

**LINEA DE BASE PALEONTOLÓGICA**  
**PROYECTO PUERTO**  
**SANTA FE**

**COMUNA DE CALDERA**  
**REGION DE ATACAMA**

**MARZO 2011**

**MARIO E. SUÁREZ**

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe paleontológico se realiza para ARCADIS, en el marco de la evaluación para la construcción del Proyecto Puerto Santa Fe localizado en la bahía Norte de la ciudad de Caldera, Comuna de Caldera, Región de Atacama.

Conforme a lo anterior, a continuación se presentan los resultados del estudio de Línea de Base Paleontológica realizado entre los días de 24 y 27 de Marzo del año 2011, en el área de influencia Datum: WGS84



Figur

a 1. Mapa indicando ubicación de proyecto



Figura 2 mostrando área en donde se realizó el estudio de línea base paleontológico. Se indican en color blanco los sitios paleontológicos más cercanos e importantes.

## **2. OBJETIVOS**

Los principales objetivos de este estudio son:

- a) Identificar y caracterizar áreas y/o componentes de importancia paleontológica dentro del área de emplazamiento del trazado vial.
  
- b) Identificar el material fósil reconocido en el área de estudio
  
- c) Evaluar el potencial paleontológico de los sitios reconocidos e identificar eventuales impactos de las obras proyectadas sobre el componente paleontológico e implicancias derivadas.

## **3. METODOLOGÍA**

La metodología aplicada para la realización de este proyecto incluyó la revisión de la información entregada por el cliente así como también mapas, estudios geológicos y paleontológicos relativos al área de estudio. Se realizó una campaña de terreno realizando monitoreos visuales superficiales dentro y fuera del área en la cual se ha proyectado el emplazamiento del proyecto evaluando su coincidencia geográfica con formaciones de tipo sedimentario-fosilífero. El trabajo de monitoreo consistió en una campaña de terreno realizada entre los días 24 al 27 de Febrero del 2011. Para el trabajo de campo y acceso entre áreas más distantes se utilizó un vehículo 4 X 4 y para el monitoreo de detalle se realizó prospecciones visuales pedestres dentro del área del proyecto y también fuera de ella, considerando un área de amortiguación de aproximadamente 100 metros de ancho. Se individualizaron puntos específicos de monitoreo que fueron escogidos y referenciados basándose en su representatividad geológica y paleontológica. Durante el desarrollo de la prospección no se realizaron excavaciones paleontológicas ni tampoco se extrajo ningún tipo de material fósil desde el terreno.

#### 4. CONTEXTO GEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO

El reconocimiento del componente paleontológico dentro de la Región de Atacama se haya estrechamente vinculado con la minería y la geología. Uno de los primeros investigadores en la región fue Charles Darwin (1835) al que siguió el sabio y naturalista Philippi (1860) así como también Domeyko (1903) y Bruggen (1917). Entre los años 1959 y 1968 el Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile (I.I.G) realizó extensos levantamientos de la cordillera regional profundizando acerca de la geología de la provincia de Atacama. El conocimiento acerca de la geología y paleontología regionales continuó incrementándose hasta el presente con los trabajos de Herm, 1969; Hillebrandt,1972; Jensen, 1976; Chong y Gasparini, 1976; Chong, 1985; Pérez de A', 1978; Aberhan, 1993; Arévalo,1994; Suárez *et al*, 1995; Iriarte *et al.*, 1995, 1999; Cornejo *et al.*, 1998 y más recientemente Mourgues, 2004, 2007.

En la comuna de Caldera, unidad territorial dentro de la cual se realizará el proyecto, se han reconocido abundantes y ricos depósitos sedimentarios fosilíferos correspondientes a la Formación Bahía Inglesa (Godoy *et al.*, 2003). Numerosos autores han destacado la presencia de estos últimos representados por aves marinas costaneras, cetáceos, peces y reptiles (Walsh and Hume, 2001; Suárez y Marquardt, 2003; Suárez *et al.*, 2004; Walsh and Suárez, 2005; Arévalo, 2005; Walsh y Suárez, 2006; Salaberry *et al.*, 2006. Suárez (2010) considera que el patrimonio paleontológico de la comuna de Caldera presenta una gran singularidad e importancia científica y patrimonial para la Región de Atacama. Dentro del área de estudio es posible reconocer las siguientes unidades geológicas:

**Gabro Caldera (Jurásico)**(Godoy *et al.*, 2003): Cuerpo intrusivo expuesto parcialmente dentro del área de estudio. Comprende un gabro de olivino y diorita de clinopiroxeno y/o anfíbola, en parte cuarcífera. Esta unidad no contiene restos fósiles.

**Formación Bahía Inglesa (Mioceno-Plioceno)** (Godoy *et al.*, 2003): Secuencia sedimentaria marina fosilífera conformada por coquinas, conglomerados, areniscas, fosforitas, cineritas y fangolitas. Algunos niveles son ricos en restos fósiles de invertebrados y vertebrados marinos, principalmente peces condricios (tiburones), mamíferos marinos (ballenas y delfines); aves marinas y reptiles (Walsh y Hume, 2001; Suárez *et al.*, 2004, Walsh y Suárez, 2005) Esta formación se presenta como una franja costera con dirección norte-sur (Marquardt *et al.*, 2000). Dentro del área del proyecto esta formación aflora parcialmente, tanto en el sector costero como al interior de la misma, apoyándose sobre el Gabro Caldera. En la zona interior (no directamente costera) se encuentra cubierta por depósitos marinos fosilíferos de edad Pleistoceno denominados Estratos de Caldera (Godoy *et al.*, 2003). En las cercanías del área de estudio (aproximadamente 200 y 900 metros de distancia hacia el Noreste del proyecto han sido recientemente reconocidos importantes afloramientos de esta formación en los cuales se ha identificado abundantes esqueletos completos de ballenas y restos muy bien conservados de delfines, mamíferos carnívoros, tiburones y aves (Suárez *et al.*, 2010a).

**Estratos de Caldera (Cuaternario)** (Godoy *et al.*, 2003): Sucesión sedimentaria marino-litoral compuesta por conglomerados, areniscas y coquinas. Estos sedimentos carbonáticos y clásticos se expresan morfológicamente como terrazas de abrasión marina y depósitos asociados. La presencia de *Argopecten purpuratus* y *Concholepas concholepas* permite asignarles una edad Cuaternario. En las cercanías del área de estudio, aproximadamente entre 200 y 900 metros hacia el Noreste, los Estratos de Caldera, han aportado los más antiguos restos fósiles de lobos marinos en el territorio nacional (Suárez *et al.*, 2010b)

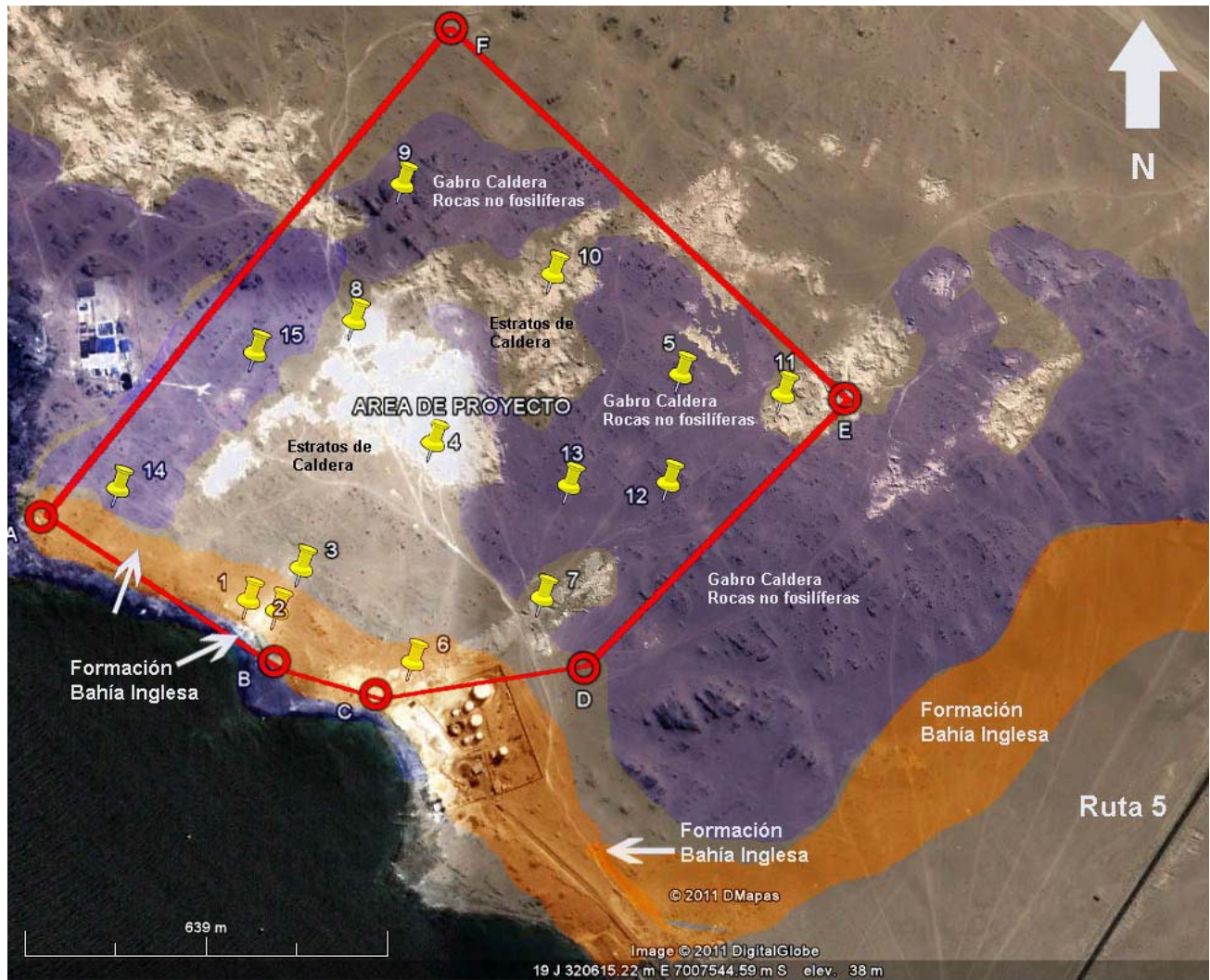


Figura 3 mostrando puntos de monitoreo paleontológico y afloramientos con unidades geológicas. En color violeta se aprecian afloramientos del Gabro Caldera y en color anaranjado la Formación Bahía Inglesa. Zonas en color blanco representan exposiciones artificiales de los Estratos de Caldera.

## 5. PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

Rubilar (2008) define Patrimonio Paleontológico como materiales de estudio de la ciencia paleontológica que integran parte del patrimonio natural no renovable, histórico y cultural del país. La presencia de fósiles en los yacimientos paleontológicos se debe a procesos o causas naturales, de manera que el ser humano interviene sólo como agente destructor o mitigador. Los fósiles son percibidos en el entorno humano como objeto de diferentes intereses (científico, educativo, ocio e inclusive comercial), existe una comunidad de profesionales que se dedica a su estudio y transmisión del conocimiento disponible, y su difusión responsable es cada vez más necesaria y valorada por la sociedad.

En comparación con el ámbito arqueológico e histórico, la paleontología ha sido tradicionalmente poco difundida en Chile y se hace necesario incrementar su desarrollo mediante publicaciones, inventarios o registros generales que den a conocer los bienes patrimoniales de carácter paleontológico disponibles en nuestro territorio, cuyo resguardo es prioritario para las siguientes generaciones de científicos y ciudadanos.

La Ley 17.288 de Monumentos normativa más importante respecto a la protección y conservación del patrimonio paleontológico chileno, lo identifica bajo la denominación de “piezas paleontológicas” y “los lugares donde éstas se hallaren” entregando ciertas herramientas de protección mediante el “Reglamento sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, publicado en el Diario Oficial el 02 de abril de 1991. En su Artículo 1° expresa que *“Las prospecciones y/o excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, en terrenos públicos o privados, como asimismo las normas que regulan la autorización del Consejo de Monumentos Nacionales para realizarlas y el destino de los objetos o especies encontradas, se regirá por las normas contenidas en la Ley N° 17.288 y en este reglamento.”* En su Artículo 2°, define lo que se entenderá por prospección, excavación y sitios de especial relevancia:

a) Prospección: El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de material de superficie.



b) Excavación: Toda alteración o intervención de un sitio arqueológico, antropológico o paleontológico, incluyendo recolecciones de superficie, pozos de sondeo, excavaciones, tratamiento de estructuras, trabajos de conservación, restauración y, en general, cualquier manejo que altere un sitio arqueológico, antropológico o paleontológico”

c) Sitios de especial relevancia: Aquellos que definirá el Consejo de Monumentos Nacionales sobre la base de criterios, de singularidad, potencial de información científica y valor patrimonial.

En su Artículo 5° establece que: Las prospecciones que incluyan pozos de sondeo y/o recolecciones de material de superficie y todas las excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, en terrenos públicos o privados, sólo podrán realizarse previa autorización del Consejo de Monumentos Nacionales, a través de los permisos correspondientes.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área del proyecto se sobrepone a unidades geológicas de carácter ígneo y sedimentario las cuales afloran en el borde costero norte de la Bahía de Caldera. Estas unidades han sido previamente definidas en la literatura geológica y su rango de edad abarca los períodos Mesozoico y Cenozoico. En general, la mayor parte del área del proyecto se emplaza sobre rocas no fosilíferas del Gabro Caldera las cuales infrayacen a depósitos marinos de edad Neógeno correspondientes a la Formación Bahía Inglesa y también a los Estratos de Caldera. Es importante señalar que la última unidad evidencia una notable intervención generada por excavaciones de terceros, quienes en el pasado extrajeron abundantes volúmenes de coquina (conchilla) con finalidad comercial. En general, en la zona costera correspondiente a monitoreos 1, 2 y 3 se aprecia contacto entre el Gabro Caldera y la Formación Bahía Inglesa. Esta última contiene localmente abundantes restos fósiles correspondientes a invertebrados marinos representados por depósitos con bancos de *Ostrea* sp. y fragmentos de cetáceos fósiles. Hacia el norte y noreste estas secuencias varían a floramientos con areniscas cementadas y conglomerados fosfáticos conteniendo restos de vertebrados marinos tales como peces, aves y xenartros. Hacia el sector central del área, coincidente con el área de monitoreo de los puntos 8, 14 y 15 se aprecian afloramientos artificiales de la unidad marina Estratos de Caldera conteniendo abundantes restos de invertebrados marinos, principalmente moluscos y gastrópodos. La mayor parte de estos depósitos corresponden a antiguas regresiones marinas ocurridas durante el Pleistoceno, las cuales dejaron potentes paquetes de coquinas sobre las rocas del Gabro Caldera. En base a su contenido de fauna estos depósitos son correlacionables en edad a las terrazas marinas descritas por Quezada *et al.*, 2007. Excavaciones realizadas por terceros han permitido la exposición en superficie de estos depósitos los cuales se conservaron sobre las rocas intrusivas del gabro Caldera, alcanzando grandes extensiones. Hacia el Noroeste, en los alrededores del punto de monitoreo 9 se aprecia un dominio marcado de la unidad no fosilífera Gabro Caldera sin embargo también se reconocen exposiciones artificiales de los Estratos de Caldera en el punto 10 las cuales se conectan hacia el suroeste con los depósitos artificiales aledaños a los puntos 8 y 15. En general los fósiles más frecuentes en los depósitos pleistocénicos del área son *Crepidula* sp., *Xanthochorus cassidiformis*, *Tegula luctuosa* *Tegula euryomphala*, *Acanthina unicornis*, *Choncholepas choncholepas*, *Choromytilus chorus* y *Balanidae* indet. Estas especies de moluscos fueron previamente reconocidas y estudiadas por Guzmán *et al.*, 2000 y

constituyen taxones característicos del Pleistoceno, teniendo una amplia distribución dentro de la Comuna de Caldera y en otros depósitos de equivalente edad en el norte chileno como la Formación la Portada y Formación Coquimbo (Ortlieb *et al.*, 1998). Además, la mayor parte de las especies de moluscos se encuentran actualmente presentes en la costa de Caldera (Guzmán *et al.*, 1998)

## 7. CONCLUSIONES

El estudio de línea base paleontológica permitió concluir lo siguiente:

1. El área del proyecto se emplaza sobre terrenos en donde predominan mayoritariamente rocas intrusivas no fosilíferas de la unidad Gabro Caldera cubiertas parcialmente por depósitos sedimentarios fosilíferos correspondientes a la unidad Estratos de Caldera y a la Formación Bahía Inglesa (Godoy *et al.*, 2003).

2. La primera unidad de edad Pleistoceno se desarrolla en forma heterogénea dentro del área del proyecto y contiene abundantes restos fósiles de invertebrados marinos la mayor parte de las cuales constituyen especies relativamente comunes en el registro estratigráfico local. Algunas de estas especies aún persisten en la costa chilena actual y poseen una amplia distribución geográfica que abarca otras áreas geográficas de Chile tales como Coquimbo y Antofagasta.

3. La unidad Formación Bahía Inglesa, de edad Neógeno aflora principalmente dentro del borde costero del área del proyecto y contiene restos fósiles de moluscos del género *Ostrea* y fragmentos de vertebrados asignables a Cetacea indet. sin embargo su cercanía a afloramientos con alta diversidad de especies fósiles sugiere que una intervención masiva sobre esta unidad podría generar nuevos y más completos hallazgos de vertebrados.

## **8. RECOMENDACIONES**

Considerando que el estudio de línea base indica cierta sobreposición del proyecto a afloramientos de rocas sedimentarias marinas de los Estratos de Caldera y Formación Bahía Inglesa con presencia de abundantes restos fósiles de invertebrados (moluscos) y vertebrados se sugiere realizar monitoreos paleontológicos durante las faenas de habilitación del proyecto con la finalidad de evitar efectos negativos sobre los componentes paleontológicos mencionados.

Además, en paralelo se deberá, realizar muestreos paleontológicos de detalle previo a la habilitación de la infraestructura portuaria. Estos muestreos deberían tener el carácter de salvataje paleontológico en el sentido de obtenerse una colección de especies representativa de los niveles fosilíferos que serán intervenidos.

## **9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Frente a la eventual intervención que se generará sobre el componente paleontológico existente dentro del área del proyecto, producto de excavaciones y/o movimientos de tierra que conllevarían la habilitación de la infraestructura portuaria, se sugiere incorporar medidas que permitan disminuir eventuales impactos negativos sobre el componente patrimonial. Sobre lo anterior se sugiere la incorporación de charlas o capacitaciones acerca del patrimonio paleontológico y las leyes que lo rigen para el personal encargado de ejecutar las acciones arriba mencionadas. Adicionalmente se propone la fabricación e implementación de señalética para indicación, advertencia y protección de sitios paleontológicos identificados dentro del área del proyecto.

## 9. REFERENCIAS

Aberhan, M. 1993. Benthic macroinvertebrate associations on carbonate-clastic ramp in segments of the Early Jurassic back-arc basin of northern Chile (26-29°S). *Revista Geológica de Chile*, Vol. 20, N° 2.

Arévalo, C. 2005. Carta Copiapó, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, No. 91. 54 p. Mapa Escala 1: 100.000.

Arévalo C. 2005. Carta Los Loros, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Básica, No. 92. 53 p. Mapa Escala 1:100.000. Santiago.

Biese, 1942. La distribución del Cretácico Inferior al sur de Copiapó.- An. Primer Cong. Panam. Ing.Min. Geol., t. II; pág.: 429-466.

Bruggen, J. 1917. Bruggen, J.1917. Informe sobre el carbon de la Ternera(Copiapó). Bol. Nac. de Min., Publ. Serv. Geol. De Chile, p. 447-496, Santiago.

Chong, G. 1985. Hallazgo de restos óseos de dinosaurios en la Formación Hornitos, Tercera Región, Atacama, Chile. IV Congreso Geológico Chileno, Vol. I, 152-159.

Cornejo, P; Mpodozis, C. ;Tomlinson, A, 1998. Hoja Salar de Maricunga, Región de Atacama, Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile). Mapas Geológicos, mapa escala 1:100.000.

Domeyko, I. (1903). "Jeología". Tomo V, imprenta Cervantes, Santiago, 453 p.

Godoy, E. P. y Lara, Luis, 1999. Hoja Puerto Flamenco, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Mapa Escala 1: 100.000 Sernageomin, Santiago, Chile.

Godoy, E., Marquardt, C. & Blanco, N. 2003: Mapa Geológico 1: 100.000, Hoja Caldera. Sernageomin, Santiago, Chile.

Guzman, 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. 9, Actas 1: 476-481. Puerto Varas.

Guzmán,N; Saá,N; Ortlieb,L. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (*Gastropoda* y *Pelecypoda*) de la zona de Antofagasta, 23°S, Chile. *Estudios Oceanológicos* 17: 17-86.

Hillebrandt, A. 1972. Sobre bioestratigrafía y la fauna de ammonites del Jurásico de América del Sur (especialmente Chile). Trad. R. Charrier, Depto. Geol., U. de Chile, Publ. 39, 50 p., 3 figs., 2 tabl., Santiago.

Herm, D. 1969. Marines Pliózan und Pleistózan in Nord und Mittel Chile unter besonderen Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. *Zittel* 2 : 1-159, Munchen.

Iriarte S., Mpodozis, C., Gardeweg, M. 1995. Hoja Laguna del Negro Francisco, Región de Atacama. Versión preliminar. Servicio Nacional de Geología y Minería, escala 1:100.000. Santiago.

Iriarte, S.; Arévalo, C.; Mpodozis, M. 1999. Hoja La Guardia, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile). Mapas Geológicos nº 13, 1 mapa escala 1:100.000, Santiago.

Jensen, O.1976: Geología de las nacientes del río Copiapó entre los 27°53' y 28°20' Lat. sur, provincia de Atacama, Chile: Santiago, Universidad de Chile, Departamento de Geología, Memoria de Título, inédito, 299 p.

Marquardt, C., Blanco, N., Godoy, E., Lavenu, A., Ortlieb, L., Marchant, M. & Guzmán, N. 2000: Estratigrafía del Cenozoico Superior en el área de Caldera (26° 45' – 28° S), III. Región de Atacama, Chile.- IX Congreso Geológico Chileno, Actas Vol. 1, Pág. 504 – 508, Puerto Varas, Chile.

Mourgues, F.A. 2004. Advances in ammonite biostratigraphy of the marine Atacama basin (Lower Cretaceous), northern Chile, and its relationship with the Neuquén basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 17: 3–10.

Mourgues, F.A. 2007. Paléontologie stratigraphique (Ammonites) et évolution tectono-sédimentaire du bassin d'arrière arc de Chañarcillo (Berriasien-Albien, Nord du Chili). Unpublished PhD thesis, University of Toulouse III, 259 p. France.

Ortlieb, L; Guzmán, N.; Candia, M. 1994. Moluscos litorales del Pleistoceno Superior en el área de Antofagasta, Chile: Primeras determinaciones e indicaciones paleoceanográficas. *Estud. Oceanol.* 13: 57-63.

Pérez, d'A., E. 1978, Biostratigrafía del Jurásico de Quebrada Asientos, norte de Potrerillos. Región de Atacama. Boletín n° 37, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile- Memoria de Título, Univ. de Chile, Depto. Geol. 188p. Chile.

Philippi, R.A 1887. Die Tertiäre und Quartäre Versteinerungen Chiles. F.A. Brockhaus, 256 p. Leipzig. Alemania.

Rubilar, A. 1998. Paleontología, patrimonio paleontológico y sus vínculos con la biología y geología. In Simposio Paleontología en Chile, No. 1 (Rubilar, A.; Rubilar-R., D.; Gutstein, C.; Editores), Actas 1:3-8. Santiago.

Sallaberry, M.; Rubilar-Rogers, D.; Suárez, M. E.; Gutstein, C. 2007. The skull of a fossil prion (Aves: Procellariiformes) from the Neogene (Late Miocene) of northern Chile. *Revista Geológica de Chile* Vol. 34 (1): 147-154.

Suárez, M., Bell, C.M. and T. Hutter, T. 1995 Lower Triassic lacustrine sediments in La Coipa area, Atacama, Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 8, No. 1, pp. 9-15.

Suárez, M.E.; Marquardt, C. 2003. Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranchios del Mesozoico y Cenozoico de Chile, comentarios sobre su valor cronoestratigráfico In Congreso Geológico Chileno n° 10 sesión temática 3 CD-Rom, Concepción.

Suárez, M.E.; Lamilla, J.; Marquardt, C. 2004. Peces Chimaeriformes (Chondrichthyes, Holocephali) del Neógeno de la Formación Bahía Inglesa, Región de Atacama, Chile. *Revista Geológica de Chile*. 31 (1): 105-117.

Suárez, M. E. 2010. Patrimonio Paleontológico de Atacama. Libro de Memorias del II Encuentro de historia local de la Provincia de Chañaral. Departamento de Cultura Ilustre Municipalidad de Diego de Almagro, 17-31.

Suárez, M.E.; Gutstein, C.; Pyenson, N.2010. Un nuevo sitio con ballenas fósiles de la Formación Bahía Inglesa, Región de Atacama. II Simposio - Paleontología en Chile, Concepción.

Suárez M.E.; Valenzuela, A.; Yury, R.2010. Primer sitio con vertebrados marinos de edad Pleistocenos en Chile, Caldera, Región de Atacama. II Simposio - Paleontología en Chile, Concepción.

Walsh, S.; Suárez, M.E. 2005. First Post-Mesozoic record of Crocodyliformes from Chile. *Acta Palaeontologica Polonica* 50 (3): 595-600.

Walsh, S.; Suárez, M.E. 2006. New penguin remains from the Pliocene of northern Chile. *Historical Biology* 18: 115-126.



## ANEXO 1. PUNTOS DE MONITOREO

**Tabla 1.** Puntos y coordenadas de monitoreo paleontológico indicando tipo de depósito, unidad de proveniencia y componentes patrimoniales reconocidos.

Punto de Monitoreo	UTM Datum WGS 84		Tipo de Depósito	Componente Paleontológico
	E	N		
1	319953	7007321	Sedimentario-Marino	Invertebrados
2	320000	7007296	Sedimentario-Marino	Invertebrados
3	320043	7007377	Sedimentario - Marino	Invertebrados
4	320268	7007637	Sedimentario -Marino	Invertebrados
5	320676	7007723	Intrusivo	-
6	320252	7007220	Sedimentario -Marino	Invertebrados
7	320471	7007353	Sedimentario- Marino	Invertebrados
8	320121	7007839	Sedimentario -Marino	Invertebrados
9	320177	7008055	Intrusivo-aluvial	-
10	320454	7007921	Sedimentario-Marino	Invertebrados
11	320862	7007723	Sedimentario-Marino	Invertebrados
12	320674	7007564	Intrusivo	-
13	320502	7007548	Intrusivo	-
14	319720	700496	Intrusivo	-
15	319945	7007744	Intrusivo	-

## ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS



Foto 1 mostrando vista general de punto de monitoreo 1 y estratos fosilíferos



Foto 2 mostrando detalle de punto de monitoreo 2 con nivel de coquina y banco de *Ostrea* sp. asociado a vertebrado fósil representado por fragmentos óseos de un cetáceo.



**Foto 3 mostrando punto de monitoreo 3 con restos fósiles de vertebrados neógenos (hueso de ballena) en un nivel re-trabajado con restos arqueológicos ( fragmento de cerámica)**



**Foto 4 mostrando aspecto punto de monitoreo 6**



**Foto 5 mostrando aspecto de punto de monitoreo 4 y depósito de coquinas de edad Pleistoceno correspondiente a los Estratos de Caldera**



**Foto 6 mostrando fósil de ostra en punto de monitoreo 7**



**Foto 7 mostrando restos de conglomerado fosfático conteniendo restos de vertebrados fósiles de cetáceos indeterminados en los alrededores de punto de monitoreo 7.**



**Foto 8 mostrando secuencia sedimentaria de coquina con restos fósiles de moluscos y gastrópodos pleistocénicos en el punto de monitoreo 8**



**Foto 9 mostrando depósitos de coquina en punto de monitoreo 10**

**APENDICE  
ANTECEDENTES CURRICULARES**

**Paleontólogo  
MARIO SUAREZ**

### **Curriculum Vitae**

MARIO E. SUÁREZ

Rut: 10.215855-5

Museo Paleontológico de Caldera. Av. Wheelwright 001, Caldera.

e-mail: museopaleontocaldera@gmailcom

### **Educación**

Lic. Biología, Mención Paleontología Universidad Nacional de la Plata 1995- 1996 Lic. Ed.  
Menc. Tecnología-Medio Ambiente Universidad Tecnológica Metropolitana 2003

### **Área de Interés**

Vertebrados Marinos Mesozoicos y Cenozoicos. Sistemática y Paleogeografía.

### **Instituciones**

2003-presente

Director Museo Paleontológico de Caldera.

1997-2003

Museo Nacional de Historia Natural, Sección Paleontología de  
Vertebrados (Investigador colaborador y proyectos del área)

### **Publicaciones Científicas**

1) **Suárez, M.E.**; Fritis, O. 2002. Nuevo registro de *Aristonectes* sp. (Plesiosauroidea *incertae sedis*) del Cretácico tardío de la Formación Quiriquina, Cochol-güe, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, Vol. 73, p. 87-93.

2) Shultz, M. Fildani, A.; **Suárez, M. E.** 2003. Occurrence of the Southernmost South American Ichthyosaur (Middle Jurassic—Lower Cretaceous), Parque Nacional Torres del Paine, Patagonia, Southernmost Chile. *PALAIOS*: Vol. 18, No. 1 pp. 69–73

3) Brito, P. M y **Suárez, M. E.** Late Cretaceous *Belonostomus* (Pisces, Actinopterygii, Aspidorhynchidae) from Algarrobo, Chile, with comments on aspidorhynchid paleodistribution in South America. *Rev. geol. Chile*, jul. 2003, vol.30, no.1, p.117-127.

4) **Suárez, M.E.**; Cappeta, H. 2004. Dientes de esclerorrínquidos (Neoselachii: Sclerorhynchidae) del Cretácico tardío de la Formación Quiriquina, Chile central. *Rev. geol. Chile*, jul. 2004, vol.31, no.1, p.89-103.

5) **Suárez, M.E.**; Lamilla, J.; Marquardt, C. 2004. Peces Chimaeriformes (Chondrichthyes, Holocephali) del Neógeno de la Formación Bahía Inglesa, Región de Atacama, Chile. *Revista Geológica de Chile*. 31 (1): 105-117.

6) Walsh, S.; **Suárez, M.E.** 2005. First Post-Mesozoic record of Crocodyliformes from Chile. *Acta Palaeontologica* 50 (3): 595-600.

7) Schweitzer, C. E., R. M. Feldmann, A. Encinas, and **M. E. Suárez**. 2006. New Cretaceous and Eocene Callianassoidea (Thalassinidea, Decapoda) from Algarrobo, Chile. *Journal of Crustacean Biology*, 26: 73-81



8)Walsh, S.; **Suárez, M.E.** 2006. New penguin remains from the Pliocene of northern Chile. *Historical Biology* 18: 115-126.

9)**Suárez, M.E.**; Encinas, A.; Ward, D. 2006. An Early Miocene elasmobranch fauna from the Navidad Formation, Central Chile, South America. *Cainozoic Research* 4(1-2): 3-18.

10)Sallaberry, M.; Rubilar-Rogers, D.; **Suárez, M. E.**; Gutstein, C. 2007. The skull of a fossil prion (Aves: Procellariiformes) from the Neogene (Late Miocene) of northern Chile. *Revista Geológica de Chile* Vol. 34 (1): 147-154.

11)Gutstein, C.S., Cozzuol, M.A., Vargas, A.,**Suárez, M. E.**, Schultz, C.L., Rubilar Rogers, D. 2009. Skull variation of *Brachydelphis* (Cetacea, Odontoceti, Pontoporiidae) from South-Eastern Pacific Neogene. *Journal of Mammalogy*.

12) Otero, R., **Suárez, M. E.**, Le Roux, J. 2009. Registro de Plesiosaurios Elasmosáuridos (Sauropterygia: Plesiosauria) en el Cretácico Superior de Puerto Natales, Patagonia chilena. *Revista Geológica de Chile*.

### **Resúmenes Expandidos**

**Suárez, M.E.**; Marquardt, C. 2003. Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranquios del Mesozoico y Cenozoico de Chile, comentarios sobre su valor cronoestratigráfico In Congreso Geológico Chileno nº 10 sesión temática 3 CD-Rom, Concepción.

**Suárez, M.E.**; Quinzio, L.A.; Fritis, O.; Bonilla, R. 2003. Aportes al conocimiento de los vertebrados marinos de la Formación Quiriquina. In *Congreso Geológico Chileno, No. 10, Actas*, Sección temática 3. Concepción

### **Resúmenes de Congresos, Jornadas y Reuniones Científicas**

**Suárez, M.E.**; Lamilla, J. 1998. Nuevos hallazgos de vertebrados marinos en el Cretácico Superior de Algarrobo. *Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, No. 14, Actas (Resúmenes)*, p. 35

**Suárez, M.E.**; Lamilla, J. 1998. Nuevos hallazgos de vertebrados marinos en el Cretácico Superior de Algarrobo. In *Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, No. 14, Actas (Resúmenes)*, p. 35

**Suárez, M.E.** 1999. Primer registro de Mosasauridae en el Cretácico Superior de Chile. *Ameghiniana* 36 (4) Suplemento 21R.

**Suárez, M.E.** 1999. Un esqueleto postcranial de plesiosaurio del Cretácico Superior de la Formación Quiriquina, VIII Región, Chile. *Ameghiniana* 36 (4) Suplemento 22R.

**Suárez, M.E.** 2000. Vertebrado fósiles de la Formación Quiriquina (Cretácico Superior) de Chile. *Ameghiniana* 37 (4) Suplemento 33R.

**Suárez, M.E.** y Brito, J.L. 2000. Una nueva localidad con vertebrados fósiles del Terciario de Bahía Salado, Chile. *Ameghiniana* 37 (4) Suplemento 34R.

**Suárez, M.E.** 2000a. *Ischyrhiza chilensis* Philippi (Rajiformes: Sclerorhynchidae) del Cretácico Superior de la Formación Quiriquina. *In Reunión Nacional de Ictiología, No. 5, 1992 (Resúmenes)*, p. 22. Santiago.

**Suárez, M.E.** 2000. Vertebrados fósiles de la Formación Quiriquina (Cretácico Superior) de Chile. *Ameghiniana, Suplemento (Resúmenes)*, Vol. 37, No. 4, p. 33-34.

Chong, G.; Vargas, A.; Rubilar, D.; **Suárez, M. E.**; Cáceres, R.P.; Kellner, A. **2000**. Cretaceous dinosaur locality at the Atacama Desert, northern Chile. *Ameghiniana, Suplemento 37 (4): 23R*.

Vargas, A.; **Suárez, M. E.**; Rubilar, D.; Moreno, K. **2000**. A titanosaurid vertebra from Pichasca, Formación Viñita (Late Cretaceous), IV Región, northern Chile. *Ameghiniana, Suplemento 37 (4): 35R*.

Vargas, A.; Kellner, A.W.A.; Chong, G.; Rubilar, D.; **Suárez, M. E.** **2000**. New sauropod dinosaur from the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of Vertebrate Paleontology, Supplement 20: 75A*.

**Suárez, M.E.** 2001. Fossil fish faunas from the Quiriquina Formation, Late Cretaceous (Maastrichtian) of Chile, South America. *In International Meeting on Mesozoic Fishes, No. 3, p. 59*.

**Suárez, M.E.**; Pineda G.; Torres, T. 2002. Vertebrados continentales de los estratos de Quebrada la Titora, Cretácico inferior y tardío de Pichasca. *I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile p. 49-50*

**Suárez, M.E.** y Canto, J. 2002. Evidencia de carroñeo y posible depreciación de tiburones sobre huesos de cetáceos fósiles de la Formación Bahía Inglesa, Neógeno de Caldera Norte de Chile. *I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile p. 50*.

**Suárez, M.E.**; Chávez, M.; Marquardt, C. 2002. Nuevos hallazgos de vertebrados marinos de la Formación Bahía Inglesa (Mioceno-Plioceno) Caldera, Norte de Chile. *I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile p. 50-51*.

**Suárez, M.E.** y Suárez, F. 2002. Primer registro de Crocodylia para el Terciario de Chile. *I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile p. 51*.

**Suárez, M.E.** y Encinas, A. 2002. Vertebrados marinos del miembro inferior de la Formación Navidad (Mioceno temprano), Chile Central. *I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile p. 51-52*

**Suárez, M.E.** y Fritis, O. 2002. A new record of Aristonectes (Plesiosauria: Cryptoclididae) from the Late Cretaceous of the Quiriquina Formation, Chile. *I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile, p. 52*.

Suárez, F.; Canto, J.; **Suárez, M.E.**; Yáñez, J.; Chávez, M; Hurtado, R. 2002. Uso sustentable del patrimonio paleontológico de Bahía Inglesa, Caldera, III Región, Chile. / *Congreso Latino-americano de Paleontología de Vertebrados*, Santiago, Chile p. 67.

**Suárez, M.E.** y Torres, J. M. 2002. El Parque Natural Pichasca y su importancia como reserva del patrimonio paleontológico regional y nacional. P. 68.

**Suárez, M.E.** 2003; Quinzio, L.A.; Fritis, O.; Bonilla, R. 2003. Aportes al conocimiento de los vertebrados marinos de la Formación Quiriquina. *In Congreso Geológico Chileno, No. 10, Actas*, Sección temática 3. Concepción.

Marquardt, C., Wilke, H., Frassinetti, D., Marinovic, N., Vargas, G. y **Suárez, M. E.**, 2003. Cambios relativos del nivel del mar durante el Neógeno: el caso de la Formación La Portada, Península de Mejillones. *Actas 10º Congreso Geológico Chileno*, octubre de 2003; 11 p.

**Suárez, M.**, Gutstein, C.S., Marquardt, C. (2005) Las asociaciones de vertebrados marinos de la Formación Bahía Inglesa (Neógeno) Desierto de Atacama, Norte de Chile: su aporte a la biocronoestratigrafía del Neógeno marino de sudamérica. *II Congreso Latino-americano de Paleontología de Vertebrados*, Rio de Janeiro, Brasil. p. 255-256.

Gutstein, C.S., Cozzuol, M.A., **Suárez, M.** (2006). The cetaceans from Bahía Inglesa Formation (Atacama, Chile): Taphonomic approach and paleogeographical implications. *Journal of Vertebrate Paleontology* 26 (3): 71A.

Gutstein, C.S.; Rubilar-Rogers, D.; **Suárez, M. E.** 2007. Nuevo yacimiento con vertebrados fósiles del Neógeno del Desierto de Atacama. *Internacional Geological Congress on the Southern Hemisphere*.

Rubilar-Rogers, D.; **Suárez, M.** 2007. Nuevos fósiles de Crocodyliformes del Neógeno del Desierto de Atacama. *Internacional Geological Congress on the Southern Hemisphere*.

Sallaberry, M.; Rubilar-Rogers, D.; **Suárez, M. E.** 2006. Paleornitología de la Formación Bahía Inglesa, Mioceno Tardío, Desierto de Atacama. *Biological Research*, 39 (Suplemento B): R-93.

Sallaberry, M.; Rubilar-Rogers, D.; **Suárez, M. E.** 2006. El cráneo de un nuevo procelárido (Aves: Procellariidae) del Neógeno (Mioceno Tardío) del Desierto de Atacama. *Biological Research*, 39 (Suplemento B): R-94.

## **Asistencia a Congresos, Jornadas y Reuniones Científicas**

- 2008 I Simposio Paleontología en Chile, Santiago.
- 2003 X Congreso Geológico de Chile, Concepción, Chile.
- 2000 Reunión Nacional de Ictiología MNHN, Santiago
- 2001 Mesozoic Fishes II, Serpiano, Suiza.
- 2002 I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile
- 2000 60<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society of Vertebrate Paleontology. Ciudad de México, México
- 2000 XV Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. San Luis, Argentina
- 1999 XV Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. La Plata, Argentina
- 1998 XIV Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, Argentina

## **Consultorías Científicas**

- 1999 Estudio paleontológico de vertebrados fósiles de la Formación Bahía Inglesa, para Carta Geológica Caldera.
- 1999-2000 Estudio paleontológico de vertebrados fósiles de la Formación La Portada y Caleta Herradura  
Mejillones, Región de Antofagasta, Carta Geológica Mejillones y Península de Mejillones.
- 2000 Estudio paleontológico de vertebrados fósiles de la Formación La Viñita, Pichasca, para Carta Geológica Vicuña- Pichasca , Pineda, G. y Emparán, C.
- 2007 Estudio Evaluación del potencial paleo-turístico de Comuna de Alto del Carmen, Nodo Turístico de Atacama, CORFO.
- 2007-2010 Habilitación del Museo Paleontológico de Pinte, Fondo PNUD e Ilustre Municipalidad de Alto del Carmen.
- 2007 Estudio paleontológico de línea base, **proyecto Minera Esperanza**, Región de Antofagasta.
- 2007 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Cerro Caserones**, Región de Atacama
- 2007 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Agro Super**, Sector Chacrita, Región de Atacama

2008 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Calizas La Coipa**, Minera Mantos de Oro, Región de Atacama

2009 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Cerro Casale**, Región de Atacama

2010 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Guacolda**, Región de Atacama

2010 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Chacabuco**, Región de Antofagasta

2010 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Desalinizadora, Abastecimiento de Agua para la Minería del Valle de Copiapó**, Región de Atacama

2010 Estudio paleontológico de línea de base **proyecto Termoeléctrica Punta Alcalde**

### **Documentales**

2000 Gigantes de Patagonia. Idea Original y Asesor Científico ( Discovery Channel Latinoamérica)

2007 Frutos del País (Museo y Parque Paleontológico de Caldera)

2008 Cazadores de Ciencia (TVN, Capítulo documental sobre la paleontología de Atacama)

2009 Un mar Sumergido en el desierto (En ejecución) Proyecto Consejo Nacional de Televisión.