

Massive volcanism at the Altiplano-Puna Plateau and formation of the huge Atacama Desert nitrate deposits: a case for thermal and electric fixation of atmospheric nitrogen*

Vulcanismo masivo en el plateau altiplánico y formación de los grandes depósitos de nitrato en el Desierto de Atacama: un caso de fijación térmica y eléctrica de nitrato atmosférico

Jorge Oyarzun (1) & Roberto Oyarzun (2)

(1): Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Serena, & CEAZA, Chile.

(2): Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de CC Geológicas, Universidad Complutense, España.

English: The origin of the giant nitrate deposits of the Atacama Desert (Chile) has been a controversial issue. At a global scale, the Atacama Desert nitrates constitute a rare singularity because no equivalent deposits are found anywhere else.

Previous hypotheses for origin of the Chilean nitrates have failed to recognize the importance of the 70,000 km² large Late Miocene to present Altiplano-Puna Volcanic Plateau (APVP), only 50-200 km eastward from the nitrate deposits.

We argue that the extrusion of a volume of over 10⁴ km³ of pyroclastic rocks at the APVP may have created the potential conditions to induce thermal and electric fixation of an estimate of 2,800 Mt of atmospheric nitrogen in the form of NO₃.

This figure exceeds the amount of nitrogen required to account for the Atacama Desert nitrate deposits. Thus, the origin of the nitrate deposits may be found in an unusual combination of hyper arid conditions (vital for the final stabilization and preservation of the NaNO₃ mineral phase) and massive volcanism (key to fix large amounts of atmospheric nitrogen).

Volcanic eruptions have far more environmental implications than they are usually granted, decisively contributing to the global cycles of many chemical elements and compounds.

For example, nitrogen fixation by volcanic activity could also explain the current excess of NO_x compounds in the pristine marine atmosphere of the mid Pacific, a realm conspicuously surrounded by the world's largest concentration of active volcanoes on Earth.

Español: 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.

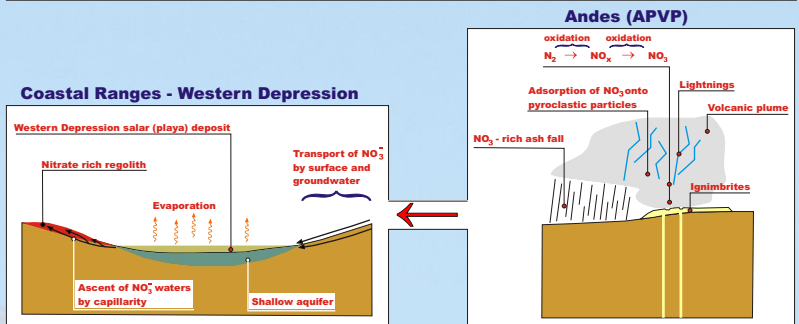
Sugerimos que la extrusión de un volumen de 10⁴ km³ de rocas piroclásticas en el PVA puede haber generado las condiciones necesarias para inducir la fijación térmica y eléctrica de unas 2.800 Mt de nitrógeno atmosférico en la forma de NO₃.

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 hiper áridas (vitales para la estabilización final y preservación de la fase mineral de NaNO₃) y 2) vulcanismo masivo (clave para la fijación de grandes cantidades de nitrógeno atmosférico).

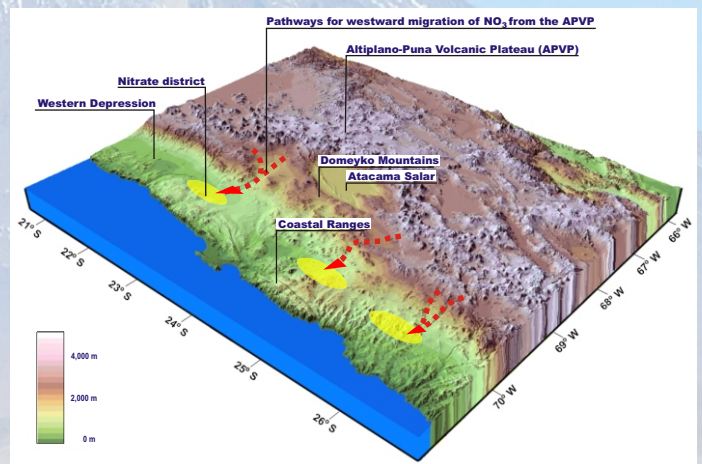
Las erupciones volcánicas pueden tener muchas más implicaciones ambientales de las que usualmente se les suele conceder, contribuyendo de manera decisiva a los ciclos globales de muchos elementos químicos y compuestos

Por ejemplo, la fijación de nitrógeno atmosférico por la actividad volcánica podría explicar el exceso actual de compuestos del tipo NO_x en la atmósfera sobre el Océano Pacífico Central, un dominio que precisamente se encuentra rodeado por la mayor concentración de volcanes en el mundo: El Cinturón de Fuego del Pacífico.

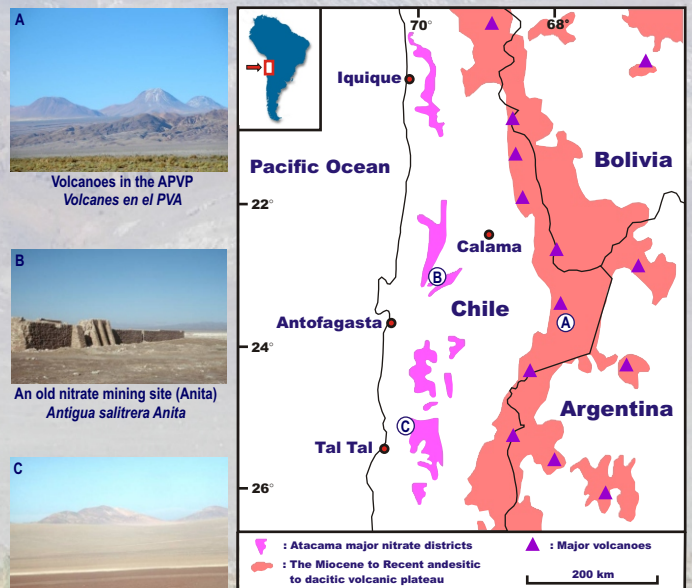
The Atacama volcanothermal - electric process for nitrate production



Model for nitrate fixation (volcanothermal-electric), migration and deposition Modelo para la fijación (volcanotérmica-eléctrica), migración y precipitación de nitrato



Nitrate (NO₃) migration from the Altiplano to the Western Depression Migración del nitrato (NO₃) desde el Altiplano a la Depresión Occidental



The hyper arid Atacama landscape
El paisaje hiper árido de Atacama

Location of nitrate deposits and the APVP
Localización de los depósitos de nitrato y el PVA

*: Una versión completa de este trabajo se encuentra actualmente en prensa (2007) en la revista International Geology Review