



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA



**TAXONOMÍA Y PALEOECOLOGÍA DE LOS
AMONITES DE LA FORMACIÓN NACIENTES DEL
TENÓ, CAJÓN TRONCOSO, PROVINCIA DE LINARES,
REGIÓN DEL MAULE, CHILE (36°S).**

Memoria para optar al Título de Geólogo

Bruno Ignacio Arriagada Escobar

Profesor Patrocinante: Dr. Alfonso Encinas Martín

Profesional Guía: Dr. Diego Alejandro Kietzmann

Profesores Comisión: MSc. Sylvia Cecilia Palma Heldt

Dr. Luis Arturo Quinzio Sinn

Concepción, 2024

ÍNDICE

	Página
Resumen	
1. Introducción	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Ubicación y Accesos	3
1.4. Agradecimientos	4
2. Marco Geológico	6
2.1. Generalidades	6
2.2. Geología Local	7
2.2.1. Unidades Estratigráficas	8
2.2.1.1. Estratos del Cajón Troncoso (Triásico Superior)	8
2.2.1.2. Formación Nacientes del Teno (Pliensbachiano?-Oxfordiano)	9
2.2.1.3. Estratos del Estero Cristales (Cretácico Superior-Eoceno inferior)	9
2.2.1.4. Formación Cura-Mallín (Oligoceno superior-Mioceno medio)	10
2.2.1.5. Formación Trapa-Trapa (Mioceno medio-Mioceno superior)	10
2.2.1.6. Formación Campanario (Mioceno superior-Plioceno inferior)	10
2.2.1.7. Formación Cola de Zorro (Plioceno-Pleistoceno)	11
2.2.1.8. Depósitos no consolidados.....	11
2.2.2. Rocas Intrusivas	11
2.2.2.1. Intrusivos Orientales.....	11
2.2.2.1.1. Granito-Diorita.....	11
2.2.2.1.2. Pórfido andesítico.....	12
2.2.2.1.3. Pórfido andesítico-basáltico.....	12
2.2.3. Zonas de Alteración Hidrotermal	12
2.3. Jurásico Inferior-Medio de Chile centro y centro-sur	12
2.3.1. Formación Río Colina (González, 1963) [Sector río el Volcán-Maipo] ...	12
2.3.2. Formación Nacientes del Teno [Sector río Teno]	13
2.3.2.1. Formación Nacientes del Teno (Klohn, 1960)	13
2.3.2.1.1. Estratos Inferiores.....	13
2.3.2.1.2. Miembro Rinconada.....	15
2.3.2.1.3. Miembro Santa Elena.....	16

2.3.2.2. Formación Nacientes del Teno. Redefinición de Junkin y Gans (2019)	16
2.3.2.3. Edad y Correlaciones de la Formación Nacientes del Teno.....	17
2.3.4. Formación Nacientes del Biobío (Suárez y Emparan, 1997)	18
2.3.4.1. Miembro Icalma.....	18
2.3.4.2. Miembro Lolén-Pacunto.....	19
2.3.4.3. Miembro Lonquimay.....	19
3. Metodología de Trabajo.....	20
3.1. Trabajo de Campo.....	20
3.2. Caracterización de ejemplares depositados en SERNAGEOMIN.....	20
3.3. Trabajo de Laboratorio.....	20
3.3.1. Amonites.....	20
3.2. Marco Teórico.....	20
4. Resultados.....	23
4.1. Columnas Estratigráficas.....	23
4.1.1. Columna El Mesetón.....	23
4.1.2. Columna Toro Sur.....	24
4.1.3. Columna Desembocadura del Toro.....	26
4.1.4. Columna Estero Cristales.....	27
4.2. Paleontología Sistemática.....	30
Familia SPHAEROCERATIDAE Buckman, 1920	30
<i>Eurycephalites vergarensis</i> (Burckhardt, 1903)	31
<i>Eurycephalites</i> cf. <i>vergarensis latumbilicatus</i> (Riccardi y Westermann, 1991)	34
<i>Eurycephalites extremus</i> (Tornquist, 1898)	34
<i>Eurycephalites</i> cf. <i>extremus</i> (Tornquist, 1898)	35
<i>Xenocephalites</i> aff. <i>neuquensis</i> (Stehn, 1923)	36
<i>Xenocephalites</i> sp. (Stehn, 1923)	38
Familia PERISPINCTIDAE Steinmann, 1890	39
<i>Perisphinctes</i> (<i>Dichotomosphinctes</i>) <i>durangensis</i> (Burckhardt, 1912)	39
<i>Perisphinctes</i> cf. (<i>Dichotomosphinctes</i>) <i>durangensis</i> (Burckhardt, 1912)	42
<i>Perisphinctes</i> aff. (<i>Dichotomosphinctes</i>) <i>durangensis</i> (Burckhardt, 1912)	43
<i>Perisphinctes</i> (<i>Prososphinctes</i>) aff. <i>matheyi</i> (De Loriol, 1898)	44
<i>Cubasphinctes</i> sp. A	47
<i>Cubasphinctes?</i> sp.	48
<i>Subvinalesphinctes</i> cf. <i>prophetae</i> (Gygi y Hillebrandt, 1991)	49
Familia ASPIDOCERATIDAE Zittel, 1895	51
<i>Euaspidoceras ajax</i> (Leanza, 1947)	51

<i>Peltoceratoides pressulus</i> (Leanza, 1947)	55
<i>Peltoceratoides ballenaensis</i> (Hillebrandt en Hillebrandt y Gröschke, 1995)	56
<i>Peltoceratoides</i> sp. A	58
Familia ATAXIOCERATIDAE Buckman, 1921	60
<i>Lithacosphinctes</i> cf. <i>desertorum</i> (Stehn, 1923)	60
Familia OPPELIIDAE Douvillé, 1890	62
<i>Ochetoceras</i> sp.	62
<i>Neocampylites</i> cf. <i>delmontanus</i> (Oppel, 1863)	63
<i>Neoprionoceras girardoti</i> (De Loriol, 1902)	64
<i>Trimarginites arolicus</i> (Oppel, 1862)	66
5. Discusión	69
5.1. Bioestratigrafía	69
5.1.1. Bioestratigrafía del Calloviano	69
5.1.1.1. Base del Calloviano	69
5.1.1.2. Subdivisiones del Calloviano	69
5.1.2. Bioestratigrafía del Oxfordiano	70
5.1.2.1. Base del Oxfordiano	70
5.1.2.2. Subdivisiones del Oxfordiano	70
5.1.3. Bioestratigrafía del Calloviano-Oxfordiano en los Andes Centrales	71
5.1.4. Bioestratigrafía de la Formación Nacientes del Teno (Cajón Troncoso) ...	72
5.1.4.1. Columna Desembocadura del Toro, Calloviano temprano.....	72
5.1.4.1.1. Zona Estándar de Vergarensis.....	73
5.1.4.1.2. Zona Estándar de Bodenbenderi.....	73
5.1.4.2. Columna Estero Cristales, Oxfordiano temprano-medio.....	74
5.1.4.2.1. Zona de Asociación de <i>Peltoceratoides</i> - <i>Parawedekindia</i>	74
5.1.4.2.2. Zona Estándar <i>Pseudokranaus</i>	75
5.2. Paleobiogeografía	76
5.2.1. Calloviano temprano	76
5.2.2. Oxfordiano temprano-medio	77
5.3. Paleoecología	78
6. Conclusiones	80
7. Referencias	81
ANEXOS	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. 1. Mapa de ubicación y accesos.....	4
2. 1. Cuadro cronoestratigráfico.....	7
2. 2. Mapa Geológico.....	8
3. 1. Vista general de los principales parámetros medidos en la concha de un amonite.....	21
3. 2. Forma de concha de amonites.....	22
3. 3. Costillas de amonites.....	22
4. 1. Columna el Mesetón.....	23
4. 2. Columnas Toro Sur y Desembocadura del Toro.....	25
4. 3. Columna Estero Cristales.....	29
5. 1. Subdivisiones del Calloviano según biozonas de amonites.....	70
5. 2. Subdivisiones del Oxfordiano según biozonas de amonites.....	71
5. 3. Zonación de amonites en los Andes Centrales durante el Calloviano- Oxfordiano.....	72
5. 4. Mapa Paleobiogeográfico del Calloviano medio.....	77
5. 5. Mapa Paleobiogeográfico del Oxfordiano.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Figura	Página
2. 1. Amonites de la Formación Nacientes del Teno.....	17

RESUMEN

La presente Memoria de Título se enfoca en el estudio de los amonites del Jurásico Medio-Superior de la Formación Nacientes del Teno, en el sector Cajón Troncoso, Región del Maule, Chile (36°S), con el objetivo de determinar su taxonomía y paleoecología. Se estudiaron los de amonites de los sectores Desembocadura del Toro y Estero Cristales. En el primero, se identifican dos zonas estándar (Vergarensis y Bodenbenderi) del Calloviano temprano, proporcionando una comprensión bioestratigráfica mucho más precisa que las conocidas en la zona. En Estero Cristales, se reconocen dos Biozonas (Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia* y Zona Estándar de *Pseudokranaus*) del Oxfordiano temprano-medio, revelando una variación significativa en las familias de amonites. Las relaciones paleobiogeográficas indican un fuerte endemismo e influencia del Este del Pacífico durante el Calloviano temprano. En el Oxfordiano temprano-medio se mantuvieron estas condiciones, pero se registran taxones cosmopolitas con origen en el Tethys. Debido a que los amonites son organismos nectónicos y al morir sus restos flotan por los océanos, junto a la ausencia de registros de fósiles bentónicos, no es factible realizar un análisis detallado de las condiciones paleoecológicas durante el Jurásico en el Cajón Troncoso, salvo que el ambiente de depositación de la formación corresponde a uno marino profundo.

1. Introducción

1.1. Generalidades

Durante el Pérmico tardío-Triásico se produjo un importante evento extensional donde la subducción prácticamente se detuvo (Oliveros *et al.*, 2018). Posteriormente, durante el Jurásico Inferior-Cretácico Inferior, tuvo lugar la retracción o rollback de la placa subductante que generó condiciones extensionales (Horton, 2018). El arco magmático migró al oeste y se formaron una serie de cuencas de trasarco interconectadas entre sí al este del arco (Dalziel, 1986; Mpodozis y Ramos, 1989). En el Cretácico Superior, la apertura final del Atlántico causó un aumento en la velocidad de desplazamiento de Sudamérica y el régimen tectónico se transformó en contraccional (Russo y Silver, 1996). Las cuencas de trasarco fueron invertidas, se produjo alzamiento andino y se generaron cuencas de antepaís al este de los Andes (Mpodozis y Ramos, 1989).

Dentro de las citadas cuencas de trasarco, la mejor estudiada es la cuenca de Neuquén que se sitúa en la parte este de Chile y en la parte oeste de Argentina entre unos 33° y 38° S y presenta importantes reservas de hidrocarburos (Howell *et al.*, 2005). En esta cuenca se depositaron una serie de unidades marinas y continentales entre el Jurásico Inferior y el Cretácico Inferior. En Chile, dichas unidades reciben el nombre de, de base a techo: 1) formaciones Río Colina y Nacientes del Teno; depósitos marinos profundos del Pliensbachiano-Oxfordiano (Cornejo *et al.*, 1982); 2) Formación Río Damas; depósitos aluviales del Kimmeridgiano-Titoniano (Thiele, 1980; Rossel *et al.*, 2014); 3) formaciones Lo Valdés y Baños del Flaco; depósitos marinos someros y de plataforma del Titoniano-Hauteriviano (Hallam *et al.*, 1986; Salazar, 2012). Sobreyaciendo a las formaciones Lo Valdés y Baños del Flaco se acumularon facies aluviales interpretadas como sinorogénicas correspondientes a las formaciones Colimapu y BRCU (Brownish-red Clastic Unit) durante el Cretácico Superior (Charrier *et al.*, 1996; Tapia, 2015).

La Formación Nacientes del Teno, definida por Klohn (1960), corresponde a una sucesión sedimentaria marina jurásica compuesta por areniscas, lutitas, calizas, conglomerados, yeso, y rocas piroclásticas distribuidas en la Cordillera de los Andes, entre las regiones de O'Higgins y el Maule (35°- 36°20'S). Se correlaciona en Chile Central con la Formación Río Colina (33°- 34°S) y hacia el sur con la Formación Nacientes del Biobío (38°15'- 39°S) (Thiele, 1980; Muñoz y Niemeyer, 1984).

Su ambiente deposicional se asocia a un ciclo de somerización con aportes continuos de material clástico, epiclástico y piroclástico, con niveles marinos profundos en su parte basal y someros hacia techo (Klohn, 1960; Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobre la base del contenido fosilífero, Klohn (1960) asigna la Formación al Bajociano-Oxfordiano. Posteriormente, Cornejo *et al.* (1982) la datan como Pliensbachiano superior-Oxfordiano tras su estudio de amonites del sector Cajón Troncoso.

El Cajón Troncoso corresponde a un valle fluvial ubicado al suroeste de la Laguna del Maule, en donde se exponen diversas unidades estratigráficas. En dicho sector, la Formación Nacientes del Teno sobreyace en discordancia angular a Estratos del Cajón Troncoso (Triásico Superior), e infrayace de la misma forma a Estratos del Estero Cristales (Cretácico Superior) (Cornejo *et al.*, 1982; Muñoz y Niemeyer, 1984).

La fauna de amonites de la Formación Nacientes del Teno en el sector del Cajón Troncoso fue estudiada por Covacevich (en Cornejo *et al.*, 1982), quienes citan la presencia de especies del Pliensbachiano superior al Oxfordiano, sin embargo, al igual que ocurre con otras unidades marinas equivalentes en otras regiones de Chile (formaciones Río Colina y Nacientes del Biobío), solo se menciona el nombre de las especies y su edad. Posteriormente, Parent (2006) estudia parte de los ejemplares colectados por Cornejo *et al.* (1982) en una revisión de los amonites calovianos-oxfordianos de las cuencas Neuquina y de Tarapacá, no obstante, dicho trabajo es de carácter regional, considerando especímenes de diversos países sudamericanos y solo la parte superior de la Formación Nacientes del Teno, no existiendo hasta la fecha trabajos de detalle sobre la fauna de amonites de la zona.

En este estudio se propone realizar un trabajo taxonómico sobre la fauna de amonites de la Formación Nacientes del Teno en el Cajón Troncoso e investigar las condiciones paleoecológicas en las que vivieron dichos especímenes con el objetivo de aportar nuevos antecedentes para determinar el ambiente de sedimentación de dicha unidad.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar la taxonomía, paleoecología, edad y afinidades paleobiogeográficas de los amonites de la Formación Nacientes del Teno, Cajón Troncoso, Provincia de Linares, Región del Maule, Chile (36°S).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad y abundancia de los amonites presentes en la Formación Nacientes del Teno dentro del área de estudio.
- Comparar dicha fauna con la de unidades temporalmente equivalentes de la Cuenca de Neuquén y determinar su taxonomía y edad.
- Establecer relaciones paleobiogeográficas de los especímenes descritos con los dominios Andino-Caribeño y Tethys.

1.3. Ubicación y Accesos

El área de estudio se sitúa en los Andes de Chile centro-sur, en el Cajón Troncoso, Comuna de Colbún, Provincia de Linares, Región del Maule (Fig. 1.1.). La zona está comprendida entre los 36°10' - 36°17'S y 70°45' - 70°36'W.

Se accede desde Talca por la Ruta 115-CH “Talca-Paso El Pehuenche” con dirección hacia el este hasta cruzar la Central Hidroeléctrica Río Colorado, donde se debe seguir por un camino de ripio paralelo al río Guaiquivilo con dirección al sur por alrededor de 50 km. Cuando se termina el camino de ripio el acceso es a caballo, con un recorrido de un día y medio en dirección hacia el sur por el río Guaiquivilo hasta su continuación por el Cajón Troncoso, luego se debe avanzar otro día y medio por el Cajón Troncoso con dirección al noreste hasta llegar al primer punto con rocas del Jurásico de la zona de estudio, al sur del Estero Ortega (Figura 1.1., Columna Mesetón).

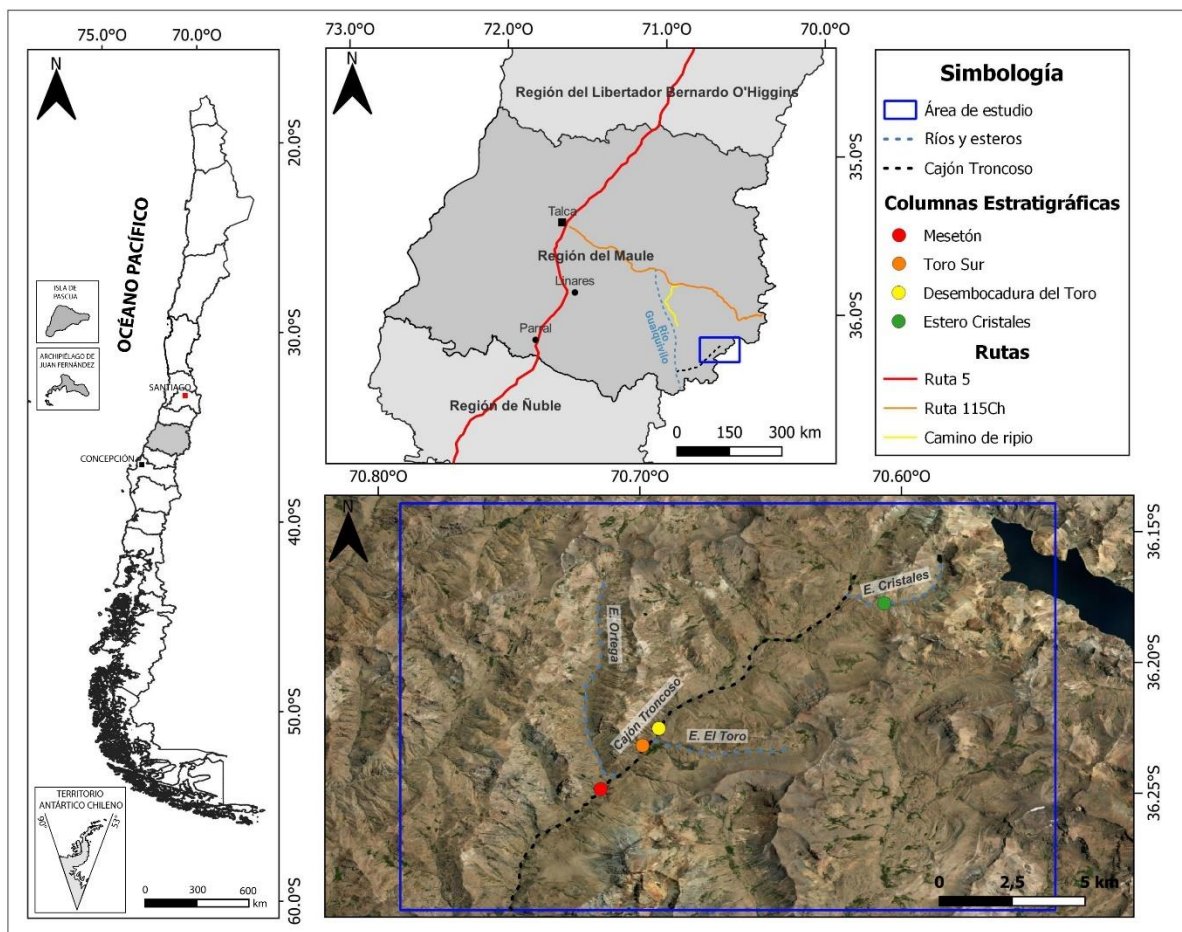


Figura 1.1.: Mapa de ubicación y accesos.

1.4. Agradecimientos

Agradecer al Proyecto Fondecyt Regular 1200428, por el desarrollo y financiamiento de esta Memoria, al Profesor Patrocinante Dr. Alfonso Encinas por su compromiso, dedicación y ayuda a lo largo de esta investigación y mi periodo universitario. Al Dr. Diego Kietzmann por su generosa colaboración en el desarrollo de esta Memoria, su buena voluntad se reflejó en sus valiosos comentarios y revisiones, los cuales fueron fundamentales para mejorar la calidad y profundidad de mi trabajo. Agradecer a los funcionarios del Departamento Ciencias de la Tierra por la disposición y simpatía a la hora de utilizar sus instalaciones, especialmente a don Gerardo Flores por facilitar las instalaciones del Museo Geológico *Lajos Biró Bagóczy*, indispensable para poder preparar las muestras utilizadas, al Profesor Dr. Luis Arturo Quinzio por sus importantes

comentarios en la revisión, y a la Profesora Msc. Sylvia Palma por todas sus lecciones y soporte durante mi formación.

Agradecer a los doctores Patricio Zambrano y Pablo Rossel por sus enseñanzas, simpatía y ayuda en terreno, junto a la ayuda fundamental del arriero Pedro Pablo Espinoza (“Don Paulo”), quien nos guió durante la estadía en el Cajón Troncoso. También agradecer al Dr. Alfonso Rubilar Rodríguez por la gestión y ayuda en la revisión de los ejemplares depositados en el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), y a Dr. (c) Katherine Cisternas, paleontóloga y curadora del Museo de Historia Natural de Concepción (MHNC), por su ayuda en mi formación académica desde hace varios años, y su colaboración con el desarrollo de esta memoria de título.

Por último, agradecer a mi familia por su apoyo fundamental en cada etapa de mi vida.

2. Marco Geológico

2.1. Generalidades

La zona de estudio se encuentra en el segmento Cordillera Principal (33,5-39°S), se divide morfoestructuralmente en 5 unidades dispuestas en franjas paralelas en dirección norte sur. De oeste a este son Cordillera de la Costa, Depresión Central, Cordillera Frontal, Cordillera Principal y Antepaís Argentino (Tassara y Yáñez, 2003; Charrier *et al.*, 2014). Las principales unidades sedimentarias mesozoicas se representan en el cuadro cronoestratigráfico (Fig. 2.1.).

La Cordillera de la Costa se compone principalmente por rocas del basamento metamórfico Paleozoico intruidas por granitoides del Batolito Costero (Hervé *et al.*, 2007) y pequeños intrusivos triásicos locales (Vásquez *et al.*, 2011). En el flanco oriental (*ca.* 35,5°S) afloran intrusivos jurásicos y cretácicos, junto a rocas volcánicas y marinas jurásicas (Rossel *et al.*, 2020).

La Depresión Central corresponde a rocas y depósitos sedimentarios y volcanosedimentarios Neógeno-Cuaternarios (Farías *et al.*, 2008).

La Cordillera Principal se divide en dos flancos con características litológicas diferentes. El flanco occidental se compone de rocas volcanoclásticas del Eoceno-Mioceno de las formaciones Abanico y Farellones (Klohn, 1960; Vergara *et al.*, 1988; Charrier *et al.*, 2002). El flanco oriental está formado principalmente por rocas mesozoicas, deformadas, correspondientes a la faja plegada y corrida, que afloran principalmente en Argentina (Klohn, 1960; Giambiagi *et al.*, 2003; Charrier *et al.*, 2014).

La Cordillera Frontal se extiende hasta los 35°S en territorio argentino, su litología consiste en rocas metamórficas proterozoicas, marinas paleozoicas, e intrusivas y volcánicas permo-triásicas (Giambiagi *et al.*, 2015).

El Antepaís Argentino consiste en depósitos de piedemonte cuaternarios ubicados al este de las cordilleras Principal y Frontal, a excepción del Bloque San Rafael, compuesto por rocas ígneas permo-triásicas (Charrier *et al.*, 2014; Giambiagi *et al.*, 2015).

Época	Edad	Cordillera de la Costa	Cordillera de los Andes		Marco Tectónico
			Chile (W)	Argentina (E)	
Paleoc.	Daniano				
Cretácico Superior	Maastrichtiano	Fm. Quiriquina	Fm. Plan de los Yeuques	Gr. Malargüe Fm. Pircala Fm. Roca Fm. Loncoche	Compresión
	Campaniano				
	Santoniano				
	Coniaciano	Fm. Las Chilcas	B.R.C.U.	Fm. Diamante	
	Turoniano				
	Cenomaniano				
Albiano	Fm. Colimapu				Gr. Rayoso Fm. Rayoso
Cretácico Inferior	Aptiano	Fm. Veta Negra	Fm. Lo Valdés (norte)	Gr. Mendoza Fm. Agrio Fm. Chachao Fm. Vaca Muerta	Subsidencia Termal
	Barremiano				
	Hauteviriano	Fm. Lo Prado	Fm. Baños del Flaco (sur)	Fm. Tordillo	
	Valanginiano				
	Berriasiano				
	Titoniano				
Jurásico Superior	Kimmeridgiano				
	Oxfordiano		Fm. Río Colina (norte)		
	Calloviano	Fm. Alto de Hualimapu	Fm. Nacientes del Teno (sur)	Gr. Cuyo Fm. Tábanos Fm. Calabozo Fm. Lajas Fm. Bardas Blancas Fm. Tres Esquinas Fm. Puesto Araya Superior	
	Bathoniano				
Bajociano					
Aaleniano					
Jurásico Inferior	Toarciano				Extensión
	Pliensbachiano				
	Sinemuriano	Fm. Ricón de Núñez		Ciclo Precuyano Fm. Puesto Araya Inferior Fm. El Freno	
	Hettangiano			Fm. Remoredo Fm. Arroyo Malo	
Triásico Superior	Rético			Fm. Cerro Negro	
	Nórico	Fm. Estero la Higuera			
	Cárnico				

Figura 2.1.: Cuadro cronoestratigráfico. Principales unidades sedimentarias de Chile y Argentina durante el Mesozoico. Modificado de *Tapia et al. (2020)*.

2.2. Geología Local

La geología del área de estudio corresponde principalmente a rocas sedimentarias y se basa en la “Hoja Laguna del Maule” (Muñoz y Niemeyer, 1984). El mapa geológico del área de estudio se representa en la Fig. 2.2.

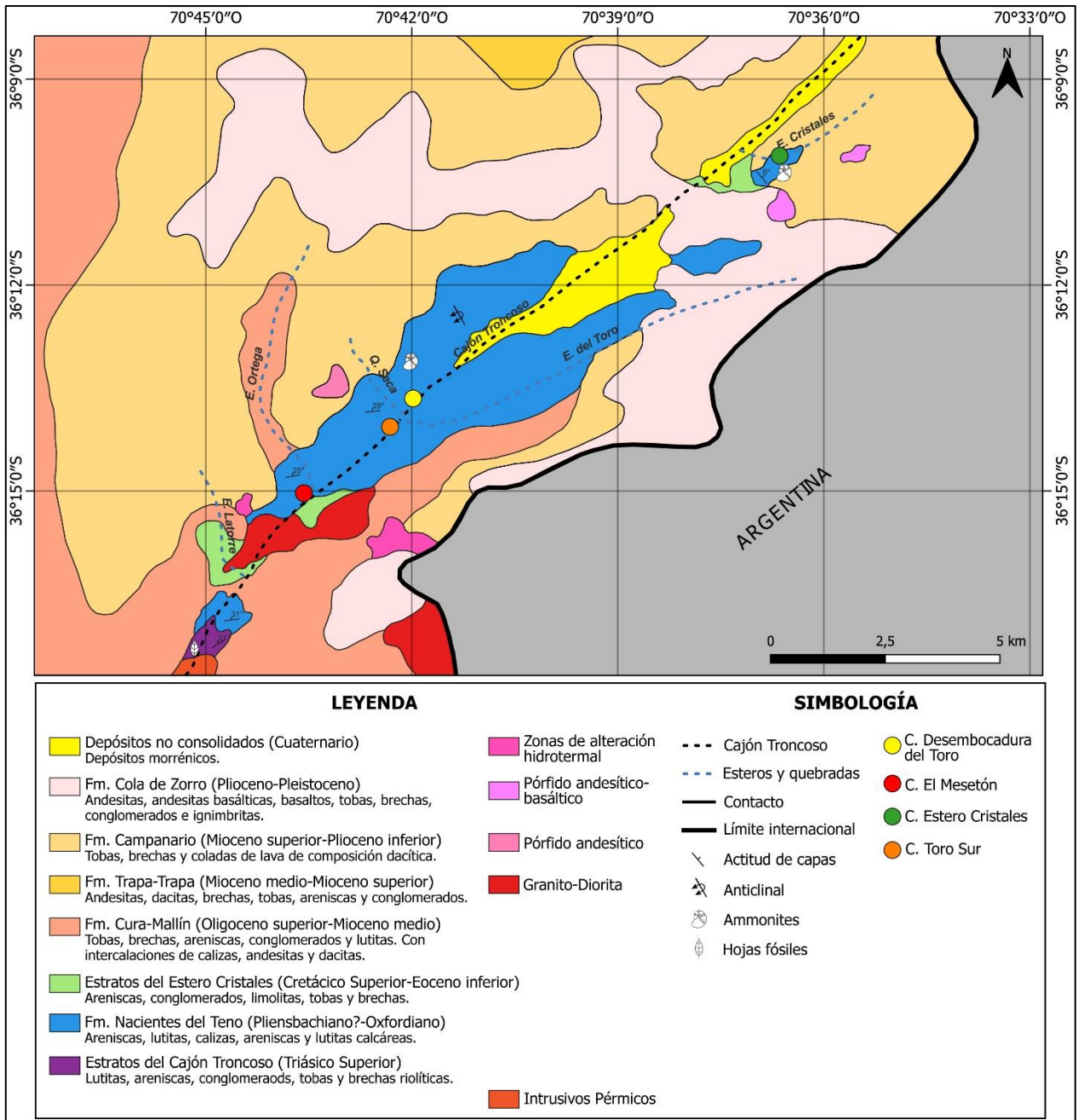


Figura 2.2.: Mapa Geológico. Modificado de Muñoz y Niemeyer (1984).

2.2.1. Unidades Estratigráficas

2.2.1.1. Estratos del Cajón Troncoso (Muñoz y Niemeyer, 1984) (Triásico Superior)

Unidad informal definida por Muñoz y Niemeyer (1984), originalmente denominada Estratos del Troncoso por Cornejo *et al.* (1982). Sucesión sedimentaria y piroclástica de más de 111 m de espesor y extensión muy restringida. Se divide en dos partes, la inferior se compone de

conglomerados, areniscas y lutitas con flora fósil y la parte superior de tobas riódacíticas, depositadas en ambiente continental subacuático de tipo lagunar (Cornejo *et al.*, 1982). Su base es desconocida e infrayace en supuesta discordancia angular a la base de la Formación Nacientes del Teno. Se correlaciona en Chile con las formaciones La Ternera y Santa Juana, y en Argentina con Estratos Llantenes (Muñoz y Niemeyer, 1984). Su edad se determina por infrayacer a la Formación Nacientes del Teno y su contenido fósil (Troncoso, coms. pers. en Muñoz y Niemeyer, 1984).

2.2.1.2. Formación Nacientes del Teno (Klohn, 1960) (Pliensbachiano?-Oxfordiano)

La Formación Nacientes del Teno, definida por Klohn (1960), y descrita por Cornejo *et al.* (1982) como Estratos del Toro, corresponde a una sucesión sedimentaria marina compuesta por areniscas, lutitas, calizas, conglomerados, yeso, rocas piroclásticas y brechas volcánicas en menor medida. Su ambiente deposicional se asocia a un ciclo de somerización con aportes continuos de material clástico, epiclástico y piroclástico, con niveles marino profundo en base y someros hacia techo (Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobre la base del contenido fosilífero, Klohn (1960) asigna la formación al Bajociano-Oxfordiano. Posteriormente, Cornejo *et al.* (1982) lo asignan al Pliensbachiano superior-Oxfordiano tras su estudio de los amonites del sector Cajón Troncoso.

En el área de estudio, sobreyace en supuesta discordancia angular a Estratos del Troncoso e infrayace de la misma forma a Estratos del Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer., 1984). Se correlaciona en Chile Central con la Formación Río Colina (Thiele, 1980) y hacia el sur con la Formación Nacientes del Biobío (Muñoz y Niemeyer, 1984). En Argentina se correlaciona con las formaciones Los Molles y Las Lajas de la provincia de Neuquén (De la Cruz y Suárez, 1997).

2.2.1.3. Estratos del Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984) (Cretácico Superior-Eoceno inferior)

Unidad informal propuesta por Cornejo *et al.* (1982) con el nombre de Estratos del Farías y posteriormente denominada Estratos del Estero Cristales por Muñoz y Niemeyer (1984). Corresponde a una sucesión sedimentaria de alrededor de 114 m de areniscas, conglomerados, limolitas con flora fósil, tobas y brechas, depositadas en ambiente continental con facies lacustres y fluviales (Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobreyace en discordancia erosiva al techo de la Fm. Nacientes del Teno, e infrayace con discordancia angular a las Formaciones Campanario y Cura-

Mallín (Cornejo *et al.*, 1982). La flora fósil permite asignarla de forma preliminar al Cretácico Superior - Eoceno inferior (Troncoso, comunicación personal, en Muñoz y Niemeyer, 1984).

2.2.1.4. Formación Cura-Mallín (González-Ferrán y Vergara, 1962) (Oligoceno superior-Mioceno medio)

La Formación Cura-Mallín, definida por González-Ferrán y Vergara (1962), corresponde a una sucesión sedimentaria compuesta principalmente por rocas piroclásticas, sedimentitas clásticas y subordinadas coladas de lava de composición intermedia (Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobreyace en discordancia angular a la Formación Nacientes del Teno y Estratos del Estero Cristales, e infrayace de la misma forma a las Formaciones Cola de Zorro y Campanario (Muñoz y Niemeyer, 1984). Flynn *et al.* (2008) la asignan al Oligoceno superior - Mioceno medio a partir del contenido fosilífero y dataciones de Ar-Ar de las localidades Laguna del Laja, Andacollo y Lonquimay (37°-39°S).

2.2.1.5. Formación Trapa-Trapa (Niemeyer y Muñoz, 1983) (Mioceno medio-Mioceno superior)

La Formación Trapa-Trapa, definida por Niemeyer y Muñoz (1983), está compuesta por sucesiones de lavas andesíticas, rocas volcanoclásticas y sedimentos continentales (Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobreyace en concordancia a la Formación Cura-Mallín e infrayace discordante a las formaciones Cola de Zorro y Campanario (Muñoz y Niemeyer, 1984). Flynn *et al.* (2008) la asignan al Mioceno medio – superior a partir del contenido fosilífero y dataciones de Ar-Ar de las localidades Laguna del Laja y Andacollo (37°-38°S).

2.2.1.6. Formación Campanario (Drake, 1976) (Mioceno superior-Plioceno inferior)

La Formación Campanario, definida por Drake (1976), es una sucesión sedimentaria de más de 300 m de tobas, tobas soldadas, brechas y coladas de lava de composición dacítica calcoalcalina (Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobreyace en discordancia angular a Estratos del Estero Cristales e infrayace de la misma forma a la Formación Cola de Zorro (Cornejo *et al.*, 1982). Drake (1976) asigna la edad Mioceno superior – Paleoceno inferior a partir de 6 dataciones K-Ar (plagioclasa, hornblenda y roca total en andesitas).

2.2.1.7. Formación Cola de Zorro (González-Ferrán y Vergara, 1962) (Plioceno–Pleistoceno)

La Formación Cola de Zorro, definida por González-Ferrán y Vergara (1962) corresponde a una sucesión sedimentaria continental de al menos 741 m de andesitas, andesitas basálticas, basaltos, tobas, brechas, conglomerados volcánicos y escasas dacitas e ignimbritas de composición calcoalcalina (Muñoz y Niemeyer, 1984). Sobreyace en discordancia angular a la Formación Campanario (Cornejo *et al.*, 1982). Vergara y Muñoz (1982) asignan una edad tentativa Plioceno-Pleistoceno a partir de dataciones K-Ar de ésta y Formaciones correlacionables, en las localidades de Laguna del Maule y Cerro Campanario (36°S), Sierra Velluda (37°S), y Pino Hachado (38°S).

2.2.1.8. Depósitos no consolidados

En el área de estudio afloran depósitos aluviales, coluviales, fluviales y fluvioglaciares rellenando las partes más bajas de los valles, y los causes actuales de esteros y ríos. En el mapa se observan depósitos morrénicos, que se elevan sobre el valle actual del río Troncoso, asignados al último periodo glacial o a su etapa de retroceso (Groeber, 1947, en Muñoz y Niemeyer, 1984).

2.2.2. Rocas Intrusivas

2.2.2.1. Intrusivos Orientales

Conjunto de pequeños cuerpos intrusivos Miocenos, emplazados principalmente en forma de stocks, filones y filones-manto (Muñoz y Niemeyer, 1984).

2.2.2.1.1. Granito-Diorita

Constituido por pequeños stocks, y filones-manto de diversas formas, dimensiones y composición. Se componen principalmente por sienogranitos, monzogranitos, granodioritas, tonalitas, dioritas y monzodioritas cuarcíferas (Muñoz y Niemeyer, 1984). Según relaciones de intrusión (intruyen a la Fm. Cura-Mallín) y dataciones K-Ar, Muñoz y Niemeyer (1984) la asignan al Mioceno medio – Plioceno inferior.

2.2.2.1.2. Pórfido Andesítico

Formado por pequeños cuerpos subvolcánicos y conductos alimentadores asociados a coladas de lava. Son pórfidos andesíticos de colores grises oscuros a verdes claros, con textura porfídica y cristales de plagioclasa (labradorita sódica) y cantidades variables de anfíboles y/o clinopiroxeno (Muñoz y Niemeyer, 1984). Debido a relaciones de intrusión (intruyen a las Formaciones Trapa-Trapa, Cura-Mallín y Campanario), Muñoz y Niemeyer (1984) infieren una probable edad máxima Mioceno superior.

2.2.2.1.3. Pórfido Andesítico-Basáltico

Corresponden a pequeños stocks, filones, filones-manto, lopolitos y cuellos volcánicos. Las rocas tienen color gris a gris oscuro, textura porfídica, ocasionalmente vesicular, y están compuestas por plagioclasas, clinopiroxeno, olivino, apatito y minerales opacos (Muñoz y Niemeyer, 1984). Muñoz y Niemeyer (1984) infieren una edad del Plioceno superior- Pleistoceno por relaciones de intrusión (intruyen a la Formación Cola de Zorro).

2.2.3. Zonas de Alteración Hidrotermal

Asociadas a stocks y filones que presentan colores amarillo claro y rojizo, con mineralización principal de piritita, limonita y hematita, y en poca cantidad magnetita, calcopiritita y bornita. Aparecen ocasionalmente zonas de alteración hidrotermal, al sureste de la columna El Mesetón, domina la alteración fílica-y es menos común la argílica y propílica (Muñoz y Niemeyer, 1984).

2.3. Jurásico Inferior-Medio de Chile centro y centro-sur

El Jurásico Inferior-Medio de ambiente marino en Chile central se divide de norte a sur en las formaciones Río Colina, Nacientes del Teno y Nacientes del Biobío respectivamente. A continuación se describen dichas unidades junto a su contenido fosilífero.

2.3.1. Formación Río Colina (González, 1963) [Sector río el Volcán-Maipo]

Definida por González (1963), corresponde a un conjunto de rocas sedimentarias marinas fosilíferas con potentes intercalaciones de evaporitas constituidas principalmente por yeso, intercaladas con areniscas y lutitas calcáreas fosilíferas grises, calizas, areniscas verdosas y rocas volcánicas andesíticas (González, 1963; Thiele, 1980). El espesor mínimo estimado es ~700 m

(González, 1963). Se deposita en un ambiente marino profundo reductor, que gradúa a somero en sus niveles superiores evidenciado por capas evaporíticas de yeso (Mardones, 2019). La base de la formación es desconocida, infrayace concordantemente a la Formación Río Damas (González, 1963).

A partir de amonites recolectados en Estero Azufre, Tavera (1968) asigna una posible edad Calloviano para niveles inferiores “*Perisphinctes (Idoceras) andium*, *Perisphinctes (I.) indogermanus*, *Perisphinctes (Orthosphinctes?) jupiter*” a medios “*Perisphinctes (I.) cf. andium*, *Perisphinctes (I.) koeneni*, *Perisphinctes (I.) gleimi*” y Oxfordiano a los niveles superiores “*Perisphinctes (I.) boehmi*, *Perisphinctes (I.) dorae*”.

La formación es correlacionable con el miembro Santa Elena de la Formación Nacientes del Teno (González, 1963; Thiele, 1980).

2.3.2. Formación Nacientes del Teno [Sector río Teno]

Definida por Klohn (1960) y redefinida por Junkin y Gans (2019), se revisan ambas definiciones.

2.3.2.1. Formación Nacientes del Teno (Klohn, 1960)

Definida por Klohn (1960), corresponde a una sucesión sedimentaria marina, con escasas intercalaciones de rocas volcanosedimentarias del Jurásico Medio-Superior de la provincia de Curicó, en las inmediaciones de la naciente del río Teno, entre los pasos fronterizos Santa Helena y Vergara (ca. 35°10'S). Su litología se compone de conglomerados, areniscas arcosas, lutitas, calizas, margas, anhidrita, yeso y rocas piroclásticas. Klohn (1960) la divide en cuatro unidades debido a diferencias litológicas y contenido faunístico, de base a techo son: Estratos Inferiores (Estratos Quebrada la Zorra, Estratos Valle Villagra), Miembro Rinconada y Miembro Santa Elena.

2.3.2.1.1. Estratos Inferiores

Corresponden a ~950 metros de conglomerados, areniscas, lutitas, rocas calcáreas y tobas que se exponen solo en las nacientes del río Teno, específicamente en el núcleo del anticlinal del Teno (Klohn, 1960). Se dividen en Estratos Quebrada La Zorra y Estratos Valle de Villagra:

Estratos Quebrada La Zorra:

Sucesión de más de 300 metros compuesta por conglomerados finos con clastos de riolita; areniscas cuarzosas finas a gruesas, areniscas calcáreas verdosas y lutitas bien estratificadas (Klohn, 1960; Davidson, 1971). Aflora en el valle del río Teno, entre las quebradas La Zorra y Guanaco, con mejor exposición en quebrada La Zorra, cerca de la desembocadura del río Teno (Klohn, 1960).

Davidson (1971) en base a determinación de J. Tavera señala la presencia de “*Sonninia* aff. *sowerby*” (Bajociano inferior); “*Reineckeia* (s.s.) *antipodum*, *Perisphinctes gottschei* y *Ostrea calceola*” (Caloviano medio-superior) en un perfil de 290 metros realizado en Quebrada la Zorra. Sin embargo, la litología descrita en éste (areniscas grises con niveles conglomerádicos, areniscas rojas con grietas de desecación, areniscas y microconglomerados verdosos), junto a la presencia de fósiles pareciera coincidir más con la descripción de Estratos Valle Villagra, el cual no está descrito para esta localidad.

Estratos Valle Villagra:

Corresponde a 650 metros de conglomerados grises y rojizos alternados en algunas capas por areniscas verdosas, rojizas y calcáreas. Aflora en las nacientes del río Teno, en los valles Villagra, Vergara y Santa Helena (Argentina) (Klohn, 1960).

Burckhardt (1900) estudia especímenes colectados de la formación, asignándolos Bajociano a los estratos procedentes del Valle Villagra en base a los amonites “*Sonninia* aff. *sowerby*, *Perisphinctes* sp. y cf. *Sphaeroceras gervillei*”. En el lado occidental del Valle Vergara asigna una edad Bajociano tardío a partir del amonite “*Sphaeroceras zirkeli*”, de la zona *Stephanoceras humphriesianum*, por otro lado, en el flanco oriental, cerca del paso Vergara reconoce los amonites “*Sphaeroceras rotundum* y *Perisphinctes* sp.”, del Calloviano. Además, estudia amonites del Valle Santa Helena, en territorio argentino, asignando los estratos a los primeros pisos del Jurásico Medio en base a los amonites “*Oppelia subplicatella* y *Harpoceras* cf. *opalinum*”.

Davidson (1971), a través de dos perfiles en los valles Villagra y Vergara de 435 y 195 metros respectivamente, señala la presencia de diferentes asociaciones de fósiles. Para el primero describe “*Gryphea* cf. *calceola* y *Macrocephalites macrocephalus*” del Calloviano inferior, y

“*Perisphinctes indogermanus*” del Oxfordiano. Para las rocas del valle Vergara destaca la presencia de “*Perisphinctes bohemi?*, *Macrocephalites* sp., *Macrocephalites (Eurycephalites) vergarensis*” del Calloviano inferior. Seguidos por “*Perisphinctes indegermanus*, *P. andinum*” del Oxfordiano superior.

2.3.2.1.2. Miembro Rinconada:

Sucesión compuesta por ~450 metros de conglomerados, areniscas arcosas, lutitas, margas y calizas con intercalaciones de brechas y tobas andesíticas que sobreyacen a Estratos Inferiores (Klohn, 1960). Aflora en el sector de Rinconada, entre el paso Santa Elena y quebrada Tiburcio (Klohn, 1960).

Klohn (1960) señala las especies “*Perisphinctes (Orthosphinctes?)* sp., *P.* sp. cf. *P. harringtoni*, *P. (Arisphinctes)* sp., *Quenstedticeras* sp., *Q.* sp. cf. *Q. mariae*, e *Inoceramus galoii*” para las calizas fosilíferas aflorantes cerca del paso Santa Elena, asignando una edad Calloviano-Oxfordiano. Para el techo del miembro, en capas de margas infrayacentes al yeso en el valle del río Las Choicas, territorio argentino, menciona los amonites “*Perisphinctes (Orthosphinctes)* aff. *tiziani*, *Arisphinctes* sp. y *Macrocephalites* sp. cf. *M. subcompressus*”, asignando la capa al Calloviano inferior.

Estratos similares afloran al este de la confluencia de los ríos Negro y Maipo, territorio chileno, donde identifica los amonites “*Perisphinctes (Orthosphinctes)* cf. *tiziani*, *Euaspidoceras* aff. *perarmatus*, *Macrocephalites rotundus* (?) y *M.* cf. *subcompressus*”, correspondientes al Calloviano-Oxfordiano. (Klohn, 1960).

Davidson (1971), elabora un perfil de 390 metros cerca del Paso Santa Elena, donde señala la presencia de “*Perisphinctes (Idoceras) andinum*” del Oxfordiano. Otro perfil de 360 metros en territorio argentino, cerca del arroyo Santa Elena, presenta una sucesión más completa, con los amonites “*Leioceras opalinum*” (Bajociano inferior); “*Reineckeia (Reineckeites) souvillei*, *R.* (s.s.) *euactis*, *Perisphinctes gottschei*, *P. glimi*, *Macrocephalites?*, “*Spnaer*” (*Macrocephalites subcompressus*” (Calloviano); “*Aspidoceras (Euaspidoceras?)* aff. *A. (Eu) hypselum*, *Perisphinctes (Idoceras?) transatlanticus*, *P. roubyanus*, e *Idoceras*” (Oxfordiano superior). Un

último perfil de 80 metros en arroyo Las Cargas presenta los amonites “*Aspidoceras (Euaspidoceras) sp.*, y *A. (E.) hypeselum*”.

2.3.2.1.3. Miembro Santa Elena:

Constituido por ~100 metros de mantos de anhidrita y yeso de color gris claro a blanco que sobreyacen al Miembro Rinconada y subyacen concordantemente a la base de la Formación Río Damas. Aflora en la naciente del río Teno, cerca del paso Santa Elena (Klohn, 1960).

Aflora casi sin interrupciones en el sector oriental de la Cordillera Principal desde el volcán Maipo hasta el complejo volcánico Planchón-Peteroa (Klohn, 1960).

2.3.2.2. Formación Nacientes del Teno. Redefinición de Junkin y Gans (2019)

Junkin y Gans (2019) redefinen la formación a través de 16 columnas estratigráficas, dataciones radiométricas (U-Pb en circones) y una revisión preliminar de amonites. Dividiéndola en 5 subunidades a partir de litología y ambientes deposicionales, de base a techo estas subunidades son:

JntA: Sucesión marina fosilífera granocreciente compuesta por areniscas, limolitas y conglomerados, con capas menores de rocas carbonatadas laminadas. Alcanza ~620 metros de espesor y se divide en 2 subunidades: sucesiones de 10-50 centímetros de espesor, laminadas y granocrecientes de areniscas medias a finas y limolitas (JntA1); sucesiones de 10-50 centímetros de areniscas y limolitas con abundantes amonites, y paquetes métricos de conglomerados matriz y clastosoportados con mala selección (JntA2).

JntB: Sucesión granocreciente de rocas rojizas compuestas por limolitas, areniscas finas a gruesas y conglomerados. Se subdivide en las subunidades JntB1, JntB2 y JntB3.

JntC: Depósitos ignimbríticos de grano grueso, bien seleccionados y ricos en cuarzo.

JntD: Sucesión de rocas siliciclásticas y carbonáticas dividida en 3 subunidades: rocas fosilíferas marinas de color gris verdoso, constituidas por areniscas que varían de grano fino a grueso y

limolitas intercaladas por conglomerados (JntD1); intercalaciones de calizas arenosas y areniscas de grano grueso, presenta fósiles (JntD2); limolitas calcáreas de color claro y café oscuro (JntD3).

JntE: Depósitos de yeso, su espesor varía entre 3-100 metros.

Además, reconocen 16 especímenes de amonites (4 en JntA y 12 en JntD), los cuales están pobremente identificados debido a su mala conservación y falta de preparación (tabla 1).

El ambiente deposicional propuesto para la formación corresponde a depósitos marinos turbidíticos (JntA) que varían a facies someras carbonatados (JntD) y evaporíticas (JntE), depositadas durante un evento regresivo mientras se desarrollaba un arco activo con depósitos continentales (JntB) e ignimbritas (JntC) (Junkin y Gans, 2019).

Tabla 2.1: Amonites de la Formación Nacientes del Teno. Modificado de Junkin y Gans (2019).

Espécimen	Identificación	Edad	Unidad
A	? <i>Rehmannia</i> sp.	Calloviano temprano	JntA
B	? <i>Discosphinctes</i> sp.	Oxfordiano	JntD
C	? <i>Perisphinctidae</i>	Oxfordiano	JntD
D	<i>Neuquenicerias</i> cf. <i>biscissum</i> (Stehn)	Batoniano tardío-Calloviano temprano	JntA
E	? <i>Perisphinctidae</i>	Oxfordiano	JntA
F1	? <i>Rehmannia</i> sp.	Calloviano temprano-medio	JntA
F2	? <i>Rehmannia</i> sp.	Calloviano temprano	JntA
G1	? <i>Rehmannia</i> sp. o ? <i>Tenuisphinctes</i> sp.	Calloviano temprano- Oxfordiano temprano	JntD
G2	? <i>Rehmannia</i> sp. o ? <i>Tenuisphinctes</i> sp.	Calloviano temprano- Oxfordiano temprano	JntD
G3	? <i>Rehmannia</i> sp. o ? <i>Tenuisphinctes</i> sp.	Calloviano temprano- Oxfordiano temprano	JntD
G4	? <i>Neuquenicerias</i> sp.	Batoniano tardío-Calloviano temprano	JntD
H	? <i>Rehmannia</i> sp. o ? <i>Tenuisphinctes</i> sp.	Calloviano temprano- Oxfordiano temprano	JntD
I	? <i>Rehmannia</i> sp. o ? <i>Tenuisphinctes</i> sp.	Calloviano temprano- Oxfordiano temprano	JntD
J	? <i>Rehmannia</i> sp. o ? <i>Tenuisphinctes</i> sp.	Calloviano temprano- Oxfordiano temprano	JntD
K	? <i>Caracolicerias</i> cf. <i>dunkeri</i> (Stein)	Oxfordiano temprano a medio?	JntD
L	<i>Perisphinctes</i> (? <i>Antilloceras</i>) sp.	Oxfordiano	JntD

2.3.2.3. Edad y Correlaciones de la Formación Nacientes del Teno.

Sobre la base del contenido fosilífero se asigna una edad deposicional desde el Bajociano hasta el Kimmeridgiano temprano (Klohn, 1960). Posteriormente, estudios geocronológicos de U-Pb (LA-ICP-MS) en 491 circones provenientes de ocho muestras sugieren que la Formación Nacientes del Teno se depositó entre 172 y 161 Ma (Aaleniano-Oxfordiano) (Junkin y Gans, 2019).

La Formación Nacientes del Teno se correlaciona en Chile con las formaciones Río Colina y Nacientes del Biobío (Klohn, 1960; González, 1963; Thiele, 1980) y en Argentina con los Grupos Cuyo y Lotena (Klohn, 1960).

2.3.4. Formación Nacientes del Biobío (Suárez y Emparan, 1997)

La Formación Nacientes del Biobío, descrita por De la Cruz y Suárez (1997) y definida por Suárez y Emparan (1997), corresponde a una sucesión sedimentaria de al menos 2.450 metros de espesor constituida por rocas basálticas submarinas (pillow lavas), rocas sedimentarias marinas y rocas volcánicas-volcanoclásticas de edad jurásica. Se distribuye en la alta Cordillera de los Andes, entre los 38°S y 39°S (De la Cruz y Suárez, 1997). No se observa la base de la formación que infrayace en discordancia angular y de erosión a las rocas volcanosedimentarias Cretácico-Paleógeno del Complejo Vizcacha-Cumilao y a los depósitos continentales Oligo-Mioceno de la Formación Cura-Mallín (De la Cruz y Suárez, 1997; Suárez y Emparan, 1997).

Según la litología y ambientes sedimentarios se divide en 3 miembros (De la Cruz y Suárez, 1997; Suárez y Emparan, 1997):

2.3.4.1. Miembro Icalma.

Compuesto por pillow lavas, brechas basálticas y basaltos intercalados por sucesiones marinas turbidíticas con fósiles marinos indiferenciados (De la Cruz y Suárez, 1997; Suárez y Emparan, 1997).

Se forma en un ambiente marino bajo el nivel del oleaje debido a las intercalaciones turbidíticas. La abundante presencia de amígdalas en las pillow lavas sugiere una profundidad relativamente baja (De la Cruz y Suárez, 1997).

Su edad corresponde al Pliensbachiano tardío-Toarciense temprano, debido a la presencia de los amonites “*Paltarpites?*, *Harpoceras?* y *Atacamiceras?*” (Covacevich, comunicación escrita, 1989 en De la Cruz y Suárez, 1997).

Suárez y Emparan (1997) realizaron dataciones radiométricas K-Ar en las pillow lavas, sin embargo, debido al método utilizado y la alteración presente en las rocas los resultados carecen de sentido geológico.

2.3.4.2. Miembro Lolén-Pacunto:

Sucesión sedimentaria clástica marina, fosilífera, compuesta de limolitas grises, areniscas, brechas, tufitas y tobas (De la Cruz y Suárez, 1997; Suárez y Emparan, 1997). Corresponde a depósitos de abanicos submarinos progradantes (De la Cruz y Suárez, 1997).

Su edad deposicional en base a amonites y correlaciones estratigráficas corresponde al Aaleniano-Kimmeridgiano temprano (De la Cruz y Suárez, 1997; Suárez y Emparan, 1997; Rojas *et al.*, 2022a, b).

2.3.4.3. Miembro Lonquimay:

Miembro más joven de la formación, se divide en dos subunidades, una inferior marina (~150 metros de espesor mínimo) compuesta por lutitas, calizas, areniscas cuarcíferas y rocas volcanoclásticas; y una superior volcánica conformada principalmente por tobas (>400 metros de potencia) (De la Cruz y Suárez, 1997).

Su edad en base a amonites y correlaciones estratigráficas corresponde al Batoniano tardío(?)-Oxfordiano (De la Cruz y Suárez, 1997; Rojas *et al.*, 2022a, b).

Rossel *et al.* (2020), mediante datación de U-Pb (LA-MC-ICP-MS) en circones de una toba en la base del miembro asigna una edad de cristalización de $167,5 \pm 3.4$ Ma. Posteriormente, Rojas *et al.* (2022a, b) asigna una edad máxima de depositación para el techo del miembro de 161.2 ± 4.1 Ma, mediante datación de U-Pb en circones detríticos de una arenisca obtenida cerca del Río Tralihue.

La Formación Nacientes del Biobío se correlaciona con las Formaciones Nacientes del Teno, Los Molles y Lotena (De la Cruz y Suárez, 1997; Suárez y Emparan, 1997).

3. Metodología de Trabajo

3.1. Trabajo de Campo

El trabajo de campo se realizó entre los días 31 de enero y 10 del febrero del año 2022, en las secciones que afloran por diversas quebradas y esteros del Cajón Troncoso.

Se elaboraron 4 columnas estratigráficas con un espesor total de 504 metros para rocas de la Formación Nacientes del Teno, distribuidas entre las intersecciones del Cajón Troncoso y los esteros Ortega, del Toro y Cristales. Además, se obtuvo una muestra de arenisca para análisis de circones y 114 amonites in situ, de los cuales se seleccionaron los que estaban en buen y moderado estado de conservación para su análisis.

3.2. Caracterización de ejemplares depositados en SERNAGEOMIN

Durante la primera semana de marzo del 2022 se caracterizaron y fotografiaron 24 ejemplares procedentes de la Formación Nacientes del Teno en el Cajón Troncoso, depositados en la “Subcolección de ejemplares tipo e ilustrados” de SERNAGEOMIN. También se realizaron contramoldes para una posterior descripción en laboratorio.

3.3. Trabajo de Laboratorio

3.3.1. Amonites

Los amonites recolectados se prepararon y describieron en las instalaciones del Museo Geológico *Lajos Biró Bagóczy*. Para la preparación se utilizaron los martillos neumáticos (Paleotools) ME-9100 y Micro Jack 4, junto al compresor Indura Huracan 3200.

3.2. Marco Teórico

Los amonites son un grupo muy diverso que habitaron el planeta entre el Devónico y fines del Cretácico, a lo largo del tiempo se han publicados varios libros y tratados sobre la paleobiología, sistemática y evolución de los éstos, siendo un indicador indispensable en el estudio de depósitos marinos Mesozoicos (Arkell *et al.*, 1957; Landman *et al.*, 1996; Aguirre-Urreta y Cichowolski, 2007; Riccardi, 2008, 2015; Klug *et al.*, 2015). Para su estudio es clave evaluar su geometría, ornamentación y línea de sutura (Klug *et al.*, 2015).

La geometría de estos considera diferentes mediciones, las medidas estudiadas (Fig. 3.1.) corresponde a D (diámetro), U (ancho umbilical), W (ancho de vuelta) y H (alto de vuelta).

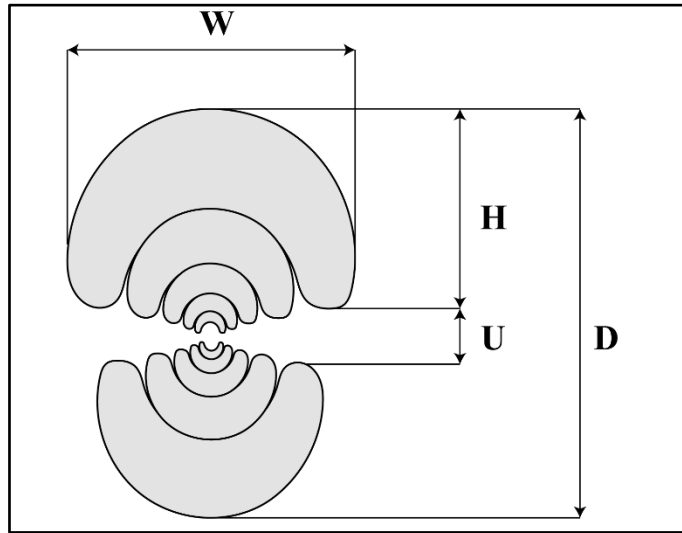


Figura 3.1.: Vista general de los principales parámetros medidos en la concha de un amonite.

Para medir el grado de involución se sigue el criterio propuesto por Korn (2010), que considera el diámetro, ancho de vuelta y ancho umbilical (Fig. 3.2.). La ornamentación (Fig. 3.3.) se describe según la dirección de las costillas con respecto a la apertura (rursirradiada, rectirradiada y prorsirradiada), espaciamiento (distal, proximal o fasciculada) y tipo de costilla (Arkell *et al.*, 1957). Otros criterios ornamentales importantes son las constricciones, tubérculos, nodos, estructuras en el vientre (quillas, surcos, etc.), entre otros (Klug *et al.*, 2015).

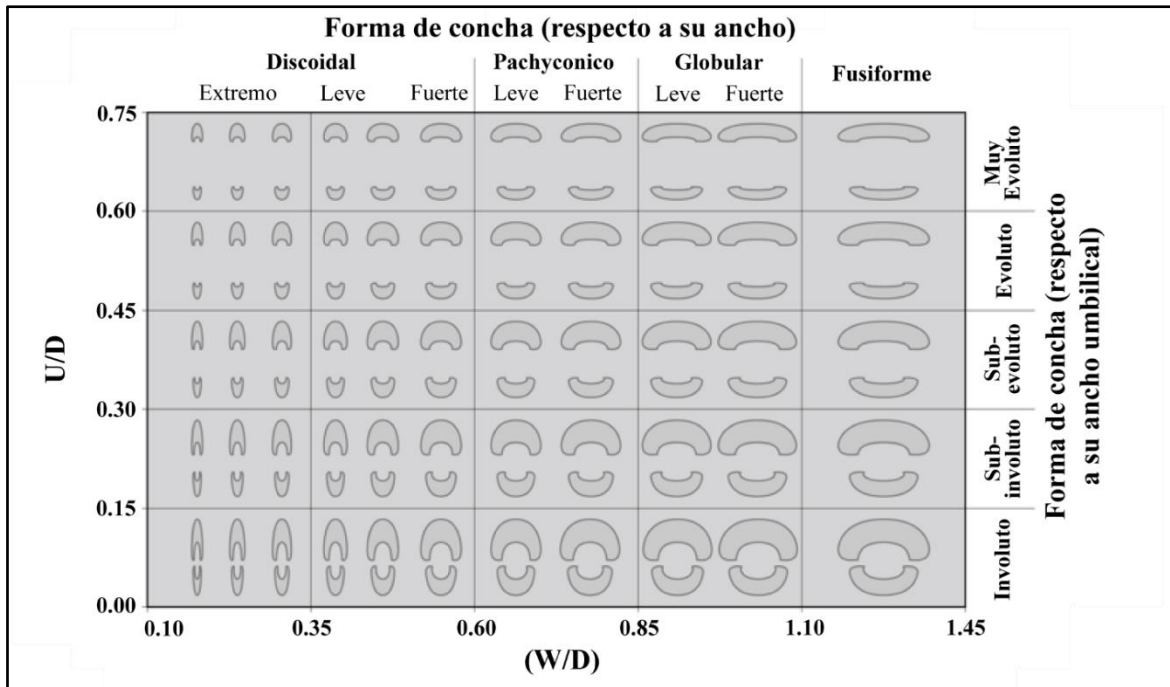


Figura 3.2.: Forma de concha de amonites. Modificado de Korn (2010).

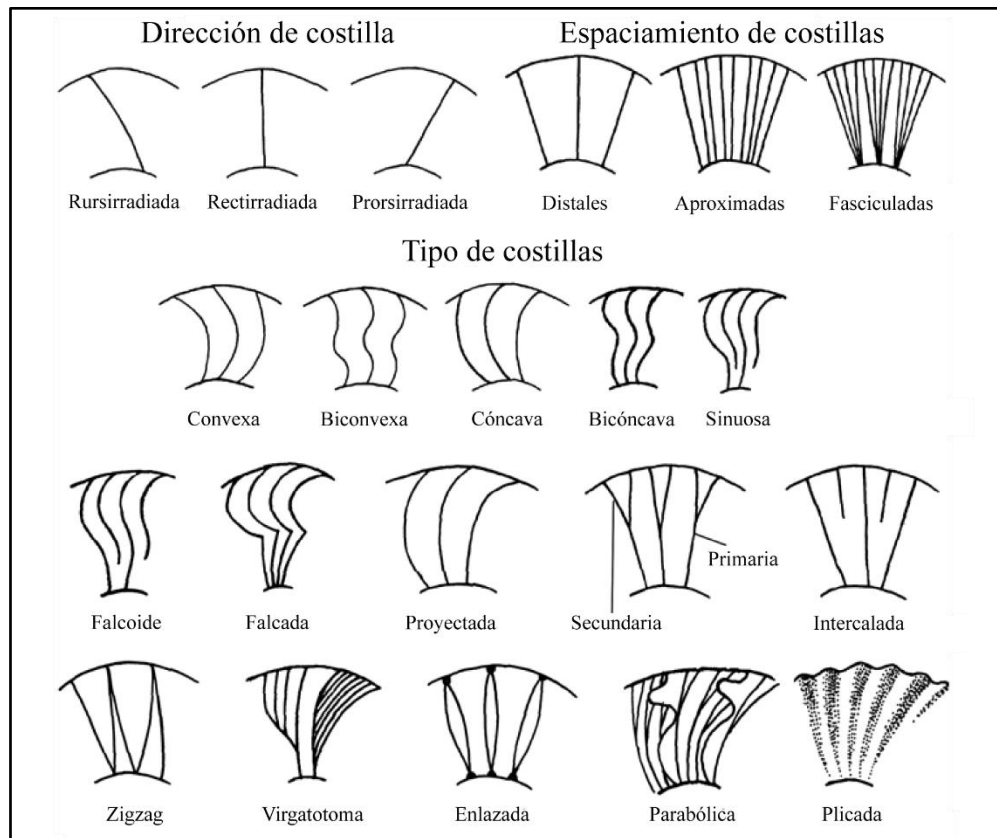


Figura 3.3.: Costillas de amonites. Modificado de Arkell *et al.* (1957).

4. Resultados

4.1. Columnas Estratigráficas

La ubicación de las cuatro columnas estratigráficas de la Formación Nacientes del Teno se encuentra en las Figuras 1.1 y 2.2. Se señala en qué capa se extrajo cada muestra para circones (c.) y lámina delgada (l.d.). Las columnas estratigráficas se encuentran en el Anexo 1.

4.1.1. Columna El Mesetón

El sector El Mesetón corresponde a un área donde aflora parte de la sección inferior de la Formación Nacientes del Teno. Se midió una columna en la ladera norte del Cajón Troncoso (Figura. 4.1.). Sus estratos tienen una actitud de 25/350 (dip/dip direction). Las muestras tienen el código MZ.

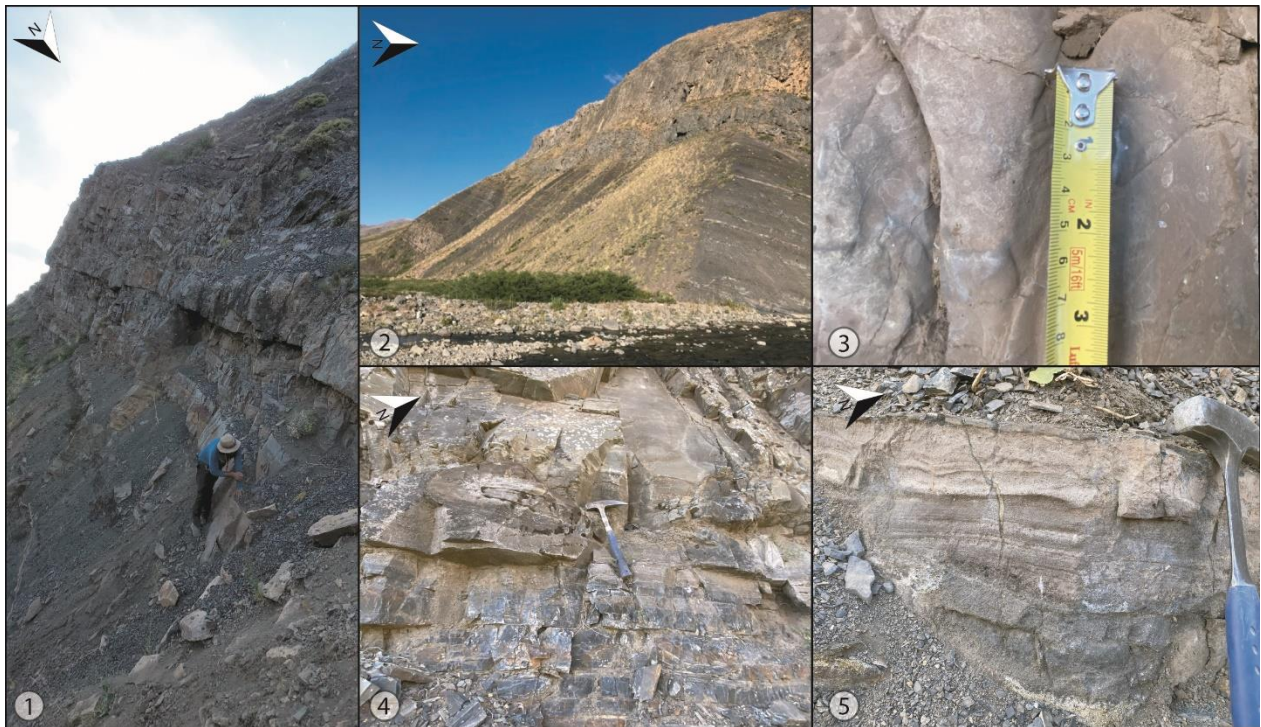


Figura 4.1.: Columna el Mesetón. 1) Vista general Tramos 6 y 7. 2) Vista general del afloramiento. 3) *Ophiomorpha*, Tramo 3. 4) Nivel concrecional, Tramo 3. 5) Areniscas con laminación convoluta, Tramo 4.

Coordenadas: 36°14'57,20"S 70°42'56,96"W (base)-36°14'51,56"S 70°42'52,70"W (techo).

Espesor: 163,8 metros.

Descripción:

Base: Cubierta.

Tramo 1: 14 m (14 m): Arenisca fina de color verdoso en base, se observan cristales de cuarzo e indiferenciados (1m). Sobreyacen 13 metros de lutitas laminadas de color verdoso.

Tramo 2: 25 m (39 m): Areniscas calcáreas de grano medio (MZ-01 l.d.).

Tramo 3: 9,6 m (48,6 m): En base afloran lutitas negras (MZ-02 l.d.) con intercalaciones decimétricas de conglomerados finos con laminación paralela, HCS, EC y restos de bivalvos fósiles indeterminados en concreciones (Fig. 4.1.; 4), se observan abundantes fitodetritos. Sobreyacen 8 m de lutitas verdes masivas (MZ-03 l.d.) con niveles concreciónales, éstas contienen varios fragmentos de bivalvos, están intercaladas por areniscas que varían de grano fino a grueso con trazas de *Ophiomorpha* (Fig. 4.1.; 3).

Tramo 4: 42,1 m (90,7 m): Se divide en 3 subtramos, de base a techo: 1) En base 1 metro de lutitas negras laminadas, sobreyacen 25 metros de areniscas de grano medio, masivas, en algunos niveles presentan Lam-Scram. 2) Misma sucesión descrita para el primer subtramo (7,4 m). 3) En base areniscas de grano medio con laminación convoluta (Fig. 4.1.; 5), se observan contactos erosivos dentro de la capa (1,2 m), sobreyacen areniscas medias con laminación paralela (2,3 m), seguida de areniscas de grano medio masivas que gradan a areniscas gruesas (2,9 m), a techo se observan areniscas gruesas masivas (2,3 m).

Tramo 5: 5,1 m (95,8 m): Sucesión estratocreciente de capas centimétricas a métricas de areniscas de grano medio a grueso, masivas, en base presentan laminación paralela y a techo intraclastos decimétricos y redondeados de lutita. En el último metro se intercala una capa con intraclastos decimétricos y angulosos de lutita.

Tramo 6: 58 m (153,8 m): Capas centimétricas de lutitas negras laminadas (MZ-04 l.d.), a los 7 metros se encuentran bivalvos ligeramente piritizados en mal estado de conservación.

Tramo 7: 10 m (163,8 m): Sucesión de areniscas gruesas decimétricas intercaladas de conglomerados con clastos decimétricos de lutitas negras (Fig. 4.1.; 1).

Techo: Sobreyace discordante coladas de lava de la Formación Cola de Zorro.

4.1.2. Columna Toro Sur

El sector Toro Sur (Figura 4.2.; 1-2) corresponde a un área ubicada aproximadamente 2.5 km al norte de El Mesetón. Aflora la sección media de la Formación Nacientes del Teno, se realiza un

levantamiento en la ladera norte del Cajón Troncoso, el sector es de difícil acceso y algunos de los tramos están parcialmente cubiertos. Las muestras tienen el código TS.

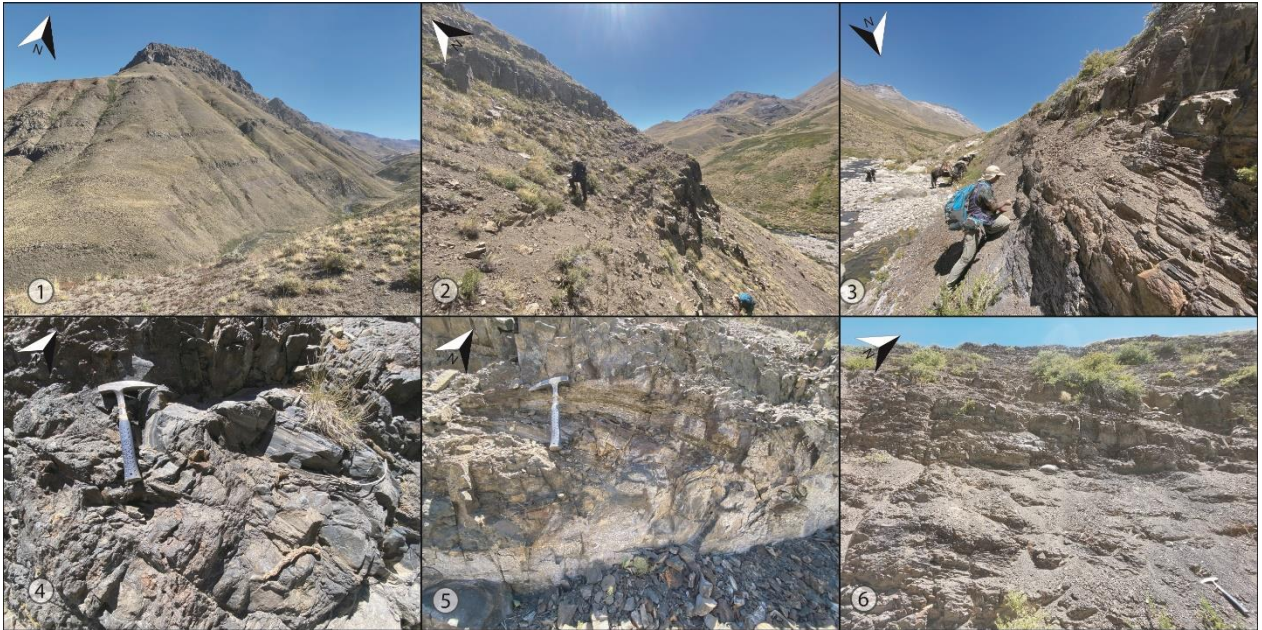


Figura 4.2. Columnas Toro Sur y Desembocadura del Toro. 1) Vista general del afloramiento. 2) Tramos 10 y 11, columna TS. 3) Tramo 2, columna DT. 4 y 5) Slump, Tramo 5, columna DT. 6) Tramo 1, columna DT.

Coordenadas: 36°13'54,48"S 70°41'50,39"W (base)-36°13'53,29"S 70°41'59,49"W (techo).

Espesor: 76,5 metros.

Descripción:

Base: Cubierta.

Tramo 1: 5 m (5 m): Capas decimétricas de lutitas negras en base, sobreyacen 3 metros de areniscas masivas de tamaño grueso.

Tramo 2: 2 m (7 m): Sill de andesita.

Tramo 3: 12 m (19 m): Alternancia entre capas métricas de lutitas negras y areniscas de tamaño medio y grueso, masivas. Actitud de capas 28/335.

Tramo 4: 4 m (23 m): Tobas gris oscuras (TS-09 c.)

Tramo 5: 4 m (27 m): Capas decimétricas de lutitas negras.

Tramo 6: 2 m (29 m): Toba.

Tramo 7: 15 m (44 m): Alternancia decimétricas de lutitas grises con areniscas de grano grueso.

Tramo 8: 5 m (49 m): Capas centimétricas de lutitas grises con fragmentos de amonites (TS-13 l.d.).

Tramo 9: 5 m (54 m): Alternancia de areniscas grises de grano medio con laminación paralela y conglomerados gruesos centimétricos.

Tramo 10: 7 m (61 m): Alternancia decimétrica de areniscas grises de grano medio con lutitas grises (Fig. 4.2.; 2).

Tramo 11: 5.5 m (66,5 m): Areniscas finas y masivas en base, sobreyace una alternancia entre areniscas finas con laminación paralela y lutitas gris oscuras (Fig. 4.2.; 2).

Tramo 12: 10 m (76,5 m): Alternancia entre capas centimétricas y métricas de lutitas gris oscuras.

Techo: Tramo cubierto.

4.1.3. Columna Desembocadura del Toro

El sector Desembocadura del Toro (Figura. 4.2.; 3-6) se encuentra en la ladera al norte del Cajón Troncoso, al NE de la confluencia entre el Cajón Troncoso y el estero El Toro. Aflora la sección media de la Formación Nacientes del Teno, principalmente consta de facies turbidíticas que reflejan un ambiente marino profundo, y corresponde a la continuación de la columna Toro Sur, 50 metros después del tramo 12, luego de un tramo cubierto. Las muestras tienen el código DT.

Coordenadas: 36°13'37,68"S 70°41'37,08"W (base)-36°13'26,03"S 70°41'36,67"W (techo).

Espesor: 165 metros.

Descripción:

Base: Cubierta.

Tramo 1: 5,7 m (5,7 m): Areniscas medias masivas en base, gradan a lutitas a techo (Fig. 4.2.; 6).

Tramo 2: 10 m (15,7 m): Alternancia entre lutitas negras fisibles y lutitas más competentes, presentan localmente restos de fósiles de belemnites en mal estado de conservación (Fig. 4.2.; 3).

Tramo 3: 9 m (24,7 m): Lutitas negras masivas.

Tramo 4: 9,3 m (34 m): Alternancia de capas centimétricas de lutitas y areniscas de grano medio a fino, las últimas pueden presentar laminación paralela o ser masivas.

Tramo 5: 15 m (49 m): Similar al tramo 4, sin embargo, las capas tienen espesores decimétricos. A los 7 metros ocurren alternancias de bloques con slump (Fig. 4.2.; 4-5).

Tramo 6: 47 m (96 m): Alternancia entre areniscas medias y lutitas, similar al tramo anterior, sin embargo, ocurren slumps con intraclastos de espesor métrico. Los últimos 5 metros se componen principalmente de areniscas de grano medio masivas.

Tramo 7: 5 m (101 m): Alternancia de capas decimétricas de areniscas de grano medio con lutitas.

Tramo 8: 11 m (112 m): Areniscas de grano grueso intercaladas por capas decimétricas de conglomerados con intraclastos en su base. Sobreyacen 5 metros de capas decimétricas de areniscas masivas en alternancia con areniscas de grano medio con laminación paralela. Los últimos 4 metros corresponden a capas centimétricas de lutitas negras fisibles.

Tramo 9: 8 m (120 m): Alternancia de capas centimétricas de areniscas de grano medio con laminación paralela y lutitas, intercalada por 5 metros de areniscas de grano fino a medio con laminación paralela. Se colectan muestras de amonites en la base del tramo.

Tramo 10: 20 m (140 m): Toba (DT-33 c.)

Tramo 11: 25 m (165 m): Alternancia de capas que varían de centimétricas a decimétricas de areniscas masivas de grano fino y lutitas. Hacia techo predominan las areniscas.

Techo: Tramo cubierto

4.1.4. Columna Estero Cristales

El sector Estero Cristales (Figura 4.3.) se encuentra aproximadamente 9 km al NE de la columna Desembocadura del Toro. Aflora la sección más joven de la Formación Nacientes del Teno, reconociéndose facies más someras que en las columnas anteriores. Las muestras tienen el código EC.

Coordenadas: 36°10'38,60"S 70°36'27,21"W (base)-36°10'38,27"S 70°36'15,67"W (techo).

Espesor: 90 metros.

Descripción:

Base: Cubierta.

Tramo 1: 3 m (3 m): Similar a T2, se observan icnofacies de *Thalassinoides* cortadas por *Chondrites*. Se obtienen fósiles de amonites que varían de mal a buen estado de conservación.

Tramo 2: 3 m (6 m): Alternancia entre capas decimétricas de calizas finas y laminadas (Fig. 4.3.; 5).

Tramo 3: 12 m (18 m): Sucesión estrato y grano decreciente compuesta por una alternancia entre capas decimétricas de areniscas medias y lutitas. En base predominan trazas fósiles de *Chondrites* y *Thalassinoides*, la parte media presenta estructuras de flases con laminación convoluta en areniscas. Hacia techo se obtienen fósiles de amonites que varían de mal a buen estado de conservación.

Tramo 4: 25 m (43 m): Arenisca masiva de grano medio, presenta un leve acuñamiento lateral (Fig. 4.3.; 4, 8-10). (EC-04 c.)

Tramo 5: 10 m (53 m): Alternancia de capas centimétricas a decimétricas de lutitas negras muy bioturbadas (Fig. 4.3.; 3).

Tramo 6: 2 m (55 m): Lutitas masivas bioturbadas por *Chondrites* (Fig. 4.3.; 3).

Tramo 7: 15 m (70 m): Alternancia de capas centimétricas de lutitas negras muy bioturbadas. Presenta fósiles de amonites en buen estado de conservación y fragmentos.

Tramo 8: 20 m (90 m): Calizas bandeadas con capas de espesores decimétricos a métricos (EC-T0), presenta capas con bastante bioturbación (*Chondrites*) (Fig. 4.3.; 2, 6-7). Actitud de capas 11/236.

Techo: Sobreyacen de forma discordante conglomerados de la Formación Cura-Mallín. Actitud de capas 19/099.

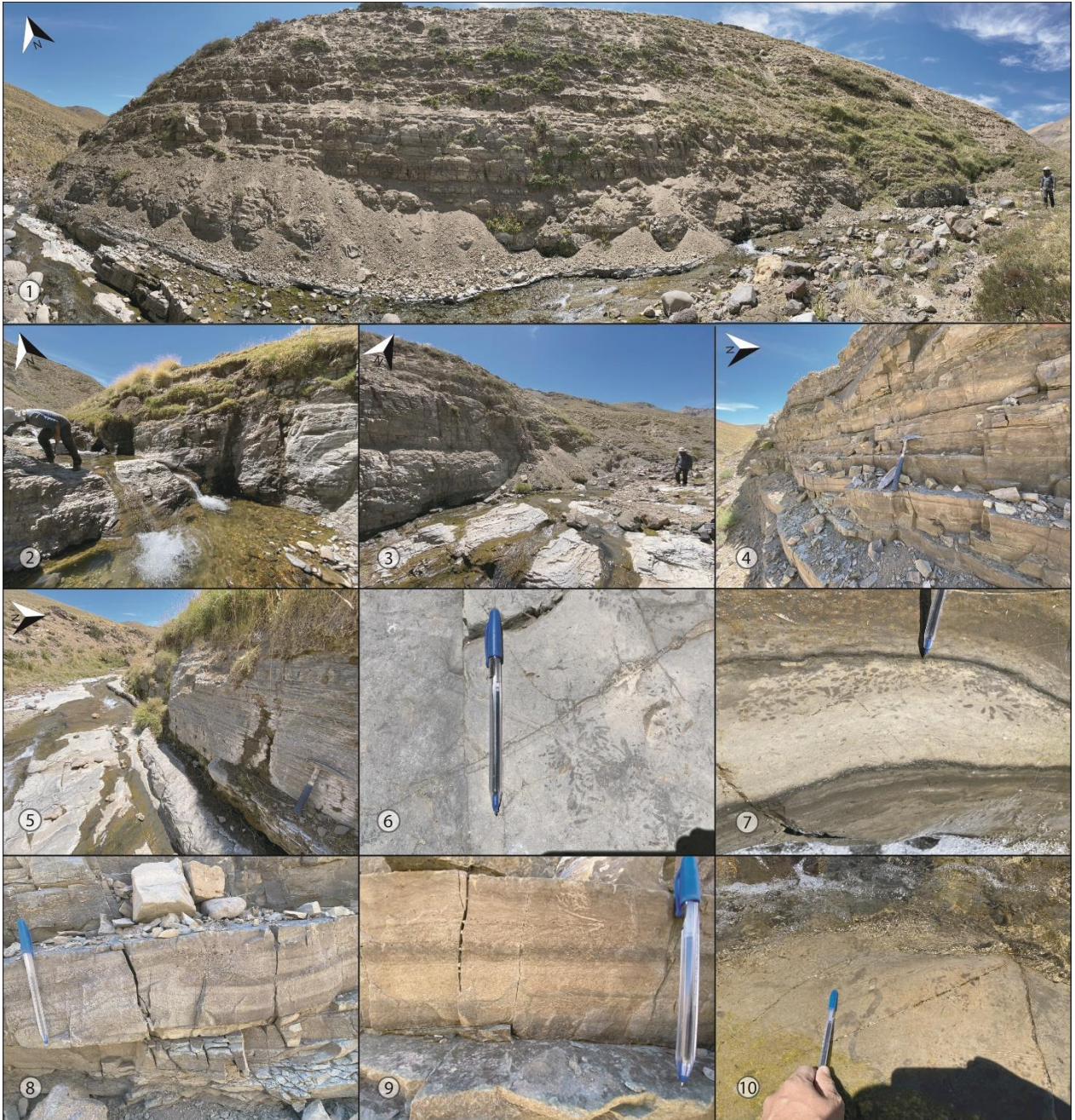


Figura 4.3.: Columna Estero Cristales. 1) Vista general de la parte media de la columna. 2) Tramo 8. 3) Tramos 5-6. 4) Tramo 4. 5) Tramo 2. 6) Tramo 8 (trazas fósiles: *Chondrites*). 7) Tramo 6 (trazas fósiles: *Chondrites*). 8-9) Tramo 4, laminación convoluta. 10) Tramo 4, *Teichichnus*.

4.2. Paleontología Sistemática

La nomenclatura sistemática sigue a "*Treatise on Invertebrate Palaeontology*" (Arkell *et al.*, 1957) hasta el nivel de género. A nivel de Suborden se consideran los propuestos por Besnosov y Michailova (1983, 1991) para amonites del Jurásico-Cretácico. Para *Neocampylites* se sigue la recomendación de Callomon (1973).

Las medidas aproximadas están entre paréntesis, se utilizan las abreviaturas cámara de habitación (CH) y fragmocono (Fc). Las muestras utilizadas están depositadas en la "Subcolección de ejemplares tipo e ilustrados" de SERNAGEOMIN (SNGM) y el Museo de Historia Natural de Concepción (MHCN, código CT).

Clase CEPHALOPODA Cuvier, 1797

Orden AMMONOIDEA Zittel, 1884

Suborden PERISPINCTINA Besnosov y Michailova, 1983

Superfamilia STEPHANOCETACEAE Neumayr, 1875

Familia SPHAEROCERATIDAE Buckman, 1920

Subfamilia EURYCEPHALITINAE Thierry, 1978

Género *Eurycephalites* Spath, 1928

Especie tipo: *Macrocephalites vergarensis* (Burckhardt, 1903). Por asignación original.

Diagnosis: Concha globosa, ligeramente comprimida con sección de vuelta de subcuadrada a ovalada. Su enrollamiento es involuto, con borde umbilical redondeado. Posee costillas primarias prorsirradiadas ligeramente flexuosas, que se dividen en los flancos en dos o tres secundarias que cruzan el vientre sin interrupciones. La ornamentación desaparece progresivamente desde el umbílico en la cámara de habitación.

Discusión: El género fue propuesto por Spath (1928) para *Macrocephalites vergarensis* (Burckhardt, 1903, p. 21; pl. II, figs. 18-20; pl. III, fig. 4). Además, Spath (1928, 1932) incluye a *Macrocephalites rotundus* (Tornquist, 1898) con sus variedades *eurystoma* y *latecostata* definidas por Stehn (1923), *M. boasei* (Burckhardt, 1927), y *Sphaeroceras extremum* (Tornquist, 1898).

Spath (1928, 1932) no presenta una diagnosis para el género, sin embargo, su morfología y evolución ha sido ampliamente estudiada por Riccardi (1985), Riccardi *et al.* (1989), Sandoval *et al.* (1990), Riccardi y Westermann (1991) y Parent (1997, 1998). El dimorfismo sexual para la familia se encuentra bien establecido (ver Riccardi *et al.*, 1989, p. 564), donde *Eurycephalites* corresponde a macroconchas y *Xenocephalites* a microconchas.

Eurycephalites se restringe al Calloviano temprano de Argentina, Chile y México (Westermann *et al.*, 1984; Sandoval *et al.*, 1990; Riccardi y Westermann, 1991), sus principales especies se presentan en la sucesión *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt, 1903), *Eurycephalites rotundus* (Tornquist, 1898), *Eurycephalites extremus* (Tornquist, 1898).

Para una revisión completa del género ver Riccardi y Westermann (1991, p. 35).

Eurycephalites vergarensis (Burckhardt, 1903)

Lám. 1, Figs. A-F

- 1900 *Sphaeroceras rotundum* (Tornquist). Burckhardt, p. 37; pl. XXIII, figs. 3, 6
 1903 *Macrocephalites vergarensis* Burckhardt, p. 21; pl. II, figs. 18-20; pl. III, fig. 4
 1923 *Macrocephalites rotundus* var. *latecostata* Stehn, p. 75, pl. 2, figs. 2a-b; pl. 8, figs. 2-3
 1923 *Macrocephalites parvus* var. *angustumblicata* Stehn, p. 92, pl. 1, fig. 6
 1982 *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt). Cornejo *et al.*, p. 97, pl. 1, figs. 1-2, 8
 1984 *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt). Muñoz y Niemeyer, p. 21, pl. 1, figs. 2-2a
 1985 *Eurycephalites vergarensis* Riccardi, p. 11
 1989 *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt). Riccardi *et al.*, p. 565, pl. 7, figs. 1-2
 1990 *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt). Sandoval *et al.*, p. 125, pl. 5, figs. 4a-c
 1991 *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt). Riccardi y Westermann, p. 36, pl. 1, figs. 1-6; pl. 2, figs. 1-5
 1997 *Eurycephalites gottschei* (Tornquist). Parent, p. 416, figs. 6.1-6.8
 1998 *Eurycephalites gottschei* (Tornquist). Parent, p. 111, figs. 29a-d
 2022 *Eurycephalites gottschei* Parent, p. 18, figs. 12a-c

Tipo: El material original de Burckhardt (1903, p. 21; pl. II, figs. 18-20; pl. III, fig. 4) proveniente del Valle de Vergara, Chile, ha sido designado como lectotipo por Riccardi *et al.* (1989, p. 565).

Material: Siete ejemplares, SNGM 7588, SNGM 7560, SNGM 7562, SNGM 7563, CT-52, CT-57, CT-60 en buen estado de conservación. Cinco, SNGM 7561, CT-46, CT-54, CT-55, CT-58, en moderado estado de conservación. Tres CT-59, CT-61, CT-62 son fragmentos y contramoldes en mal estado de conservación

Descripción: Enrollamiento involuto (U/D 0,08-016), no se observa un cambio de tendencia durante el crecimiento. En vueltas interiores ($D < 25$ mm) su sección de vuelta varía de subcuadrada a subcircular, los flancos son levemente convexos, con un borde umbilical pequeño y profundo. Su ornamentación consiste en 10-14 costillas prorsirradiadas que nacen en cerca del borde umbilical y sufren una inflexión en la parte baja del flanco, están son ligeramente flexuosas y se bifurcan en el último tercio del flanco, puede presentar hasta 2 costillas intercaladas entre las secundarias, todas cruzan el vientre sin interrupciones, proyectándose ligeramente hacia la apertura. En este punto se alcanza la mayor densidad de costillas ventrales. Desde ($D > 30$ mm) su sección de vuelta se vuelve subcuadrada y la concha más inflada, costillas primarias cerca del borde umbilical comienzan a ser más raras, y disminuyen las costillas intercaladas, a una por cada bifurcada. Para ($D > 40-50$ mm) los flancos son casi lisos, observándose de 20-30 costillas secundarias desde el último tercio del flanco.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7588	25,2	4,1	15	12,9	0,16	1,15	Fc y CH
SNGM 7560	43,2	3,5	(26)	20,1	0,08	1,3	Fc y CH
SNGM 7561	48	(6)	27,5	23	0,11	1,2	Fc
SNGM 7562	(59)	(5)	39	26	0,08	1,5	Fc y CH
SNGM 7563	45	-	(28)	-	-	-	Fc y CH
CT-46	36,8	3,0	-	(17)	0,08	-	
CT-52	42,8	4,7	27,1	22,7	0,11	1,19	Fc y CH
CT-57	(24,0)	(1,7)	-	(12,7)	0,07	-	

Discusión: Tanto *Eurycephalites vergarensis* como el género *Eurycephalites* se encuentra muy bien registrados en la cuenca Neuquina por Riccardi y Westermann (1991) y Parent (1997, 1998, 2022). Este último mejora significativamente la descripción de la macroconcha, aclarando bastantes dudas sobre la ornamentación y desarrollo de la especie en sus primeras etapas (Parent 1997, p. 418).

Además, Parent (1997) realiza una comparación ontogenética y biométrica entre la macroconcha *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt, 1903) y la microconcha *Xenocephalites gottschei* (Tornquist, 1898), con especímenes colectados en los mismos niveles estratigráficos, proponiendo que ambos dimorfos se llamen con un solo nombre específico *Eurycephalites gottschei* (Tornquist, 1898) [M&M]. Sin embargo, en este trabajo se describirán ambos dimorfos de forma separada, siguiendo la recomendación de Riccardi (2008, p. 635).

E. vergarensis se diferencia de *E. rotundus* por tener un mayor tamaño, la parte media de los flancos ornamentada en ($D < 40$ mm) y un menor número de costillas ventrales (Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1997). Por otro lado, *E. extremus* es morfológicamente muy distinto a *E. vergarensis*, su sección de vuelta es muy deprimida, donde el ancho es casi dos veces el alto, alcanzando un ancho máximo en la parte inferior del flanco (Riccardi y Westermann, 1991).

Ocurrencia: Zona Estándar de Vergarensis, Calloviano temprano (Riccardi *et al.*, 1989). En la Formación Nacientes del Teno se encuentra en la parte media de la columna generalizada de Cajón Troncoso, cerca del Estero el Toro (Cornejo *et al.*, 1982) y en la columna Desembocadura del Toro, tramos 9 y 11. En el Valle de Vergara, sector río Teno (Burckhardt, 1900); y en Quebrada Incahuasi, Calama (Riccardi y Westermann, 1991).

En Argentina se ha registrado para el Calloviano inferior de las provincias de Neuquén y Mendoza, mejor representado en Chacay Melehue (Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1997; Parent, 2022). En México para el Calloviano inferior de Formación Yucuñuti, arroyo del Rincón (Sandoval *et al.*, 1990).

Eurycephalites cf. vergarensis latumbilicatus (Riccardi y Westermann, 1991)

Lám. 2, Fig. A

1991 ? *Eurycephalites vergarensis latumbilicatus* subsp. nov. Riccardi y Westermann, p. 36, pl. 3, fig. 5a-b

Material: Un ejemplar, CT-48 en moderado estado de preservación.

Descripción: Enrollamiento involuto, solo se conserva la mitad de la concha, el ejemplar posee un (D = 55 mm aproximadamente). Su ornamentación consiste en costillas bien marcadas en el borde umbilical, son flexuosas y se proyectan en la parte media del flanco, donde se dividen en dos secundarias. Se observa una costilla intercalada entre las secundarias, y presenta 25 costillas ventrales por media vuelta.

Discusión: El espécimen comparte ciertas características de ornamentación con *E. vergarensis latumbilicatus*, y es casi idéntico al ilustrado por Riccardi y Westermann (1991, pl. 3, fig. 5a). Se diferencia con *E. vergarensis* en la ornamentación, el que cuenta con flancos relativamente lisos y ornamentación restringida casi al llegar al vientre. Por su tamaño podría acercarse a *E. extremus*, sin embargo, este es exclusivo de la Zona de Bodenbenderi.

Ocurrencia: Zona Estándar de Vergarensis, Calloviano inferior (Riccardi *et al.*, 1989). En la Formación Nacientes del Teno se encuentra en la columna Desembocadura del Toro, tramo 11.

Eurycephalites extremus (Tornquist, 1898)

Lám. 2, Figs. B1-3

1898 *Sphaeroceras extremum* nov. sp. Tornquist, p. 47, pl. VI(XIX), figs. 5-6

1982 *Eurycephalites cf. rotundus* (Tornquist). Cornejo *et al.*, p. 97, pl. 1, figs. 9a-b

1984 *Eurycephalites cf. E. rotundus* (Tornquist). Muñoz y Niemeyer, p. 20, pl. 1, fig. 1

1991 *Eurycephalites extremus* (Tornquist). Riccardi y Westermann, p. 48, pl. 7, fig. 3; pl. 8, figs. 1-3

1998 *Eurycephalites extremus* (Tornquist) Parent, p. 116, figs. 30A-E, 31A-G

2022 *Eurycephalites extremus* Parent, p. 18, fig. 12m

Tipo: *Sphaeroceras extremum* Tornquist (1898, pl. VI(XIX), fig. 5) proveniente de Paso del Espinacito, Argentina. Ha sido designado como lectotipo y refigurado por Riccardi y Westermann (1991, pl. 7, figs. 3a-c).

Material: Un ejemplar CT-66, en moderado estado de conservación.

Descripción: Fragmento de fragmocono de gran tamaño (D = 100 mm), conserva el comienzo de la cámara de habitación. El umbilico se encuentra tapado. La concha es muy inflada, con una sección de vuelta subcircular. Solo observan costillas ventrales, las que cruzan el vientre sin interrupciones.

Discusión: Su sección de vuelta, tamaño, ornamentación y ancho del fragmocono solo es comparable con *E. extremus* (ver Parent, 1998, figs. 31a,f).

Ocurrencia: Zona Estándar de Bodenbenderi, Calloviano temprano (Riccardi, 2008). Formación Nacientes del Teno, en la columna Desembocadura del Toro como rodado recogido en el tramo 9. En Argentina se ha registrado para el Calloviano inferior de las provincias de San Juan, Neuquén y Mendoza (Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1998).

Eurycephalites cf. *extremus* (Tornquist, 1898)

Lám. 3, Figs. A-B

Material: Dos ejemplares SNGM 7559, CT-65, en moderado y buen estado de conservación respectivamente.

Descripción: Enrollamiento involuto (U/D 0,04-0,11), el borde umbilical es redondeado. La concha es relativamente inflada con una sección de vuelta subcircular. El ancho máximo se encuentra en la parte media del flanco. La ornamentación consiste en costillas prorsirradiadas ligeramente

flexuosas que nacen cerca del borde umbilical y se dividen en dos o tres secundarias en el último tercio del flanco, puede observarse una costilla intercalada entre las secundarias. Las costillas cruzan el vientre sin interrupciones, habiendo alrededor de 30 costillas ventrales por media vuelta.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7599	(63)	7	-	(30)	0,11	-	Fc
CT-65	63,5	2,6	33,0	31,9	0,04	1,03	Fc

Discusión: Debido a la ornamentación y tamaño se confiere a *E. extremus*, sin embargo, la concha es demasiado comprimida en relación con ésta. Se diferencia claramente con *E. vergarensis* y *E. rotundus* en el tamaño y flancos ornamentados (Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1998).

Ocurrencia: Zona Estándar de Bodenbenderi, Calloviano temprano (Riccardi, 2008). En Formación Nacientes del Teno se encuentra en la parte media de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 4, localidad II), frente a Estero del Toro (Muñoz y Niemeyer, 1984). En la columna Desembocadura del Toro como rodado recogido en el tramo 9.

Género *Xenocephalites* Spath, 1928

Especie tipo: *Macrocephalites neuquensis* (Stehn, 1923)

Xenocephalites aff. *neuquensis* (Stehn, 1923)

Lám. 3, Figs. C-D

- 1923 *Macrocephalites neuquensis* Stehn, p. 86, pl. 1, fig. 3
- 1982 *Xenocephalites?* sp. Cornejo *et al.*, p. 97, pl. 1, fig. 6
- 1984 *Xenocephalites?* sp. Muñoz y Niemeyer, p. 21, pl. 1, fig. 5
- 1990 *Xenocephalites neuquensis* (Stehn, 1923). Sandoval *et al.*, p. 127, pl. 6, fig. 2
- 1991 *Xenocephalites neuquensis* (Stehn, 1923). Riccardi y Westermann, p. 73, pl. 16, figs. 6-10)
- 1998 *Xenocephalites neuquensis* (Stehn, 1923). Parent, p. 118, figs. 32a-d

Tipo: El material original de Stehn (1923, pl. 1, fig. 3) proveniente de Chacay Melehue, Argentina. Designado como lectotipo por Riccardi *et al.* (1989, p. 566), refigurado por Riccardi y Westermann (1991, pl. 16, figs. 6a-b).

Material: Dos ejemplares adultos SNGM 7629, CT-64, fragmentos en buen estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento subinvóluto (U/D 0,16-0,21), el borde umbilical es casi recto y el umbilico es profundo. Los flancos son levemente convexos, casi planos, su sección de vuelta es subcircular. La ornamentación consiste en 6-8 fuertes costillas flexuosas con un marcado punto de inflexión en el primer tercio del flanco, bifurcándose entre éste y la parte media del flanco en dos costillas que se proyectan hacia la apertura, cruzando el vientre sin interrupciones. Las costillas intercaladas son raras. Se reconocen alrededor de 16 costillas secundarias por media vuelta.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7629	32	6,8	-	13,2	0,21	-	CH
CT-64	43	5,0	-	-	0,16	-	

Discusión: El género *Xenocephalites* incluye las microconchas de varios géneros de la subfamilia Eurycephalitinae (Callomon 1984; Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1998).

SNGM 7629 es casi idéntico al holotipo descrito por Stehn (1923) y al descrito por Parent (1998, figs. 32a-b). La ornamentación consistente en costillas distales y fuertes, con inflexiones en la parte inferior y media del flanco son características de la especie (Riccardi y Westermann, 1991). Por otro lado, CT-64 tiene una concha un poco más deprimida, siendo muy similar al registrado por Sandoval y otros (1990, pl. 6, fig. 2).

Se diferencia de *X. gottschei* y *X. araucanus* en presentar un menor número de costillas, además, el último tiene un umbilico más pequeño (U/D 0,15-0,24 en *X. neuquensis* y 0,11-0,15 para *X. araucanus*). Por otro lado, *X. stipanicici* es de mayor tamaño, alcanzando hasta 80 mm de diámetro.

Si bien *X. neuquensis* ha sido descrito para el Bathoniano tardío de Chacay Melehue, Argentina (Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1998, fig. 2), se ha encontrado hasta la Zona de Bodenbenderi en México (Sandoval y otros, 1990, 127-128). Además, en Chile hay registro de la subespecie *X. neuquensis chilensis* junto a *E. vergarensis* en Quebrada Incahuasi, Antofagasta (Hillebrandt, 1970). Sin embargo, *X. neuquensis chilensis* tiene el umbilico más pequeño y es más globoso.

Ocurrencia: Zona Estándar de Steinmanni (Riccardi y Westermann, 1991), Bathoniano tardío, y Zona Estándar de Bodenbenderi, Calloviano temprano (Riccardi, 2008). En Formación Nacientes del Teno se encuentra como rodado de la parte media de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 7. Localidad III), en Estero el Toro (Muñoz y Niemeyer, 1984). En la columna Desembocadura del Toro como rodado recogido en el tramo 6.

Xenocephalites sp. (Stehn, 1923)

Lám. 3, Fig. E

1982 *Xenocephalites?* sp. Cornejo *et al.*, p. 97, pl. 1, fig. 7

Material: Un ejemplar, SNGM 7630, fragmento con moderado a mal estado de preservación.

Discusión: El espécimen tiene un ($D_{\max} < 30$ mm). Presenta costillas distales y flexuosas que se bifurcan en la parte media del flanco, debido al espaciamiento podría corresponder a la cámara de habitación de un juvenil ($D < 30$ mm).

Ocurrencia: Zona Estándar de Vergarensis, Calloviano inferior (Riccardi *et al.*, 1989). En Formación Nacientes del Teno se encuentra en la parte media de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 7. Localidad III), en Estero el Toro (Muñoz y Niemeyer, 1984).

Suborden PERISPHINCTINA Besnosov y Michailova, 1983

Superfamilia PERISPHINCTACEAE Steinmann, 1890

Familia PERISPHINCTIDAE Steinmann, 1890

Subfamilia PERISPHINCTINAE Steinmann, 1890

Género *Perisphinctes* Waagen, 1869

Especie tipo: *Ammonites variocostatum* Buckland, 1836

Subgénero *Dichotomosphinctes* Buckman, 1926

Especie tipo: *Perisphinctes antecedens* Salfeld, 1914

Discusión: El uso y restricciones del subgénero ha sido ampliamente estudiado (Buckman, 1926; Enay, 1966; Meléndez, 1989; Myczynski *et al.*, 1998). El último, basado en ensamblajes en México, divide al subgénero en dos grupos fácilmente distinguibles entre sí: 1) Grupo antiguo, conchas muy evolutas, con costillas gruesas y predominantemente bifurcadas; 2) Grupo joven con conchas fuertemente enrolladas, constricciones, costillas densas y finas.

Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis (Burckhardt, 1912)

Lám. 4, Figs. A-G

1912 *Perisphinctes durangensis* n. sp. Burckhardt, p. 16, pl. 3, figs. 1-2, pl. 4, fig. 6

1912 *Perisphinctes lagunitasensis* n. sp. Burckhardt, p. 18, pl. 2, figs. 13-15, 17

1912 *Perisphinctes* cf. *promiscuus* Burckhardt, p. 20, pl. 3, figs. 4-6

1982 *Perisphinctes* s.s. sp.1. (= *Dichotomosphinctes* sp.) Cornejo *et al.*, p. 95, pl. 2, figs. 5-6

1984 *Perisphinctes (Dichotomosphinctes?)* sp. Muñoz y Niemeyer, p. 19, pl. 2, fig. 5

1992 *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* Hillebrandt *et al.*, p. 265

2006 *Cubasphinctes durangensis* Parent, p. 40, figs. 39a-b, d

n2006 *Cubasphinctes durangensis* Parent, p. 40, fig. 39c

2008 *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* Oloriz *et al.*, p. 265, figs. 4:g-j

n2022 *Cubasphinctes durangensis* Parent, fig. 16c

Tipo: El único espécimen descrito por Burckhardt (1912, pl. 3, figs. 1-2) proveniente de San Pedro del Gallo, Durango, México.

Material: Siete ejemplares, SNGM 7608, SNGM 7609, CT-17, CT-18, CT-21, CT-25, CT-26 en buen estado de conservación. Diez ejemplares, CT-03, CT-16, CT-19, CT-20, CT-22, CT-23, CT-34, CT-35, CT-38a, en moderado estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo (U/D 0,42-0,48), el borde umbilical es subredondeado y empinado. Los flancos son levemente convexos, relativamente planos. Durante todo su desarrollo las costillas son prorsirradiadas, sufriendo una notoria inflexión hacia la región anterior en el borde umbilical. Su ornamentación en vueltas internas ($D < 35$ mm), es bastante homogénea, consiste en costillas que se bifurcan casi siempre en la parte superior del flanco (divisiones en la parte media del flanco son raras), algunas son ligeramente cóncavas, en ejemplares grandes no es posible ver el punto de bifurcación debido al solapamiento. Desde ($D > 45$ mm) las costillas se bifurcan en el último cuarto del flanco, casi llegando al vientre. A partir de ($D > 60$ mm) el punto de bifurcación disminuye considerablemente, bifurcándose en el último tercio del flanco. En la última vuelta las costillas simples son raras, puede haber de una a dos constricciones con consultación polígrada asociada.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7608	79	38,1	-	21,8	0,48	-	Fc, Molde plástico
CT-16	27,8	12,1	-	8,7	0,44	-	Fc
CT-18	27	12,5	-	6,0	0,46	-	Fc
CT-22	(26,5)	11,7	-	(12,2)	0,44	-	Fc
CT-23a	(44,4)	21,5	-	(14,7)	0,48	-	Fc
CT-26	40,2	11,9	-	16,7	0,42	-	Fc
CT-38a	36,0	14,7	-	11,0	0,45	-	Fc

Discusión: Oloriz *et al.* (2008) elaboran una comparación entre los especímenes descritos por Burckhardt (1912) de *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) *durangensis*, *P. lagunitasensis* y *P. cf.*

promiscuus, colectados en la misma localidad y nivel estratigráfico. Si bien hay diferencias menores entre dichas especies, como números de costillas o tamaño de ciertos parámetros por posible deformación (Oloriz *et al.*, 2008, p. 269), asignan a *P. lagunitasensis* y *P. cf. promiscuus* como sinonimia de *P. (D.) durangensis*.

SNGM 7608 presenta 27 costillas umbilicales y 54 secundarias por media vuelta para $D = 79$ mm, muy similar al número de costillas umbilicales del holotipo (Burckhardt, 1912, pl. 3, fig. 2) e IGM-6093 (Oloriz *et al.*, 2008, figs. 4g, i-j) para el mismo diámetro. La última vuelta de SNGM 7608 presenta una constricción, reconocible por un mayor espaciamiento intercostilla, mostrando un surco diagonal producto de la convergencia entre el antiguo margen anterior y la costilla bifurcada previa, formando una especie de costilla bifurcada incompleta o polígrada que no continúa hasta el borde umbilical, un rasgo distintivo de la especie (Oloriz *et al.*, 2008).

No se incluye el ejemplar NMB-J31180 (Parent, 2006, fig. 39c; Parent 2022, fig. 16c) por tener un enrollamiento más ancho y su alta densidad de costillas primarias en vueltas interiores (32 costillas primarias por media vuelta, $D = 40$ mm) con respecto al holotipo, ejemplares descritos por Oloriz *et al.* (2008) y las muestras del Cajón Troncoso (20-22 costillas primarias por media vuelta, $D = 40$ mm).

Parent (2006, p. 42) asigna a los especímenes descritos al género *Cubasphinctes*, basándose en parte, en una acotación hecha por Wierzbowski (1976, p. 192), sin embargo, el último señala que *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* podría corresponder al género *Cubasphinctes*, sin dar mayores explicaciones, siendo contrario a la interpretación de Callomon (en Hilebrandt *et al.* 1992, p. 265). Es más, la definición del subgénero *Cubasphinctes* (especie tipo: *Perisphinctes (Cubasphinctes) jaworskii*, Judoley y Furrázola-Bermúdez, 1968, p. 90), del Oxfordiano tardío, señala que sus especímenes poseen costillas bifurcadas muy numerosas en sus vueltas internas, luego en las últimas vueltas las costillas son gruesas, distales y se dividen de 2-4 secundarias, diferenciándose de subgéneros como *Arisphinctes* y *Dichotomosphinctes* en tener un mayor número de costillas intercaladas y costillas trifurcadas. Posteriormente, López (2013, p. 73) desestima la inclusión de los *Dichotomosphinctes* mexicanos al género *Cubasphinctes* por las

mismas razones. Debido a no haber mayor diferencia entre el espaciamiento y grosor de las costillas en las diferentes vueltas, y no contar con costillas complejas (salvo las asociadas a constricciones).

Por estos motivos se desestima la inclusión de *P. (D.) durangensis* al género *Cubasphinctes*.

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranaus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). En Formación Nacientes del Teno se encuentra en el nivel medio de la parte superior de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 2. Localidad I), en Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984); en la columna Estero Cristales, tramos 1 y 7. En el norte de Chile se registra para el Oxfordiano medio en Sandón (Parent, 2006).

En Argentina se ha registrado para el Oxfordiano medio de las provincias de Neuquén y Mendoza, en Rahuecó, Chacay Melehue, Arroyo Agua Fría, Arroyo Santa Elena y Aguada de la Mula (Parent, 2006, 2022). En México para el Oxfordiano medio en San Pedro del Gallo (holotipo, Burckhardt, 1912) y San Luis de Potosí (Oloriz *et al.*, 2008).

Perisphinctes cf. (*Dichotomosphinctes*) *durangensis* (Burckhardt, 1912)

Lám. 4, Fig. H

cf. 1912 *Perisphinctes durangensis* n. sp. Burckhardt, p. 16, pl. 3, fig. 2

Material: Un ejemplar, CT-27, en moderado estado de conservación.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
CT-27	140,7	59,0	-	29,2	0,42	-	Concha y contramolde

Discusión: El estilo de ornamentación en las vueltas internas es igual a las descritas anteriormente para *P. (D.) durangensis*. La ornamentación en la última vuelta es casi idéntica al holotipo (Burckhardt, 1912, pl. 3, figs. 2), presentando costillas marcadas que se bifurcan y trifurcan en el

último tercio del flanco, éstas comparten la inflexión característica del subgénero cerca del borde umbilical.

Se confiere a *P. (D.) durangensis* por dos motivos. 1) Su estado de conservación no permite ver la división de todas las costillas, ni restos de sutura que permitan determinar el inicio de la cámara de habitación, pudiendo ser el fragmocono de un espécimen aún más grande. 2) El estilo de enrollamiento pareciera ser distinto, con una sección de vuelta mucho menos ovalada que el holotipo.

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokraus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 7 de la Columna Estero Cristales.

Perisphinctes aff. (*Dichotomosphinctes*) *durangensis* (Burckhardt, 1912)

Lám. 4, Fig. I

Material: Un ejemplar, CT-01a, en buen estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo (U/D 0,53), borde umbilical redondeado, umbilico amplio y poco profundo. Los flancos son levemente convexos, relativamente planos. Su ornamentación en vueltas internas ($D < 15$ mm) es bastante homogénea, consiste en costillas que comienzan rectas y se vuelven prorsirradiadas en la parte inferior del flanco, formando una ligera inflexión cerca del borde umbilical, no se observa bifurcación debido al solapamiento (a excepción de una en la parte media del flanco). A partir de ($D > 15$ mm) las costillas son prorsirradiadas, sin presentar la inflexión en el borde umbilical. Entre ($15 > D > 20$ mm) aumentan las últimas costillas bifurcadas en la parte media del flanco. Desde ($D > 30$ mm) todas las costillas se bifurcan en la parte superior del flanco, donde se proyectan ligeramente hacia la región posterior. En la última vuelta se observa una constricción con consultación polígrada asociada.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
CT-01a	42,7	22,6	-	12,0	0,53	-	Concha y contramolde

Discusión: El ejemplar es muy similar a *Perisphinctes* (*Dichotomosphinctes*) *durangensis*, compartiendo en cierto grado su ornamentación y tipo de enrollamiento en vueltas interiores, sin embargo, presenta una mayor cantidad de costillas bifurcadas en la parte media del flanco. Además, en vueltas exteriores ($D > 30$ mm) las costillas no presentan la inflexión característica cerca del borde umbilical, y muestra una mayor densidad de costillas primarias por media vuelta (26 para $D = 40$ mm).

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 8 de la Columna Estero Cristales.

Subgénero *Prososphinctes* Schindewolf, 1925

Especie tipo: *Perisphinctes mazuricus* Bukowski, 1887

Perisphinctes (*Prososphinctes*) aff. *matheyi* (De Loriol, 1898)

Lám. 4, Fig. J

1898 *Perisphinctes matheyi* De Loriol, p. 79, pl. 6, figs. 1-3

1900 *Perisphinctes matheyi* De Loriol, p. 73, pl. 5, figs. 5-6

1982 *Perisphinctes* s.s. sp.3. (= "*P.*" *virgulatus* Quensted?) Cornejo *et al.*, p. 95, pl. 2, fig. 9

1984 *Perisphinctes* cf. "*P.*" *virgulatus* Muñoz y Niemeyer, p. 19

2006 *Perisphinctes* (*Prososphinctes*) cf. *matheyi* Parent, p. 38, fig. 37g

Tipo: Ejemplar mejor conservado de los figurados por De Loriol (1898, pl. 6, fig. 1), designado lectotipo por Meléndez (1989, p. 366).

Material: Un ejemplar, SNGM 7612, en buen estado de conservación, levemente deformado.

Descripción: Enrollamiento subevoluta ($U/D 0,38$) más alto que ancho y el umbilico es amplio poco profundo. Los flancos son relativamente planos. No se observa ornamentación en vueltas internas. La última vuelta posee finas costillas proximales que nacen en el borde umbilical y se

dividen en el último tercio del flanco, son casi rectas al comienzo, cerca del primer cuarto del flanco se vuelven prorsirradiadas, formando una inflexión que hace que algunas costillas sean levemente cóncavas. Las costillas son principalmente bifurcadas, sin embargo, la división es bastante irregular, presentando costillas simples, intercaladas y trifurcadas, la conservación del ejemplar no permite una mayor descripción. Desde (D =15 mm) las costillas se vuelven ligeramente más espaciadas y gruesas. Se observa una constricción poco profunda al final del fragmocono.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7612	(18,2)	7	-	(6,3)	0,38	-	Fc y Ch

Discusión: *Perisphinctes (Prososphinctes) matheyi* ha sido ampliamente estudiado en Francia, Suiza y España (De Loriol, 1898, 1900; Meléndez *et al.*, 1983; Meléndez, 1989; Checa y Sequeiros, 1990; Scouflaire *et al.*, 1997; Courville *et al.*, 2000). Debido a su cercanía con *Perisphinctes (Prososphinctes) mairei*, algunos autores incluyen ambas especies dentro del grupo *Prososphinctes mairei-matheyi* (Brochwicz-Lewinski y Rozak, 1976; Brochwicz-Lewinski, 1981; Fortwengler y Marchand, 1994; Glowniak, 2012). Se prefiere diferenciar ambas especies según la propuesta de De Loriol (1900), donde *P. (P.) matheyi* se diferencia de *P. (P.) mairei* por presentar constricciones notorias, pequeña talla y sección comprimida.

Parent (2006) revisa especímenes en Argentina y Chile, confiriéndolos a la pareja de dimorfos *P. (P.) mazuricus-matheyi*. Debido a la bajísima abundancia, preservación y mayor grado de involución se prefiere utilizar *P. (P.) aff. matheyi*.

Ocurrencia: En Formación Nacientes del Teno se encuentra como rodado de la parte superior de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 2. Localidad I), en Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984).

Subfamilia VINALESPHINCTINAE Meléndez y Myczynsk, 1987

Género tipo: *Vinalesphinctes* Spath, 1931

Discusión: La clasificación de esta subfamilia como un taxón independiente de la subfamilia Perisphinctinae es un tema complejo y discutido por varios autores a lo largo de los años (Wierzbowski, 1976; Meléndez y Myczynsk, 1987; Myczynsk *et al.*, 1998; Parent, 2006, 2022; Parent *et al.*, 2006; Parent y Garrido, 2015). Nace a raíz de que ciertos perisphinctidos del Oxfordiano cubano sufren un fuerte endemismo (Zonas Transversarum-Plicatis), relacionándose solo con amonites de Chile y Argentina, mostrando una clara diferencia con los perisphinctidos Mexicanos y Europeos, con una fuerte influencia del Tethys (Myczynsk *et al.*, 1998).

La edad y taxones de la subfamilia parecía estar resuelta, incluyendo los géneros *Vinalesphinctes* y *Cubasphinctes*, restringiéndose al Oxfordiano superior (Zona Bifurcatus), apareciendo siempre sobre *Dichotomosphinctes* (Myczynsk *et al.*, 1998). Sin embargo, estudios recientes en amonites chilenos y argentinos sugieren un origen más temprano de esta subfamilia en las cuencas Neuquina y de Tarapacá (Parent, 2006, 2022; Parent *et al.*, 2006; Parent y Garrido, 2015), incluyendo los géneros *Subvinalesphinctes*, *Vinalesphinctes* y *Cubasphinctes* (Parent *et al.*, 2006).

Para una revisión completa de la subfamilia ver (Parent *et al.*, 2006, p. 314).

Género *Cubasphinctes* Chudoley y Furrázola, 1968

Especie tipo: *Perisphinctes (Cubasphinctes) jaworskii* Chudoley y Furrázola, 1968

Historia del género: Subgénero propuesto por Chudoley y Furrázola (en Judoly y Furrázola-Bermúdez, 1968, p. 90), a partir de perisphinctidos oxfordianos cubanos de tamaño medio. Con costillas primarias abundantes en vueltas internas que disminuyen en las externas, y ornamentación similar al subgénero *Dichotomosphinctes* en vueltas internas (predominancia de costillas bifurcadas), pero diferente en las externas, con costillas gruesas y espaciadas, divididas en 2-4 secundarias.

Posteriormente, Wierzbowski (1976, p. 189) hace una revisión del subgénero, ampliando su descripción y añadiendo perisphinctidos cubanos asignados previamente a los subgéneros *Arisphinctes* y *Orthosphinctes* por Judoly y Furrázola-Bermúdez (1968). En esta revisión divide al subgénero en dos grupos: 1) Grupo *P. (C.) jaworskii*, comparte la diagnosis del subgénero de

mencionada anteriormente, con un ratio entre costillas secundarias y primarias de 3.0-5.0; 2) Grupo *P. (C.) albeari*, caracterizado por un número similar de costillas entre vueltas interiores y el comienzo de la última vuelta, pero con un menor ratio entre costillas secundarias y primarias (2.5-3.5).

Como se señala anteriormente, Parent *et al.*, (2006) describe la subfamilia Vinalesphinctinae, separando y ascendiendo a *Cubasphinctes* como género. Dicha interpretación es aceptada, exceptuando la inclusión de *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* por las razones ya mencionadas.

Cubasphinctes sp. A

Lám. 5, Fig. A

Material: Un ejemplar, CT-01b, en buen estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo (U/D 0,48), el borde umbilical es redondeado, su umbilico amplio y poco profundo. Los flancos son levemente convexos. Su ornamentación en vueltas internas ($5 < D < 20$ mm) consiste en costillas prorsirradiadas ligeramente cóncavas con una inflexión cerca del borde umbilical, la mayoría se observan simples debido al solapamiento, salvo algunas bifurcadas en la parte media del flanco. Entre ($20 > D > 25$ mm) predominan costillas bifurcadas en la parte media del flanco. Desde ($D > 30$ mm) comienzan a ser ligeramente flexuosas y a aumentar su espaciamiento (20 costillas primarias por media vuelta para $D = 40$ mm), presentando costillas bifurcadas y trifurcadas en la parte superior del flanco. También se pueden observar algunas costillas polígradas en menor medida, las que no están necesariamente relacionadas a constricciones. Hacia la apertura las costillas se vuelven mucho más flexuosas, y aumentan las secundarias en relación con las primarias, sin embargo, no se puede determinar el tipo de división por el estado de conservación.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
CT-01b	42,7	20,6	-	13,0	0,48	-	Concha y contramolde

Discusión: El ejemplar comparte características típicas del subgénero como el tamaño y ornamentación ya mencionadas. Se diferencia de los especímenes del grupo *P. (C.) jaworskii* (Wierzbowski, 1976) por tener una menor cantidad de costillas secundarias respecto a las primarias. Dentro del grupo *P. (C.) albeari*, se distingue de *P. (C.) albeari albeari* en ser más evolutivo, tener vueltas menos altas con respecto al diámetro y una ornamentación de vueltas internas más heterogénea (Wierzbowski, 1976, pl. 5, figs. 5-6)., por otro lado, *P. (C.) planatus* presenta un mayor grado de involución y sus costillas son mucho más proyectadas (Wierzbowski, 1976, pl. 6, figs. 2-4).

Difiere de *P. (D.) durangensis* en presentar una mayor cantidad de costillas bifurcadas en la parte media del flanco, junto con una división más compleja en vueltas externas típica de *Cubasphinctes*.

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 8 de la Columna Estero Cristales.

Cubasphinctes? sp.

Lám. 5, Figs. B-C

Material: Dos ejemplares, CT-29, CT-38b, fragmentos en mal estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo y gran tamaño ($D > 200$ mm), el borde umbilical es amplio y profundo. La ornamentación consiste en fuertes costillas prorsirradiadas y distales que nacen en el borde umbilical, algunas se bifurcan en el último tercio del flanco. Podría presentar costillas intercaladas.

Discusión: Dentro de las especies descritas para el Oxfordiano inferior-medio en la Cuenca Neuquina y de Tarapacá, por el gran tamaño de la concha solo es comparable con *Cubasphinctes cubanensis* (Parent, 2006, fig. 41a). Sin embargo, *C. cubanensis* tiene una concha platicónica, con un umbilico menos profundo que los ejemplares acá descritos. Además, pareciera que no hay un criterio definido para la ornamentación de las últimas vueltas ($D > 150$ mm) de esta especie, ya que para en ejemplares más evolutivos pueden consistir en densas costillas gruesas que al menos se

trifurcan en el último cuarto del flanco (Judoly y Furrázola-Bermúdez, 1968, pl. 18, pl. 20); o en ejemplares menos evolutos, consistir en fuertes costillas distales que se trifurcan en la parte superior del flanco (Wierzbowski, 1976, pl. 4, fig. 3). Por otro lado, el fragmocono de *C. cubanensis* alcanza un menor tamaño, y su cámara de habitación es lisa y sin ornamentación.

El tipo de ornamentación, sección de vuelta y borde umbilical se podría asemejarse más a *P. (Arisphinctes) poeyi* (Judoly y Furrázola-Bermúdez, 1968, pl. 15), que comparte características con la subfamilia Vinalesphinctinae (Parent *et al.*, 2006, p. 315). Por otra parte, se descartan los amonites de gran tamaño pertenecientes al género *Passendorferia* descritos por Meléndez (1989) y reconocidos en Argentina (*Passendorferia* cf. *teresiformis*, Parent 2006, fig. 42a) por tener costillas más densas, borde umbilical más profundo y sección de vuelta más inflada.

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 7 de la Columna Estero Cristales.

Género *Subvinalesphinctes* Wierzbowski, 1976

Especie tipo: *Perisphinctes corrali* Judoley y Furrázola-Bermúdez, 1968

Subvinalesphinctes cf. *prophetae* (Gygi y Hillebrandt, 1991)

Lám. 5, Fig. D

- 1968 *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) plicatoides* O'Connell, Judoley y Furrázola-Bermúdez, p. 92, pl. 39, figs. 2-3; pl. 40, figs. 1-3
- 1991 *Perisphinctes (Antilloceras) prophetae* n sp. Gygi y Hillebrandt, p. 151, pl. 2, figs. 1-4
- 1998 *Perisphinctes (Antilloceras) profetae* Myczynsk *et al.*, p. 188
- 2006 *Subvinalesphinctes prophetae* (Gygi y Hillebrandt) Parent, p. 40, figs. 48-49
- 2006 *Subvinalesphinctes prophetae* (Gygi y Hillebrandt) Parent *et al.*, p. 40, figs. 3d-e
- 2022 *Subvinalesphinctes prophetae* Parent, p. 22, fig. 16b

Tipo: NMB-J-31185 (Gygi y Hillebrandt, pl. 2, figs. 1), proveniente de Quebrada el Profeta, Cordillera de Domeyko, Chile.

Material: Un ejemplar, CT-28, en moderado estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo (U/D 0,52), el borde umbilical es redondeado, su umbilico amplio y poco profundo. El enrollamiento es apretado, con poco solapamiento de vueltas, los flancos son levemente convexos. La ornamentación en vueltas internas ($D < 30$ mm) consiste en costillas simples ligeramente cóncavas, algunas sufren una inflexión cerca del borde umbilical. Su densidad de costillas aumenta de 17 a 21 costillas por media vuelta para ($D = 10$ y 30 mm) respectivamente. Desde ($D > 30$ mm) las costillas se bifurcan en el último tercio del flanco. No se observan constricciones.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
CT-28	38,1	20,0	-	11,6	0,52	-	Fc. Medición en vuelta interior

Discusión: Se confiere a *S. prophetae* por su grado de conservación, posición estratigráfica y ser el único ejemplar de la localidad. Además, las características diagnósticas de los géneros *Subvinalesphinctes*- *Vinalesphinctes* se encuentran prácticamente en la cámara de habitación de macroconchas adultas (Parent *et al.*, 2006, p. 318).

Tanto el tipo de enrollamiento, nivel de solapamiento y ornamentación coinciden con las descritas por Gygi y Hillebrandt (1991). Cabe señalar que el espécimen de Chacay Melehue (Parent *et al.*, 2006, figs. 3d-e; Parent, 2022, fig. 16b) tampoco tiene constricciones, con un enrollamiento más serpetícono que el holotipo, sin embargo, ambas poseen un surco en el vientre que interrumpe la ornamentación, característica típica de la especie.

Se diferencia de *S. pseudokranus* por su ornamentación en vueltas externas, con fuertes costillas distales que presentan una división compleja (Parent *et al.*, 2006).

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 7 de la Columna Estero Cristales.

S. prophetae se registra para el Oxfordiano medio del norte de Chile, en Quebrada del Profeta y Cerro Amarillo, Cordillera de Domeyko (Gygi y Hillebrandt, 1991). En Argentina para el Oxfordiano medio de Chacay Melehue, Arroyo Los Baños y Arroyo Chari Lehue (Parent, 2006: Parent *et al.*, 2006).

Familia ASPIDOCERATIDAE Zittel, 1895

Subfamilia ASPIDOCERATINAE Zittel, 1895

Género *Euaspidoceras* Spath, 1930

Especie tipo: *Ammonites perarmatus* Sowerby, 1822

Euaspidoceras ajax (Leanza, 1947)

Lám. 5, Fig. E

- 1947 *Aspidoceras (Euaspidoceras) ajax* n. sp. Leanza, p. 10, pl. 1, figs. 2-3
 1947 *Aspidoceras (Euaspidoceras) ajax* n. sp. Leanza, p. 10, pl. 3, figs. 3-4
 1982 *Euaspidoceras* s.l. sp. Cornejo *et al.*, p. 96, pl. 2, fig. 12
 1984 *Euaspidoceras* sp. Muñoz y Niemeyer, p. 19, pl. 2, fig. 7
 2006 *Euaspidoceras ajax* Leanza. Parent, p. 29, figs. 29b-k
 2015 *Euaspidoceras ajax* Leanza. Parent y Garrido, p. 199, figs. 27-33

Tipo: El material original de Leanza (1947, p. 10, pl. 1, figs. 2-3) ha sido designado como Lectotipo por Parent (2006, p. 29, fig. 29b).

Material: Un ejemplar juvenil, SNGM 7558/2, fragmento de vuelta en moderado estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento subinvoluta (U/D 0,24), el borde umbilical es redondeado y profundo. Los flancos son levemente convexos, casi planos, más anchos hacia el vientre. La sección de vuelta es subcuadrada. No se observa ornamentación, salvo una hilera de 6 tubérculos prominentes por media vuelta en el área ventrolateral, los cuales aumentan de tamaño y espaciamiento hacia la apertura.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7558/2	(25)	(6)	-	-	0,24	-	Fragmento de concha

Discusión: El material se asigna a un ejemplar juvenil debido a su enrollamiento, tamaño, y la presencia de tubérculos en el área ventrolateral del flanco (Leanza, 1947). Si bien la ausencia de costillas es señalada por Leanza (1947) como característica de ejemplares juveniles, atribuye esta condición al moderado estado de conservación, debido a que la definición de la especie se hizo con pocas muestras, de las cuales no todas poseen características claras de la especie o incluso el género (Leanza 1947, p. 10, pl. 1, figs. 4-5). Por otro lado, estudios posteriores y detallados para la especie señalan la presencia de costillas primarias distales que terminan con un tubérculo ($D = 20$ mm) en etapas juveniles (Parent, 2006; Parent y Garrido, 2015), lo que coincide con el material.

Para una descripción completa de la especie ver Parent y Garrido (2015).

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). En Formación Nacientes del Teno como rodado para la parte superior, en la zona de Estero Cristales (Cornejo *et al.*, 1982; Muñoz y Niemeyer, 1984).

En Argentina se ha registrado para el Oxfordiano inferior-medio en Formación La Manga, localidades de Vega de Veranada y Arroyo de la Manga (Parent, 2006; Parent y Garrido, 2015), y Formación Lotena, localidad de Rahuecó (Leanza 1947).

Subfamilia PELTOCERATINAE Zittel, 1924

Género *Peltoceratoides* Spath, 1924

Especie tipo: *Peltoceras semirugosum* Waagen, 1875

Diagnosis: Las características comunes de dimorfos son presentar una cámara de habitación con longitud cercana a media vuelta, enrollamiento con poco solapamiento y punto de bifurcación de sus costillas bajo la mitad de los flancos. Las macroconchas alcanzan un tamaño adulto de mediano

a grande (200-600 mm); su sección de vuelta varía según su etapa de desarrollo desde subcircular, oval o subrectangular hasta subcuadrada; la ornamentación se desarrolla en cuatro estadios sucesivos: estadio costulado, estado intermedio con costulación variable, estadio tuberculado o con dos filas de tubérculos, y estadio adulto con ornamentación reducida y grandes costillas. Las microconchas alcanzan un tamaño adulto pequeño a mediano (40-135 mm); su sección de vuelta varía desde subcircular hasta oval o subrectangular; su ornamentación se caracteriza por costillas simples que predominan en la cámara de habitación.

Discusión: El dimorfismo sexual del género ha sido ampliamente estudiado (Makowski, 1962; Callomon 1963; Siemiatkowska-Gizejewska, 1974; Donovan *et al.*, 1981) y aceptado en los últimos años (Matyja, 1994; Bonnot, 1995; Bonnot *et al.*, 2002; Parent, 2006; Alberti *et al.*, 2011; Parent y Garrido, 2015). Las microconchas se han clasificado en los géneros o subgéneros *Rurciceras* Buckman, 1919; *Parawedekindia* Schindewolf, 1925; *Peltomorphites* Buckman, 1925; *Raspailites* y *Prieserites* Jeannet, 1951, por lo que corresponden a sinónimos de *Peltoceratoides* Spath, 1924 (Bonnot, 1995).

Bonnot (1995) y Bonnot *et al.* (2002) elaboran una revisión completa de la subfamilia Peltoceratinae, donde agrupan criterios de clasificación para macroconchas y microconchas de los géneros *Peltoceras* y *Peltoceratoides*, explicando por qué son buena especies guías para biozonas Calloviano-Oxfordiano de las provincias Submediterráneas y Mediterráneas respectivamente. Este estudio se puede correlacionar con el de Hillebrandt y Gröschke (1995) para el norte de Chile, y Parent (2006) para la Cuenca Neuquina. Todos los autores sostienen que existe endemismo y diferenciación dentro del género para las distintas cuencas. Las especies más importantes del género para el Oxfordiano en Europa son *Peltoceratoides eugenii*, *P. atheloides*, *P. williamsoni* y *P. interruptum*. En Sudamérica *P. pressulus* y *P. ballenaensis*.

Dentro de los amonites del Cajón Troncoso destacan microconchas del género, a continuación se muestran las principales características de las microconchas más importantes a partir de Bonnot (1995).

Las microconchas de *P. eugenii* a $D = 15$ mm se caracteriza por tener costillas bastantes gruesas, varían de rursirradiadas a rectas, donde casi todas son bifurcadas. En etapas adultas se divide en dos morfotipos, morf. *stephanovi* ($D = 40-60$ mm) y morf. *caprinum* ($D: 55-70$ mm). El primero es más evolutivo, las costillas secundarias son escasas y ausentes hacia la apertura; el segundo posee costillas bifurcadas hasta la cámara de habitación. El punto de bifurcación es variable, la media se encuentra entre el la parte media y el primer tercio del flanco.

Las microconchas de *P. atheloides* a $D = 10-25$ mm se caracteriza por tener costillas radiales, fuertes y bifurcadas. En etapas adultas ($D: 70-100$ mm) posee costillas ligeramente rursirradiadas, espaciadas y fuertemente engrosadas en la región ventral, las últimas costillas son convexas, y las costillas bifurcadas son cada vez menos comunes hacia la apertura. El punto de bifurcación es variable, entre los 15-20 mm se sitúa entre el cuarto y tercio inferior del flanco, en $d 30$ mm se eleva sobre el primer tercio del flanco. En ninguna medición alcanza la parte media del flanco. *P. atheloides* se diferencia de *P. eugenii* en tener un menor punto de bifurcación, y un ombligo más ancho. El punto de bifurcación tanto para macroconchas como microconchas es bajo el primer cuarto del flanco para $D < 20$ mm y bajo el primer tercio del flanco para $D = 30-40$ mm.

Las microconchas de *P. williamsoni* se divide en dos morfotipos, *arduennese* y *gauthieri*. El primero tiene un tamaño que oscila entre 85 y 135 mm, su sección varía de oval y comprimida a subrectangular, el ombligo es moderadamente abierto, las costillas comienzan radiales, luego son rursirradiadas y finalmente convexas, pudiendo presentar un surco entre costillas en el vientre, las costillas son mucho más gruesas en la cámara de habitación, en vueltas interiores las costillas son bifurcadas, con algias trifurcadas, hacia la apertura son más comunes las costillas simples. El morfotipo *gauthieri* alcanza un tamaño adulto entre 70 y 90 mm, su sección es subcircular y su umbilíco es amplio, con borde umbilical redondeado; su ornamentación es bastante similar a morfotipo *arduennese*, sin embargo, las costillas bifurcadas desaparecen antes o al comienzo de la cámara de habitación.

Las microconchas de *P. interruptum* se divide en dos morfotipos, *tarkowsii* y *neumanni*. El primero tiene un tamaño que oscila entre 80 y 100 mm, las costillas de la cámara de habitación son ligeramente engrosadas en el vientre, la mayoría radiales, pocas son rursirradiadas y la mayoría

son bifurcadas. El segundo alcanza un tamaño adjunto entre 70 – 80 mm, las costillas en la cámara de habitación son simples, rursirradiadas y engrosadas en el vientre. El promedio del punto de bifurcación para $D < 30$ mm es en el primer tercio del flanco o bajo éste.

Las microconchas de *P. pressulus* y *P. ballenaensis* serán discutidas más adelante.

Peltoceratoides pressulus (Leanza, 1947)

Lám. 6, Fig. A

- 1947 *Nebrodites pressulus* n. sp. Leanza, p. 4, pl. 2, figs. 1-3
 1982 *Peltoceratoides* sp. Cornejo *et al.*, p. 96, pl. 2, fig. 4
 1984 *Peltoceratoides* sp. Muñoz y Niemeyer, p. 19, pl. 2, fig. 6
 2006 *Peltoceratoides pressulus* (Leanza) Parent, p. 26, fig. 27c

Tipo: El material original de Leanza (1947, pl. 2, fig. 1) proveniente de Chacay Melehue, Argentina. Refigurado por Parent (2006, fig. 27a).

Material: Un ejemplar SNGM 7606, fragmento en buen estado de conservación

Descripción: Fragmento de macroconcha ($D_{\text{estimado}} > 80$ mm, $W = 37$ mm). Su ornamentación consiste en costillas relativamente distales, rectas y ligeramente flexuosas, algunas se bifurcan en la parte baja del flanco. Hay dos tubérculos elongados por costilla, uno cerca del borde umbilical y otro más grande en la parte superior del flanco, casi en el vientre. Se observan pocas costillas intercaladas entre las secundarias.

Discusión: La ornamentación es casi idéntica al holotipo de la especie (Leanza, 1947, pl. 2, fig. 1). Parent (2006) y Parent y Garrido (2015) elaboran una descripción completa de la especie, el carácter más típico de la especie para este tamaño son los tubérculos protuberantes hacia el vientre luego de costillas relativamente finas.

Ocurrencia: Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia*, Oxfordiano temprano más tardío y Oxfordiano medio (Riccardi, 2008). En Formación Nacientes del Teno se encuentra como rodado en la parte superior de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 2. Localidad I), en Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984).

En Argentina se ha registrado para el Oxfordiano inferior de las provincias de Neuquén y Mendoza, en Chacay Melehue, Rahuecó, Campana Mahuida, Vega de Veranada, Santa Elena, Arroyo de la Manga y Arroyo Blanco (Parent, 2006, 2022).

Peltoceratoides ballenaensis (Hillebrandt en Hillebrandt y Gröschke, 1995)

Lám. 6, Fig. B

1982 *Parawedekindia?* sp.2. Cornejo *et al.*, p. 96, pl. 2, fig. 3

1995 *Rursiceras ballenaensis* n. sp. Hillebrandt y Gröschke, p. 19, pl. 4, figs. 1-3

2006 *Peltoceratoides ballenaensis* Parent, p. 28, fig. 27f

2022 *Peltoceratoides eugenii* Parent, p. 22, fig. 14k

Tipo: El material original de Hillebrandt y Gröschke (1995, pl. 4, fig. 2) proveniente de Cerro Ballena, Portezuelo Azabache, Región de Antofagasta, Chile.

Material: Un ejemplar SNGM 7604 ligeramente deformado en buen estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento subevolutivo (U/D 0,45) más alto que ancho, el borde umbilical es redondeado y el umbilico poco profundo. Los flancos son levemente convexos, no se observa su sección de vuelta. No se aprecia la ornamentación en vueltas internas ($D < 6$ mm). Entre ($6 < D < 15$ mm) consiste en costillas rectas que se bifurcan en promedio en la parte media del flanco, se intercalan algunas costillas simples pero son poco comunes. Desde ($D > 25$ mm) las costillas rectas, volviéndose son ligeramente rursirradiadas desde la mitad del flanco, hay una costilla simple cada 4 bifurcadas, el punto de bifurcación varía entre la parte media y el primer tercio del flanco. En la cámara de habitación las costillas son simples, salvo una que se bifurca en el primer cuarto del

flanco, éstas se vuelven levemente convexas, aumentando la inclinación y distanciamiento hacia la apertura. Todas las costillas son relativamente distales y presentan un engrosamiento hacia el vientre, en la cámara de habitación es mucho más notorio, terminando con un tubérculo elongado.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7604	73	33	-	23	0,45	-	CH y Fc

Discusión: La cámara de habitación es casi idéntica al holotipo (Hillebrandt y Gröshcke, 1995, pl. 4, fig. 2), además, la orientación de las costillas coincide en los diferentes estadios del espécimen, migrando de costillas rectas en vueltas interiores a convexas hacia la cámara de habitación.

Bonnot *et al.* (2002, p. 507) mencionan que descartando la hipótesis de un importante endemismo, los amonites descritos para el norte de Chile por Hillebrandt y Gröshcke (1995) podrían ser atribuidos a *P. eugenii* o *P. atheloides*. Posteriormente, Parent (2022, p. 22) asigna las macroconchas de *P. ballenaensis* como sinónimos de *P. eugenii* (Parent, 2022 fig. 14k), señalando que *Rursiceras ballenaensis* sería probablemente la microconcha local de *P. eugenii*. Se descarta esta interpretación y se prefiere asignar a *P. ballenaensis* (Hillebrandt) por dos motivos:

- 1) Si bien *P. ballenaensis* comparte posición estratigráfica con *P. eugenii* (*Peltomorphites eugenii* en Hillebrandt y Gröshcke 1995, p. 35), solo un ejemplar de *P. eugenii* (Hillebrandt y Gröshcke 1995, pl. 4, fig. 6) se encuentra relativamente completo, mostrando las vueltas interiores, sin embargo, el estado de conservación no permite poder describirlas a detalle para compararlas con las microconchas de *P. ballenaensis*.
- 2) El tamaño de *P. ballenaensis* ($D > 80$ mm para el holotipo, $D = 73$ mm para SNGM 7604) es mayor al de las microconchas de *P. eugenii* para sus dos morfotipos (Bonnot 1995, p. 322). Aunque pudiera acercarse al morfotipo de mayor tamaño ($D = 55-70$ mm), *P. eugenii* morf. *caprinum* (Bonnot, 1995, pl. 4, fig. 6), *P. ballenaensis* se diferencia en presentar una mayor densidad de costillas en todas las vueltas, y muy pocas costillas bifurcadas en la cámara de habitación.

El punto de bifurcación de las microconchas de *P. atheloides* nunca alcanza la parte media del flanco (Bonnot, 1995), por lo que no debería confundirse con *P. ballenaensis*. Existen pocos registros de microconchas de *P. pressulus* y los figurados se discuten en este trabajo, sin embargo, difiere del espécimen descrito por Parent y Garrido (2015, fig. 22c), en presentar un menor número de costillas en la cámara de habitación, y en la orientación de éstas.

P. ballenaensis se diferencia claramente de *Peltoceratoides* sp. A en presentar costillas distales, rectas y principalmente bifurcadas en el fragmocono, en la cámara de habitación las costillas no son flexuosas.

Ocurrencia: Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia*, Oxfordiano temprano más tardío y Oxfordiano medio (Riccardi, 2008). En Formación Nacientes del Teno se encuentra como rodado en la parte superior de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 2. Localidad I), en Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984). En el norte de Chile para el Oxfordiano temprano de Cerro Ballena (Hillebrandt y Gröshcke, 1995)

Peltoceratoides sp. A

Lám. 6, Figs. C-D

1982 *Parawedekindia* sp. 1 Cornejo *et al.*, p. 96, pl. 2, figs. 1-2

1984 *Parawedekindia* sp. Muñoz y Niemeyer, p. 19, pl. 2, figs. 1-2

2006 *Peltoceratoides pressulus* Parent, p. 26, figs. 27d-e

Material: Dos ejemplares SNGM 7602, SNGM 7603, microconchas incompletas en buen estado de conservación

Descripción: Enrollamiento subevolutivo (U/D 0,42-0,45), el borde umbilical es redondeado y el umbilico poco profundo. Los flancos son levemente convexos, casi planos, no se observa su sección de vuelta. La ornamentación en vueltas internas ($D < 10$ mm) consiste en costillas rectas, levemente rursirradiadas, simples y bifurcadas, el punto de bifurcación se encuentra en promedio en el primer tercio del flanco, pudiendo llegar hasta cerca del borde umbilical en algunas ocasiones.

Entre ($20 < D < 40$ mm) las costillas son ligeramente rursirradiadas, y son principalmente simples salvo algunas que se bifurcan entre el primer tercio y la parte media del flanco. En la cámara de habitación las costillas mantienen la orientación, y sufren una pequeña inflexión la mitad del flanco, volviéndose ligeramente convexas. Las costillas son en su mayoría simples, salvo una o dos bifurcadas en el primer tercio del flanco, éstas aumentan su grosor hacia la apertura y terminan con un tubérculo elongado en la parte superior del flanco.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7602	59	24,5	-	19,1	0,42	-	CH y Fc
SNGM 7603	58	25,9	-	20,2	0,45	-	Fc

Discusión: Los especímenes descritos fueron identificados por Parent (2006) como microconchas de *Peltoceratoides pressulus* (Leanza, 1947), en dicho trabajo se elabora la primera descripción detallada para la especie, señalando que el material es abundante en las zonas de: Chacay Melehue, Rahuecó, Campana Mahuida, Vega de Veranada, Cajón Troncoso, Santa Elena, Arroyo de la Manga y Arroyo Blanco, sin embargo, no establece cuántos especímenes se estudiaron, ni su grado de conservación.

Los únicos figurados (aparte del holotipo: Leanza 1947, p. 4, pl. 2, fig. 1; Parent, 2006, fig. 27a) son los descritos en este trabajo procedentes del Cajón Troncoso (SNGM: 7602, 7603, 7606), los cuales son rodados de la localidad Estero Cristales, sin un valor estratigráfico claro. Si bien SNGM 7606 es identificado en este trabajo como macroconcha de *P. pressulus*, no hay evidencia de que los especímenes acá descritos compartan la misma posición estratigráfica, de hecho, la roca huésped es distinta. Por otro lado, la ornamentación en vueltas internas es diferente al holotipo, con un menor número de costillas bifurcadas y distinta orientación. Si bien esta diferencia podría ocurrir entre macroconchas y microconchas de una misma especie (ver discusión del género), no hay información suficiente para comprobar que permanezcan a la misma.

Posteriormente, Parent y Garrido (2015) describen la fauna de Formación La Manga en Vega de la Veranada, donde identifican más ejemplares de *P. pressulus* (Leanza, 1947), se describe una

microconcha en moderado estado de conservación (Parent y Garrido, 2015, fig. 22c), esta tiene un umbilico mucho más ancho que las presentes en Cajón Troncoso, además, en vueltas internas hay más costillas bifurcadas, las que son más distales que *Peltoceratoides* sp. A, por otro lado, ninguna de las costillas es rursirradiada, y en la cámara de habitación no son convexas como las de Cajón Troncoso.

Debido al pequeño número de ejemplares, falta de ubicación estratigráfica y relación con macroconcha no se puede describir una especie nueva, sin embargo, *Peltoceratoides* sp. A es distinto a las especies descritas para Europa, Chile y Argentina (Bonnot, 1995; Bonnot *et al.*, 2002; Hillebrandt y Groecke, 1995; Parent 2006; Parent y Garrido, 2015), pudiendo corresponder a una nueva especie para el género.

Ocurrencia: Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia*, Oxfordiano temprano más tardío y Oxfordiano medio (Riccardi, 2008). En Formación Nacientes del Teno se encuentra como rodado en la parte superior de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 2. Localidad I), en Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984)

Familia ATAXIOCERATIDAE Buckman, 1921

Subfamilia ATAXIOCERATINAE Buckman, 1921

Género *Lithacosphinctes* Olóriz, 1978

Especie tipo: *Ammonites lictor evolutus* Quenstedt, 1888

Lithacosphinctes cf. *desertorum* (Stehn, 1923)

Lám. 6, Fig. E

1923 *Perisphinctes desertorum* Stehn, p. 129, pl. 5, fig. 3

1982 *Perisphinctes* s.s. sp.2 Cornejo *et al.*, p. 95, pl. 2, fig. 8

2006 *Lithacosphinctes desertorum* Parent, p. 48, fig. 43A

2022 *Lithacosphinctes desertorum* Parent, p. 22, fig. 27B-D

Tipo: El único espécimen descrito por Stehn (1923, pl. 5, fig. 3) proveniente de Caracoles, Atacama, Chile. Refigurado por Parent (2006, fig. 43A).

Material: Un ejemplar, SNGM 7611, en moderado estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento subevoluta (U/D 0,44) más alto que ancho, el umbilico es amplio y profundo. Los flancos son casi planos. No se observa ornamentación en vueltas internas. La última vuelta ($D > 15$ mm) posee gruesas costillas distales y prorsirradiadas que nacen en el borde umbilical y se dividen en la parte superior del flanco, casi llegando al vientre, en 3 o más costillas secundarias. Desde ($D > 20$ mm) las costillas aumentan su espaciamento y se vuelven más gruesas, siendo más prominentes cerca del borde umbilical y más comunes las costillas trifurcadas.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7611	25	11	-	8	0,44	-	

Discusión: SNGM 7611 corresponde a un rodado colectado por Cornejo y otros (1982), su morfología y ornamentación son muy similares a la microconcha y holotipo de la especie refigurada por Parent (2006).

L. desertorum se diferencia claramente de *L. aff. janus* por la presencia de costillas distales bien marcadas en el fragmocono (Parent, 2006; Parent *et al.*, 2006).

Ocurrencia: En Formación Nacientes del Teno se encuentra como rodado de la parte superior de la columna generalizada de Cajón Troncoso (columna 2. Localidad I), en Estero Cristales (Muñoz y Niemeyer, 1984). En rocas del Oxfordiano medio del norte de Chile, en Caracoles y Quebrada del Medio (Stehn, 1923; Parent, 2022).

Suborden HAPLOCERATINA Besnosov y Michailova, 1983

Superfamilia HAPLOCERATAEAE Zittel, 1884

Familia OPPELIIDAE Douvillé, 1890

Subfamilia OCHETOCERATINAE Spath, 1928

Género *Ochetoceras* Haug, 1885

Especie tipo: *Ammonites canalicatus* von Buch, 1833

Ochetoceras sp.

Material: Un ejemplar, CT-42a, fragmento en buen estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo con vientre tricarinado. Se preserva la parte superior del flanco, sobre el surco lateral, ésta posee costillas cóncavas que disminuyen su ángulo y punto de inflexión hacia la apertura.

Discusión: Amonites del género *Ochetoceras* presentan un escaso registro en Chile y nulo en Argentina, restringiéndose solo al Oxfordiano medio-superior de la Cuenca de Tarapacá (Gygi y Hillebrandt, 1991; Parent, 2006).

La concavidad de sus costillas junto a un vientre tricarinado se asemejan a *O. cf. hispidum* y *O. imlayi* (Gygi y Hillebrandt, 1991, p.149, pl. 1, figs. 2,4), de la Zona Transversarium. El último ha sido señalado como un *Ochetoceras* temprano, cercano a *Neocampylites* (Parent, 2006, p. 58), *Ochetoceras* sp. comparte este origen, encontrándose en la misma localidad que *Neocampylites delmontanus* (SNGM 7597).

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 5 de la Columna Estero Cristales.

Género *Neocampylites* Callomon, 1973

(pro *Campylites* Rollier, 1922)

Especie tipo: *Ammonites delmontanus* Oppel, 1863

Neocampylites cf. *delmontanus* (Oppel, 1863)

Lám. 6, Figs. F1-2

- 1863 *Ammonites delmontanus* Oppel, p. 194, pl. 54, fig. 3
 1898 *Harpoceras rauracum* Ch. Mayer. De Loriol, p. 9, pl. 1, fig. 6
 1900 *Harpoceras rauracum* Ch. Mayer. De Loriol, p. 22, pl. 2, figs. 15-18
 1901 *Harpoceras delmontanum* Oppel. De Loriol, p. 8, pl. 1 fig. 3
 1947 *Ochetoceras (Campylites) delmontanum* Oppel. Arkell, p. 349, pl. LXXII, figs. 5, 8a-b
 1951 *Campylites delmontanum* Oppel sp. Jeannet, p. 70, pl. 17, figs. 1-10; pl. 19, figs. 1-2
 1955 *Ochetoceras (Campylites) delmontanum* Oppel. Haas, p. 80, pl. 13, figs. 1-43
 1982 *Ochetoceras (Campylites?)* sp. Cornejo *et al.*, p. 96, pl. 2, fig. 11
 2003 *Neocampylites delmontanus* Oppel. Rogov, fig. 4 (1)
 2006 *Neocampylites* cf. *delmontanus* Oppel. Parent, p. 22, fig. 22B
 2022 *Neocampylites delmontanus* Oppel. Jain *et al.*, p. 7, figs. D-E

Tipo: El espécimen original ilustrado por Oppel (1863, p. 194, pl. 54, fig. 3) y refigurado por Jeannet (1951, pl. 17, fig. 1).

Material: Un ejemplar, SNGM 7597, fragmento de la última vuelta en moderado estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento evolutivo. El borde umbilical es redondeado y los flancos son casi planos. La ornamentación en la última vuelta consiste en costillas prorsirradiadas que comienzan en el borde umbilical y cambian de dirección a rursirradiada en la parte media del flanco, volviéndose ligeramente cóncavas. Algunas costillas se bifurcan en la parte media del flanco, cerca del punto de inflexión, también se observan costillas intercaladas que siguen la misma dirección que las secundarias.

Discusión: Callomon (1973) propone el cambio de género de *Campylites* Rollier (1922) a *Neocampylites* Oppel (1863) (especie tipo: *Ammonites delmontanus* Oppel, 1863) debido al uso

previo del nombre para el género *Campylites* Eichwald, 1856 (especie tipo: *Serpulites longissimus* Sowerby, 1839).

De Loriol (1898, 1900, 1901) elabora las primeras descripciones detalladas de la especie, posteriormente, Jeannet (1951) hace una revisión completa de ésta, ilustrando y describiendo con detalle el ejemplar tipo.

N. delmontanus posee sección de vuelta que varía de elíptica a oval con tres quillas ($D > 10$ mm), donde la central es más prominente y las ventrolaterales se encuentran con las costillas de los flancos (Jeannet, 1951; Hass, 1955), estas características son visibles desde individuos juveniles hasta su adultes (De Loriol, 1898). Su ornamentación en la última vuelta es incipiente en ejemplares juveniles ($D < 25$ mm) y prominente en adultos, consiste en costillas simples prorsirradiadas que cambian de dirección en la parte media del flanco, con un marcado ángulo, donde algunas se bifurcan, también presentan costillas intercaladas (Hass, 1955).

Ocurrencia: Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia*, Oxfordiano temprano y medio (Riccardi, 2008). En la Formación Nacientes del Teno como rodado en la parte superior de la localidad Estero Cristales (Cornejo *et al.*, 1982). En Argentina se ha registrado para el Oxfordiano temprano en Arroyo Milno (Parent, 2006).

En Europa se encuentra en Suiza, principalmente en Jura Bernés (Jeannet, 1951). En Asia se registra en el Monte Hermón, Siria-Isarel (Hass, 1955).

Subfamilia GLOCHICERATINAE Hyatt, 1900

Género *Neoprionoceras* Spath, 1928

Especie tipo: *Oppelia girardoti* de Loriol, 1902

Neoprionoceras girardoti (De Loriol, 1902)

Lám. 6, Figs. G-H

1902 *Oppelia girardoti* De Loriol, p. 40, pl. 3, figs. 8-9

1961 *Campylites (Neoprionoceras) girardoti* (Loriol, 1902) Christ, p. 306, pl. 18, fig. 2

2006 *Neoprionoceras cf. henrici* Parent, p. 22, fig. 22C

2015 *Neoprionoceras girardoti* Parent y Garrido, p. 171, figs. 5E-K

Tipo: El espécimen original ilustrado por De Loriol (1902, pl. 3, fig. 8).

Material: Doce ejemplares, CT-04a, CT-05a, CT-05b, CT-06, CT-07, CT-09a, CT-10, CT-15, CT-31a, CT-31b, CT-31c, CT-31d, en moderado estado de conservación. Ocho, SNGM 7558/1, CT-04b, CT-05d, CT-08, CT-11, CT-12, CT-14, CT-42b en mal estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento involuto (U/D 0,13-0,21). En vueltas interiores ($D < 25$ mm) la concha es muy comprimida, platicónica y bastante redondeada. Presenta un umbilico pequeño y redondeado, poco profundo con flancos lisos y relativamente planos. Desde ($D = 20$ mm) se observan costillas cóncavas y proximales en la parte superior del flanco, el resto permanece liso, además, el vientre presenta una quilla muy marcada junto a dos incipientes carinas laterales.

A partir de ($D > 25$ mm) la concha se vuelve más inflada, el umbilico comienza a ser más profundo y alargado. Los flancos se vuelven menos redondeados, más altos que anchos, su ornamentación consiste en finas costillas falcoides que nacen cerca del borde umbilical y se vuelven más marcadas en la parte superior del flanco, algunas se bifurcan en la mitad del flanco. El vientre sigue presentando una marcada quilla.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	W/H	W/H	Observaciones
CT-04a	20,0	4,1	-	12,0	0,21	-	Fc
CT-05a	31,2	4,5	-	17,0	0,14	-	Fc
CT-05b	(23)	-	-	-	-	-	Fc
CT-05d	(16)	(3,7)	-	8,4	0,23	-	Fc
CT-06	(29,7)	(5,6)	-	(11,5)	0,19	-	Fc
CT-07	23,8	3,7	-	12,5	0,16	-	Fc
CT-09a	29,4	6,4	-	11,0	0,22	-	Fc
CT-10	23,2	(5,7)	-	9,8	0,25	-	Fc

CT-11	(25)	3,0	-	-	0,12	-	Fc
CT-14	(17,5)	(2,5)	-	(9,0)	0,14	-	Fc
CT-15	23,8	3,0	-	12,1	0,13	-	Fc
CT-31a	29,1	-	-	-	-	-	Fc
CT-31b	(31,6)	(6,0)	-	(11,5)	0,19	-	Fc
CT-31c	(36,0)	-	-	-	-	-	Fc
CT-31d	21,9	2,8	-	8,5	0,13	-	Fc

Discusión: La ornamentación, desarrollo y vientre tricarinado son típicas del género *Neoprinoceras*. Éste es estudiado en detalle por Christ (1961, p. 305), se diferencia del género *Neocampylites* al tener un umbilico más pequeño y no contar con costillas fuertes en la parte baja del flanco. Para una revisión, situación del género y comparación con *Neocampylites* ver (Parent y Garrido, 2015, p. 171).

N. girardoti (Zona Cordatum, Christ, 1961, p. 306) se diferencia de *N. henrici* (Zonas Cordatum – Transversarium, Christ, 1961, p. 309) en su desarrollo, ya que el primero cuenta con vueltas interiores lisas, con ornamentación restringida a la parte superior del flanco, mientras *N. henrici* posee flancos ornamentados (Parent y Garrido, 2015).

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranus, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). Tramo 5 de la Columna Estero Cristales para la Formación Nacientes del Teno. En Argentina en los niveles VV-M-15 y VV-M-17 de Vega de Veranada, Formación La Manga (Zonas Eugenii y Pressulus respectivamente, *sensu* Parent., 2022) (Parent y Garrido, 2015).

Ampliamente registrado en Francia, Jura Francés (De Loriol, 1902; Christ, 1961).

Género *Trimarginites* Rollier, 1909

Especie tipo: *Ammonites arolicus* Oppel, 1863

Trimarginites arolicus (Oppel, 1862)

Lám. 6, Figs. I-J

- 1863 *Ammonites arolicus* Opperl, p. 188, pl. 51, figs. 1-2
 1923 *Trimarginites Arolicus* (Opperl) Stehn, p. 63, pl. 2, fig. 4
 1975 *Trimarginites arolicus* (Opperl) Renz *et al.*, p. 441, pl. 1, figs. 6-8
 1982 *Trimarginites?* sp. Cornejo *et al.*, p. 95, pl. 2, fig. 10
 1984 *Trimarginites?* sp. Muñoz y Niemeyer, p. 19, pl. 2, fig. 7
 2002 *Trimarginites arolicum* (Opperl) D'Arpa y Meléndez, p. 214, fig. 145
 2006 *Trimarginites cf. eucharis* Parent, p. 21, fig. 22D

Tipo: El espécimen original ilustrado por Opperl (1863, p. 188, pl. 51, fig. 2), de la colección MoEBCH (ETH Zúrich).

Material: Cuatro ejemplares, SNGM 7624, CT-05c, CT-09b, CT-13a en moderado estado de conservación.

Descripción: Enrollamiento involuto (U/D 0,11-0,14) más alto que ancho, el umbilico es muy pequeño. Debido al estado de conservación solo se aprecia un flanco, plano, sin ornamentación y con sutura compleja. El vientre presenta una quilla muy marcada.

Dimensiones:

Código	D	U	W	H	U/D	W/H	Observaciones
SNGM 7624	61,2	(7)	-	-	0,11	-	Fc y Ch
CT-05c	29,8	(4,0)	-	(15,7)	0,13	-	Fc
CT-13a	(53)	7,4	-	(28,7)	0,14	-	Fc

Discusión: El estudio del género y dimorfismo sexual ha sido ampliamente estudiado (Christ, 1961; Ziegler, 1974; Matyja, 1986; Enay y Gauthier en Fischer, 1994; D'Arpa C. y Meléndez, 2002; Bujtor y Albrecht, 2021). Las principales especies corresponden a *T. arolicus* [M] / *T. stenorhynchus* [m] y *T. trimarginatus* para el Oxfordiano medio, y *T. eucharis* del Oxfordiano temprano.

Se distingue de *T. trimarginatus* en tener un umbilico más pequeño (Renz *et al.*, 1975, p. 442). Se diferencia de *T. eucharis* del Oxfordiano temprano en que este tiene una temprana desaparición de la ornamentación y es mucho más comprimido que *T. arolicus* y *T. trimarginatus* (Enay y Gauthier en Fischer, 1994, p. 171).

Parent y Garrido (2015) señalan que SNGM 7624 podría corresponder a una macroconcha de *Neoprionoceras girardoti*, sin embargo, debido a la poca cantidad de especímenes, falta de ornamentación en sus vueltas, sutura compleja y mayor grado de involución se prefiere asignar a *Trimarginites arolicus*.

Ocurrencia: Zona Estándar Pseudokranau, Oxfordiano temprano-medio (Parent, 2022). En Formación Nacientes del Teno como rodado en la parte superior de la localidad Estero Cristales (Cornejo *et al.*, 1982). Tramo 5 de la Columna Estero Cristales.

Descrito en el norte de Chile, Caracoles (Stehn, 1923). Común en afloramientos del Oxfordiano medio en Francia, Suiza y Alemania (Christ, 1961; Ziegler, 1974; Fischer, 1994)

5. Discusión

5.1. Bioestratigrafía

5.1.1. Bioestratigrafía del Calloviano

El Calloviano corresponde al último piso del Jurásico Medio. Su nombre fue otorgado por d'Orgigny como “*Calloviensis*” (1842-1851, 1852, en Ogg *et al.*, 2012) a partir de fósiles de Kellaways, Chippenham, Inglaterra.

5.1.1.1. Base del Calloviano

La base del Calloviano fue propuesta por Opper (1856-1858, en Ogg *et al.*, 2012) en el grupo Kellaway, la cual se encontraba en la base de la Zona de *Macrocephalites macrocephalus*, que corresponde al contacto entre las Formaciones Cornbash Superior y Forest Marble.

La sección estratotipo y punto de límite global (GSSP: Global Boundary Stratotype Section and Point) para el inicio del Calloviano se asignó en la Capa 4 de la Sección Sutton Bingham, Somerset, Inglaterra, correspondiente a la base de la Subzona *Macrocephalites macrocephalus* (Callomon, 1964). Sin embargo, esta zona se abandonó debido al descubrimiento del *Macrocephalites macrocephalus* en estratos del Bathoniano superior (Dietl y Callomon, 1988).

Así, la base del Calloviano no cuenta con un GSSP actual, y se encuentra en discusión, utilizándose por el momento el horizonte de primera aparición de *Keplerites kepleri* (Fig. 5.1) como comienzo del piso (Ogg *et al.*, 2012).

5.1.1.2. Subdivisiones del Calloviano

El Calloviano se divide generalmente en tres subpisos, donde el límite entre ellos corresponde a dos cambios importantes en la fauna de amonites (Ogg *et al.*, 2012; Schweirt, 2015). Sin embargo, el provincialismo y la utilización de diferentes biozonas hace que la relación entre amonites del Tethys y Subboreales sea bastante heterogénea (Fig. 5.1).

Piso		Biozonación Tethys	Biozonación Subbboreal	Taxa importante		
CALLOVIANO	Tardío	Lamberti		<i>Quenstedtoceras lamberti</i>		
		Athleta		<i>Peltoceras athleta</i>		
	Medio	Coronatum		<i>Phylycticeras pustulatum</i>		
		Anceps	Jason	<i>Kosmoceras jason</i>		
	Temprano			Calloviense	<i>Sigaloceras calloviense</i>	
				Koenigi	<i>Proplanulites koenigi</i>	
		Bullatus			Herveyi	<i>Govericeras toricelli</i>
						<i>Kepplerites keppleri</i>

Figura 5.1.: Subdivisiones del Calloviano según biozonas de amonites (Modificado de Ogg *et al.*, 2012; Schweirt, 2015).

5.1.2. Bioestratigrafía del Oxfordiano

El Oxfordiano corresponde al primer piso del Jurásico Superior. Su nombre fue otorgado por d'Orgigny a partir de la ciudad de Oxford, Inglaterra, refiriéndose a la Formación Oxford Clay (1842-1851, 1852, en Ogg *et al.*, 2012).

5.1.2.1. Base del Oxfordiano

La base del Oxfordiano fue propuesta por Arkell (1939, 1946, Ogg *et al.*, 2012) como el horizonte de primera aparición de *Quenstedtoceras mariae*, sobre *Quenstedtoceras lamberti* (Fig. 5.2), ubicado en la base de la Formación Oxford Clay.

Actualmente la base del Oxfordiano no cuenta con un GSSP. Ogg y Hinnov (2012) revisan los dos posibles candidatos (Redcliff Point, Dorset, Inglaterra; y Provenza, Francia), concluyendo que no son aceptables por el riesgo de deslizamientos y falta de métodos de correlación estratigráfica respectivamente.

5.1.2.2. Subdivisiones del Oxfordiano

El Oxfordiano se divide en tres subpisos (Fig. 5.2). La base del Oxfordiano medio corresponde al horizonte de primera aparición de *Perisphinctes (Arisphinctes) plicatilis* (Tethys) y *Cardioceras densiplicatus* (Boreal). Por otro lado, la base del Oxfordiano tardío no es consistente en estudios regionales europeos, utilizándose generalmente el horizonte de primera aparición de

Dichotomoceras bifurcatus (Tethys), *Perisphinctes cautisnigrae* (Subboreal) y *Amoeboceras serratum* (Boreal) (Ogg *et al.*, 2012)

Piso (Schweigert, 2015)	Piso (Ogg y Hinnov, 2012)	Biozonación Tethys	Biozonación Subboreal	Taxa importante	
OXFORDIANO	KIMERIDGIANO	Planula	Bauhini	<i>Amoeboceras bauhini</i>	
		Bimammatum	Rosenkrantzi	<i>Epipeltoceras bimammatum</i>	
	OXFORDIANO	Tardío	Bifurcatus	Regulare	<i>Dichotomoceras bifurcatus</i> <i>Larcheria schilli</i>
			Transversarium	Serratum Glosense	<i>Proscaphites anar</i>
		Medio	Plicatilis	Densiplicatum	<i>Dichotomosphinctes antecedens</i>
			Temprano	Paturattensis	Cordatum
	Minax	Mariae		<i>Cardioceras scarburgense</i>	

Figura 5.2.: Subdivisiones del Oxfordiano según biozonas de amonites. Modificado de Ogg *et al.* (2012); Schweirt, (2015).

5.1.3. Bioestratigrafía del Calloviano-Oxfordiano en los Andes Centrales

La zonación de amonites en los Andes Centrales ha sido resumida y discutida por Hillebrandt *et al.* (1992), Riccardi (2008) y Parent (2022) (ver Fig. 5.3.).

La base del Calloviano tiene como localidad tipo a Chacay Melehue, su edad corresponde a 164.64 ± 0.2 Ma (U-Pb se circones, ID-TIMS), fue datada a partir de tobas de la base de la Zona Estándar de Vergarensis (Kamo y Riccardi, 2009).

El límite Calloviano tardío - Oxfordiano temprano se encuentra mal representado en Chile y Argentina, debido a que se halla en zonas geográficamente restringidas y pobremente conservadas (Riccardi, 2008). Parent (2022) define la Zona de Eugenii como base del Oxfordiano, sin embargo, esta fauna está restringida solo al Cerro La Ballena, en el norte de Chile, lo que no permite relacionarla con faunas de la Cuenca de Neuquén.

EDAD	Zona Estándar Tethys (Schweigert, 2015)	Hillebrandt et al. (1992)	Riccardi (2008)	Parent (2022)	
OXFORDIANO	Planula			-----	
	Bimammatum		-----?-----	Desertorus	
	Bifurcatus	Euasp. Hypselum	Lithacosphinctes	Tarapacaense	
	Transversarium	Cubaspidoceras	-----?-----	Cubanensis	
	Plicatilis	Perisphinctes - Araucanites	Perisphinctes - Araucanites	Pseudokranus	
	Paturattensis	Peltoceratoides	-----	Pressulus	
	Minax	-----	Peltoceratoides - Parawedekindia	Eugenii	
CALLOVIANO	Lamberti			Dimorphosus	
	Athleta		?	Primus	
	Coronatum			Patagoniensis	
	Anceps	<i>Rehm. patagoniensis</i> & <i>Oxyceri. oxynotus</i>	R. patagoniensis	"Coronatum"	
	Gracillis	Proximum	-----	Chacaymelehuensis	
	Bullatum	Bodenbenderi	Bodenbenderi	-----	Proximum
		Vergarensis	Vergarensis	-----	Bodenbenderi
				Gottschei	

Figura 5.3.: Zonación de amonites en los Andes Centrales durante el Calloviano-Oxfordiano.

5.1.4. Bioestratigrafía de la Formación Nacientes del Teno (Cajón Troncoso)

5.1.4.1. Columna Desembocadura del Toro, Calloviano temprano.

La fauna encontrada en la columna Desembocadura del Toro y colectada anteriormente por Cornejo *et al.* (1982) cerca del estero el Toro muestra afinidades típicas del Calloviano temprano, con una predominancia de especímenes de la familia Sphaeroceratidae. Se reconocen dos zonas estándar:

5.1.4.1.1. Zona Estándar de Vergarensis (Riccardi *et al.*, 1991):

La Zona Estándar de Vergarensis fue definida por Riccardi *et al.* (1991) en la sección de Chacay Melehue, donde posee unos 30 metros de espesor. Esta zona está basada en la Subzona de *Eurycephalites vergarensis* de la Zona de Asociación de Eurycephalites de Riccardi (1984), y se caracteriza por la especie índice *Eurycephalites vergarensis*, la que aparece junto con la especie *Xenocephalites gottscheri*, los cuales se distribuyen por toda la zona, y por elementos tardíos de *Neuqueniceras steinmanni* y *N. (N.) biscissum* (Stehn), así como los últimos *Stehnocephalites*, *Lilloettia* y *Xenocephalites cf. araucanus*. Según Riccardi (2008) la zona corresponde al Calloviano temprano.

Parent (1997, 1998) propuso la posible inclusión de *E. vergarensis* y *X. gottscheri* en un par dimórfico, y el cambio consecuente en la denominación de esta zona a Zona Estándar de Gottschei, pero según Riccardi (2008) esta propuesta resulta cuestionable, considerando, que no se han provisto los datos básicos necesarios, que las relaciones entre macro y microconchas no resultan claras, que los rangos de ambas especies son diferentes y que no se ha estudiado material topotípico.

La fauna del Cajón Troncoso está representada por una gran abundancia de *E. vergarensis*, junto con *E. cf. vergarensis latumbilicatus* y *Xenocephalites* sp. Esta zona se encuentra entre los tramos 9 y 11 de la columna Desembocadura del Toro.

5.1.4.1.2. Zona Estándar de Bodenbenderi (Riccardi *et al.*, 1991):

La zona Estándar de Bodenbenderi fue definida por Riccardi *et al.* (1991) en la sección de Chacay Melehue. Esta zona está basada en la Subzona de *Eurycephalites rotundus* de la Zona de Asociación de Eurycephalites de Riccardi (1984), y se caracteriza por la especie índice, *Neuqueniceras (Frickites) bodenbenderi*, la que aparece asociada a *Eurycephalites rotundus*, *E. extremus*, *Xenocephalites stipanici*, *X.? involutus*, y *N. (F.) cf. antipodum*. En la sección del cementerio de Caracoles, Chile, esta zona incluye además *Oxycerites (Alcidellus) obsoletoides* y *Rehmannia (R.) douvillei* (Riccardi *et al.* 1991). Según Riccardi (2008) la zona corresponde al Calloviano temprano.

La fauna del Cajón Troncoso está representada por la presencia de *E. extremus*, *E. cf. extremus* y *X. aff. neuquensis*. Todos los especímenes corresponden a rodados, los colectados en esta memoria son rodados de los últimos tramos de la Columna Desembocadura del Toro, lo que indica que debería haber niveles más jóvenes sobre el tramo cubierto en el techo de esta columna.

5.1.4.2. Columna Estero Cristales, Oxfordiano temprano-medio

La fauna de Estero Cristales, descrita en la columna Estero Cristales y colectada anteriormente por Cornejo *et al.* (1982) difiere en cierta medida. El único espécimen colectado in situ por Cornejo *et al.* (1982) corresponde a *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis*, el cual coincide con los perisphinctidos colectados en los tramos 1 y 7 de la Columna Estero Cristales. Sin embargo, los rodados de Cornejo *et al.* (1982) corresponde a faunas más antiguas, compuestos por peltocerátidos y aspidocerátidos principalmente, los que no se encontraron en la columna Estero Cristales. Esto sugiere que en el Estero Cristales podrían existir afloramientos más antiguos que los descritos en la Columna Estero Cristales presentada en esta memoria que no fueron identificados y de los que podrían provenir los géneros mencionados. Otra posibilidad es que esos rodados provengan de las capas estudiadas en este trabajo y que correspondan a fósiles retrabajados.

5.1.4.2.1. Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia* (Riccardi *et al.*, 1990):

La zona fue definida en Riccardi *et al.* (1990) en el centro-oeste de la Argentina, se halla presente en la Cuenca Neuquina, con la asociación de *Peltoceratoides pressulus* y *Parawedekindia* sp. Esta asociación ha sido denominada también Biozona de *P. pressulus* por Parent (2006). Según Riccardi (2008) la zona corresponde al Calloviano tardío – Oxfordiano temprano.

La fauna del Cajón Troncoso está representada por la presencia de *Peltoceratoides pressulus*, *P. ballenaensis*, *P. sp. A* y *Neocampylites cf. delmontanus*. Todos los especímenes corresponden a rodados colectados por Cornejo *et al.* (1982). La presencia de estos taxones sugiere que debería haber estratos más antiguos, que no fueron estudiados en la columna Estero Cristales de esta memoria.

Esta zona fue dividida por Parent (2022) en las zonas de Eugenio y Pressulus (fig. 5.3), sustentándose principalmente en estudios que incluyen amonites de Chile y Argentina (Hillebrandt y Gröschke,

1995; Parent, 2006; Parent y Garrido, 2015). Sin embargo, la división de dichas zonas resulta confusa y poco representativa:

La Zona de Eugeniei estaría bien representada para en norte de Chile por amonites descritos por Hillebrandt y Gröschke (1995), pero en Argentina solo se encuentra un espécimen fragmentado y conferido a *P. eugeniei* (Parent y Garrido, 2015, p. 189, fig. 19) en la localidad de Vega de Veranada. No se describen otras especies que se correlacionen con las chilenas, ni se encuentran amonites bien conservados con un rango stratigráfico reducido que puedan ser buenos fósiles guía. Esto sumado a que solo se ha descrito para una localidad en Argentina hace que cualquier definición de Zona que abarque las cuencas de Neuquén y Tarapacá sea por lo menos apresurada.

La definición de Zona de Pressulus para el comienzo del Oxfordiano es cuestionada por Riccardi (2008, p. 636), debido a que los taxones utilizados para definirla están basados en escaso material fragmentado, con procedencias stratigráficas inciertas.

5.1.4.2.2. Zona Estándar de Pseudokranaus (Parent, 2022):

Zona definida por Parent (2022, p. 22) para el Oxfordiano temprano-medio de la Cuenca de Neuquén, con localidad tipo en Chacay Melehue. La zona está caracterizada por la presencia de *Subvinalesphinctes pseudokranaus*, *S. prophetae* y *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* (Parent, 2022).

Esta zona corresponde a la base de la Zona de Asociación de Perisphinctes-Araucanites descrita por Riccardi *et al.* (1990), la cual incluye *Araucanites mulai*, *A. reyesi*, *A. stipanicici*, *Perisphinctes (Kranaosphinctes) spp.*, *P. (Arisphinctes) spp.*, *P. (Otosphinctes) herreroduclouxi*, “*Perisphinctes*” spp., *Euaspidoceras ajax*, y *E. aff. waageni*, y fue asignada al Oxfordiano temprano final a Oxfordiano medio.

La fauna del Cajón Troncoso se encuentra bien representada por la abundante presencia de *P. (D.) durangensis*, junto con *P. aff. (D.) durangensis*, *P. cf. (D.) durangensis*, *Cubasphinctes?* sp., *Cubasphinctes* sp. A, *S. cf. prophetae*, *Euaspidoceras ajax*, *Ochetoceras sp.* *Neoprionoceras girardoti* y *Trimarginites arolicus*.

Todos los especímenes se colectaron in situ en la columna Estero Cristales, Existe un nivel con alta abundancia de opepidos (tramo 3) denominado Biohorizonte de Opepiidae (Bhz. Opepiidae).

5.2. Paleobiogeografía

Dos cuencas principales se desarrollaron en el Jurásico de los Andes Centrales, la Cuenca de Tarapacá, ubicada entre el sur de Perú y Norte de Chile (*ca.* 27°-30°S) (Westermann y Riccardi, 1985; Vicente, 2006), y la Cuenca de Neuquén (*ca.* 30°-40°S, también llamada Cuenca de Neuquén-Aconcagua) (Westermann *et al.*, 1980; Westermann y Riccardi, 1985; Vicente, 2005, 2006).

Ambas cuencas se formaron detrás de arcos volcánicos (Vicente, 2005, Howell *et al.*, 2005), los que formaron un control importante en la migración de la fauna, permitiendo desarrollar un fuerte endemismo en algunas ocasiones. Por otro lado, la evidencia sostiene que estas cuencas estaban conectadas con la región Indo-Madagascar por el Corredor de Mozambique (Crame, 1999; Enay y Cariou, 1999), y con el Tethys por el Corredor Hispánico (Ziegler, 1971; Westermann y Riccardi, 1985). De esta forma, la fauna de ambas cuencas puede ser estar compuesta por linajes endémicos, o ser cosmopolita, con influencia del Tethys, Este del Pacífico (Caribe y Norte América) e Indo-Madagascar (Parent, 2022).

5.2.1. Calloviano temprano

La fauna del Calloviano temprano en la formación Nacientes del Teno está compuesta casi exclusivamente de la subfamilia Eurycephalitinae (Fig. 5.4). La distribución de ésta se encuentra bien documentada (Riccardi, 1985; Enay y Cariou, 1999), donde *Xenocephalites* y *Lilloetia* tienen una distribución en el Este del Pacífico, desde Yukón hasta Chile y Argentina. De la misma forma, el género *Eurycephalites* se distribuye casi exclusivamente en Chile y Argentina, con algunos ejemplares en Perú y México (Riccardi, 1985).

Así, durante el Calloviano temprano la fauna descrita en el Cajón Troncoso presenta una fuerte relación con el Este del Pacífico, junto con la presencia de especies endémicas de la Cuenca de Neuquén como *Eurycephalites extremus*.

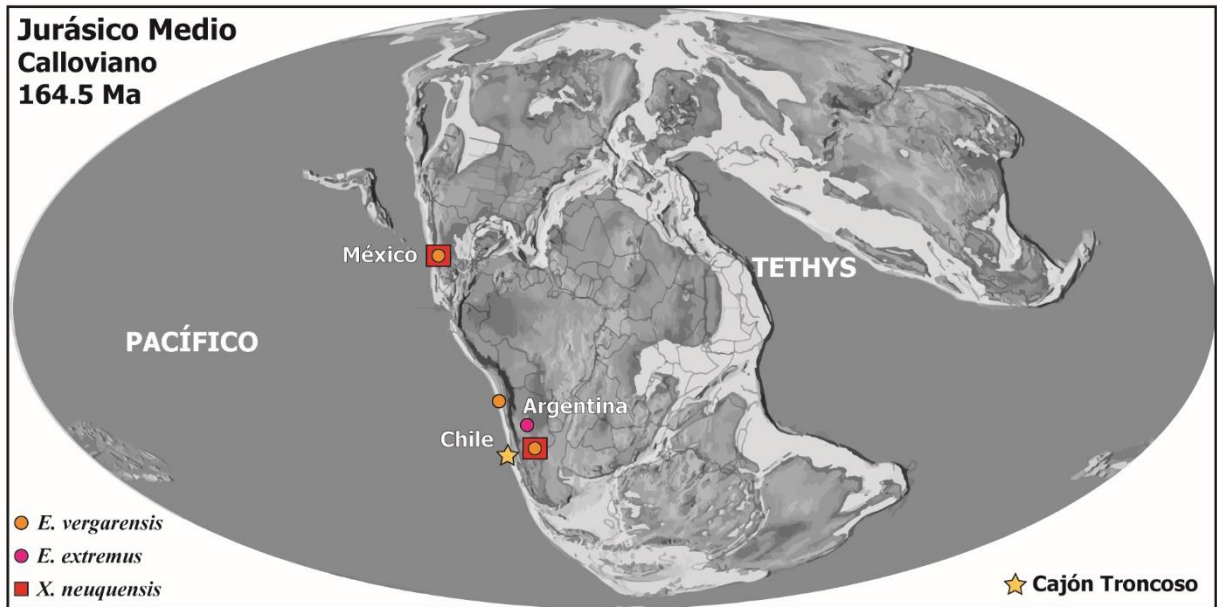


Figura 5.4.: Mapa Paleobiogeográfico del Calloviano medio (modificado de Scotese, 2014). Especies descritas en el Cajón Troncoso (este trabajo) y su distribución en el mundo (según: Burckhardt, 1900; Jensen & Quinzio, 1979; Sandoval *et al.*, 1990; Riccardi y Westermann, 1991; Parent, 1997, 1998, 2022).

5.2.2. Oxfordiano temprano-medio

La fauna del Oxfordiano en Estero Cristales (Fig. 5.5) es principalmente endémica de las Cuencas de Neuquén y Tarapacá, representada por las especies *Euspidoceras ajax*, *Lithacosphinctes desertorum*, *Peltoceratoides pressulus*, *P. ballenaensis* y *Subvinalesphinctes prophetae*. Junto con influencia del Este del Pacífico, al presentar una gran abundancia de *Perisphinctes*. (*Dichotomosphinctes*.) *durangensis* en distintos niveles de la columna.

También presenta taxones cosmopolitas, que representan fauna típica del Tethys, como los son *Neocampylites delmontanus*, *Neoprionoceras girardoti*, *P. (Prososphinctes.) matheyi* y *Trimarginites arolicus*.

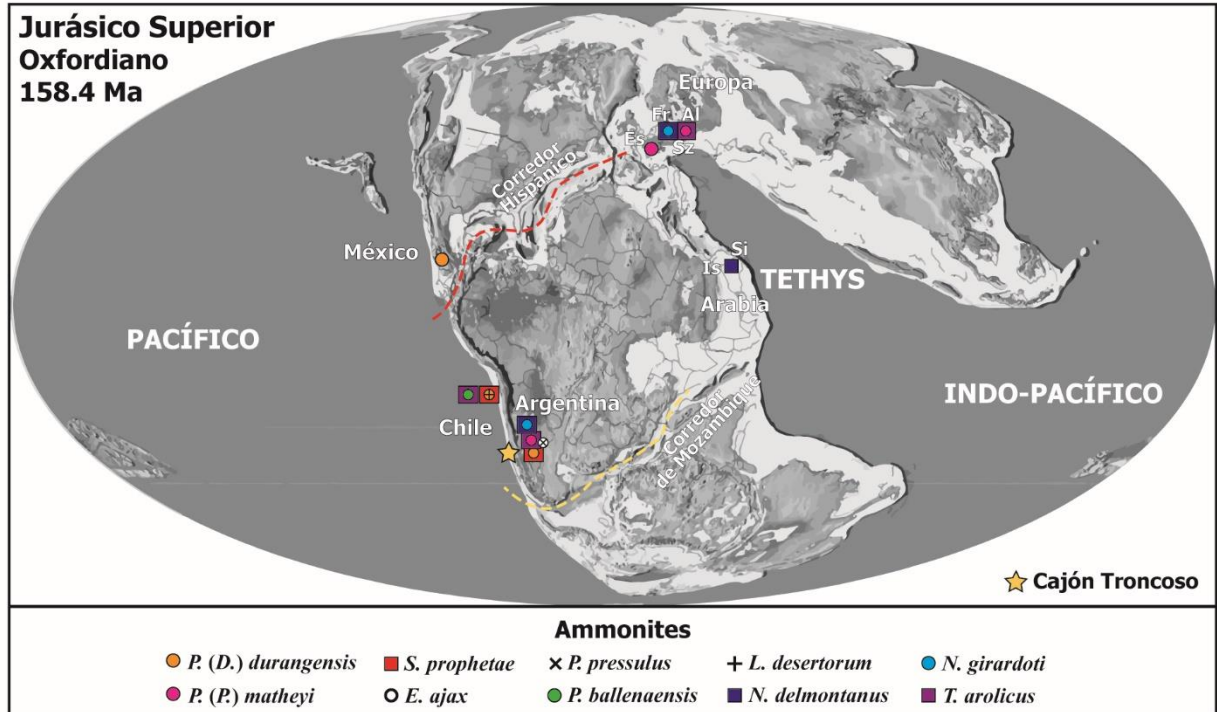


Figura 5.5.: Mapa Paleobiogeográfico del Oxfordiano (modificado de Scotese, 2014; Scotese y Elling, 2017). Especies descritas en el Cajón Troncoso (este trabajo) y su distribución en el mundo (según: De Loriol, 1898, 1900; Burckhardt, 1912; Stehn, 1923; Leanza 1947; Christ, 1961; Ziegler, 1974; Jensen & Quinzio, 1979; Meléndez *et al.*, 1983; Meléndez, 1989; Checa y Sequeiros, 1990; Gygi y Hillebrandt, 1991; Fischer, 1994; Hillebrandt y Gröshcke, 1995; Scouflaire *et al.*, 1997; Courville *et al.*, 2000; Parent, 2006, 2022; Parent *et al.*, 2006; Olóriz *et al.*, 2008; Parent y Garrido, 2015). En línea punteada las posibles rutas migratorias. Siglas (Al: Alemania, Es: España, Fr: Francia, Is: Israel, Si: Siria, Sz: Suiza).

5.3. Paleoecología

Los amonites son organismos nadadores, se han realizado diversos estudios con el fin de determinar la ecología y hábitat de este grupo. Landman & Geysant (1993) hacen una acabada revisión, concluyendo que amonites serpéticonos habitarían en aguas más someras que oxíconos o esferónocos. Sin embargo, la movilidad de éstos al morir hace que no sean buenos indicadores de profundidades, y deban estar acompañados de organismos bentónicos que indiquen el ambiente de las facies estudiadas.

Las facies descritas en las columnas estratigráficas El Mesetón, Toro Sur y Desembocadura del Toro representan un ambiente de depositación marino profundo, con presencia de corrientes de turbidez. Esto se puede confirmar con la presencia de lutitas oscuras con escasos bivalvos piritizados (Cornejo *et al.*, 1982).

Las facies de la columna Estero Cristales representan un ambiente marino profundo con aportes calcáreos, ya que no presenta fósiles ni estructuras sedimentarias que pudieran sugerir un ambiente somero.

6. Conclusiones

Se determina la edad de la Formación Nacientes del Teno a través de amonites de los sectores Desembocadura del Toro y Estero Cristales.

En el sector Desembocadura del Toro (Calloviano inferior) se identifican dos Zonas Estándar:

1. Zona de Vergarensis, con estratos que muestran una alta abundancia de *Eurycephalites vergarensis*.
2. Zona de Bodenbenderi, indicando la presencia de niveles más jóvenes sobre el último tramo descrito en la columna.

En el sector Estero Cristales (Oxfordiano temprano-medio), se observa una notoria diferencia entre los especímenes colectados in situ (principalmente perisphinctidos y un nivel de oppelidos) y los rodados colectados por Cornejo *et al.* (1982) (peltoceratidos). Se reconocen dos Zonas:

1. Zona de Asociación de *Peltoceratoides-Parawedekindia*, con presencia de *Peltoceratoides pressulus* y *P. balleanensis*.
2. Zona Estándar de Pseudokranaus, con una alta abundancia de *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* y presencia de *Subvinalesphinctes cf. prophetae*.

Las relaciones paleobiogeográficas señalan un marcado endemismo y conexión con el Este del Pacífico en el Calloviano temprano. Durante el Oxfordiano temprano-medio continúa predominando el endemismo, junto con la presencia de *P. (D.) durangensis* que representa la fauna del Este del Pacífico. Sin embargo, se evidencia la influencia del Tethys con especies cosmopolitas como *Neoprionoceras girardoti* y *Trimarginites arolicus*. Esto contribuye a comprender la dispersión y evolución de la fauna de amonites en la región a lo largo del tiempo.

Debido a que los amonites son organismos flotadores y la ausencia de registros de fósiles bentónicos, no es factible realizar un análisis detallado de las condiciones paleoecológicas durante el Jurásico en el Cajón Troncoso, salvo que el ambiente de depositación de la formación corresponde a uno marino profundo.

7. Referencias

- AGUIRRE-URRETA, M.B. & CICHOWOLSKI, M. 2007. Cephalopoda. Los Invertebrados Fósiles (Camacho, H. editor). Fundación de Historia Natural Félix de Azara: 441-476 pp. Buenos Aires.
- ALBERTI, M.; PANDEY, D.K. & FÜRSICH, F.T. 2011. Ammonites of the genus *Peltoceratoides* Spath, 1924 from the Oxfordian of Kachchh, western India. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Vol. **262**: 1-18.
- ARKELL, W.J. 1947. A Monograph on the Ammonites of the English Corallian Beds. Part XII Pages 333-350; Plates LXXI-LXXIV. *Monographs of the Palaeontographical Society*. Vol. **100**, (438): 333-350.
- ARKELL, W.J.; FURNISH, W.M.; KUMMEL, B.; MILLER, A.K.; MOORE, R.C.; SCHINDEWOLF, O.H.; SYLVESTER-BRADLEY, P.C. & WRIGHT, C.W. 1957. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4, Cephalopoda-Ammonoidea (Moore, R. C. editor). Geological Society American and University Kansas Press: 490 pp. Lawrence, Kansas.
- BESNOSOV, N.V. & MICHAILOVA, I.A. 1983. Evolution of Jurassic-Cretaceous Ammonoids. *Doklady Akademii Nauk SSSR*. Vol. **269**, (3): 733-737.
- BESNOSOV, N.V. & MICHAILOVA, I.A. 1991. Higher taxa of the Jurassic and Cretaceous Ammonitida. *Paleontological Journal*. Vol. **4**: 3-18.
- BONNOT, A. 1995. Les Aspidoceratidae (Ammonitina) en Europe occidentale au Callovien supérieur et à l'Oxfordien inférieur. Thèse Université Dijon (Inédito): 454 pp.
- BONNOT, A.; COURVILLE, P. & MARCHAND, D. 2002. Parallel Biozonation in the Upper Callovian and the Lower Oxfordian based on the Peltoceratinae subfamily (Ammonitina, Aspidoceratidae). Cephalopods - Present and Past (H. Summesberger, K. Histon & A. Daurer. editors). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*. Vol. **57**: 501-507.
- BONNOT, A.; MARCHAND, D.; COURVILLE, P.; FERCHAUD, P.; QUEREILHAC, P. & BOURSICOT, P. 2009. Le genre *Epipeltoceras* (Ammonitina, Perisphinctaceae, Aspidoceratidae) sur le versant parisien du seuil du Poitou (France): faunes ammonitiques, biostratigraphie et biozonation de la zone à *Bimammatum* pars (Oxfordien supérieur). *Revue de Paléobiologie*. Vol. **28**, (2): 371-411.
- BROCHWICZ-LEWINSKI, W. 1981. Early Oxfordian Perisphinctids of the Czestochowa Area; their stratigraphic value. *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences, Serie des Sciences de la Terre*. Vol. **28**, (4): 233-242.
- BROCHWICZ-LEWINSKI, W. & ROZAK, Z. 1976. Oxfordian Idoceratids (Ammonoidea) and their relation to Perisphinctes proper. *Acta Palaeontologica Polonica*. Vol. **21**, (4): 373-390.

- BUCKLAND, W. 1836. *Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology* Vol. 1: 599 pp. London.
- BUCKMAN, S.S. 1909-1930. *Yorkshire Type Ammonites - Type Ammonites*. Vol. 1-7. Wheldon & Wesley. London.
- BUJTOR, L. & ALBRECHT, R. 2021. Latest Oxfordian earliest Kimmeridgian ammonite dominated fauna and microfacies from the ammonitico rosso-type Fonyászó Limestone Formation at Zengővárkony (Mecsek Mountains, Hungary). *Volumina Jurassica*. Vol. 19: 61-94.
- BUKOWSKI, G. 1887. *Über die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. Beiträge zur Paläontologie von Oesterreich-Ungarn und des Orients*. Vol. 5: 75-171.
- BURCKHARDT, C. 1900. *Profils géologiques transversaux de la Cordillere Argentino-Chilenne. Anales del Museo de La Plata, Sección Geológica y Mineralógica*. Vol. 2: 1-136. Buenos Aires.
- BURCKHARDT, C. 1903. *Beiträge zur Kenntnis der Jura und Kreideformation der Cordillere. Palaeontographica*. Vol. 50: 1-145.
- BURCKHARDT, C. 1912. *Faunes jurassiques et cretacées de San Pedro del Gallo. Boletín del Instituto Geológico de México*. Vol. 29: 1-264. Ciudad de México.
- BURCKHARDT, C. 1927. *Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero. Instituto Geológico de México. Boletín* 47, 1-106. Ciudad de México.
- CALLOMON, J.H. 1963. *Sexual Dimorphism in Jurassic Ammonites. Transactions of the Leicester Literary and Philosophical Society*. Vol. 57: 21-57.
- CALLOMON, J.H. 1964. *Notes on the Callovian and Oxfordian Stages. Colloque du Jurassique à Luxembourg (Mautbeuge, P.L. editor). Publication de l'Institut Grand-Ducal, Section des Sciences Naturelles, Physiques et Mathématiques: 269-291. Luxemburgo.*
- CALLOMON, J.H. 1973. *On Campylites Rollier, 1922 and Neoprionoceras Spath, 1928 (Ammonoidea, Jurassic). Journal of Paleontology*. Vol. 47, (5): 1003.
- CHARRIER, R.; RAMOS, V.; TAPIA, F. & SAGRIPANTI, L. 2014. *Tectono stratigraphic evolution of the Andean Orogen between 31 and 37°S (Chile and Western Argentina). Geodynamic Processes in the Andes of Central Chile and Argentina. Geological Society*. Vol. 399: 13-61. Londres.
- CHARRIER, R.; WYSS, A.; FLYNN, J.; SWISHER, C.; NORELL, M.; ZAPATTA, F.; MCKENNA, M. & NOVACECK, M. 1996. *New evidence for late Mesozoic: early Cenozoic evolution of the Chilean Andes in the upper Tinguiririca valley (35°S), central Chile. Journal of South American Earth Sciences*. Vol. 9, (2): 1-30.

- CHARRIER, R.; BAEZA, O.; ELGUETA, S.; FLYNN, J.; GANS, P.; KAY, S.; MUÑOZ, N.; WYSS, A. & ZURITA, E. 2002. Evidence for Cenozoic extensional basin development and tectonic inversion south of the flat-slab segment, southern Central Andes, Chile (33°-36°S). *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **15**: 117-139.
- CHECA, A. & SEQUEIROS, L. 1990. New data on the Lower Oxfordian from the Subbetic Zone (Betic Range, SE Spain). *Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza (SEPAZ)*. Vol. **2**: 153-160.
- CHRIST, H.A. 1961. Über Campylites und Trimarginites (Ammonoidea, Jura). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Vol. **111**, (3): 274-325.
- CORNEJO, C.; MUÑOZ, J. & COVACEVICH, V. 1982. Presencia del Jurásico Sedimentario marino en el Cajón Troncoso, Alta Cordillera de Los Andes, VII Región, Chile: Noticia Preliminar. Congreso Geológico Chileno N° 3. Actas 1: 84-110. Concepción.
- CRAME, J.A. 1999. An evolutionary perspective on marine faunal connections between southernmost South America and Antarctica. *Scientia Marina*. Vol. **63**: 1-14.
- DALZIEL, I.W.D. 1986. Collision and Cordilleran orogenesis: an Andean perspective. *Geological Society*. Vol. **19**, (1): 389-404. Londres.
- D'ARPA, C. & MELÉNDEZ, G. 2002. Genus *Trimarginites* Rollier, 1909. Revision of Jurassic ammonites of the Gemmellaro collections (G. Pavia & S. Cresta. editores). *Quaderni del Museo Geologico "G.G. Gemmellaro"*. Vol. **6**: 214-215.
- DAVIDSON, J. 1971. Contribución al estudio geológico de los Andes Meridionales Centrales: Geología del área de las Nacientes del Teno, Provincia de Curicó. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito), 135 pp. Santiago.
- DE LA CRUZ, R. & SUÁREZ, M. 1997, El Jurásico de la cuenca de Neuquén en Lonquimay, Chile: Formación Nacientes del Biobío (38-39°). *Revista Geológica de Chile*. Vol. **24**, (1): 3-24. Santiago.
- DE LORIO, P. 1898. Étude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone a *Ammonites Renggeri* du Jura Bernois. *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*. Vol. **25**: 1-128.
- DE LORIO, P. 1900. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone à *Ammonites Renggeri* du Jura lédonien. *Mémoires de la Société paléontologique Suisse*. Vol. **27**: 1-196.
- DE LORIO, P. 1901. Etude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura Bernois. *Mémoires de la Société paléontologique Suisse*. Vol. **28**: 1-119.

- DONOVAN, D.T.; CALLOMON, J.H. & HOWARTH, M.K. 1981. Classification of the Jurassic Ammonitina. The Ammonoidea (House M.R. & Senior J.R. editores). *Systematics Association Special Volume*. Vol. **18**: 101-155.
- D'ORBIGNY, A. 1842-1851. Paléontologie française: Terrains jurassiques t.1. Cephalopodes. Chez l'auteur: 642 pp. Paris.
- DRAKE, R.E. 1976. Chronology of Cenozoic igneous and tectonic events in the central Chilean Andes, latitudes 35°30' to 36°00'S. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. Vol. **1**, (1): 265-284.
- EICHWALD, E. 1856. Beitrag zur geographischen Verbreitung der fossilen Thiere Russlands. *Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou*. Vol. **29**, (1): 88-127.
- ENAY, R. 1966. L'Oxfordien dans la moitié sud du Jura français. *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire naturelle de Lyon*. Vol. **8**: 1-624.
- ENAY, R., & CARIOU, E. 1999. Jurassic ammonite faunas from Nepal and their bearing on the palaeobiogeography of the Himalayan belt. *Journal of Asian Earth Sciences*. Vol. **17**, (5-6), 829-848.
- FARÍAS, M.; CHARRIER, R.; CARRETIER, S.; MARTINOD, J.; FOCK, A.; CAMPBELL, D.; CÁCERES, J. & COMTE, D. 2008. Late Miocene high and rapid surface uplift and its erosional response in the Andes of central Chile (33°–35°S). *Tectonics*. Vol. **27**, (TC1005): 1-22.
- FISCHER, J.C. 1994. Révision critique de la Paléontologie Française d'Alcide d'Orbigny, Volume I, Céphalopodes Jurassiques. *Museum National d'Histoire Naturelle*. 1-309.
- FLYNN, J.J.; CHARRIER, R.; CROFT, D.A.; GANS, P.B.; HERRIOTT, T.M.; WERTHEIM, J. A. & WYSS, A.R. 2008. Chronologic implications of new Miocene mammals from the Cura-Mallín and Trapa Trapa formations, Laguna del Laja area, south central Chile. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **26**, (4): 412-423.
- FORTWENGLER, D. & MARCHAND, D. 1994. Nouvelles unités biochronologiques de la zone a Mariae (Oxfordien Inférieur). *Géobios Mémoire Spécial*. Vol. **17**: 203-209.
- GIAMBIAGI, L.; ÁLVAREZ, P.; GODOY, E. & RAMOS, V. 2003. The control of pre-existing extensional structures on the evolution of the southern sector of the Aconcagua fold and thrust belt. *Tectonophysics*. Vol. **369**: 1-19.
- GIAMBIAGI, L.; TASSARA, A.; MESCUA, J.; TUNIK, M.; ALVAREZ, P.P.; GODOY, E.; HOKE, G.; PINTO, L.; SPAGNOTTO, S.; PORRAS, H.; TAPIA, F.; JARA, P.; BECHIS, F.; GARCÍA, V.H.; SURIANO, J.; MOREIRAS, S.M. & PAGANO, S.D. 2015. Evolution of shallow and deep structures along the Maipo-Tunuyán transect (33°40'S): From the Pacific coast to the Andean foreland. *Geological Society Special Publication*. Vol. **399**: 63-82.

- GLOWNIAK, E. 2012. The perisphinctid genus *Prososphinctes* Schindewolf (Ammonoidea, subfamily Prososphinctinae nov.): an indicator of palaeoecological changes in the Early Oxfordian Submediterranean sea of southern Poland. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie Abhandlungen*. Vol. **264**, (2): 1-117.
- GONZÁLEZ, O. 1963. Observaciones geológicas en el valle del río Volcán. *Revista Minerale*s. Vol. **81**: 20-61.
- GONZÁLEZ-FERRÁN, O. & VERGARA-MARTÍNEZ, M. 1962, Reconocimiento geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud sur. *Anales De La Facultad De Ciencias Físicas y Matemáticas*. Vol. **19**, (19): 19-121.
- GYGI, R.A. & HILLEBRANDT, A. 1991. Ammonites (mainly *Gregoryceras*) of the Oxfordian (Late Jurassic) in northern Chile and time-correlation with Europe. *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen*. Vol. **111**: 137-185.
- HAAS, O. 1955. Revision of the Jurassic Ammonite fauna of Mount Hermon, Syria. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Vol. **108**, (1): 1-210.
- HALLAM, A.; BIRÓ, L. & PEREZ, E. 1986. Facies analysis of the Lo Valdés Formation (Tithonian-Hauterivian) of the High Cordillera of central Chile, and the palaeogeographic evolution of the Andean Basin. *Geological Magazine*. Vol. **123**, (4): 425-435.
- HERVÉ, F.; FAUNDEZ, V.; CALDERÓN, M.; MASSONE, H.J. & WILLNER, A. 2007. Metamorphic and plutonic basement complexes. The Geology of Chile (Moreno, T. & Gibbons, W. editores). The Geological Society: 6-19 pp. London.
- HILLEBRANDT, A. 1970. Zur Biostratigraphie und Ammoniten-Fauna des südamerikanischen Jura (insbes. Chile). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Vol. **136**, (2): 166-211.
- HILLEBRANDT, A. & GRÖSCHKE, M. 1995. Ammoniten aus dem Callovium/Oxfordium Grenzbereich von Nordchile. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*. Vol. **A169**: 1-40.
- HILLEBRANDT, A.; SMITH, P.; WESTERMANN, G.E.G. & CALLOMON, J.H. 1992. 12. Ammonite zones of the Circum-Pacific region. The Jurassic of the Circum-Pacific (Westermann, G.E.G. editor). Cambridge University Press: 247-272. New York.
- HORTON, B.K. 2018. Sedimentary record of Andean mountain building. *Earth-Science Reviews*. Vol. **178**: 279-309.
- HOWELL, J.A.; SCHWARZ, E.; SPALLETTI, L.A. & VEIGA, G.D. 2005. The Neuquén basin: an overview. *Geological Society*. Vol. **252**, (1): 1-14.
- HYATT, A. 1900. Cephalopoda. Textbook of Paleontology, 1st English edition (transl. Eastman C.R.) (Zittel, K.A. editor). Macmillan & Co: 502-592.

- JAIN, S.; SALAMON, M.A. & BRACHANIEC, T. 2022. On the occurrence of the ammonite aptychi *Lamellaptychus* cf. *rectecostatus* (Peters, 1854) from the Ogodzieniec quarry (southern Poland). *Annales de Paléontologie*. Vol. **108**, (102534): 1-11.
- JEANNET, A. 1951. Stratigraphie und Palaeontologie des oolithischen Eisenerzlagers von Herznach un seiner Umgebung. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*. Vol. **13**, (5): 1-240.
- JENSEN, P.A. & QUINZIO, L.A. 1979. Geología del área de Pampa Elvira y contribución al conocimiento del Jurásico marino entre los 23°00' y 23°30' latitud sur y los 68°45' y 69°03' longitud oeste. II región de Antofagasta - Chile. Tesis para optar al Título de Geólogo. Universidad del Norte, Departamento de Geociencias (Inédito), 148 pp. Antofagasta.
- JUDOLEY, C.M. & FURRAZOLA-BERMÚDEZ, G. 1968. Estratigrafía y fauna del Jurásico de Cuba. *Publicación Especial del Instituto Cubano de Recursos Minerales, Departamento científico, Academia de Ciencias de Cuba*. 1-126.
- JUNKIN, W.D. & GANS, P.B. 2019. Stratigraphy and geochronology of the Nacientes del Teno and Río Damas formations: insights into middle to late Jurassic andean volcanism. *Geosphere*. Vol. **15**: 450-479.
- KAMO, S.L. & RICCARDI, A.C. 2009. A new U–Pb zircon age for an ash layer at the Bathonian–Callovian boundary, Argentina. *GFF*. Vol. **131**: 177-182.
- KLOHN, G. 1960. Geología de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. *Instituto de Investigaciones Geológicas Chile*. Vol. **8**: 95 pp. Santiago.
- KLUG, C.; KORN, D.; LANDMAN, N.H.; TANABE, K.; DE BAETS, K. & NAGLIK, C. 2015. Describing Ammonoid Conchs. *Ammonoid Paleobiology: From anatomy to ecology* (Klug, C.; Korn, D.; De Baets, K.; Kruta, I. & Mapes, R. editores). Springer Dordrecht: 3-24 pp. Heidelberg, New York, London.
- KORN, D. 2010. A key for the description of Palaeozoic ammonoids. *Fossil Record*. Vol. **13**(1): 5-12.
- LANDMAN, N.H.; TANABE, K. & DAVIS, R.A. *Ammonoid Paleobiology*. Springer: 857 pp. New York.
- LEANZA, A.F. 1947. Descripción de la faunula Kimmeridgiana de Neuquén. *Dirección de Minas y Geología, Informes preliminares y comunicaciones*. Vol. **1**: 3-15.
- LÓPEZ, R.I. 2013. Bioestratigrafía y análisis ecoestratigráfico de la Formación Santiago (Jurásico Superior-Oxfordiano) en el centro de México: Implicaciones paleoecológicas y paleobiogeográficas. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México (Inédito): 186 p. México D.F.

- MAKOWSKI, H. 1962. Problem of sexual dimorphism in Ammonites. *Acta Palaeontologica Polonica*. Vol. **12**: 1-92.
- MARDONES, L.V.A. 2019. Evolución tectónica meso-cenozoica de la cordillera principal de Los Andes de Chile Central, 33° 30'S-34° S. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Mención Geología. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 146 pp. Santiago.
- MATYJA, B.A. 1986. Developmental polymorphism in Oxfordian ammonites. *Acta Geologica Polonica*. Vol. **36**, (1-3): 37-68.
- MATYJA, B.A. 1994. Developmental polymorphism in the Oxfordian ammonite subfamily Peltoceratinae. *Palaeopelagos Special Publication*. Vol. **1**: 277-286.
- MELÉNDEZ, G. 1989. El Oxfordiense en el sector central de la Cordillera Ibérica (Provincias de Zaragoza y Teruel). Instituto Fernando El Católico, Instituto de Estudios Turolenses: 418 pp. Zaragoza.
- MELÉNDEZ, G.; SEQUEIROS, L. & BROCHWICZ-LEWINSKI, W. 1983. Lower Oxfordian in the Iberian Chain (Spain). Part II: Ammonite fauna. *Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences, Série des Sciences de la Terre*. Vol. **30**: 173-181.
- MPODOZIS, C. & RAMOS, V. 1989. The Andes of Chile and Argentina. Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Energy Resources (Ericksen, G.; Cañas, M. y Reinemund, J. editores). Circum-Pacific Council for Energy and Hydrothermal Resources. *American Association of Petroleum Geologists*. Vol. **11**: 59-90. Houston.
- MUÑOZ, J. & NIEMEYER, H. 1984. Hoja Laguna del Maule, Regiones del Maule y del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile N°64: 99 pp. Escala 1:250.000. Santiago.
- MYCZYNSKI, R.; OLÓRIZ, F. & VILLASEÑOR, A.B. 1998. Revised biostratigraphy and correlations of the Middle-Upper Oxfordian in the Americas (southern USA, Mexico, Cuba, northern Chile). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Vol. **207**, (2): 185-206.
- NEUMAYR, M. 1875. Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*. Vol. **27**: 854-892.
- NIEMEYER, H. & MUÑOZ, J. 1983. Hoja Laguna de La Laja, Región del Bío Bío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile N° 57: 52 pp. Escala 1:250.000. Santiago.
- OGG, J.G.; HINNOV, L.A. & HUANG, C. 2012. Jurassic. The Geologic Time Scale (Gradstein, F. M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M. y Ogg, G. editores). Elsevier: 731-791. London.

- OLIVEROS, V.; GONZÁLEZ, J.; ESPINOZA, M.; VÁSQUEZ, P.; ROSSEL, P.; CREIXELL, C.; SEPÚLVEDA, F. & BASTÍAS, F. 2018. The early stages of the volcanic arc in the Southern Central Andes. The Evolution of the Chilean-Argentinean Andes (Folguera, A.; Contreras-Reyes, E.; Heredia, N.; Encinas, A.; Iannelli, S.; Oliveros, V.; Dávila, F.M.; Collo, G.; Giambiagi, L.B.; Maksymowicz, A.; Iglesia-Llanos, M.P.; Turienzo, M.M.; Naipauer, M.; Orts, D.; Litvak, V.D.; Alvarez, O. & Arriagada, C. editores). Springer International Publishing: 185-212. Berlin-Heidelberg.
- OLIVEROS, V.; VÁSQUEZ, P.; CREIXELL, C.; LUCASSEN, F.; DUCEA, M.N.; CIOCCA, I.; GONZÁLEZ, J.; ESPINOZA, M.; SALAZAR, E.; COLOMA, F. & KASEMANN, S.A. 2020. Lithospheric evolution of the Pre- and Early Andean convergent margin, Chile. *Gondwana Research*. Vol. **80**: 202-227.
- OLÓRIZ, F. 1978. Kimmeridgiense-Tithónico inferior en el sector central de las Cordilleras Béticas (Zona Subbética). Paleontología. Bioestratigrafía. *Tesis doctoral Universidad de Granada* **184**: 1-758.
- OLÓRIZ, F. VILLASEÑOR, A.B. & LÓPEZ-PALOMINO, I. 2008. Middle Oxfordian ammonite biostratigraphy of the Lower Santiago Formation at Taman, San Luis Potosi, Mexico-with notes on Mexico-Caribbean ochetoceratins. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Vol. **25**, (2): 261-283. Ciudad de México.
- OPPEL, A. 1862-1863. III. Über Jurassische Cephalopoden. *Paläontologische Mitteilungen*. Vol. **1**: 127-262.
- PARENT, H. 1997. Ontogeny and sexual dimorphism of *Eurycephalites gottschei* (Tornquist) (Ammonoidea) of the Andean Lower Callovian (Argentine-Chile). *Geobios*. Vol. **30**, (3): 407-419.
- PARENT, H. 1998. Upper Bathonian and lower Callovian ammonites from Chacay Melehue (Argentina). *Acta Paleontologica Polonica*. Vol. **43**, (1): 69-130.
- PARENT, H. 2006. Oxfordian and Late Callovian ammonite faunas and biostratigraphy of the Neuquén-Mendoza and Tarapacá basins (Jurassic, Ammonoidea, western South America). *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*. Vol. **76**, (1-2): 1-70.
- PARENT, H. 2022. Aalenian (Jurassic) to Berriasian (Cretaceous) chronostratigraphic zonation and guide ammonites of the Central Andes (Argentina, Chile, Peru). *Volumina Jurassica*. Vol. **20**: 1-46.
- PARENT, H. & GARRIDO, A.C. 2015. The ammonite fauna of the La Manga Formation (Late Callovian-Early Oxfordian) of Vega de la Veranada, Neuquén Basin, Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Vol. **275**: 163-217.
- QUENSTEDT, F.A. 1888. Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. 3. Der Weisse Jura: 817-1.140. Schweizebart, Stuttgart.

- RENZ, O.; IMLAY, R.; LANCELOT, Y. & RYAN, W.B.F. 1975. Ammonite-rich Oxfordian limestones from the base of the continental slope, off northwest Africa. *Eclogae Geologicae Helvetiae*. Vol. **68**: 431-448.
- RICCARDI, A.C. 1985. Los Eurycephalitinae Andinos (Ammonitina, Jurásico Medio): Modelos evolutivos y Resolución Paleontológica. *Instituto de Fitotecnia, Boletín Genético*. Vol. **13**: 1-27.
- RICCARDI, A.C. 2008. El Jurásico de la Argentina y sus amonites. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Vol. **63**, (4): 625-643.
- RICCARDI, A.C. & WESTERMANN, G.E.G. 1991. Middle Jurassic Ammonoid Fauna and Biochronology of the Argentine-Chilean Andes. Part III: Bajocian-Callovian Eurycephalitinae, Stephanocerataceae. *Palaeontographica*. Vol. **A216**: 1-110.
- RICCARDI, A.C.; LEANZA, H.A. & VOLKHEIMER, W. 1990. Upper Jurassic of South America and Antarctic Peninsula. *Newsletters on Stratigraphy*. Vol. **21**, (2): 129-147.
- RICCARDI, A.C.; WESTERMANN, G.E.G. & ELMI, S. 1989. The Bathonian Callovian Ammonite Zones of the Argentine Chilean Andes. *Geobios*. Vol. **22**, (5): 553-597.
- RICCARDI, A.C.; WESTERMANN, G.E.G. & ELMI, S. 1991. Biostratigraphy of the upper Bajocian-middle Callovian (Middle Jurassic), South America. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **4**, (3): 149-157.
- ROGOV, M.A. 2003. Upper Jurassic Ochetoceratinae (Oppeliidae, Ammonoidea) of Central Russia. *Bulletin of the Society of Naturalists of Moscow, Geological series*. Vol. **78**, (6): 38-52.
- ROJAS, M.; ZAMBRANO, P.; ROSSEL, P. & ARRIAGADA, B. 2022. Estratigrafía y Ambientes de sedimentación del borde suroccidental de la Cuenca Neuquina, Formación Nacientes del Biobío (Aaleniano-Oxfordiano), Lonquimay (38°27'-38°40'), Chile. Congreso Geológico Argentino N° 21. 356-357. Puerto Madryn.
- ROJAS, M.; PRÁMPANO, M.; ZAMBRANO, P.; ROSSEL, P. & ARRIAGADA, B. 2022. Primeros datos palinológicos del Jurásico Medio de la Cuenca Neuquina Suroccidental, Región De Lonquimay, Chile. Congreso Geológico Argentino N° 21. 290-291. Puerto Madryn.
- ROLLIER, L. 1909. Phylogenie des principaux genres d'ammonoides de l'Oolithique (Dogger) et de l'Oxfordien. *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*. Vol. **28**: 611-623.
- ROLLIER, L. 1922. Phylogénie des Ammonoides. *Eclogae geologicae Helvetiae*. Vol. **17**: 358-360.

- ROSSEL, P.; ECHAUREN, A.; DUCEA, M. N.; MALDONADO, P. & LLANOS, K. (2020). Jurassic segmentation of the early Andean magmatic Province in Southern Central Chile (35–39°S): Petrological constrains and tectonic drivers. *Lithos*, 364-365.
- ROSSEL, P.; OLIVEROS, V.; MESCUA, J.; TAPIA, F.; DUCEA, M.; CALDERÓN, S.; CHARRIER, R. & HOFFMAN, D. 2014. The Upper Jurassic volcanism of the Río Damas-Tordillo Formation (33°-35,5°S): Insights on petrogenesis, chronology, provenance and tectonic implications. *Andean Geology*. Vol. **41**: 529-557. Santiago.
- RUSSO, R. & SILVER, P. 1996. Cordillera formation, mantle dynamics, and the Wilson cycle. *Geology*. Vol. **24**: 511-514.
- SALAZAR, C. 2012. The Jurassic-Cretaceous boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin, central Chile: Ammonite fauna, bio- and sequence stratigraphy and palaeobiogeography. Tesis para optar al Título de Doctor en Geología. Universidad de Heidelberg, Facultad de Ciencias y Matemáticas (Inédito): 388 pp. Heidelberg.
- SALFELD, H. 1914. Über einige stratigraphisch wichtige und einige seltene Arten der Gattung *Perisphinctes* aus dem oberen Jura Nordwestdeutschlands. *Siebenter Jahresbericht des Niedersächsischen Geologischen Vereins*. Vol. **7**: 231-251.
- SANDOVAL, J.; WESTERMANN, G.E. & MARSHALL, M.C. 1990. Ammonite fauna, stratigraphy and ecology of the Bathonian-Callovian (Jurassic) Tecocoyunca Group, south Mexico. *Palaeontographica Abteilung*. Vol. **A**: 93-149.
- SCHINDEWOLF, O.H. 1925. Entwurf einer Systematik der Perisphincten. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*. Vol. **52B**: 309-343.
- SCHWEIGERT, G. 2015. Ammonoid biostratigraphy in the Jurassic. Ammonoid Paleobiology: From macroevolution to paleogeography (Klug, C.; Korn, D.; De Baets, K.; Kruta, I. & Mapes, R. editors). Springer Dordrecht: 389-402 pp. Heidelberg, New York, London.
- SCOTESE, C.R. 2014. Atlas of Jurassic paleogeographic maps. *PALEOMAP Atlas for ArcGIS*, 3, 32-42.
- SCOTESE, C.R. & ELLING, R. 2017. Plate tectonic evolution during the last 1.5 billion years: the movie. *William Smith Meeting*. 74 pp.
- SCOUFLAIRE, Q.; MARCHAND, D.; BONNOT, A.; COURVILLE, P.; RAFFRAY, M. & HUAULT, V. 1997. Le Contact Callovien-Oxfordien dans les environs de Chagnay: nouvelles données stratigraphiques et paléontologiques. *Bulletin Scientifique de Bourgogne*. Vol. **49**: 45-63.
- SIEMIATKOWSKA-GIŻEJEWSKA, M. 1974. Stratigraphy and paleontology of the Callovian in the southern and western margins of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*. Vol. **24**, (2): 365-406.

- SPATH, L.F. 1923-1943. A monograph of the Ammonoidea of the Gault. *Palaeontographical Society*. Vol. **1-16**: 1-787.
- SPATH, L.F. 1924. On the Blake Collection of Ammonites from Kachh, India. *Palaeontographica Indica*. Vol. **9**: 1-29.
- SPATH, L.F. 1927-1933. Revision of the Jurassic cephalopod fauna of Kachh (Cutch). *Palaeontologica Indica*. Vol. **9**, 2(1-6): 1-945.
- STEHN, E. 1923. Beiträge zur Kenntnis des Bathonien und Callovien in Südamerika. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie*. Vol. **49**: 52-158.
- STEINMANN, G. 1890. Cephalopoda. *Elemente der Paläontologie*. Vol. **848**: 344-475.
- SUÁREZ, M. & EMPARAN, C. 1997. Hoja Curacautín, Regiones de la Araucanía y del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile N° 71: 105 pp. Escala 1:250.000. Santiago.
- TAPIA, F.; MUÑOZ, M.; FARÍAS, M.; CHARRIER, R. & ASTABURUAGA, D. 2020. Middle Jurassic-Late Cretaceous Paleogeography of the Western Margin of the Neuquén Basin (34° 30'-36° S). Opening and Closure of the Neuquén Basin in the Southern Andes. Springer: 269-301.
- TAPIA, F. 2015. Evolución tectónica y configuración actual de los Andes Centrales del sur (34°45'-35°30'S). Tesis para optar al Título de Doctor en Ciencias Mención Geología. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 306 pp. Santiago.
- TASSARA, A. & YÁÑEZ, G. 2003. Relación entre el espesor elástico de la litosfera y la segmentación tectónica del margen andino (15-47°S). *Revista Geológica de Chile*. Vol. **30**, (2): 159-186.
- TAVERA, J. 1968. Informe sobre estudio de material paleontológico procedente del curso superior del río Yeso, recolectado por el geólogo Sr. Ricardo Thiele. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 9 pp. Santiago.
- THIELE, R. 1980. Hoja Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile. N° 29: 21 pp. Escala 1:250.000. Santiago.
- THIERRY, J. 1978. Le genre *Macrocephalites* au Callovien Inférieur (ammonites Jurassique Moyen). *Memoires Geologiques Université Dijon*. Vol. **4**: 1-490.
- TORNQUIST, A. 1898. Der Dogger am Espinazito Pass. *Palaeontologische Abhandlungen*. Vol. **2**: 135-201.
- VÁSQUEZ, P.; GLODNY, J.; FRANZ, G.; FREI, D. & ROMER, R.L. 2011. Early Mesozoic plutonism of the Cordillera de la Costa (34°-37°S), Chile: Constraints on the onset of the Andean Orogeny. *The Journal of Geology*. Vol. **119**, (2): 159-184.

- VERGARA, M. & MUÑOZ, J. 2010. La Formación Cola de Zorro en la alta cordillera Andina Chilena (36°-39° lat. S), sus características petrográficas y petrológicas: una revisión. *Andean Geology*. Vol. **17**: 31-46.
- VERGARA, M.; CHARRIER, R.; MUNIZAGA, F.; RIVANO, S.; SEPULVEDA, P.; THIELE, R. & DRAKE, R. 1988. Miocene volcanism in the central Chilean Andes. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. **1**, (2): 199-209.
- VICENTE, J.C. 2005. Dynamic paleogeography of the Jurassic Andean Basin: pattern of transgression and localization of main straits through the magmatic arc. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Vol. **60**: 221-250. Buenos Aires.
- VICENTE, J.C. 2006. Dynamic paleogeography of the Jurassic Andean Basin: pattern of regression and general considerations on main features. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Vol. **61**, (3): 408-437. Buenos Aires.
- WAAGEN, W. 1869. Die Formenreihe des Ammonites subradiatus. *Geognostisch-paläontologische Beiträge*. Vol. **2**: 181-256.
- WAAGEN, W. 1871-1875. Jurassic fauna of Kutch. The Cephalopoda. *Palaeontographica Indica*. 1-247.
- WESTERMANN, G.E.G.; CORONA, R. & CARRASCO, R. 1984. The Andean Mid-Jurassic Neuquenicas Ammonite Assemblage of Caulac, Mexico. *Geological Association of Canada, Special Paper*. Vol. **27**: 99-112.
- WESTERMANN G.E.G. & RICCARDI A.C. 1985. Middle Jurassic ammonite evolution in the Andean Province and emigration to Tethys. Sedimentary and evolutionary cycles (Bayer, U. & Seilacher, A. editores). *Lecture Notes in Earth Sciences*. Vol. **1**: 6-34.
- WESTERMANN G.E.G.; RICCARDI A.C.; PALACIOS O. & RANGEL C., 1980. Jurásico Medio en el Perú. *Boletín del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, serie D*. Vol. **9**: 1-48.
- WIERZBOWSKI A. 1976. Oxfordian ammonites of the Pinar del Río Province (Western Cuba); their revision and stratigraphic significance. *Acta Geologica Polonica*. Vol. **26**, (2): 137-260.
- ZIEGLER, B. 1971. Biogeographie der Tethys. *Jahrbuch der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*. Vol. **126**: 229-243.
- ZIEGLER, B. 1974. Über Dimorphismus und Verwandtschaftsbeziehungen bei 'Oppelien' des oberen Juras (Ammonoidea: Haplocerataceae). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B (Geologie und Paläontologie)*. Vol. **11**:1-42.
- ZITTEL, K.A. 1884. Cephalopods. *Handbuch der Palaeontologie*. Vol. **1**, (2): 329-522.

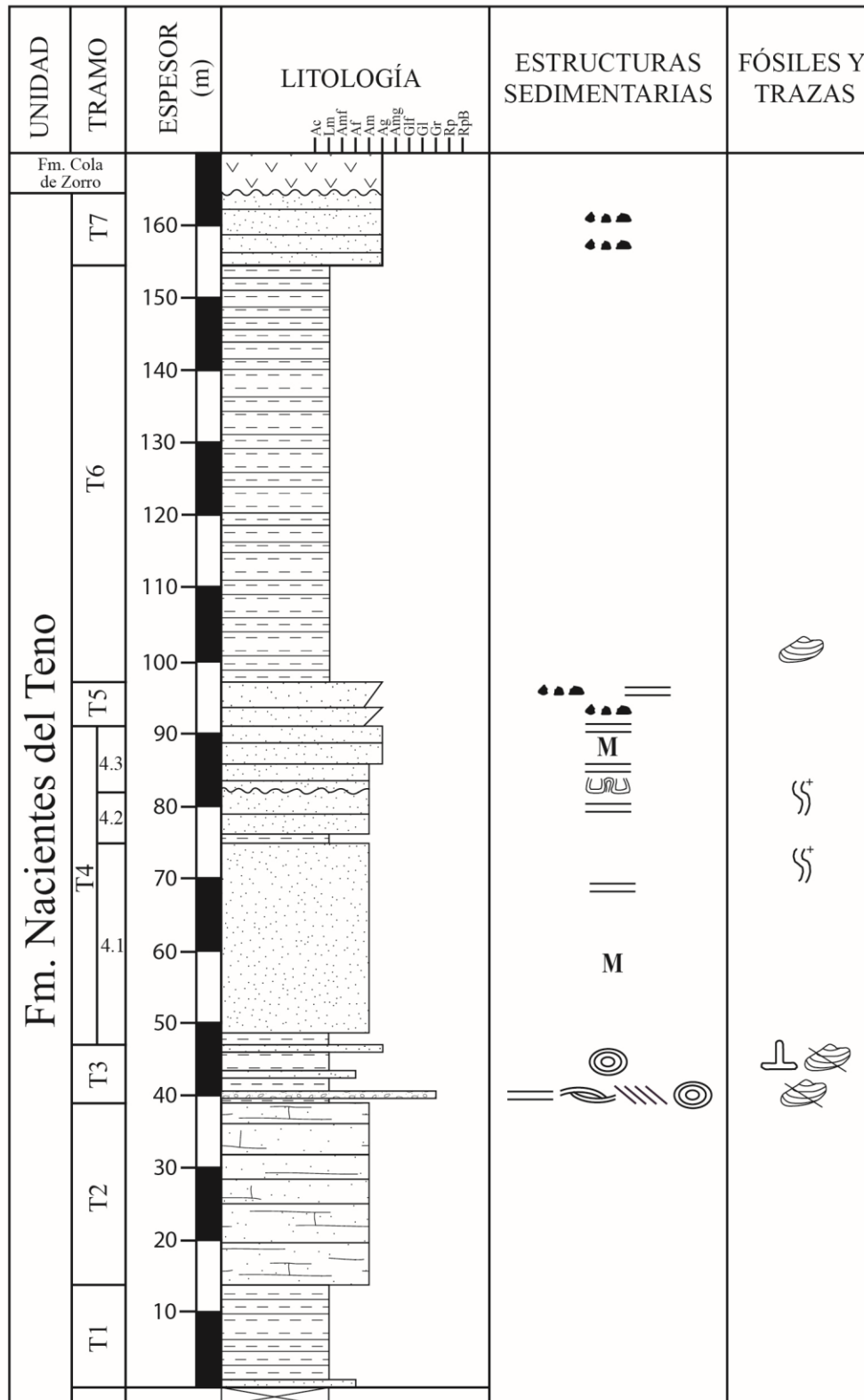
ZITTEL, K.A. 1895. Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie), Abt. I, Invertebrata. 971 pp.
Oldenburg, München & Leipzig.

ANEXOS

ANEXO 1: COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

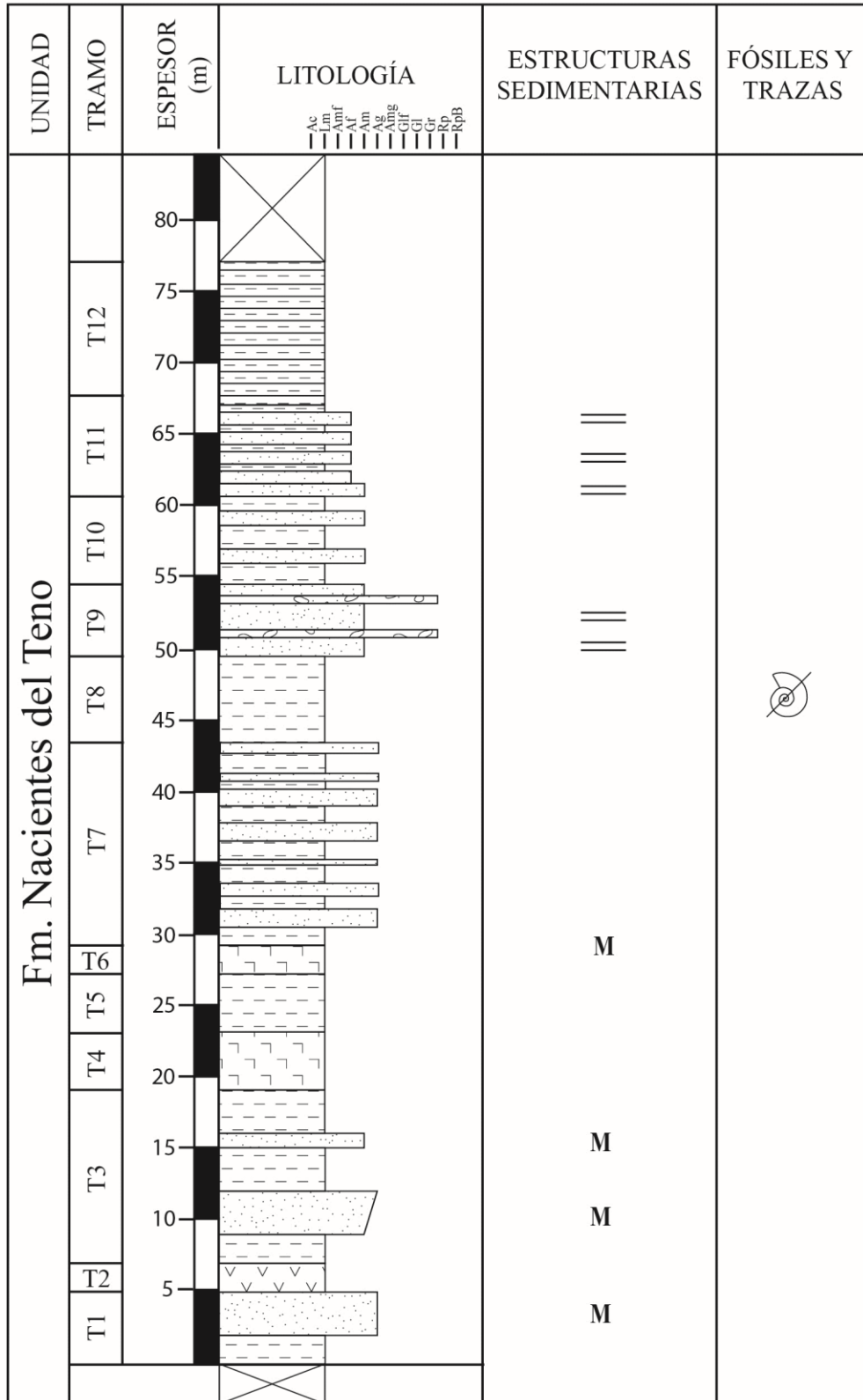
Columna El Mesetón

Coordenadas: 36°14'57.20"S 70°42'56.96"W - 36°14'51.56"S 70°42'52.70"W



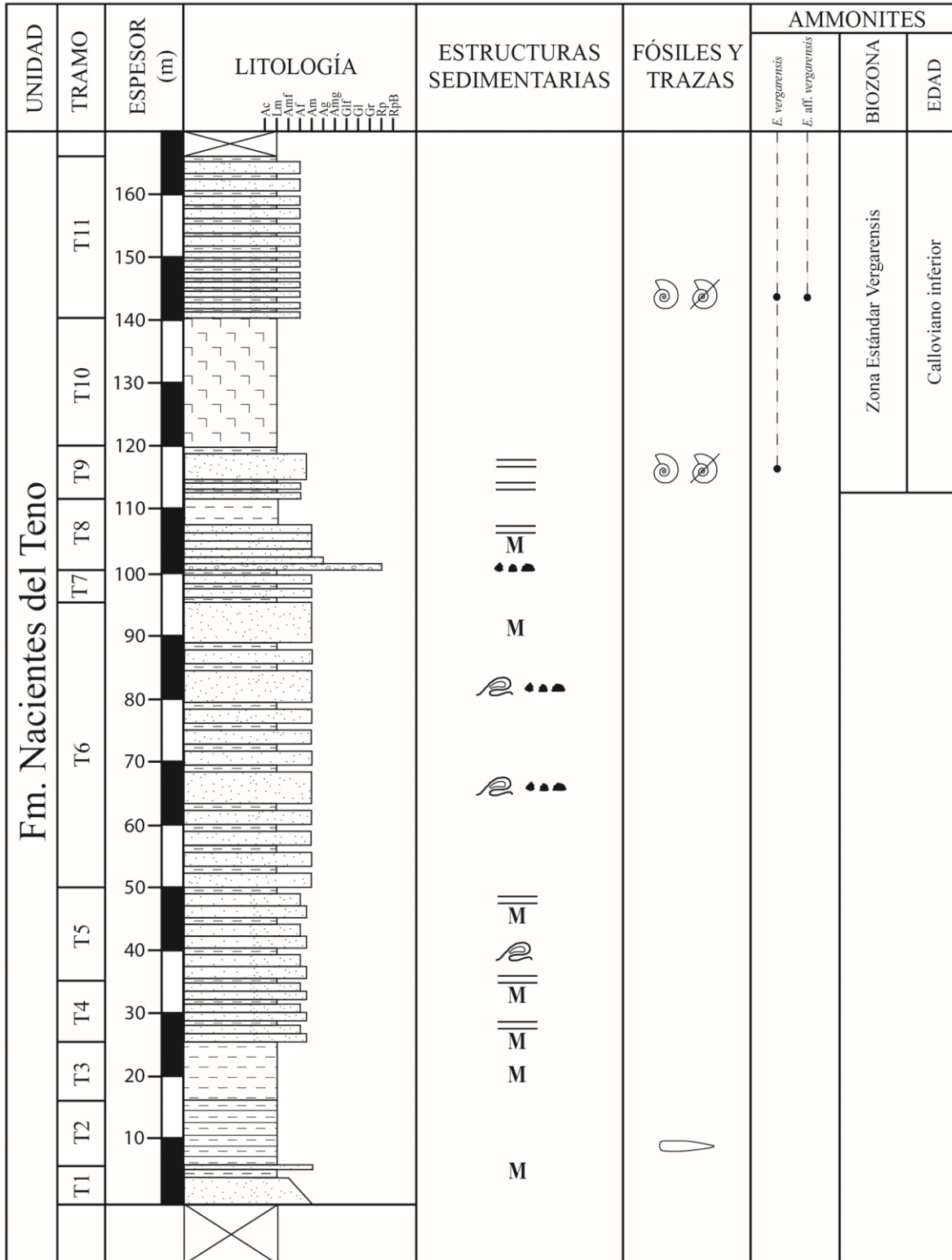
Columna Toro Sur

Coordenadas: 36°13'54.48"S 70°41'50.39"W - 36°13'53.29"S 70°41'59.49"W



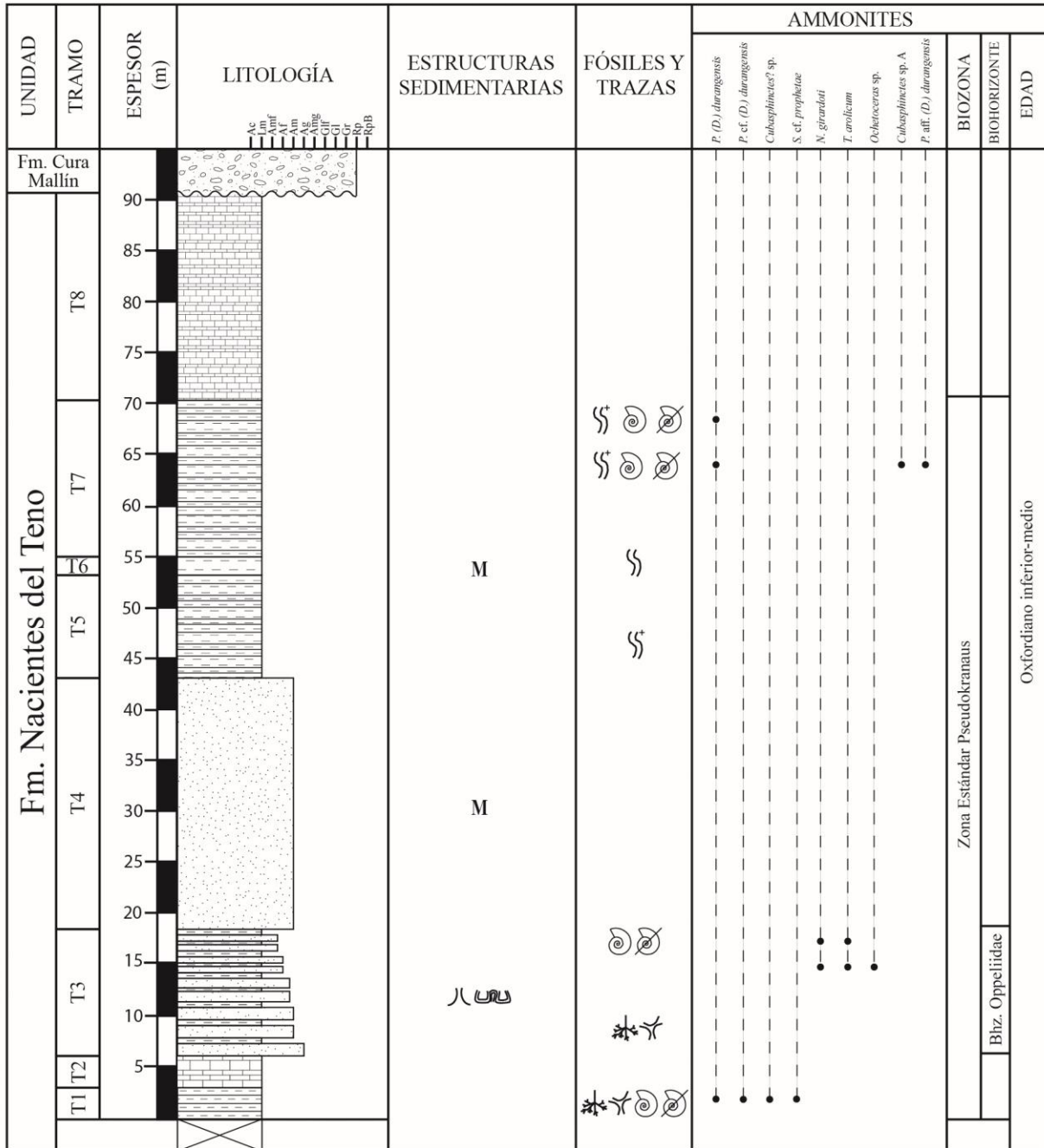
Columna Desembocadura del Toro

Coordenadas: 36°13'37.68"S 70°41'37.08"W - 36°13'26.03"S 70°41'36.67"W



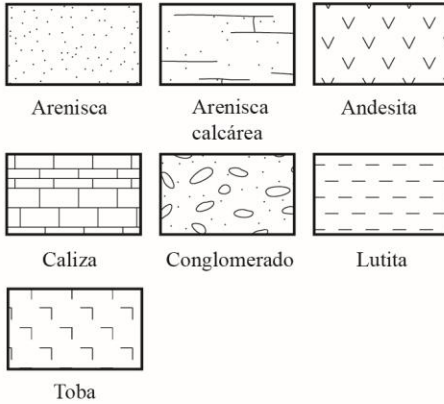
Columna Estero Cristales

Coordenadas: 36°10'38.60"S 70°36'27.21"W - 36°10'38.27"S 70°36'15.67"W



Leyenda y simbología de columnas estratigráficas

Litología



Granulometría

Ac:	Arcilla (< 0,004 mm)
Lm:	Limo (0,004-0,063 mm)
Amf:	Arena muy fina (0,063-0,125 mm)
Af:	Arena fina (0,125-0,25 mm)
Am:	Arena media (0,25-0,5 mm)
Ag:	Arena gruesa (0,5-1 mm)
Amg:	Arena muy gruesa (1-2 mm)
Glf:	Gravilla fina (2-4 mm)
Gl:	Gravilla (4-16 mm)
Gr:	Grava (16-64 mm)
Rp:	Ripio (64-256 mm)
RpB:	Ripio de bolones (>256 mm)

Simbología



ANEXO 2: AMONITES

Todos los amonites se encuentran en su tamaño natural. El último septo se marca con un asterisco.

Lámina 1

Figs. A-F: *Eurycephalites vergarensis* (Burckhardt, 1903). A: SNGM 7558/2; B: CT-57; C: CT52; D: SNGM 7560; E: SNGM7563; F: SNGM7562

Lámina 2

Fig. A: *Eurycephalites cf. vergarensis latumbilicatus* (Riccardi y Westermann, 1991). CT-48
Figs. B1-3: *Eurycephalites extremus* (Tornquist, 1898). CT-66

Lámina 3

Figs. A1-3: *Eurycephalites cf. extremus* (Tornquist, 1898). CT-65
Fig. B: *Eurycephalites cf. extremus* (Tornquist, 1898). SNGM 7599
Figs. C1-3: *Xenocephalites aff. neuquensis* (Stehn, 1923). CT-64
Fig. D: *Xenocephalites aff. neuquensis* (Stehn, 1923). SNGM 7629
Fig. E: *Xenocephalites sp.* (Stehn, 1923). SNGM 7630

Lámina 4

Figs. A-G: *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) durangensis* (Burckhardt, 1912). A: SNGM 7608; B: CT-26; C: CT25; D: CT-22; E: CT-21; F: CT-18; G: CT-17
Fig. H: *Perisphinctes cf. (Dichotomosphinctes) durangensis* (Burckhardt, 1912). CT-27
Fig. I: *Perisphinctes aff. (Dichotomosphinctes) durangensis* (Burckhardt, 1912). CT-01a
Fig. J: *Perisphinctes (Prososphinctes) aff. matheyi* (De Loriol, 1898). SNGM 7612

Lámina 5

Fig. A: *Cubasphinctes sp. A*. CT-01b
Fig. B-C: *Cubasphinctes?* sp. B: CT-38B; C: CT-29
Fig. D: *Subvinalesphinctes cf. prophetae* (Gygi y Hillebrandt, 1991). CT-28

Fig. E: *Euaspidoceras ajax* (Leanza, 1947). SNGM 7558/2

Lámina 6

Fig. A: *Peltoceratoides pressulus* (Leanza, 1947). SNGM 7606

Fig. B: *Peltoceratoides ballenaensis* (Hillebrandt en Hillebrandt y Gröschke, 1995). SNGM 7604

Figs. C-D: *Peltoceratoides* sp. A. C: SNGM 7602; D: SNGM 7603

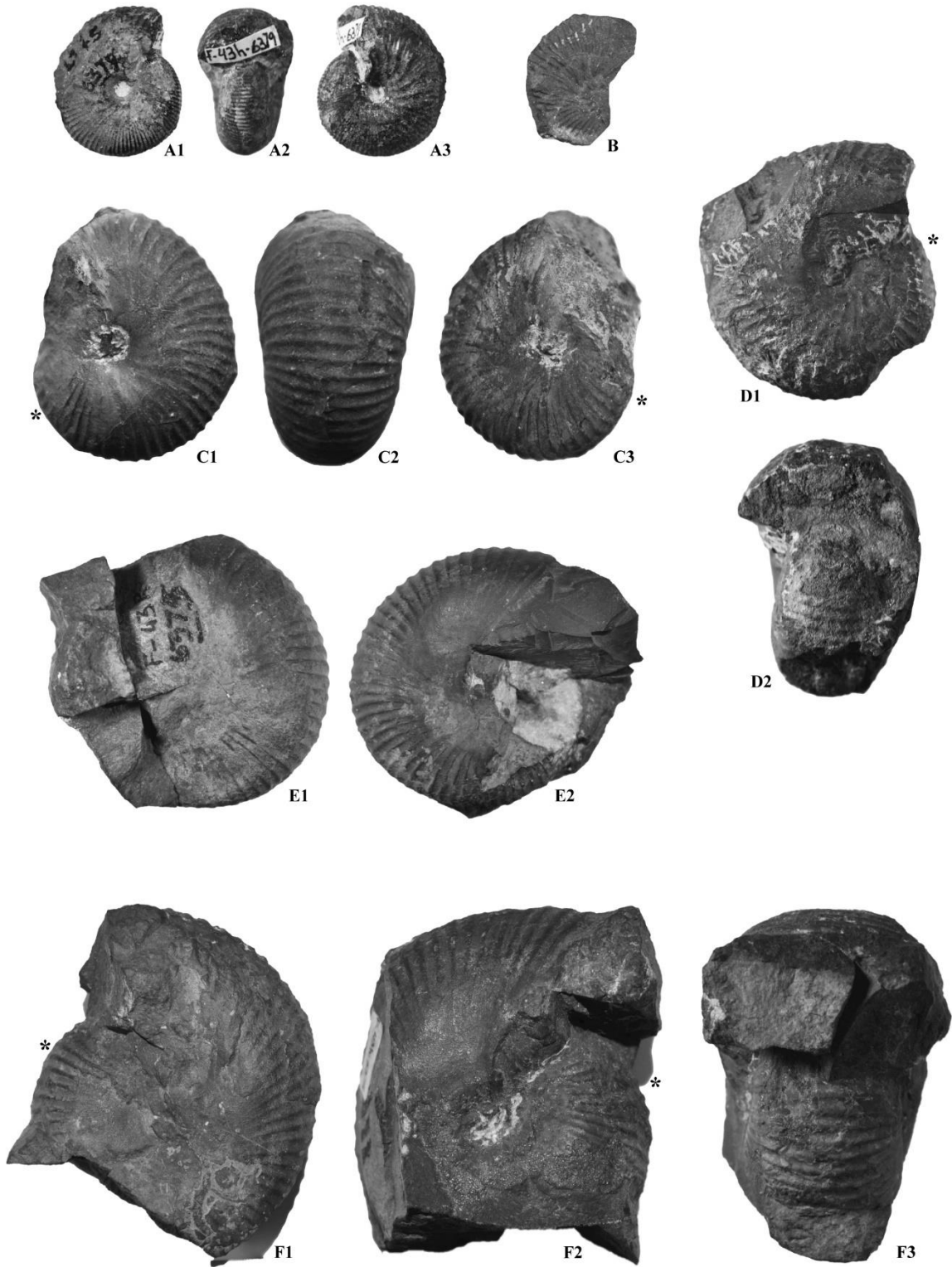
Fig. E: *Lithacosphinctes* cf. *desertorum* (Stehn, 1923). SNGM 7611

Fig. F1-2: *Neocampylites* cf. *delmontanus* (Oppel, 1863). SNGM 7597

Figs. G-H: *Neoprionoceras girardoti* (De Loriol, 1902). G: CT-10; H: CT-04

Figs. I-J: *Trimarginites arolicus* (Oppel, 1862). I: SNGM 7624; J: CT-09b

Lám. 1



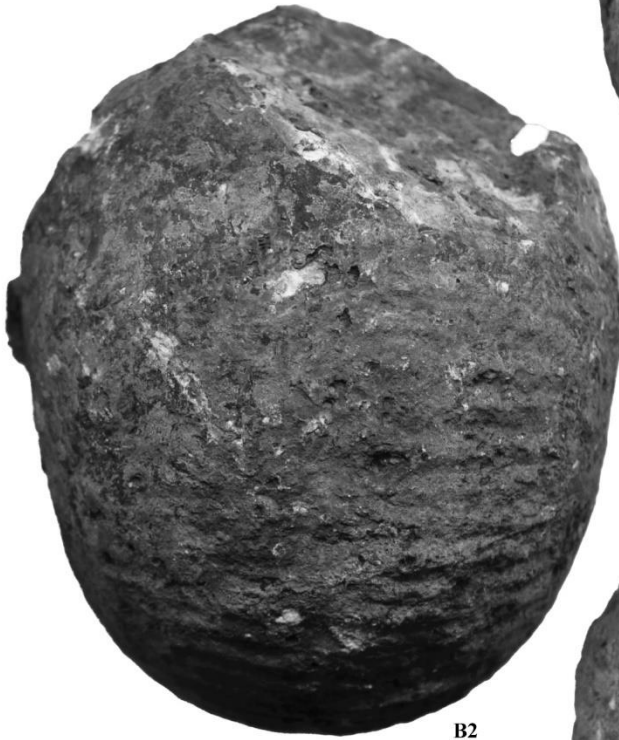
Lám. 2



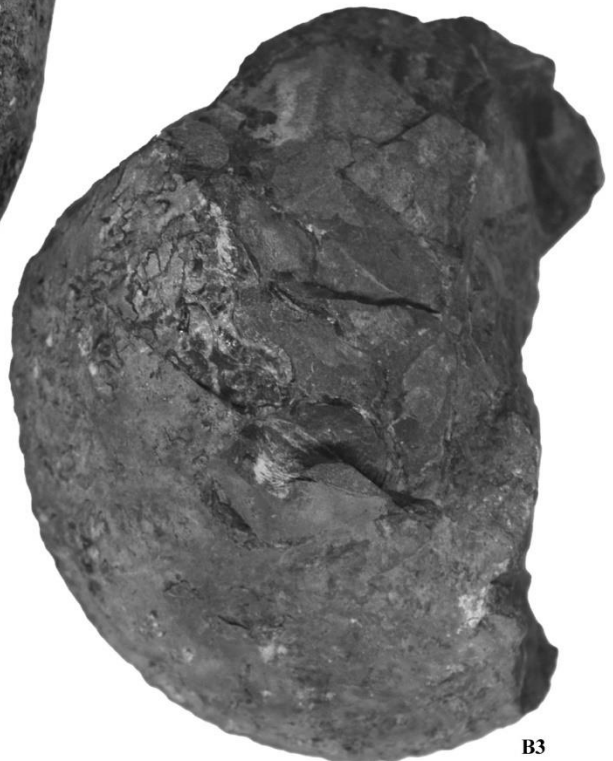
A



B1



B2



B3

Lám. 3



Lám. 4



Lám. 5



Lám. 6

