

Xosé Ramón Campos (Coord.)

**CANDO CAEN AS FOLLAS**  
Homenaxe ao Profesor Carlos Sixirei



© Coordinador: Xosé Ramón Campos, 2021

© De sus textos, sus autores

© Ir Indo Edicións  
Avda. Florida, 30  
36210 Vigo  
Tlfn: 986 21 12 12  
administracion@irindo.com

*Diseño y fotografía de portada:* María Torre Sarmiento

*Maquetación:* María Torre Sarmiento

*Impresión:* Sacauntos

ISBN: 978-84-7680-762-0

Dep. Legal: VG 575-2021

## Los Tafoni de Atacama (Chile), geodiversidad y geopatrimonio

ELENA DE UÑA-ÁLVAREZ

Área de Geografía Física, Grupo GEAT, Universidad de Vigo

### LAS CAVIDADES ROCOSAS TIPO TAFONI

Desde el océano Pacífico hasta la cordillera de Los Andes, la región chilena de Atacama presenta un paisaje de carácter ancestral. Las formas de relieve en este territorio que se extiende paralelo a la costa, con un promedio de precipitaciones anuales muy bajo (24 mm), derivan de una larga historia geomorfológica. Su origen está relacionado con la evolución del antiguo continente de Gondwana y sus paleo-paisajes, expuestos durante largo tiempo a los procesos de meteorización y erosión (Rabassa, 2014). Entre las formas de relieve de rango dimensional meso-micro destacan las cavidades rocosas conocidas con el nombre de *tafoni*, que fascinan desde hace más de un siglo a los investigadores y estudiosos de las Ciencias de la Tierra; y también, en la actualidad, al público general.

Los *tafoni* (en singular *tafone*) son huecos o cavidades, parcial o totalmente cerrados, que crecen en el interior de los bloques rocosos (Reusch, 1882; Penck, 1894). Estas geo-formas, también denominadas *horados* (Prado, 1864), *niches* (Bryan, 1928), *cavernous rock surfaces* (Blackwelder, 1929), *taffoni* (Bourcart, 1930) y *hohlblockbildungen* (Klaer, 1956) presentan dimensiones centimétricas-métricas, encontrándose en cualquier litología o medio climático (De Uña-Álvarez, 2012). En muchos casos el interior de estas cavidades rocosas está diversificado en alveolos de planta circular o elíptica, separados por resaltes rocosos. Desde finales del siglo XX gran parte de la investigación sobre estas formas ha

estado centrada en explicar su génesis. Algunos autores relacionan el origen de los *tafoni* con procesos exógenos desencadenados por las oscilaciones térmicas (e.g. Kvelberg y Popoff, 1938; Hall y André, 2006), los ciclos de hielo-deshielo (e.g. Cailleux, 1953) o la cristalización de sales (e.g. Prebble, 1967; Bradley et al., 1978; Young, 1987; Huinink et al., 2004). Otros autores consideran un origen ligado a procesos sub-superficiales de meteorización y erosión diferencial (e.g. Panzer, 1954; Wilhelmy, 1964; Matsukura y Tanaka, 2000; García-Rodríguez y Centeno, 2014). Además, existen evidencias sobre la génesis endógena de los *tafoni*, ligada a procesos de deformación de las rocas durante la intrusión (Vidal-Romaní y Gracia, 1987; Vidal-Romaní, 2008; Roqué et al., 2013). La hipótesis más reciente establece un origen para los *tafoni* en rocas magmáticas como resultado de dos fases (Vidal Romaní et al., 2014): la primera, en ambiente endógeno; la segunda, una vez que la forma es expuesta en la superficie terrestre. Será en la segunda de ellas cuando, tras el inicio de la desagregación granular o la descamación en la base o en las paredes de los bloques rocosos, el crecimiento tendrá lugar en una cavidad única o segmentada en pequeños dominios; su desarrollo puede borrar la rugosidad de la superficie interna, o progresar más activamente en algún dominio hasta que se abre una ventana al exterior. Por último, la degradación total (estado no activo) acontece por la ruptura o el volcado de la forma.

Los primeros estudios en el mundo sobre estas geo-formas las definieron como elementos singulares en los paisajes rocosos, buscando la explicación del fenómeno (De Uña-Álvarez, 2008). En la Sierra de Guadarrama (Sistema Central, Península Ibérica) su presencia llamó la atención de Casiano de Prado (1864) ya que taladraba, de manera asombrosa, una masa de granito. Hans Reusch (1882) observó el mismo fenómeno en los granitos de Córcega, empleando para su designación un término local derivado del verbo *tafonare* (abrir una ventana al exterior); y Ragnar Hult (1899) calificó su hallazgo en el sur de Ourense (Galicia, noroeste de la Península Ibérica) como resultado de un “misterioso camino” en los procesos de meteorización del granito (De Uña-Álvarez y Vidal-Romaní, 2005). Después de cien años de investigación sobre el tema de los *tafoni*, los casos del litoral de Atacama (Chile) aparecerán citados como ejemplo de las geo-formas desérticas (Cooke et al., 1993) y adquieren un reconocimiento universal en el contexto de los estudios sobre paisajes graníticos (Godard, 1977; Twidale y Vidal-Romaní, 2005). Una nueva etapa se abrirá con el inicio del nuevo milenio: su consideración como bienes patrimoniales.

## ESTUDIOS PIONEROS SOBRE LOS TAFONI DE ATACAMA

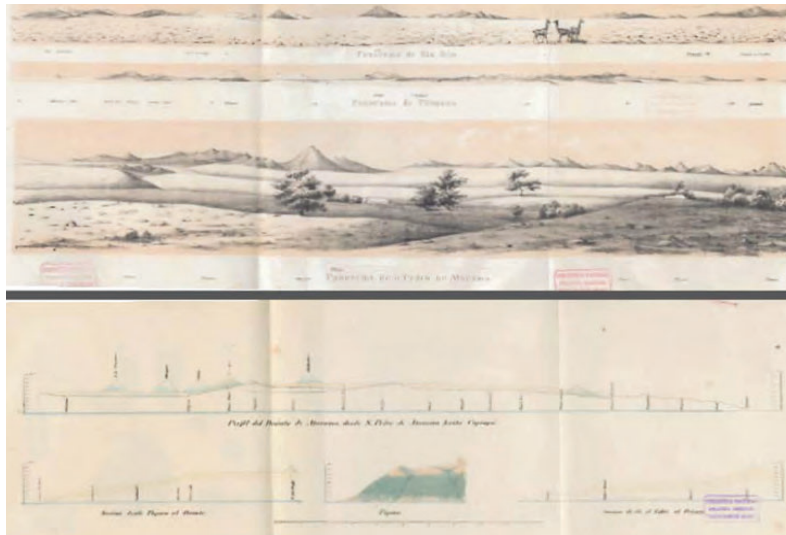
Las aportaciones de naturalistas y exploradores abrieron el escenario de Atacama al mundo (Sagredo, 2013; Muñoz, 2014). Entre ellas cabe mencionar las de Alexander von Humboldt (1799-1803) por lo que respecta al relieve y las corrientes marinas; las de Charles Darwin, que visitó la región de Atacama entre abril y julio de 1835; las de Ignacio Domeyko, que recorrió el territorio entre los Andes y la costa durante el período 1842-1843 para estudiar las estructuras geológicas; y las de Claudio Gay, que visitó la región de Atacama en 1841. En 1848, Pedro José Amado Pissis fue contratado por el gobierno para realizar la descripción geológica de la república de Chile, labor en cuyo contexto recorrió el desierto de Atacama, publicando posteriormente su obra *Geografía física de la República de Chile* (1875); con una finalidad similar Rodolfo Amando Philippi (1808-1904) comenzó la exploración de Atacama en 1853 (Figura 1), describiendo este territorio con las siguientes palabras:

“Aquella gran parte de América del Sur, que se extiende desde el río Copiapó, bajo el grado 27°20’ de latitud sur, hasta Cobija 22°30’ de latitud sur, y desde el océano Pacífico hasta las provincias argentinas, y que lleva el nombre de desierto o despoblado de Atacama, es un terreno que comprende de Norte a Sur unas 108 leguas en línea recta y de Oeste a Este por lo menos 55-60 leguas (...) Copiapó, o S. Francisco de la Selva, que es su nombre oficial, aunque nunca lo he oído emplear (la selva que dio lugar a llamarlo así ha desaparecido desde hace muchísimo tiempo), yace en la orilla septentrional del río Copiapó y es la capital de la provincia de Atacama, erigida por ley del 31 de octubre de 1843 (...) Era mi intención empezar el reconocimiento de la costa desde el pequeño puerto de Chañaral [hacia] las caletas de Totoralillo, Obispito, Obispo, Puerto Flamenco y las puntas prominentes de Cabeza de Vaca y Punta de los Infieles (...) Cerros negruzcos enteramente pelados, que se elevan de una playa arenosa blanquecina, las formas comidas y lavadas de los peñascos en la altura no permiten ninguna duda sobre el hecho de que el mar ha bañado estos lugares y que la costa se ha elevado después” (Philippi, 1860: 1-21).

Es probable que la alusión a las “formas comidas y lavadas” esté relacionada con la existencia de cavidades rocosas. En cualquier caso, todos estos escritos y sus representaciones gráficas fundamentaron el

interés hacia la geomorfología de Atacama, tratada desde entonces en el ámbito de investigaciones básicas y aplicadas. La estructura actual del relieve en el litoral de Atacama comprende una serie de planicies y terrazas escalonadas (bien diferenciadas en el área de Caldera y la desembocadura del río Copiapó), quebradas y la llamada cordillera de la Costa (Araya, 1976; Paskoff, 1989; Castro et al., 2007; Quezada et al., 2007). La mayoría de los *tafoni* se encuentran en la zona supra-mareal, desarrollados en substrato granítico, un sector que Philippi ya contempló como una antigua zona sumergida y emergida posteriormente.

**FIGURA 1. PANORAMA Y PERFIL DEL DESIERTO DE ATACAMA DESDE SAN PEDRO HASTA COPIAPÓ**



Fuente: Philippi, 1860: Anexo.

Las primeras descripciones geomorfológicas (Segerstrom y Henríquez, 1964) mencionan la localización de los *tafoni* en los bloques rocosos del área sur de Caldera, Quebrada Seca, Quebrada del Buitre y río la Gallina (entre 27° S y 28° S de latitud), describiéndolas como características excepcionales y pintorescas del paisaje cuya apariencia semeja la de un “queso suizo”. Estos autores señalaron la similitud morfológica de los casos de Atacama con otros previamente reconocidos en Norteamérica, en la Antártida y en otras regiones áridas o semiáridas de la tierra. Introducen por vez primera el término *corso* en las publicaciones científicas americanas,

considerando su idoneidad para identificar y reconocer las cavidades internas en el desierto de Atacama, al mismo tiempo que aportan una descripción de sus principales características:

“Las aberturas en la roca son de todos los tamaños desde cavidades de pocos centímetros en profundidad y diámetro hasta cuevas suficientemente amplias para alojar a varias personas (...) Las formas típicas de las cavidades son esferoidales, aunque son comunes formas elipsoidales y en espiral. Algunas aberturas han perforado la pared de la masa rocosa, formando ventanas o pequeños puentes naturales. Muchas cavidades están emparejadas semejando los ojos de una lechuza (...) La intersección de las cavidades entre ellas y con las superficies externas de la roca han generado monolitos y otras formas extrañas”. (Segstrom y Henríquez, 1964: 121, traducción de la autora).

Las formas descritas se encuentran tanto en granitos (área costera de Caldera) y granodioritas (Quebrada-Cerro del Buitre en Tierra Amarilla, 600 m s.n.m.) como en argillita (Quebrada Seca) o dioritas (valle Gallina, 3.600 m s.n.m.); los autores señalaron que ni las diferencias litológicas ni la diaclasación parecen influir en la distribución de las cavidades, excepto en el caso de las argillitas cuando presentan planos de pseudo-estratificación.

Poco después, el estudio de Grenier (1968) delimitó también como sector ideal para el trabajo sobre estas geo-formas el margen meridional del desierto de Atacama (Puerto Flamenco, Caldera, Copiapó, Coquimbo, Bahía El Teniente) (Figura 2) al poseer un especial valor tanto por su extensión como por la singularidad del paisaje:

“La zona costera del desierto costero chileno, desde Tongoy al Sur hasta Tocopilla al menos al Norte, en más de 1.000 km por tanto, posee el campo de taffonis posiblemente más extendido y más destacado del mundo (...) sobre las terrazas costeras, los bloques parecen haber perdido toda resistencia y se dejan horadar, vaciar totalmente desde el interior. Un verdadero museo de todas las formas posibles de los taffonis aparece a nuestros ojos” (Grenier, 1968: 193, traducción de la autora).

Las descripciones elaboradas por este autor narran una “diversidad asombrosa” de las formas localizadas en las terrazas del norte de Caldera

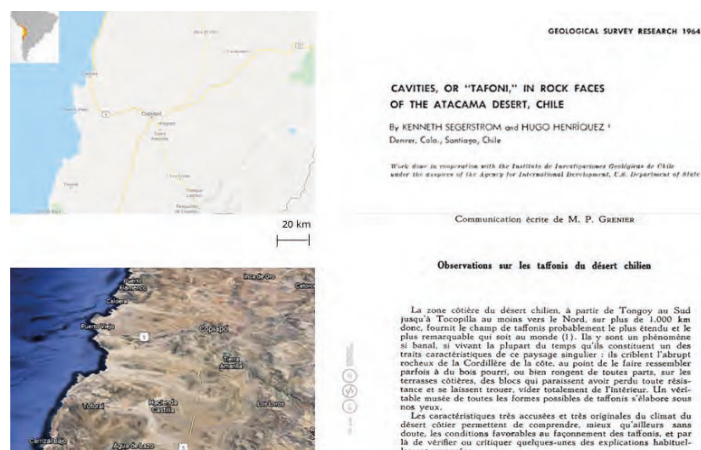
sobre dioritas poco diaclasadas (cavidades circulares desde 20-40 cm hasta 3-4 metros de altura entre la base y el techo interno, ubicadas entre 80-140 m de altitud s.n.m.); en el valle del río Copiapó, dentro de los bloques de granodioritas (cavidades con más de 4 metros de altura entre la base y el techo interno) ubicados a 700 m s.n.m.; y también en las cuarcitas de Puerto Flamenco, las rocas volcánicas al sur de Tocopilla, los conglomerados de Carrizal Bajo y los acantilados al norte de Tongoy todas ellas con dimensiones entre 1-3 metros. Además de sentar el antecedente del concepto de “museo de formas”, el trabajo de Grenier estableció la distinción entre dos tipos de *tafoni* a partir del estado observado en las granodioritas de la Quebrada del Buitre:

“(…) casi todos los bloques, vaciados, rotos, basculados, de dimensión bastante homogénea entre 1 y 2 metros, testimonian un primer período de “taffonización” – período menos favorable aquí que en la costa ya que los bloques no han sido vaciados completamente; la rareza de los fragmentos más pequeños, el espesor de la capa ferruginosa pardo-rojiza que cubre uniformemente los bloques y les otorga una resonancia metálica de una pureza sorprendente, las huellas inciertas de alveolos completamente ferruginizados, el general debilitamiento general de las formas, demuestran que este período es antiguo; pero una segunda fase ha sucedido a continuación: taffonis actuales, entre 0.50 metros y 1 metro de altura se han formado a continuación en los lugares favorables; se distinguen de los antiguos taffonis por el color claro de la roca fresca que se descama ligeramente, por las eflorescencias, el alero netamente definido, que identifican, como en todas partes, los taffonis activos.” (Grenier, 1968: 197, traducción de la autora).

La explicación del fenómeno reposa en estos estudios pioneros sobre la acción de los procesos exógenos: a través de mecanismos de hidratación-desecación que causarían una expansión-contracción diferencial en la roca, cuyos productos serían evacuados por el viento. Reconociendo el enorme interés de los trabajos anteriores y apoyándose en las referencias sobre la existencia de *tafoni* al sur del área de Caldera (Costa de Rasas), el estudio de Leyton y Andrade (1987: 32) consideró también la posibilidad de un control estructural mediante la influencia de los planos de diaclasas en el desarrollo de las formas.



FIGURA 2. PRIMEROS ESTUDIOS GEOMORFOLÓGICOS SOBRE TAFONI EN EL DESIERTO DE ATACAMA



Fuente de los mapas: <https://earth.google.com/web/>

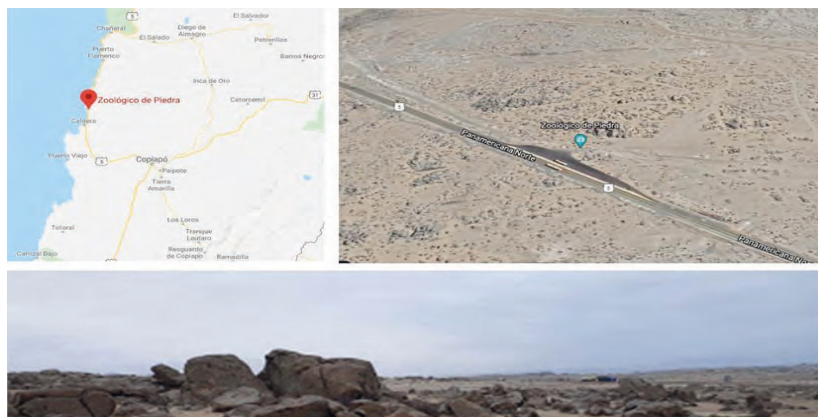
### DEL ANÁLISIS AL GEOPATRIMONIO: EL ZOOLOGICO DE PIEDRA

La conservación y la tutela del geopatrimonio chileno, una rica geodiversidad que sustenta al mismo tiempo la biodiversidad, surge al amparo de las recomendaciones internacionales (Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, 2008; ProGeo, 2011) y han sido impulsadas especialmente por el Servicio Nacional de Geología y Minería, la Sociedad Geológica de Chile (SGCh) y las universidades nacionales, si bien la labor institucional del gobierno sobre las Áreas Protegidas influye sin duda en su consideración (Mourgues et al., 2016). En este contexto, cabe destacar la realización de una serie de trabajos que han evaluado el valor patrimonial del “museo de formas” constituido por el campo de *tafoni* al norte de Caldera, ya avanzado por los estudios pioneros tratados en el epígrafe anterior.

Con el nombre de Zoológico de Piedra (26° 56' S – 70° 47' E) (Figura 3) se identifica en la actualidad ese conjunto de cavidades internas del litoral de Atacama, uno de los más importantes del mundo, formado en los bloques graníticos, cuyas dimensiones alcanzan hasta 10 metros. Su identificación en el marco de un proyecto para definir las bases de la conservación en Atacama III Región (Castro et al., 2010a y 2010b) junto

con otros componentes de la geodiversidad (por ejemplo las terrazas y acantilados de Chorrillos, el yacimiento fosilífero Bahía Inglesa, las formas de erosión Quebrada la Higuera, y el humedal costero río Copiapó) ha promovido la conciencia de su interés y valor.

FIGURA 3. EL CAMPO DE TAFONI DENOMINADO ZOOLÓGICO DE PIEDRA



Fuente: <https://earth.google.com/web/>

Localizado a 14 km al norte de Caldera, próximo a la ruta 5 norte, el paisaje del Zoológico de Piedra muestra un relieve de aspecto ruíniforme, con bloques rocosos entre 0.5 y 15 m de diámetro; como ya se advertía en los primeros relatos de los *tafoni* de Atacama, estuvieron cubiertos antiguamente por el mar, y en la actualidad están ubicados sobre una terraza marina (25-100 m s.n.m. hacia el este de la ruta 5 norte) que se extiende hasta la base de Cordillera de la Costa (Castro et al., 2010a). En el Zoológico de Piedra se encuentran diversos tipos de *tafoni*, con dimensiones de orden centimétrico– métrico, muchos de ellas presentando una morfología que recuerda a diferentes animales. Además de ser un lugar representativo desde el punto de vista geomorfológico a escala nacional e internacional, con valor científico, está dotado de valores estético-paisajísticos, y posee un interés cultural, educativo y turístico. Este campo de *tafoni* (un museo al aire libre) ha sido definido por Ramírez (2012) como un recurso patrimonial con alto potencial para la geo-conservación y el desarrollo del turismo sostenible, en el contexto de una propuesta de parque biológico en la zona de Punta Totalillo (30 km al norte de la

ciudad de Caldera) ya que es una “*muestra representativa de los procesos y ecosistemas propios del desierto de Atacama*” indicando que:

“Los resultados de las observaciones en terreno indican que el desarrollo de cavidades está condicionado a características geomorfológicas de la zona, concentrándose en laderas y paredes rocosas de alta pendiente, así como a lo largo de quebradas; y que la meteorización de las rocas ocurre a través de procesos como la desagregación granular y exfoliación (...) la formación y evolución de cavidades se produce mediante meteorización física, a través de mecanismos como la haloclastia y la meteorización por insolación; y que la ubicación geográfica de las zonas asegura la eficiencia de ambos mecanismos (...) Estas formas de erosión se presentan en Punta Totoralillo, y más espectacularmente en la localidad denominada Zoológico de Piedra (...) Este lugar está descrito como el campo de tafoni más extenso, y con los mayores tafoni del mundo, por lo que su potencial geopatrimonial y geoturístico le entrega un valor agregado al parque biológico” (Ramirez, 2012: resumen, 1-3).

Dentro del Programa de Detección y Establecimiento de Geositios en Chile (SGCh), el Zoológico de Piedra fue incluido en el listado nacional (ficha 22) (Figura 4) debido a sus valores escénicos, geomorfológicos, estructurales y turísticos. Sin embargo, la descripción aportada todavía mantiene, al igual que otros trabajos mencionados, la interpretación realizada en sus primeros estudios:

“consiste en una serie de afloramientos continuos, en una superficie de algunas hectáreas, de granitos en los que se han desarrollado taffoni (...) Los granitos de edad paleozoica, afloran en una terraza marina distante menos de un kilómetro del mar, por lo que reciben brisas cargadas con humedad marina, que al condensarse en las rocas, genera procesos hialoclásticos que van horadando el granito y dando lugar a formas muy variadas. Los sistemas de diaclasa de la roca, inciden también en las formas generadas. Es un lugar situado al costado de la carretera Panamericana, bastante intervenido por el hombre...” (<http://www.sociedadgeologica.cl/zoologico-de-piedra/>)

Encontramos una interpretación que menciona la posibilidad de un origen más complejo, de acuerdo con las hipótesis más recientes (Vidal

Romaní et al., 2014) en el Museo Virtual de Geología (<http://www.geovirtual2.cl>) de W. Griem quien observa que la distribución de los *tafoni* en la Región de Atacama no posee una correlación con la magnitud del viento y que los procesos exógenos solo tienen una actividad importante en la última fase de su formación.

FIGURA 4. EL GEOSITIO ZOOLOGICO DE PIEDRA (CALDERA, ATACAMA)



Fuente: <http://www.sociedadgeologica.cl/zoologico-de-piedra/>

El desarrollo del programa de Rutas Patrimoniales del Ministerio de Bienes Nacionales estableció en 2005 la Ruta Patrimonial Litoral de Atacama, a través de sus lugares de interés natural y cultural, para recorrer en vehículo. El recorrido del litoral entre Caldera y Chañaral (113,92 km) sigue la Carretera Panamericana, identificando el Zoológico de Piedra como el hito número 20: “*rocas erosionadas por el viento y lluvia que asemejan gigantescos monstruos*”. Permanece, para explicar estas geo-formas, una interpretación asociada sobre todo a las acciones de la humedad y del viento. La divulgación y promoción de su valor patrimonial, no obstante, ha tomado un gran impulso desde que fueron publicados en el presente milenio la serie de estudios geomorfológicos y geo-patrimoniales del litoral de Atacama. De este modo, se pretende que este geositio sea considerado para integrarlo en una propuesta de Geoparque en el litoral de Atacama (Castro et al., 2009) que incluiría: el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande Atacama, creada en 2005, el Santuario de la Naturaleza Granito Orbicular, y las formaciones y estructuras rocosas del Valle del Río Copiapó.

Tal y como señalan Castro *et al.* (2010a) la actividad humana juega hoy un importante papel en el campo de *tafoni*. Por una parte, debido al tránsito continuo de vehículos por la ruta 5 y la atracción que ejerce el museo de piedra para la visita turística (es de acceso libre) o para algunas actividades deportivas (Figura 5); no menos relevante, por otra parte, es la existencia de infraestructuras mineras que atraviesan el sitio y que han generado la remoción de terrenos. La singularidad del Zoológico de Piedra, su promoción como recurso patrimonial, su relación con otros lugares próximos inventariados por su valor patrimonial y su inclusión en diversos programas de divulgación al público han generado el aumento de la afluencia con las inevitables consecuencias en lo relativo a los impactos antrópicos.

FIGURA 5. PROMOCIÓN PARA ACTIVIDADES TURÍSTICAS Y DEPORTIVAS DEL ZOOLOGICO DE PIEDRA (CALDERA, ATACAMA)



Este museo de *tafoni* conforma un paisaje supra-litoral cuyos orígenes son muy antiguos, siendo merecedor de protección. A partir de los trabajos de Segerstrom (1967), centrados en una guía de excursión este-oeste, algunos autores proponen la elaboración de un itinerario geoturístico y

geopatrimonial actualizado en la provincia de Copiapó (Cáceres et al., 2011). Así se recupera, por tanto, la memoria del territorio, donde las formas de relieve toman un valor histórico y simbólico; entre ellas, las cavidades rocosas de Atacama que producen asombro guardando, además, importantes referentes de la evolución geomorfológica del desierto.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA, J. (1976): "Reconocimiento de tipos e individuos geomorfológicos regionales en la costa de Chile", *Investigaciones Geográficas*, 23, pp. 9-28. Doi 10.5354/0719-5370.2014.31718
- BLACKWELDER, E. (1929): "Cavernous rock surfaces of the desert", *American Journal of Science*, XVII (101), pp. 393-399.
- BOURCART, J. (1930) : "Le problème des taffoni de Corse et l'érosion alvéolaire", *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique*, 3 (1), pp. 5-15.
- BRADLEY, W. C.; HUTTON, J. T. y TWIDALE, C. R. (1978): "Role of salts in development of granitic tafoni, South Australia", *The Journal of Geology*, 86, pp. 647-654. Doi <https://doi.org/10.1086/649730>
- BRYAN, K. (1928): "Niches and other cavities in sandstone at Chaco Canyon", *Zeitschrift für Geomorphologie*, 3, pp. 125-140.
- CÁCERES, M. et al. (2011): "La Ruta de Segerstrom: transversa geoturística y geopatrimonial en la Provincia de Copiapó, Región de Atacama", *Actas del I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile*, pp. 34-37.
- CAILLEUX, A. (1953) : "Taffonis et érosion alvéolaire", *Cahiers Géologiques de Thoiry*, 16/17, pp. 130-133.
- CASTRO, C.; MARQUARDT, C. y ZÚÑIGA, A. (2007): *Geomorfología de la costa de Atacama: Puerto Flamenco-Río Copiapó (26°33'-27°18')*, Informe Técnico Fondecyt 1070442, Inédito.
- CASTRO, C. et al. (2009): "Proposición de Geoparque en el Litoral de Atacama", Proyecto Fondecyt 1070446, *XII Congreso Geológico Chileno*, S5\_006.
- CASTRO, C.; JARA, M. y ZÚÑIGA, D. (2010a): *Guía de manejo Geositio Campo de Tafonis (Zoológico de Piedras)*, Proyecto Fondecyt 1070442. Disponible en: <repositorio.conicyt.cl>
- CASTRO, C.; MARQUARDT, C. y ZÚÑIGA, A. (2010b): "Peligros naturales en geositios de interés patrimonial en la costa sur de Atacama", *Revista de Geografía Norte Grande*, 45, pp. 21-39. Doi <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022010000100002>
- COOKE, R.; WARREN, A. y GOUDIE, A. (1993): *Desert Geomorphology*. London, UCL Press.
- DE UÑA-ÁLVAREZ, E. (2008): "Description and nomenclature of the tafoni features (cavernous rock forms). Research approaches in granite terrains", *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 33, pp. 65-82. Disponible en: [https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd33\\_art05.pdf](https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd33_art05.pdf)
- (2012): "Interpretación de sistemas naturales complejos: el problema de los tafoni", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 60, pp. 349-366. Doi <https://doi.org/10.21138/bage.1511>
- DE UÑA-ÁLVAREZ, E. y J. R. VIDAL-ROMANÍ (2005): "Los misteriosos caminos de la alteración en las rocas graníticas. Descripciones de Ragnar Hult (1899) y nuevos datos en Monte Alegre (Ourense, Galicia)", *Minius*, XIII, pp. 343-354. Disponible en: <http://minius.webs.uvigo.es/docs/13/22.pdf>



- GARCÍA-RODRÍGUEZ, M. y J. D. CENTENO (2014): "Identificación de fases erosivas en la Pedriza de Manzanares a partir de formas de alteración expuestas", *Tecnología y Desarrollo*, XII, pp. 3-19. Disponible en: < [https://revistas.uax.es/index.php/tec\\_des/article/view/593](https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/593)>
- GODARD, P. (1977) : *Pays et paysages du granite*, Paris, P.U.F.
- GRENIER, M.P. (1968) : "Observations sur les taffonis du désert chilien", *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 364/365, pp. 193-211.
- HALL, K. y M. F. ANDRÉ (2006): "Temperature observations in Antarctic tafoni: implications for weathering, biological colonization, and tafoni formation", *Antarctic Science*, 18 (3), pp. 377-384.
- HULT, R. (1899): "Granitens vittring i Galicien", traducido al inglés y gallego por Fraga *et al.* (1994) en "The visit of the geographer and botanist Ragnar Hult to Galiza", *Ingenium*, 4, pp. 7-67.
- HUNINK, H. P.; PEL, L. y KOPINGA, K. (2004): "Simulating the growth of tafoni", *Earth Surface Processes and Landforms*, 29 (10), pp. 1225-1233. Doi <https://doi.org/10.1002/esp.1087>
- KLAER, W. (1956): "Werwitterungsformen in granit auf Korsika", *Pettermans Geografische Mitteilungen*, 261, pp. 1- 146.
- KVELBERG, I. y B. POPOFF (1938): "Die Tafoni-Verwitterungserscheinungen", *Acta Universitatis Latviensis*, IV (6), pp. 129-368.
- LEYTON, L. y B. ANDRADE (1987): "Morfología de Cavidades en la Costa de Chile Central", *Revista de Geografía Norte Grande*, 14, pp. 21-34.
- MATSUKURA, Y. y TANAKA, Y. (2000): "Effect of rock hardness and moisture content on tafoni weathering in the granite of Mount Doeg-Sung, Korea", *Geografiska Annaler*, 82A (1), pp. 59-67. Doi <https://doi.org/10.1111/j.0435-3676.2000.00112.x>
- MINISTERIO DE BIENES NACIONALES (2005): *Circuito Caldera-Chañaral*, Folleto 38. Disponible en: <content/uploads/2020/02/RutaPatrimonial38.pdf><http://rutas.bienes.cl/?p=1156>.
- MOURGUES, F. A. *et al.* (2016): "Chile", en J.L. Palacio (coord.), *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Situación y perspectivas nacionales*, México, Instituto de Geografía-UAM, pp. 81-120.
- MUÑOZ C. (2014): *Naturalistas en Atacama: Darwin, Domeyko, Gay, Pissis y Philippi*. Copiapó, Editorial Alicanto Azul.
- PANZER, W. (1954): "Verwitterungs und abtragungsformen in granit von Hong-Kong", *Mortensen-Festschrift*, pp. 41-60.
- PASKOFF, R. (1989): "Zonality and main geomorphic features of the Chilean coast", *Essener Geographische Arbeiten*, 18, pp. 237-267.
- PENCK, A. (1894): *Morphologie der Erdoberfläche*. Stuttgart, Engelhorn.
- PHILIPPI, R. A. (1860): *Viaje al desierto de Atacama*. Satoria, Librería de Eduardo Antón. Disponible en: < <http://www.memoriachilena.gob.cl/>>
- PRADO, C. de (1864): "Descripción física y geológica de la provincia de Madrid", *Edición del Colegio de Ingenieros, Canales y Puertos, Colección Ciencias, Humanidades e Ingeniería*, 2, pp. 60-76.
- PREBBLE, M. M. (1967): "Cavernous weathering in the Taylor Dry valley, Victoria Land, Antarctica", *Nature*, 216 pp. 194-195.
- PROGEO (2011): *Conserving our shared geoheritage – a protocol on geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil and mineral collecting*. Disponible en: <http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf>

- QUEZADA, J. *et al.* (2007): "Alzamiento litoral pleistoceno del norte de Chile: edades 21Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa", *Revista Geológica de Chile*, 34(1), pp. 81-96. Doi <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02082007000100005>
- RAMÍREZ CUBILLOS, G. A. (2012): *Contexto geológico del Parque Biológico Punta Totoralillo y morfología de cavidades en el Zoológico de Piedra, III Región de Atacama, Chile*. Memoria para optar al título de Geólogo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111563>
- RABASSA, J. (2014): "Some Concepts on Gondwana Landscapes: Long-Term Landscape Evolution, Genesis, Distribution and Age", en J. Rabassa and C. Ollier (eds.), *Gondwana Landscapes in southern South America*, Dordrecht, Springer, pp. 9-46.
- REUSCH, H. (1882) : "Notes sur la géologie de la Corse", *Bulletin de la Société géologique de France*, XI, pp. 53-67.
- ROQUÉ C. ; ZARROCA M. y LINARES R. (2013) : "Subsurface initiation of tafoni in granite terrains -Geophysical evidence from NE Spain: Geomorphological implications", *Geomorphology*, 196, pp. 94-105. Doi <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.06.015>
- SAGREDO BAEZA, R. (2013): "Chile en el cosmos de Humboldt. Conocimiento y saber local para la ciencia universal", *Revista de Geografía Norte Grande*, 54, pp. 155-177. Doi <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022013000100009>
- SEGERSTROM, K. (1967): "Mapa geológico de una franja transversal de la Provincia de Atacama y guía geológico referido al camino carretero", *Minales*, 96/97, pp. 57-72.
- SEGERSTROM, K. y H. HENRÍQUEZ (1964): "Cavities or tafoni, in rock faces of the Atacama desert, Chile", *US Geological Survey Professional Paper*, 501-C, pp. 121-125.
- SOCIEDAD GEOLÓGICA CHILENA (2012): *Geosítio Zoológico de Piedra, ficha 22*. Disponible en: <<http://www.sociedadgeologica.cl/zoologico-de-piedra/>>
- TWIDALE, C. R. y J. R. VIDAL ROMANÍ (2005): *Landforms and Geology of Granite Terrains*, Amsterdam, Balkema.
- UNIÓN INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (2008): *Conservación de la biodiversidad y el patrimonio geológico*, Resolución 4.040. Disponible en: [https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC\\_2008\\_RES\\_40\\_ES.pdf](https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2008_RES_40_ES.pdf)
- VIDAL ROMANÍ, J. R. (2008): "Forms and structural fabric in granite rocks", *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 33, pp. 175-198. Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/8347/C%2033%20art%2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VIDAL ROMANÍ, J. R. y F. J. GRACIA (1987): "Formación de cavidades en granito bajo condiciones no epigénicas", *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 12, pp. 47-58. Disponible en: [https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd12\\_art04.pdf](https://www.udc.es/files/iux/almacen/articulos/cd12_art04.pdf)
- VIDAL-ROMANÍ, J. R.; DE UÑA-ÁLVAREZ, E. y VAQUEIRO RODRÍGUEZ, M. (2014): "An endogenous origin for the form tafone developed in magmatic rocks", en S. Schnabel y A. Gómez (eds.), *Avances de la Geomorfología en España 2012-2014*, parte 3, Cáceres, Sociedad Española de Geomorfología, pp. 486-489. Disponible en: <[https://geomorfologia.es/sites/default/files/AVANCES%20DE%20LA%20GEOMORFOLOG%C3%8DA%20EN%20ESPA%C3%91A%202012\\_2014%20parte3\\_0.pdf](https://geomorfologia.es/sites/default/files/AVANCES%20DE%20LA%20GEOMORFOLOG%C3%8DA%20EN%20ESPA%C3%91A%202012_2014%20parte3_0.pdf)>
- WILHELMY, H. (1964): "Cavernous rock surfaces (tafoni) in semiarid and arid climates", *Pakistan Geographical Review*, 19, pp. 9-13.
- YOUNG, A. (1987): "Salt as an agent in the development of cavernous weathering", *Geology*, 15(10), pp. 962-966.



## Índice

Prólogo.....	7
<i>Xosé Ramón Campos</i>	
Bibliografía del profesor Carlos Sixirei Paredes .....	13
Saludo .....	17
<i>Juan Rial Roade</i>	
Carlos Sixirei e o redescobrimiento do Brasil.....	19
<i>Carlos Guilherme Mota</i>	
Notas para el estudio de las representaciones interétnicas en contextos coloniales y postcoloniales en el mundo contemporáneo: el caso de Portugal y Brasil.....	25
<i>Carlos Benítez Trinidad</i>	
Escultura conmemorativa de la guerra de la independencia.....	45
<i>Antonio Bonet Salamanca</i>	
Venezuela. Política e inmigración (1935-1958) .....	83
<i>Xosé Ramón Campos</i>	

Acción colectiva y conciencia política: El caso de Movimiento Congreso de los Pueblos en la media colombiana .....	121
<i>Germán Andrés Cortés, Alessandro Soares da Silva Semíramis Chicareli</i>	
Los Tafoni de Atacama (Chile), geodiversidad y geopatrimonio .....	149
<i>Elena De Uña-Álvarez</i>	
La inversión ferroviaria Güines-La Habana: una línea estratégica para la economía española .....	163
<i>José Antonio Díaz Fernández</i>	
Política no Brasil colonial: Foucault e o poder dos xesuítas .....	195
<i>Antón Lois Fernández Álvarez</i>	
Imágenes y poder en la Venezuela de Hugo Chávez, 1999-2013....	215
<i>María Dolores Fuentes Bajo</i>	
Las relaciones hispano-cubanas en el entorno de la guerra civil española .....	227
<i>Alejandro García Álvarez</i>	
La “posesión” de la tierra, base económica de los carai en el ámbito local guarayo (Bolivia). Algunas reflexiones en el medio plazo (décadas 1950-1980).....	241
<i>Pilar García Jordán</i>	
Historia cultural de la política a escala (trans)nacional. España, Venezuela y Argentina en el siglo XX .....	265
<i>Marcela García Sebastiani</i>	
O Brasil e sua identidade fragmentada .....	285
<i>Gilvan Luiz Hansen</i>	
La Habana de los gallegos .....	309
<i>Sergio Guerra Vilaboy</i>	

Caral: la nueva historia descolonizada de América.....	329
<i>Roberto López Sánchez</i>	
El “primer grito de independencia” en Ecuador y la Constitución quiteña de 1812 .....	349
<i>Juan J. Paz y Miño Cepeda</i>	
La memoria ‘filmada de la hevea brasilensis’ desde la mirada de Werner Herzog y la interpretación de Klaus Kinski.....	363
<i>María Dolores Pérez Murillo</i>	
La colonia económica. Cuba en el siglo XIX.....	377
<i>Antonio Santamaría García</i>	
Brasil, “plaza del mundo”. Espacios globales y encrucijadas atlánticas durante la unión de coronas ibéricas (1580-1640) .....	399
<i>José Manuel Santos Pérez</i>	
Río de la Plata, islas de Mauricio y Reunión. Comercio, navegación y política colonial .....	427
<i>Hernán Asdrúbal Silva</i>	