



El yacimiento paleontológico Lomas del Sauce, Plioceno de la Formación Coquimbo: experiencia y perspectivas

Diego Partarrieu^{1,2}, Saleta de los Arcos¹, F. Amaro Mourgues¹, Eli Amson³ y Sebastián Severino¹

(1) Terra Ignota – Consultoría en Patrimonio y Geociencias, Dr. M. Cádiz 726, Santiago, Chile.

(2) Departamento de Geología, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.

(3) Paläontologisches Institut und Museum, Universität Zürich, Karl-Schmid-Strasse 4, Zürich, Schweiz.

* email: dpartarrieu@gmail.com

Resumen. El año 2013 se registró un nuevo yacimiento paleontológico en depósitos marinos pliocenos de la Formación Coquimbo. El material fósil identificado da cuenta de una diversa fauna: entre los vertebrados identificados se encuentran restos del perezoso marino *Thalassocnus*, así como de cetáceos, aves y peces osteíctios y condriictios; mientras que el registro de invertebrados incluye bivalvos, gastrópodos, anélidos, cirrípedos y artrópodos. En este trabajo se dan a conocer los métodos utilizados para la caracterización del yacimiento y para el muestreo de restos fósiles, se presenta la estratigrafía del yacimiento y los taxones encontrados, y se discute brevemente las posibilidades y desafíos que supone este singular hallazgo, que forma parte importante del patrimonio geológico y paleontológico de la región de Coquimbo.

Palabras Claves: Plioceno, Formación Coquimbo, paleontología, fósil, *Thalassocnus*, Cetacea, Chondrichthyes, Osteichthyes.

1 Introducción

El año 2013, durante la elaboración de la Línea de Base del proyecto inmobiliario Lomas del Sauce, se efectuó el hallazgo de un singular yacimiento paleontológico en la ciudad de Coquimbo. El sitio, ubicado al interior de una parcela a unos 2 km al SE de la bahía Herradura de Guayacán, se sitúa sobre un nivel de terraza marina asignado a la Formación Coquimbo por Emparan y Pineda (2000).

Con el objetivo de levantar información relevante para el estudio y la puesta en valor de este yacimiento, se ha llevado a cabo un proceso de caracterización geológica y paleontológica que ha comprendido, hasta el momento, de cinco fases de prospección, registro y muestreo. El material paleontológico recuperado incluye restos de vertebrados (un xenarthro del género *Thalassocnus*, cetáceos, osteíctios, condriictios y aves) e invertebrados (gastrópodos, bivalvos, anélidos, decápodos y cirrípedos, principalmente).

En este trabajo se presentan los métodos utilizados durante dicho proceso, se exponen los principales resultados obtenidos hasta la fecha, y se discuten algunas perspectivas de próximos estudios a realizarse en torno al yacimiento.

2 Marco Geológico y Paleontológico

La Formación Coquimbo, definida por Darwin (1846) y posteriormente modificada por Emparan y Pineda (2000), corresponde a una secuencia sedimentaria marina de carácter fosilífero, que aflora a lo largo de una franja de 7 km en la zona costera en el entorno de Coquimbo y La Serena, alcanzando una potencia de al menos 100 metros. Presenta facies sedimentarias de ambiente litoral y, en parte, transicional, que incluyen limolitas, areniscas, calizas, brechas y conglomerados. Además se caracteriza por poseer una buena estratificación y un grado de litificación débil (Emparan y Pineda, 2000).

La Formación Coquimbo posee un diverso registro de invertebrados marinos que incluye bivalvos, gastrópodos, corales y artrópodos, con edades comprendidas entre el Plioceno y el Holoceno para el área La Serena – La Higuera (Emparan y Pineda, 2000). En el área de la Bahía de Tongoy, en tanto, se ha asignado una edad Mioceno Medio sobre la base de un estudio realizado por Martínez (1982) en foraminíferos, diatomeas y dinoflagelados.

En cuanto al registro de vertebrados marinos, para la Formación Coquimbo se dispone como antecedente el hallazgo de restos óseos de cetáceos y dientes de tiburón (Darwin, 1846; Tamayo y Frasinetti, 1980; Salinas, 1988). El perezoso marino *Thalassocnus* no ha sido anteriormente reportado para esta unidad, aunque sí para otros depósitos marinos del Neógeno de la costa Pacífico, como la Formación Pisco (Perú), donde se han encontrado abundante ejemplares y donde fue descrito por primera vez (Muizon y McDonald, 1995), y la Formación Bahía Inglesa (Chile), donde se halló un fragmento de mandíbula (Canto *et al.*, 2002; 2008) y otros restos atribuibles a, por lo menos, dos individuos diferentes (Suarez *et al.*, 2011; Pynson *et al.*, 2014).

3 Materiales y Métodos

Desde el año 2013 se han realizado cinco visitas al sitio, completándose un total de 63 días de trabajo al interior del mismo.

La caracterización geológica y estratigráfica fue realizada mediante la inspección de calicatas y el monitoreo de los trabajos de apertura de zanjas en la parcela, así como

también durante el proceso la excavación y rescate de los restos de mamíferos hallados. Con la información obtenida se generó un modelo simple de sub-superficie y una columna tipo con la estratigrafía de la parcela (fig.1).

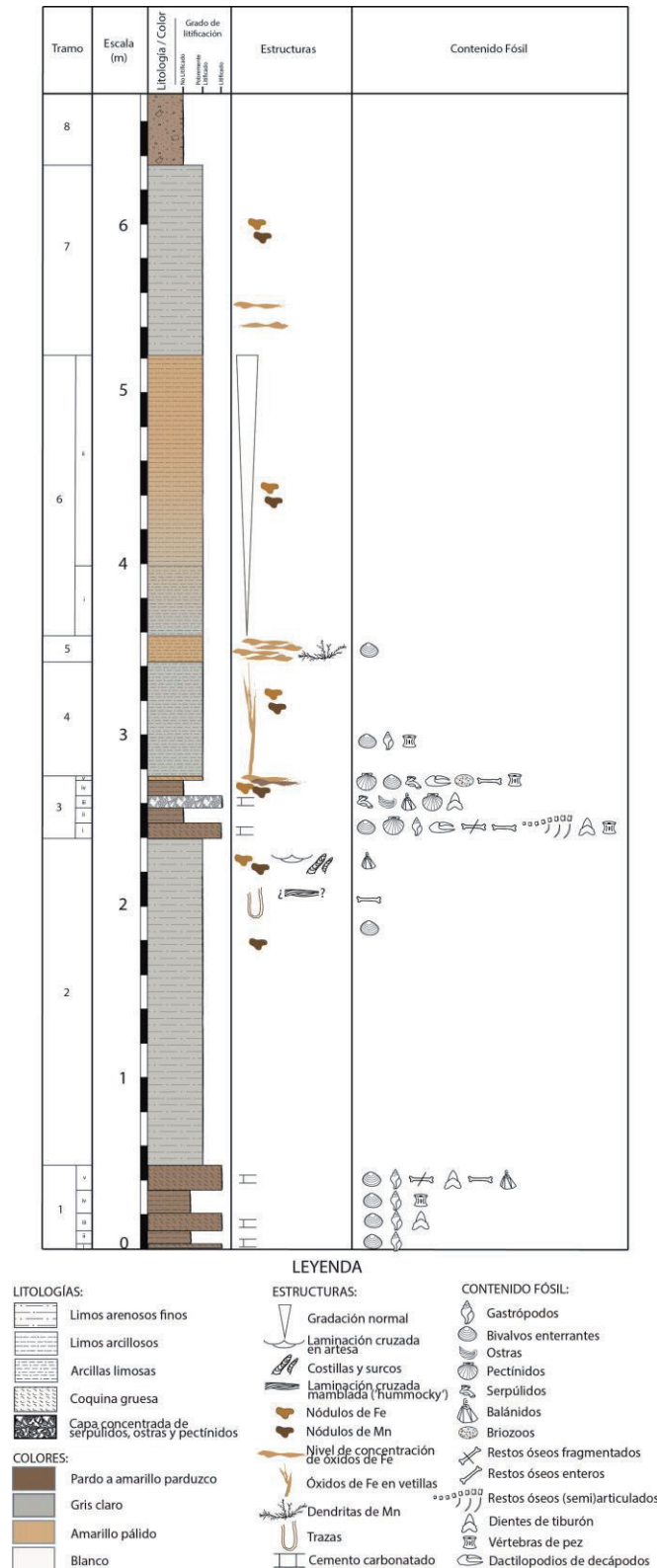


Figura 1. Columna estratigráfica en el sustrato de la parcela.

El muestreo de fósiles se llevó a cabo durante las distintas etapas del estudio e incluyó la aplicación de un método de lavado y triado de sedimento para la recuperación de las piezas más pequeñas (fig.2). La extracción de los fósiles de mayor tamaño fue realizada en dos fases de excavación sistemática desarrollada por cuadrículas, lo que permitió un registro detallado de la distribución y orientación de los restos óseos (fig.4). Cuando correspondió, las piezas fueron consolidadas empleando una mezcla de paraloid y acetona y, en algunos casos, gases de algodón. Para restos articulados y algunos fragmentos mayores fue necesaria una extracción en bloques, lo que se llevó a cabo envolviendo las piezas en papel aluminio y protegiéndolas con espuma expansiva de poliuretano (fig.3).

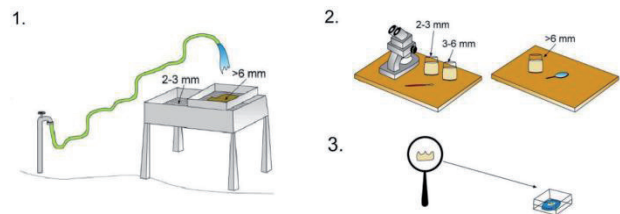


Figura 2. Esquema del proceso de lavado y triado del sedimento. [1]: El material es lavado y triado en arneros de 6, 3 y 2 mm, para luego ser transportado a Santiago en bolsas separadas según granulometría. [2]: El material es analizado en gabinete con el objetivo de separar las piezas de mayor relevancia. [3] Las piezas son etiquetadas y almacenadas.



Figura 3. Proceso de extracción en bloque de restos óseos. [1] El bloque es rodeado por un contenedor de cartón. [2] El bloque es cubierto con papel aluminio y los espacios son rellenos con espuma expansiva de poliuretano. [3] Una vez la espuma se ha expandido y secado, ésta gana rigidez y otorga al bloque el sostén necesario para ser extraído y transportado sin riesgo de daño.

4 Resultados

4.1 Resultados geológicos

En la columna de la figura 1 se encuentra representada la estratigrafía de la parcela. El sustrato de ésta se encuentra formado por una sucesión de limos arenosos a limos arcillosos, entre los cuales se intercalan dos niveles con gran concentración de fósiles (tramos 1 y 3 en la columna). Ambos presentan una morfología aproximadamente tabular, con una leve inclinación hacia el NE.

El nivel 1 tiene una potencia de, al menos, 50 cm (no se alcanzó su base en las excavaciones realizadas). Internamente, presenta coquinas cementadas por carbonato y/o fosfato, las que se intercalan con capas de limos

arcillosos con algo de arena fina. En todas las capas se observan abundantes restos fósiles, con predominancia de bivalvos y gastrópodos preservados bajo la forma de moldes internos.

El nivel 3 tiene una potencia media de 25 cm, y presenta una estructura interna visible con claridad en varias zonas. La capa superior, caracterizada por una intensa concentración de óxidos de Fe, presenta numerosos bivalvos pectínidos. Bajo ésta, se encuentra una fina capa de limos arcillosos fosilíferos, al que sucede una capa con abundantes sérpulas y ostras cementada con carbonato. Bajo la costra se detecta un nivel de limos con abundantes restos de bivalvos infaunales y también gastrópodos, que a su vez se apoya sobre una capa de coquina con cemento carbonático y/o fosfático. Es en este nivel 3 donde se encontró la mayor parte de los vertebrados fósiles, sobre todo en las capas inferiores (bajo la costra de sérpulas), que es donde se encontró la totalidad de los restos semiarticulados de mamíferos. Además de los bioclastos, este nivel contiene clastos líticos de morfología y tamaño variables, desde gravas redondeadas hasta bloques angulosos de más de 50 cm.

Los niveles de limos presentan colores grisáceos, con sectores que varían a tonos amarillentos o anaranjados debido a la presencia de óxidos de Fe, los que se presentan bajo la forma de nódulos y concreciones, niveles discontinuos irregulares y vetillas. Asociado a éstos se observan óxidos de Mn y otros productos secundarios. En cuanto a estructuras biogénicas, se detectó la presencia de trazas fósiles en la porción superior del nivel 2.

4.2 Resultados paleontológicos

A lo largo de las diferentes fases de trabajo se recolectó material paleontológico perteneciente tanto a vertebrados como a invertebrados marinos. Los taxones identificados hasta el momento se presentan en las tablas 1 y 2.

Entre los vertebrados destaca el hallazgo de restos del esqueleto postcranial del perezoso marino *Thalassocnus* sp. Cabe destacar también el hallazgo de abundantes restos de cetáceos, tanto en forma de elementos aislados como en esqueleto semiarticulado. El conjunto más destacable se excavó de manera sistemática en una de las calicatas, y ha sido interpretado como los restos de al menos dos individuos pertenecientes a la familia Balaenopteridae (fig.4).

Entre los vertebrados se encontraron también restos de aves y numerosos dientes de tiburones y rayas, así como también vértebras y piezas dentales de peces óseos.

El registro de invertebrados marinos abarca un listado compuesto por al menos 38 taxones. La mayor parte corresponden a bivalvos y gastrópodos, aunque son muy abundantes los serpulidos, balánidos y artrópodos; representados estos últimos por numerosos dactilopodios

de decápodos. La asociación faunística de invertebrados marinos permite asignar los sedimentos al Plioceno (Guzmán *et al.*, 2000).



Figura 4. Planimetría de los restos óseos de, al menos, dos cetáceos (distinguidos con colores azul y verde). Una alineación de vértebras, que no conecta con ninguna de las anteriores (en color naranja), podría pertenecer a uno de estos dos individuos, o bien a un tercero.

Tabla 1. Listado taxonómico de los vertebrados identificados.

VERTEBRATA:	<i>Thalassocnus</i> sp.
MAMMALIA	Balaenopteridae indet.
	<i>Hexanchus griseus</i> Bonnaterra
	<i>Pristiophorus</i> sp.
	<i>Heterodontus</i> ex. gr. <i>francisci</i> (Girard)
VERTEBRATA:	<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus)
CHONDRICHTHYES	Lamniformes indet.
	<i>Galeorhinus galeus</i> (Linnaeus)
	<i>Myliobatis</i> sp.
VERTEBRATA:	<i>Sparus?</i> cf. <i>aurata</i> Linnaeus
OSTEICHTHYES	
VERTEBRATA: AVES	<i>Phalacrocorax</i> sp.
	<i>Eudyptes?</i> sp.

Tabla 2. Listado taxonómico de los invertebrados identificados.

BRYOZOA	Bryozoa indet.
BRACHIOPODA: RHYNCHONELLATA	<i>Magellania macrostoma</i> (Phillipi)
MOLLUSCA: GASTROPODA	<i>Incatella</i> sp.
	<i>Neverita</i> sp.
	<i>Chorus blainvillei</i> (D'Orbigny)
	<i>Chorus grandis</i> (Phillipi)
	<i>Chorus dorialis</i> (Phillipi)
	<i>Chorus</i> sp.
	<i>Acanthina monodon</i> (Pallas)
	<i>Aneator? cleryanus</i> (d'Orbigny)
	<i>Oliva peruviana</i> Lamarck
	<i>Oliva</i> sp.
MOLLUSCA: BIVALVIA	<i>Nucula</i> sp.
	<i>Anadara (Raisa) chilensis</i> (Phillipi)
	<i>Cucullaea?</i> sp.
	<i>Crassostrea transitoria</i> (Hupé)
	<i>Anomia</i> sp.
	<i>Pododesmus (Monia) alternans</i> Sowerby
	<i>Chlamys simpsoni</i> (Phillipi)
	<i>Zygochlamys hupeanus</i> (Phillipi)
	<i>Zygochlamys vidali</i> (Phillipi)
	<i>Cardium?</i> sp.
	<i>Maetra</i> cf. <i>auca</i> (D'Orbigny)
	<i>Solen (Ensis)</i> sp.
	<i>Tagelus dombeii</i> (Lamarck)
	<i>Tellina</i> sp.
	<i>Retrotapes?</i> cf. <i>cleryanus</i> (D'Orbigny)
<i>Retrotapes?</i> cf. <i>eunippe</i> (Phillipi)	
<i>Retrotapes?</i> sp.	
<i>Panopea coquimbensis</i> (D'Orbigny)	
ANNELIDA: POLYCHAETA	Serpulidae indet.
ARTHROPODA: MALACOSTRACA	Deapoda indet.
ARTHROPODA: MAXILLOPODA	Cirripedia indet. cf. <i>Austromegabalanus psittacus</i> (Molina)

5 Perspectivas

El yacimiento paleontológico encontrado en Lomas del Sauce constituye terreno fértil para el estudio de las condiciones paleoecológicas y paleoambientales que imperaron en los ambientes costeros del Plioceno de Coquimbo. Los próximos estudios a realizarse en torno a este singular hallazgo intentarán abordar nuevos e interesantes desafíos, entre los cuales se encuentran:

- contextualizar las concentraciones fosilíferas de Lomas del Sauce en un marco estratigráfico más amplio para los depósitos marinos del Neógeno de Coquimbo;

- dilucidar cuáles han sido condiciones paleoambientales bajo las cuales se formaron estas concentraciones y comprender cuáles fueron los factores que han condicionado su génesis;
- precisar la taxonomía de la fauna encontrada y examinar sus posibles implicancias paleoecológicas y paleogeográficas.

Con miras a estos objetivos, se realizarán análisis estratigráficos, sedimentológicos, químicos, isotópicos, petrográficos, de paleontología sistemática y bioestadísticos, entre otros, con los que se espera contribuir al entendimiento de la Formación Coquimbo y su singular registro fósil.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a la inmobiliaria PRODELCA S.A., a la Universidad Católica del Norte y al Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), por su entusiasta apoyo a la investigación y la conservación del patrimonio paleontológico de la región de Coquimbo.

Referencias

- Canto, J.; Yáñez, J.; Cozzuol, M. 2002. Mamíferos marinos neógenos de la Formación Bahía Inglesa, Caldera, III Región, Chile. In Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, No. 1, Acta: 22. Santiago, Chile.
- Canto, J.; Salas-Gismondi, R.; Cozzuol, M.; Yáñez, J. 2008. The aquatic sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Xenarthra) from the Late Miocene of North-central Chile: biogeographic and ecological implications. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28(3): 918-922.
- Darwin, C. 1846. Observaciones geológicas en América del Sur. Editado por Rafael Sagredo Baeza y Francisco Hervé Allamand. Los Libros de la Catarata, 2011.
- Emparan, C.; Pineda, G. 2000. Área La Serena - La Higuera. Región de Coquimbo. Carta Geológica de Chile No. 18. Escala 1:100.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Subdirección Nacional de Geología, Chile.
- Guzmán, N.; Marquardt, C.; Ortlieb, L.; Frassinetti, D. 2000. La malacofauna neógena y cuaternaria del área de Caldera (27°-28° S): especies y rangos bioestratigráficos. In Congreso Geológico Chileno, No. 11, Actas, Vol. 1, sección 3: 476-481.
- Muizon, C.; McDonald, H.G. 1995. An aquatic sloth from the Pliocene of Peru. *Nature* 375: 224-227.
- Pyenson, N.D.; Gutstein, C.S.; Parham, J.F.; Little, H.; Metallo, A.; Le Roux, P.; Carren, C.; Rossi, V.; Valenzuela-Toro, A.M.; Velez-Juarbe, J.; Santelli, C.M.; Rogers, D.R.; Cozzuol, M.A.; Suárez, M.E. 2014. Repeated mass strandings of Miocene marine mammals from Atacama Region of Chile point to sudden death at sea. *Proceedings of the Royal Society B* 281:20133316.
- Suárez, M.E.; Valenzuela-Toro, A.; Gutstein, C.S.; Cozzuol, M.; Pyenson, N. 2011. Nuevos restos de *Thalassocnus* (Nothrotheriidae, Thalassocninae) del Neógeno de la Formación Bahía Inglesa, Región de Atacama, norte de Chile. *Ameghiniana*, 48 (4): 212-213.