GALLI CI, 2018, 'Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing', *Science of The Total Environment*, 639: 1188-1204.

FRAU D et al., 2015, 'Controlling factors in planktonic communities over a salinity gradient in high altitude lakes', *Annales de Limnologie. International Journal of Limnology*, 51: 261-272.

FRAU D et al., 2015, 'Los flamencos altoandinos', *CIENCIA HOY*, 143: 32-38.

ISLA FI, 2010, 'El cambio climático global. Dos versiones del problema y una visión geológica', *CIENCIA HOY*, 117: 46-51.

WILLIAMS WD, 2002, 'Environmental threats to salt lakes and the likely status of inland saline ecosystems in 2025', *Environmental Conservation*, 29: 154-167.



Diego Frau

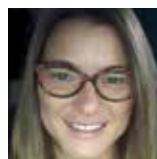
Doctor en ciencias biológicas, Universidad Nacional del Litoral.

Magíster en gestión ambiental de sistemas hídricos, Universidad de Cantabria, Santander. Becario posdoctoral del Conicet en el Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe. diegofrau@gmail.com



Patricia Marconi

Doctora en ciencias biológicas, UBA. Presidenta de la Fundación Yuchan, Salta.



Yamila Battauz

Doctora en ciencias biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Jefa de trabajos prácticos en la Universidad Autónoma de Entre Ríos.