

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**CURACIÓN Y COMPARACIÓN DE UN FÓSIL DE MAMÍFERO
ACUÁTICO (ODONTOCETI; INIIDAE) EXTRAIDO DE LA
FORMACIÓN CHAGRES, PIÑA, COSTA ABAJO DE COLÓN, PANAMÁ**

PRESENTADO POR:

DIOSELINA IZEL VIGIL PIMENTEL

9-733-1748

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el Título de Licenciatura en Biología con orientación en Animal.

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2021



TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

“CURACIÓN Y COMPARACIÓN DE UN FÓSIL DE MAMÍFERO ACÚATICO (ODONTOCETI; INIIDAE) EXTRAIDO DE LA FORMACIÓN CHAGRES, PIÑA, COSTA ABAJO DE COLÓN, PANAMÁ”.

Por:

Dioselina Izel Vigil Pimentel

9-733-1748 _____

Trabajo de graduación presentando a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura de Biología con orientación en Animal.

Asesor Principal

Profesor Jacobo Araúz _____

Jurados:

Profesor Ricardo Pérez _____

Profesora Maricel Tejeira _____

DEDICATORIA

Al buen DIOS, por brindarme una mujer luchadora, mi mamá Dídima, quien me formó en el saber de la vida y me impulsó por el rumbo de mis metas en el pasado, presente y futuro.

A mi hermano Jerry, con quien desarrollé el concepto de autocrítica para adoptarlo como *modus vivendi* en mi desempeño individual y profesional. A mis padres por darme el apoyo económico.

Al Dr. Tomas Izasa-Lay (Q.D.E.P.) por inspirarme un amor inmenso a la Biología y animarme a avanzar por sus múltiples sendas.

AGRADECIMIENTO

“No hay límites cuando hay decisión y voluntad”

Aysha Castillo Obaldía

Al Dr. Orangel Aguilera, Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda, de Venezuela, Investigador asociado del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales de Panamá (STRI), por su insistencia en que orientara mi curiosidad por el mundo de la investigación científica. A la Dra. Nélide Gómez y al Paleontólogo Félix Rodríguez, por sus consejos, sus recomendaciones y sus preciados tiempos ofrecidos a esta mi causa investigativa.

César Laurito Mora, Geólogo y Paleontólogo del Museo Nacional de Costa Rica, por sus sabios consejos en los momentos más oportunos.

Al Profesor Dr. Víctor Hugo Tejera, director del Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá, por su inmenso suministro de materia, consejos y asesoría.

Al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, en conjunto con el Centro de Paleoecología y Arqueología Tropical (CTPA), por el soporte financiero y la asignación de personal para mi propuesta investigativa. Museo Nacional de Historia Natural (NMNH) de Washington D. C., por el suministro de material, personal capacitado de laboratorio, de campo e investigativo.

Al Dr. Aaron O’Dea, científico asociado del STRI, por acogerme e integrarme como interna del Grupo Marine Time Series Research Group (MTSRG) y, a la vez, por su apoyo en la creación de los nexos adecuados con NMNH de Washington D.C., con el Dr. Nicholas Pyenson, curador de fósiles mamíferos marinos y piedra angular en mi capacitación sobre los protocolos de tratamiento en piezas fósiles, junto con los asistentes de investigación y colección del Departamento de Paleontología (NMNH), Steve Jabo & Peter Kroeher en el Fossil Lab (Laboratorio de Fósil), durante mis seis meses de becaria (Fellowship) y practicante (Intern).

Al Dr. Dave Bohaska, administrador de colecciones en el Departamento de Paleontología y su esposa Paula Bohaska, asistente del Departamento de Mamíferos, por sus orientaciones y apoyo en el Centro de Soporte del Museo Smithsonian (SMSC) sobre las colecciones existentes de cráneos de diferentes tipos de cetáceos.

De igual manera por el contacto ofrecido con el Dr. Bruno Frohlich, del Departamento de Antropología, cuyo sólido conocimiento en la elaboración de imágenes con el Siemens SOMATOM Emotion 6 ha sido un valiosísimo soporte.

Al Dr. Stanley Heckadon-Moreno & Javier Amir Hurtado Yow, quienes me brindaron la oportunidad de exponer esta investigación, nacida en la provincia de Colón, para el público en general, educadores y prensa.

A la Dirección General de Planificación y Evaluación Universitaria, al Dr. Enrique Lau Cortés y a la Magistra Natalia Ruíz Jaramillo, por el primer reconocimiento como descubridora.

A Roberto Miranda, geólogo de la Unidad de Geología de la Autoridad del Canal de Panamá, y a Eric A. Chichaco R., ingeniero geólogo del Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, por la descripción, revisado y orientación en el campo científico de la tierra.

A mis tutores MSc. Jacobo Araúz, MSc. Maricel Tejera, Dr. César Villarreal y MSc. Ricardo Pérez, por sus consejos, revisiones y alientos a terminar esta etapa de mi vida profesional. También a mis tutores extraoficiales, al Profesor Víctor Tejera, Nidia Sandoval y Sofía Hernández.

Por último, hago extensivo mi agradecimiento a todos mis compañeros y amigos, por sus voces de aliento, paciencia y, de una u otra forma, por sus silenciosos granitos de arena aportados de mil formas a esté, mi logro investigativo.

MUCHAS GRACIAS A TODOS.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA.....	i
TRIBUNAL EXAMINADOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv-v
ÍNDICE GENERAL.....	vi-vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix-x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi-xii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3-4
ANTECEDENTES.....	5
• Descripción geográfica de Piña, Costa Abajo de Colón.....	5-6
• Geografía y geomorfología.....	7-9
• Descripción natural y humana.....	9-12
• Paleontología.....	12-14
• Generalidades de los Cetáceos.....	14-18
JUSTIFICACIÓN.....	19
HIPOTESIS.....	20
OBJETIVO	21
• Objetivos Generales.....	21
• Objetivos específicos.....	21
METODOLOGÍA.....	22
• Localidad de muestra.....	22-24
• Extracción y colecta.....	25-33

	Pág.
• Método de reconstrucción.....	34-37
• Medidas anatómicas y características.....	38
RESULTADOS	39-54
DISCUSIÓN.....	55-60
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES.....	62
LITERATURA CITADA.....	63-82
ANEXOS.....	83-109

ÍNDICE DE CUADROS.

	Pág.
Cuadro N°1: Puntos UTM/Coordenadas geográficas.....	6
Cuadro N°2: Estándares de descripción de roca obtenidas en perforaciones en área de estudio del canal.....	10
Cuadro N°3: Descripción de las rocas colectadas en la zona de trabajo futuro.....	23
Cuadro N°4: Fijadores más comunes utilizados durante colecta y restauración de las muestras fósiles.....	29
Cuadro N°5: Mediciones generales de muestras utilizadas en comparación morfológica.....	53-54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1: Mapa general de la República de Panamá.....	6
Figura N°2: Mapa del Caribe de la costa Este del Canal de Panamá.....	8
Figura N°3: Mapa del sistema nacional de información ambiental- ANAM, 2011.....	10
Figura N°4: Descubrimiento del Pez Marlin.....	13
Figura N°5: Relación cronológica de la evolución de los cetáceos.....	15
Figura N°6: Esqueleto de Indohyus y varios cetáceos a través de su filogenia.....	17
Figura N°7: Ruta terrestre, hacia el punto de hallazgo en el Pueblo de Piña, Colón.....	22
Figura N°8: Foto de piezas en 2010 y 2011 in situ.....	24
Figura N°9: Procedimiento de extracción.....	26
Figura N°10: Transporte de piezas extraídas.....	27
Figura N°11: Herramientas de campo y laboratorio utilizados durante el proceso de extracción, limpieza y consolidación de muestras fósiles.....	28
Figura N°12: Pieza fósil de entrenamiento.	30
Figura N°13: Apertura del bulto pequeño USNMPAL-546125.....	32
Figura N°14: Apertura del bulto grande DVP-180611-11(USNMPAL-546125) vista general de progreso y restauración.	33
Figura N°15: Reconstrucciones artísticas en diferentes perspectivas de artistas.....	35
Figura N°16: Imágenes generales de Tomografía computarizada (CT) de mandíbula inferior del USNMPAL-546125.....	37
Figura N°17: Imágenes generadas por escaneo en 3D	40

	Pág.
Figura N°18: Imágenes de tomografía computarizada (CT) USNMPAL-546125.....	41
Figura N°19: Imágenes del cráneo generadas por el escaneo en 3D, parte posterior USNMPAL-546125.....	43
Figura N°20: Descripción de huesos craneales.....	44
Figura N°21: Imágenes Tomografía computarizada (CT) y fotografía de mandíbula superior USNMPAL-546125 (DVP-180611-12).	46
Figura N°22: Anatomía dentaria general, en diferentes esquemas.....	47
Figura N°23: Mandíbula en Tomografía Computarizada (CT) sagital y coronal, USNMPAL-546125(DVP-180611-12).	48
Figura N°24: Elementos pertenecientes a huesos de la aleta USNMPAL-546125.....	50
Figura N°25: Escapula derecha USNMPAL-546125 (DVP-180611-12).....	51
Figura N°26: Croquis inicial USNMPAL 546125 muestra craneal.....	52
Figura N°27: Comparación craneal del delfín fósil panameño (<i>Inia panameño</i>), con algunas muestras actuales en América del Sur de cetáceos.....	55
Figura N°28: Comparación mandibular del delfín fósil panameño (<i>Inia panameño</i>) con algunas muestras actuales en América del Sur de cetáceos, solo vista superior	56
Figura N°29: Comparación de escapula del delfín fósil panameño (<i>Inia panameño</i>) con algunas muestras actuales en América del Sur de cetáceos.....	57
Figura N°30: Mapa distribución en Sur América de cetáceos relacionado con el delfín panameño.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS.

	Pág.
Anexo N°1	Glosario general.....83-84
Anexo N°2	Glosario de abreviaturas anatómicas.....85-86
Anexo N°3	Glosario de abreviaturas institucionales.....83
Anexo N°4	Mapa geomorfológico de América del Sur.85
Anexo N°5	Mapa de dominios fluviales.....89
Anexo N°6	Mapa geomorfológico del Istmo panameño..... 90
Anexo N°7	Localización de la Formación Chagres, en el pueblo de Piña, Colón.....91
Anexo N°8	Panorámica y zonas señalizada de las muestras In Situ.....92
Anexo N°9	Mediciones en situ del lugar de muestreo.....93
Anexo N°10	Apunte de Campo y laboratorio de muestra principal.....94
Anexo N°11	Apuntes gráficos de avances de limpieza NDP-180611-11 (Bulto grande, A, Skull).....95
Anexo N°12	Últimos avances de limpieza NDP-180611-11..... 96
Anexo N°13	Boceto e imagen de mandíbula inferior USNMPAL-546125.....97
Anexo N°14	Muestra USNM A 49582 (A1) Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). Brasil..... 98
Anexo N°15	Muestra USNM A 49582 (A2) Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). Brasil.99
Anexo N°16	Muestra USNM A 49582 (A3) Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). Brasil..... 100

Anexo N°17	Muestra USNM 550603 (A1) Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844). Uruguay.....	101
Anexo N°18	Muestra USNM 550603(A2) Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844). Uruguay.....	102
Anexo N°19	Muestra USNM 172409 (A1) Platanista gangetica (Roxburgh, 1801). India.....	103
Anexo N°20	Muestra USNM 172409 (A2) Platanista gangetica (Roxburgh, 1801). India.....	104
Anexo N°21	Muestra USNM 594663 (A1) Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). Perú.....	105
Anexo N°22	Muestra USNM 218293 (A1) Lipotes vexillifer Miller, 1918.China.....	106
Anexo N°23	Muestra USNM 395415 Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). Venezuela.....	107
Anexo N°24	Muestra USNM 239663 Inia geoffrensis (de Blainville, 1817). Brasil.....	108
Anexo N°25	Muestra USNM 550597 Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844). Uruguay.....	109.

RESUMEN

En la Formación Chagres, Piña, Costa Abajo de Colón, en el punto geográfico localizado a los $9^{\circ}16'55.47''\text{N}$ y $80^{\circ}2'50.45''\text{O}$, se encontraron elementos Postcraneales y cráneo de un cetáceo que se supuso era un Squalodontidae.

Los conocimientos básicos en histología ayudaron a reconocer la diferenciar de un tronco fosilizado y un hueso fósil, la comunicación constante con paleontólogos y geólogos nacionales e internacionales confirmaron la importancia del hallazgo. Este se extrajo de la roca madre, para su posterior traslado al Museo de Historia Natural del Instituto Smithsoniano de Washington DC. Se cotejo los rasgos más distintivos con otros cráneos y elementos postcraneales de Platanistoidea que está compuesta por dos familias y cuatro géneros.

Esta comparación produjo la relación con los Inidos de Suramérica que se distribuyen desde la cuenca del Amazonas, Orinoco y una de ellas restringida a las cuencas fluviales de Bolivia.

La transgresión del mar en el área de Venezuela modificó la cuenca del Amazonas. Estos fundamentos produjeron la carencia de alimento, cambio en la composición del hábitat, provocando la extinción de esta especie de delfín istmeño que tenían la habilidad de desplazarse entre el agua salada a la dulce.

ABSTRACT

In the Chagres Formation, Piña, Costa Abajo de Colón, at the geographical point located at $9^{\circ} 16'55.47''\text{N}$ and $80^{\circ} 2'50.45''\text{W}$, Postcranial elements and skull of a cetacean were found that were assumed to be a Squalodontidae.

Basic knowledge in histology helped to recognize the differentiation of a fossilized trunk and a fossil bone, constant communication with national and international paleontologists and geologists confirmed the importance of the find. This was extracted from the bedrock, for its later transfer to the Museum of Natural History of the Smithsonian Institution in Washington DC. The most distinctive features were compared with other skulls and postcranial elements of Platanistoidea, which is composed of two families and four genera.

This comparison produced the relationship with the Indians of South America that are distributed from the Amazon basin, Orinoco and one of them restricted to the river basins of Bolivia.

The transgression of the sea in Venezuela modified the Amazon basin. These foundations produced the lack of food, a change in the composition of the habitat, causing the extinction of this species of Isthmian dolphin that had the ability to move between salt and fresh water.

INTRODUCCIÓN

La Formación Chagres, la cual aflora como una cuña grande de piedra arenisca al oeste del Canal de Panamá (Collins et al., 2010), forma parte del Mioceno tardío y Plioceno. Su génesis es un ambiente abisal y batial (URS Holdings, Inc., 2007) cuya composición consta de lutitas, calizas, arenisca (Roca sedimentaria. Según Collins, en su mapa geológico, la columna vertical está conformada por arenisca maciza generalmente de grano fino, dando así una supuesta zona de aguas profundas (Collins et al., 2010), es de menor extensión, muy rica en muestras de especímenes fósiles, la cual se ubica cerca del antiguo canal francés (URS Holdings, Inc., 2007).

Es muy dinámica en la constante exposición de restos fósiles como: otolitos, huesos (vértebras, cráneos (peces- cetáceo), moluscos, escamas, restos de tortuga y cuerpos enteros de peces), lo cual ha vuelto a ser de interés para los nuevos científicos que estudian, dentro de la ciencia, la paleontología.

En el año 2010, después de una gira académica divulgada por el grupo de COJUCIP y patrocinada por SENACYT – STRI como parte final de un curso sobre ecología marina, dio como resultado el hallazgo de una pieza muy llamativa de un mamífero acuático. Este tiene una dentición, muy particular, los dientes incisivos son cónicos. Actualmente, no se cuenta con un registro fósil completo de cetáceos de la familia Iniidae, principalmente se han utilizado dientes (Laurito et al., 2011) y cráneos (Fordyce y Barnes, 1994) para clasificar a los especímenes encontrados en Norteamérica, Costa Rica, Italia (Aspes, A. 2005), Argentina y otras regiones europeas.

El objetivo principal de esta investigación es la extracción, limpieza, curación y comparar con otras muestras de cetáceos. Este proyecto enriquecerá, el mismo sería una pista más de las causas del surgimiento del istmo de Panamá y el cambio

climático grotesco que marcó la historia evolutiva de toda la diversidad que existía en aquel tiempo (Salazar, 2000).

En el laboratorio, las piezas extraídas serán sometidas a una reconstrucción y limpieza; a curación y preservación usando métodos especializados basados en reactivos químicos que degradan, ablandan el sedimento que rodea el hueso fosilizado (Monfort, 2005).

Las muestras extraídas necesitarán implementos mecánicos y reactivos químicos, así como la guía de los especialistas para realizar la identificación comparando con otras piezas existentes dentro del Museo de Historia Natural del Smithsonian, localizado en Washington DC. De esta forma se podría descartar o comprobar la existencia de una nueva especie, tomando sus rasgos distintivos como tamaño, forma del mandíbula inferior y superior (Kellogg,1923), dentición (Colacicchi, 1960), comparación de presunta escápula. Los resultados aportarían un punto para explicar las consecuencias de la extinción, radiación filogenética, competencia de este cetáceo con otros de su familia, que luchó con la carencia de alimento por el cambio de corrientes que provocó el surgimiento del istmo (D´Croz, 1997).

ANTECEDENTES

Descripción geográfica de Piña, Costa Abajo de Colón.

La comunidad de Piña, localizada en la provincia de Colón, es uno de los límites del Parque Nacional San Lorenzo (P.N.S.L) (Figura N°1). Inicialmente fue parte de la Zona del Canal, después nombrada en 1967 Área del Canal, en la cual Piña, en conjunto con el Río Chagres, forma la parte Oeste, añadida originalmente en 1918 en acuerdo con el Gobierno panameño, termina en la parte suroeste de la playa Piña, allí se demarca una línea arbitraria de los límites, integrando gran parte del Río Piña (Cuadro N°1).

En la posición matemática de la zona de estudio se observa (Weaver, Bauer & Jiménez, 2004) el Paseo Pantera (Corredor Mesoamericano, concebido en 1990 para unir todas las áreas protegidas desde la península de Yucatán en México, hasta el Darién en Panamá). Él se categoriza como un poblado dentro del parque, cuyo principal impacto fueron antiguamente las actividades agrícolas y militares. Gran parte de las evidencias encontradas sobre la actividad humana se desarrolló en la desembocadura del Río Chagres, desde la colonia hasta la primera guerra mundial.

El crecimiento demográfico, según el censo del 2000, recogió 360 habitantes, de los cuales 196 son del género masculino y 164 del femenino, (Sección de Análisis Demográfico de la Contraloría General de la República de Panamá CGR-DEC, 2006).

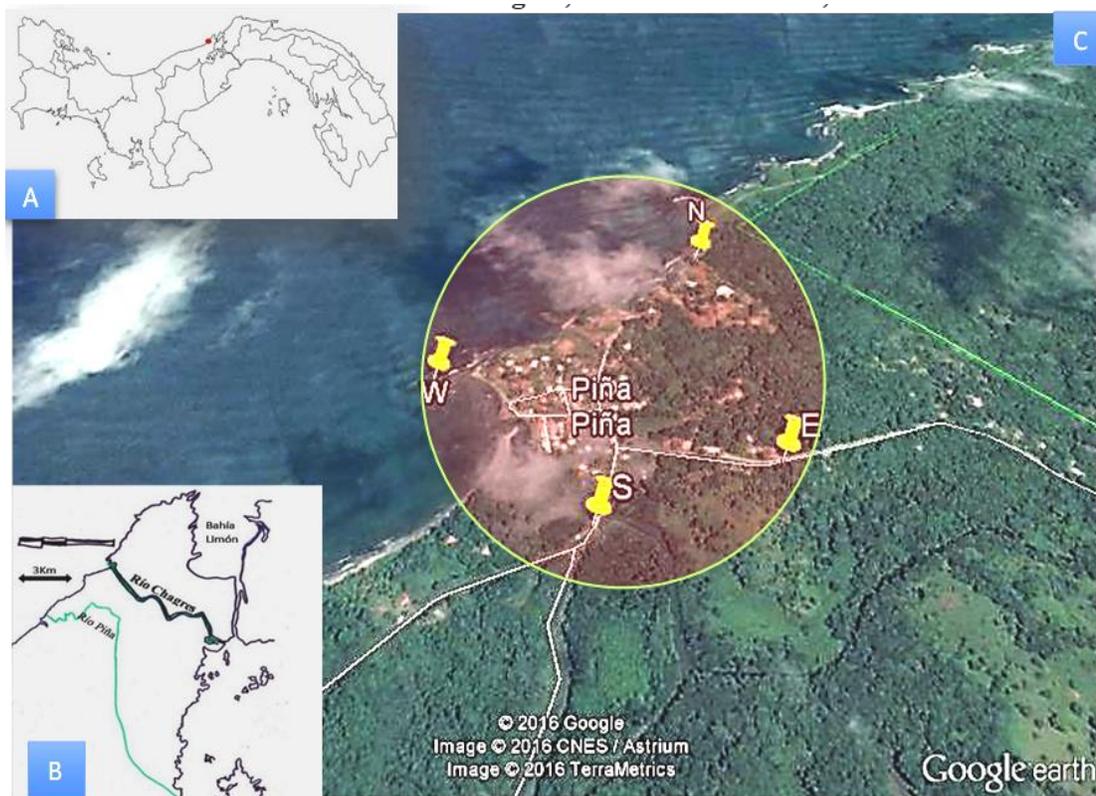


Figura N°1: Mapa general de la República de Panamá donde se señala (Punto rojo) ubicación de Costa Debajo de Colón(A), Puntos más comunes cercanos al corregimiento de Piña (B), Ubicación regional del área del Corregimiento de Piña, Distrito de Chagres, Provincia de Colón, Panamá.

Cuadro N°1: Puntos UTM/Coordenadas geográficas, para ubicar la zona de estudio en el corregimiento de Piña.

Puntos	UTM	Coordenadas geográficas	Descripción
N(Norte)	17 P 604903 1026403	09 17 02.8 N, 80 02 41.6 O	Hacia el cementerio municipal de Piña.
S(Sur)	17 P 604763 1025713	09 16 40.3 N, 80 02 46.2 O	Puente sobre el Río Piña.
W(Oeste)	17 P 604439 1025994	09 16 49.5 N, 80 02 56.8 O	Costado norte de la desembocadura del Río Piña
E(Este)	17 P 605065 1025881	09 16 45.8 N, 80 02 36.3 O	Primera entrada hacia extensión de comunidad de Piña

Geología y geomorfología

La Formación Chagres se produce a lo largo de la Chorrera, la línea de la Costa del Caribe y consiste normalmente en una serie de suaves y gruesos granos finos, areniscas arcillosas y limolitas, con algunas camas calcáreas más duras.

Las areniscas son generalmente enormes, pero a nivel local muestran estratificación y considerable estratificación cruzada, algunas veces se asemejan a ciertos horizontes en la formación Gatún (Janes, 1950). Por lo general consiste en tres miembros distintos: facies Toro, facies de areniscas limosas y facies de Río Indio (Collins et al., 1996) y se compone casi exclusivamente de fragmentos de invertebrados que forman la coquina.

Así como la estratificación cruzada es indicativa de alta energía, los hábitats marinos, poco profundos (Hendy, 2013) las estimaciones de edad para la deposición del Chagres se han hecho usando foraminíferos (que son muy buenos fósiles indicadores). Como resultado, se sabe que la formación se depositó entre 8,6 y 5,6 millones de años (Collins et al., 1996), durante la parte final de un período geológico, conocido como el Mioceno tardío y Plioceno (Figura N°2).

Su génesis es un ambiente abisal y batial (URS Holdings, Inc., 2007), cuya composición consta de lutitas, calizas y arenisca (Roca sedimentaria). La columna vertical está conformada por arenisca maciza generalmente de grano fino, dando así una supuesta zona de aguas profundas (Collins et al., 2010), que es de menor extensión, pero muy rica en muestras de especímenes fósiles, las cuales se ubican cerca del antiguo canal francés (URS Holdings, Inc., 2007). La pequeña zona de la Formación Chagres, recién explorada por científicos, emerge en la orilla de la playa del pueblo de Piña, Costa Abajo, Colón.

Los límites adyacentes al contacto con formaciones más antiguas consisten en arcilla aluvial de gris a azulada, con capas arenosas (granulometría fina) de abundante matriz orgánica, entremezclada con compuestos de madera, concha y otolitos. Los depósitos son esencialmente horizontales con aluvión, arcilla plástica débil y suave, gris claro o gris amarillento.

En el área de estudio se hace una descripción resumida, donde se utilizan unidades superficiales ACP estándares de dureza y resistencia, usadas en las descripciones geológicas comparadas con la clasificación de resistencia del Canadian Formation Engineering Manual (1992, Adaptado IPIG-2004) para el Programa de Derrumbes (Cuadro N°2).

Descripción natural y humana.

La fisiografía contiene varias áreas de bosque secundario maduro y en ella los tipos de bosques siempre verde, estacional mixto, deciduo, se distribuyen en dos ecosistemas: tierras altas de Piña-Escobar y próximas a las tierras bajas de Chagres-Mojinga-Gatún (Weaver & Bauer, 2004). El área tiene una precipitación de 3000mm anuales –según estudios realizados sobre la transpiración y absorción del vital líquido, dentro del área protegida del Parque San Lorenzo– cuya distribución de aguas superficiales que alimentan al Río Chagres es muy amplia (GEA Consultores, S.A. y Louis Berger Internacional. Inc. 1999).

En la topografía desde Achotines, valle y alta montaña, hasta Piña, donde cierra con una elevación máxima de 198msnm (descrito por Mc Cullough et al., 1956), la erosión mecánica hídrica marina es constante a lo largo de toda la playa de Piña (Exposición de la Formación Chagres) y el terreno es arcilloso e inestable durante época de lluvia.



Figura n°3: Mapa del sistema nacional de información ambiental- ANAM, 2011, nótese la distribución de la formación Chagres que es miembro de la base (Calisa) Toro.

Cuadro N°2: Estándares de descripción de rocas obtenidas en perforaciones en áreas de estudio del canal.

Dureza	Prueba de Campo	Resistencia	UCS Kg/cm ³	UCS ² Lb/plg ²	UCS Mpa/PLT ³ Index(Is)
Suave o Muy Suave RH-1	No se desmenuza con la manos, pero se pica fácilmente con el pico del martillo	Muy débil a débil	10-250	142-3,555	0.98-24.5 (Is menor a uno) RO menor a uno R1-1-5 R2-5-25
Moderadamente Suave RH-2	Se pica con martillazos leves (Pico), se corta fácilmente con el cuchillo	Débil a moderadamente fuerte	250-500	3,555-7,111	24.5-49 (Is=1-2) R3-25-50

Fuente: ACP-URS Holdings, Inc.
Julio 2007

UCS²: Unconfined Compressive Strength ó Resistencia Máxima a Compresión.
PLT³: Point Load Test ó Prueba de Carga Puntual.

Esta topografía se encuentra dentro de la zona intertropical, con una temperatura promedio, humedad alta, brisa estacionaria y lluvias pesadas (Bennet 1929, Tosi 1971). La temperatura y las lluvias varían dependiendo de la época del año: la temperatura tiene una fluctuación entre los 26.7 y 27.9 °C y, en consecuencia, dependiente de vientos que alcanzan entre 16 y 90 Km/h (Bennet 1929), de una humedad del orden del 70%, de una evaporación de 1535mm y de la radiación solar; las lluvias, por su lado, tienen una fluctuación que varía entre 4 y 500mm/mes.

Piña es un poblado dentro del Parque Nacional San Lorenzo (P.N.S.L.) y se categorizó en la antigüedad por las actividades agrícolas y militares (Weaver, Bauer & Jiménez, 2004), como su principal impacto. Gran parte de las evidencias de la actividad humana, que se han encontrado, indican que las mismas se desarrollaron entre la desembocadura del Río Chagres y la zona canalera, geografía a la que pertenecen restos de artefactos precolombinos encontrados allí.

En Paleoindio (9000 – 250 AC) se desarrollaron varias actividades, como la cacería de megafauna, la agricultura, el intercambio de poblaciones de Centro y Suramérica y la ocupación de los mismo cerca de la zona del Río Chagres (Cramer, 2015, Rodríguez Mejía, 2015).

Del período de la dominación española (1502-1719) datan la comercialización y la construcción del fuerte San Lorenzo y Trinchera, el cual resguardaba la mercancía transportada por las aguas del Río Chagres. Entre los otros legados cercanos del área de Piña tenemos, fundamentalmente, las construcciones de los descendientes de los afros inmigrantes, quienes se ubicaron en esa región durante la construcción del canal.

Desde poco antes de la Primera Guerra Mundial (1912) hasta nuestros tiempos, dos actividades fueron las mayores causas de deforestación de los bosques de esta área: la actividad militar, con su legado de zonas de entrenamiento, prácticas y adiestramientos del ejército de EEUU con ojivas vivas –área para resguardar la Zona del Canal ante cualquier peligro y/o ataque externo–, aún mantienen sus advertencias rotuladas de peligro (Weaver, Bauer & Jiménez, 2004); la actividad agrícola, palmas de coco y pastizales y el abandono de grandes plantaciones de plátano (hacia el camino S10), aprovechados hoy por los pobladores circundantes a esa zona.

Según el censo 2,000, el crecimiento demográfico del municipio de Costa Abajo de Colón registró 360.00 habitantes: 196 hombres y 164 mujeres, entre adultos y niños (Márquez, Castillo, & Patiño, 2008).

Paleontología

La playa Piña es muy dinámica por su constante exposición de restos fósiles, especialmente otolitos y huesos (vértebras, cráneos de peces- cetáceo, moluscos, escamas, restos de tortuga y cuerpos enteros de peces), razón por lo cual se ha convertido en fuente de interés para los nuevos científicos que estudiamos dentro de la ciencia paleontológica (Figura N°3).

Entre otros, es de interés resaltar el marlín fósil (*Makaira panamensis*), que ha sido descrito como holotipo de una especie extinta, sólo conocida para el territorio caribeño del istmo panameño (Fierstine, 1978). Los foraminíferos existentes en esta localidad están distribuidos dentro de los 50-80 metros, por la cual el otolito de peces encontrados en otros estudios lo clasifica desde 0 hasta 100 metros (Collins, 1996; Collins et al, 1996; Aguilera y Aguilera, 1999).

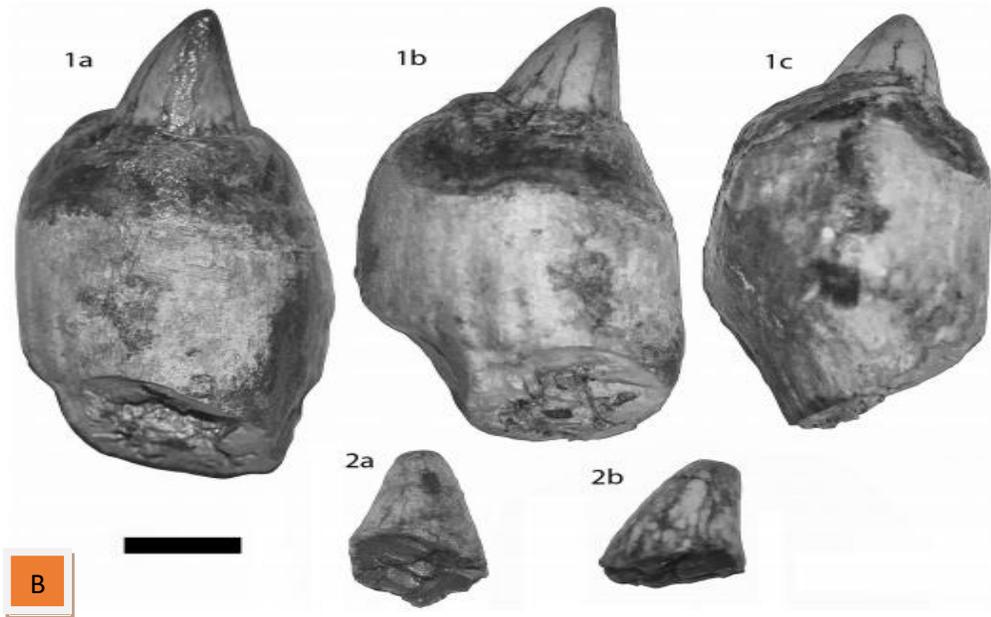


Figura N°4: Descubrimiento del Pez Marlin(Istiophoridae) durante la exploración en el 2011, reportado por Carlos De Gracia, vista de comparación entre un hombre adulto de aproximadamente 1.75 de estatura (A), Acercamiento de la parte posterior de la cola en roca madre (A.1), Muestra del diente de Physeteroidea MVUP-1722(Código de muestra dentro del museo de vertebrados de la universidad de Panamá) DVP-9912-5(Código de campo) Vigil &Laurito, 2014 (B).

Un estudio preliminar de la fauna de los otolitos integrada en la arenisca limosa colectados a lo largo de la playa del pueblo de Piña se piensa que este sitio fue depositado dentro de una profundidad estimada de 100 a 700 metros (De Gracia et al., 2012).

Más recientemente se extrajo un primer registro de cachalote para Panamá, inexistente hasta hace poco, que se dio a conocer con el hallazgo del *Odontoceto Physeteroidea*, cercano a la zona de la misma edad (Vigil & Laurito, 2014).

Generalidades de los Cetáceos

Los cetáceos (Brisson, 1762) son mamíferos marinos que en la actualidad habitan casi la totalidad del mundo en mares, lagos, ríos, etcétera; se dividen en tres subórdenes: una extinta y las otras dos existentes en la actualidad.

La familia de los odontocetos radió también durante el Oligoceno tardío en siete superfamilias. La relación y la cronología de los nexos filogenéticos que ocurrieron a esta diversidad a lo largo de las épocas y períodos (extinciones y orígenes), pero su registro fósil y sus orígenes están todavía por determinarse Ver Figura N°4.

Esta transición dejó pocos restos fósiles y muchas incertidumbres sobre el origen de los cetáceos actuales, los cuales parecen haberse originado de la familia Dorudontidae que, junto con la Basilosauridae, excluyen al Archaeoceti.

También se observa los cambios de la corriente Circumpolar Antártica. Estos cambios la asocian a una divergencia drástica en el modo de alimentación de estos organismos, lo que supone el origen de cambios morfológicos bastantes dispares para cada grupo, con atributos anatómicos propios y adaptaciones a un ambiente

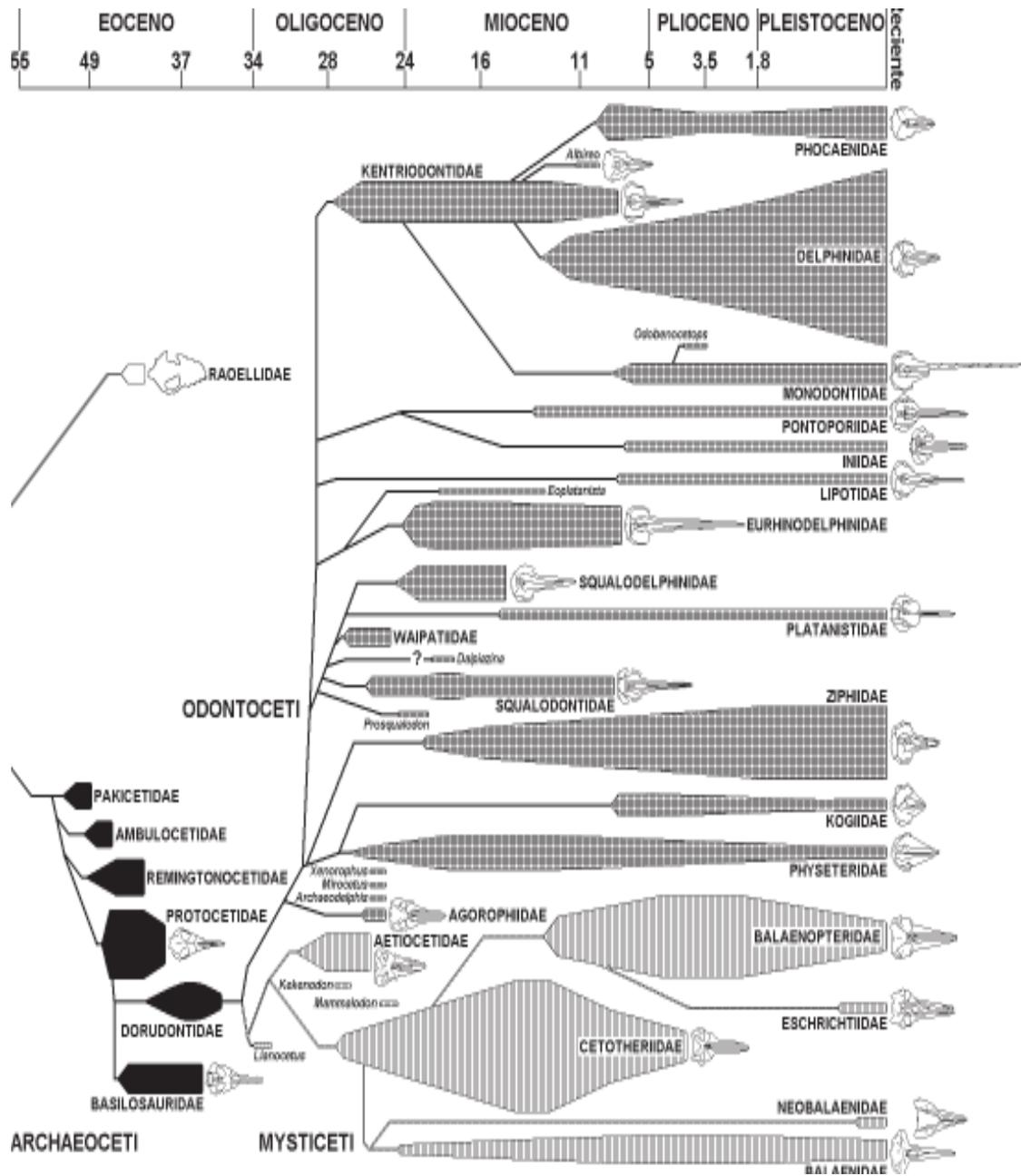


Figura N°5: Relación cronológica de la evolución de los cetáceos. El ancho de las ramas es proporcional al número de géneros y subórdenes de cetáceos en negro. Elaborado a partir de Fordyce (2002).

específico. Se observan esas características mencionadas con los cambios que han sufrido los cetáceos a lo largo de la evolución.

El primero es el suborden extinto de *Archeoceti* (Flower, 1883), que incluye tres familias y tres subfamilias, cuyo registro fósil solo se encuentra en el Eoceno (Barnes, 1994).

Los dos clados de odontocetos (*Odontoceti*) son nictófagos y los misticetos (*Mysticeti*) se alimentan de zooplancton, pequeños peces, y anfípodos bentónicos filtrándolos entre dos hileras de barbas queratina adherida al paladar. Los Odontocetos (cetáceos con dientes) tienen dientes de muy variadas formas y los espacios dentro de algunos miembros son características esenciales para identificar su forma de alimentación, también su cavidad nasal, juega un rol dentro de las características importantes para su clasificación actual.

Otros cambios óseos importantes en la evolución de los cetáceos son la desaparición de las extremidades posteriores, simultánea al crecimiento de las vértebras caudales, la transformación de las extremidades anteriores en aletas, la casi total desaparición del esternón, la fusión de las vértebras cervicales y la posición del cráneo en una postura por completo horizontal.

Los odontocetos incluye entre 13 y 14 familias y cuentan con alrededor de 75 a 77 especies vivas, entre las cuales tenemos: *Physeteridae*, *Kogiidae*, *Ziphiidae*, *Platanistidae*, *Delphinidae*, *Phocoenidae*, *Monodontidae*, *Iniidae*, *Pontoporiidae*, y *Lipotidae*. En sentido estricto, los *Odontoceti* comprenden el ancestro común más reciente de todas las especies vivas, además de todos los descendientes de ese ancestro.

El rostro es cóncavo y forma un espacio entre el extremo maxilar y el orificio nasal (Figura N°5) en donde se les ha desarrollado un órgano graso complejo, denominado melón, por el que se emiten sonidos de comunicación, aunque puede tener también funciones relacionadas con el buceo.

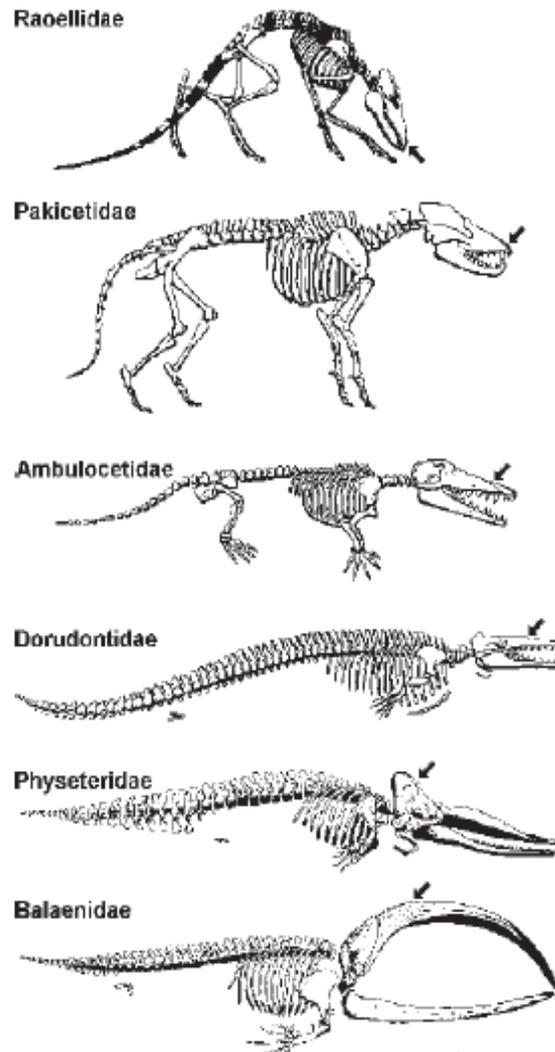


Figura N° 6: Esqueletos de *Indohyus* (Raoellidae) y varios cetáceos a través de su filogenia: *Pakicetus*, *Ambulocetus* y *Dorudon* (Archaeoceti), *Physeter* (Odontoceti) y *Balaena* (Mysticeti). La flecha indica la apertura nasal mostrando la evolución osteológica. Imagen de GONZÁLEZ, L. M. (2009).

Las familias actuales *Balaenidae* y *Neobalaenidae* se originaron de los cetotéridos en la transición Oligoceno-Mioceno y nunca fueron muy diversas. La familia *Balaenopteridae* se originó de los cetotéridos en el Mioceno medio diversificándose durante el Plioceno para luego reducir su diversidad durante el Pleistoceno, posiblemente en asociación con la diversificación de los delfines.

Los rostros muy largos han evolucionado más de una vez, actualmente, en los ríos, la evolución se ha dado al menos tres veces, hasta formarse en los cetáceos actuales: los platanístidos, el conjunto de ínidos, lipótidos y pontopóridos; y, por su lado, en los mares, el delfín Tucuxi, *Sotalia fluviatilis*. Con excepción del Mar Caspio, los cetáceos actualmente habitan toda la superficie marina del mundo, desde los trópicos hasta los polos. El género *Inia* que habita en los ríos Orinoco, Apuré (Venezuela), Ibaré (Bolivia), Magdalena, Guaviare, Guyabero (Colombia) y Negro, Amazonas (Brasil) (Pilleri & Gühr, 1977) tienen proximidades en común.

La evolución del *Inideae* está relacionada con los movimientos tectónicos de la Cordillera de los Andes (Grabert, 1983) y su registro fósil se halla a partir del Mioceno tardío en Argentina, Brasil y Venezuela. La fórmula craneal, dentaria, hematológica diverge entre todo los inides existentes de América del Sur, su avistamiento es muy variado dependiendo de la zona donde habita. (Pilleri, 1969a).

JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Colón específicamente en Costa Abajo en el pueblo de Piña, en agosto del 2011 fueron ubicados los restos fosilizados de un delfín de río, que se presume extinto. En la actualidad es el primer registro de estos cetáceos fósiles en Panamá, de hecho, los ejemplares de fósiles de delfines son muy raros y sólo unos cuantos han sido encontrados en el mundo.

Piña se ha convertido en el epicentro de restos fosilizados de cetáceos, entre ellos ballenas y delfines. Estos fósiles son tan especiales que presumen el inicio de una nueva hipótesis sobre como Panamá pudo ser un canal natural de paso desde épocas antiguas en el Continente Americano.

Es por esta razón que este estudio comparativo del delfín fósil panameño contribuye a futuros estudios de cetáceos existentes en el istmo panameño

HIPÓTESIS

Si la Formación Chagres estaba relacionada con las posibles invasiones del río Amazonas, con parte de la familia Iniidae durante el surgimiento del istmo panameño, entonces este estudio comparativo contribuye a la importancia del surgimiento del istmo panameño.

}

OBJETIVOS:

Objetivos generales.

- Conocer el protocolo de extracción, limpieza, consolidación y restauración de material óseo fósil.

Objetivos específicos.

- Comparar las características del cráneo, mandíbula, escapula y carpos con las otras piezas (muestras) existentes dentro del Museo de Historia Natural del Smithsonian, Washington D.C.
- Interpretar la distribución de este género en América del sur y la afectación por el surgimiento del istmo panameño y el cambio climático.

METODOLOGÍA

Localidad de muestra.

La Formación Chagres se localiza en el Distrito de Chagres, Corregimiento de Piña, Costa Abajo, Provincia de Colón. Los mapas topográficos a escala 1:50 000 publicados por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, y el mapa Geológico de Panamá escala 1:250 000 fueron consultados y utilizados como referencia (Ver anexos N°1 al 3) Además, se revisó el catastro minero (mapa de las concesiones mineras) de la Dirección Nacional de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industrias.

Los trabajos geológicos de campo fueron de reconocimiento en el 2010 (Ver Anexos N°4 al 5). En ese momento se efectuó un estudio detallado de la litología, con un programa de muestreo sistemático que fue sugerido por los geólogos de la autoridad del canal y profesores de la escuela de geografía de la Universidad de Panamá (Cuadro N°3).

Desde el punto de vista de la localización, las piezas óseas encontradas en agosto del 2010 estaban aproximadamente a unos 17 km de la otrora Zona del Canal (Figura N°7). La posición geográfica del hallazgo está en las coordenadas (UTM) 09 16 55.47 N, 080 2 50.45 W.).

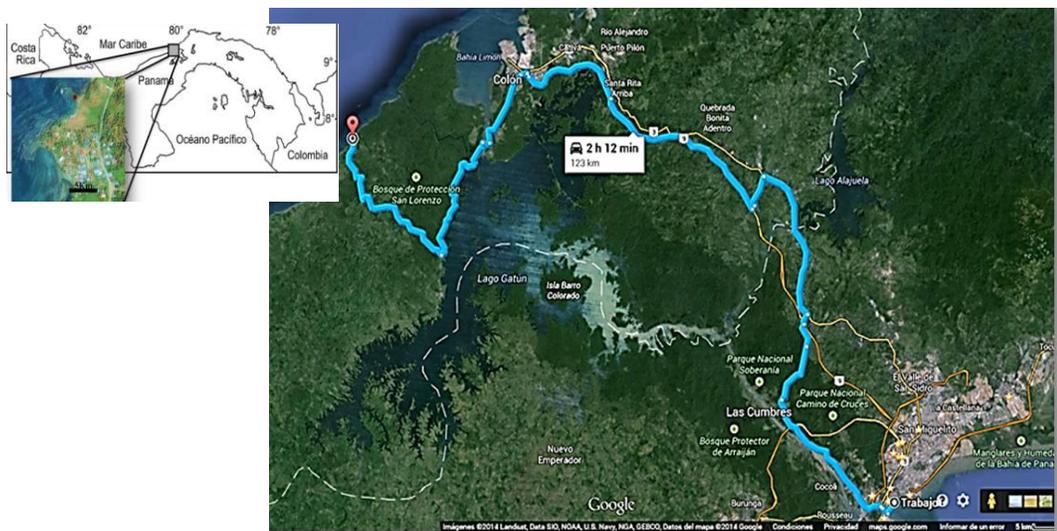
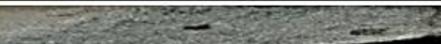
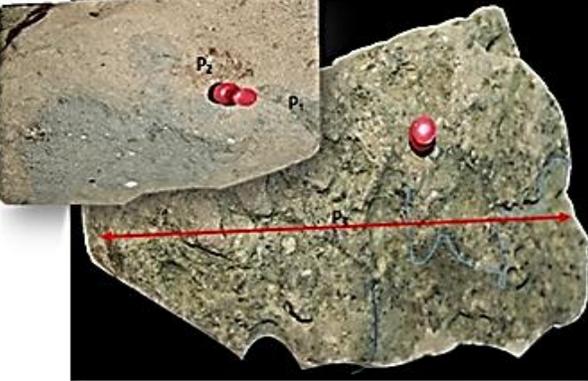


Figura N°7: Ruta terrestre, hacia el punto de hallazgo en el pueblo de Piña, Colón. Información de GoogleMaps.

Cuadro N°3: Descripción de las rocas colectadas en la zona de trabajo futuro.

Descripción de rocas en área de estudio			
Puntos.	Tierra (T)	Central (C)	Punta (P)
Nombre de la roca	Arenisca (Arena fina)	Arenisca	Arenisca
Formación	Chagres	Chagres	Chagres
Dureza.	RH ₁	RH ₂	RH ₁
Meteorización a roca sana	Débil moderado	Débil, más contenido de roca sana.	Débil y parte de roca sana
Textura.	Clástica (Fino-Medio)	Clástica (Fino-Medio)	Clástica (Fino-Medio)
Tamaños de cristales y forma.	Cristales Sub angulares a Sub redondeados.	Cristales Sub angulares a Sub redondeados.	Cristales Sub angulares a Sub redondeados.
Color	Light Brown yellow/ Marrón claro, amarillo	Medium grey, dark/ Gris-claro, oscuro	Light Brown, light grey, Weak light yellow/ Marrón claro, gris claro a Amarillo muy claro.
Visualización de color			
Otras características internas y externas.	No es roca calcárea. Con el HCl- 0.5M (Solo reacción rápida con resto de conchas y otolitos). Parcial restos de concha fósiles y otolitos.	Evidencia de bioturbación, presenta reacción en pequeños fragmentos de conchas fósil. En el exterior presencia de capa de algas, coral evidenciando un mini habita en la zona de extracción.	Reacción en partes al HCl. Contiene oquedades, debido a la abrasión de las olas. En la parte interna, se observa evidencia de avances de organismos en el fondo (bioturbación), igualmente dispersión de conchas.
Imagen			

Descrito por:
Geólogo, Roberto Miranda
 Unidad de geología de la Autoridad del Canal de Panamá, 2014.

Revisado por:
Ingeniero geólogo, Eric A. Chichaco R.
 Instituto de Geociencias – Universidad de Panamá, 2014.

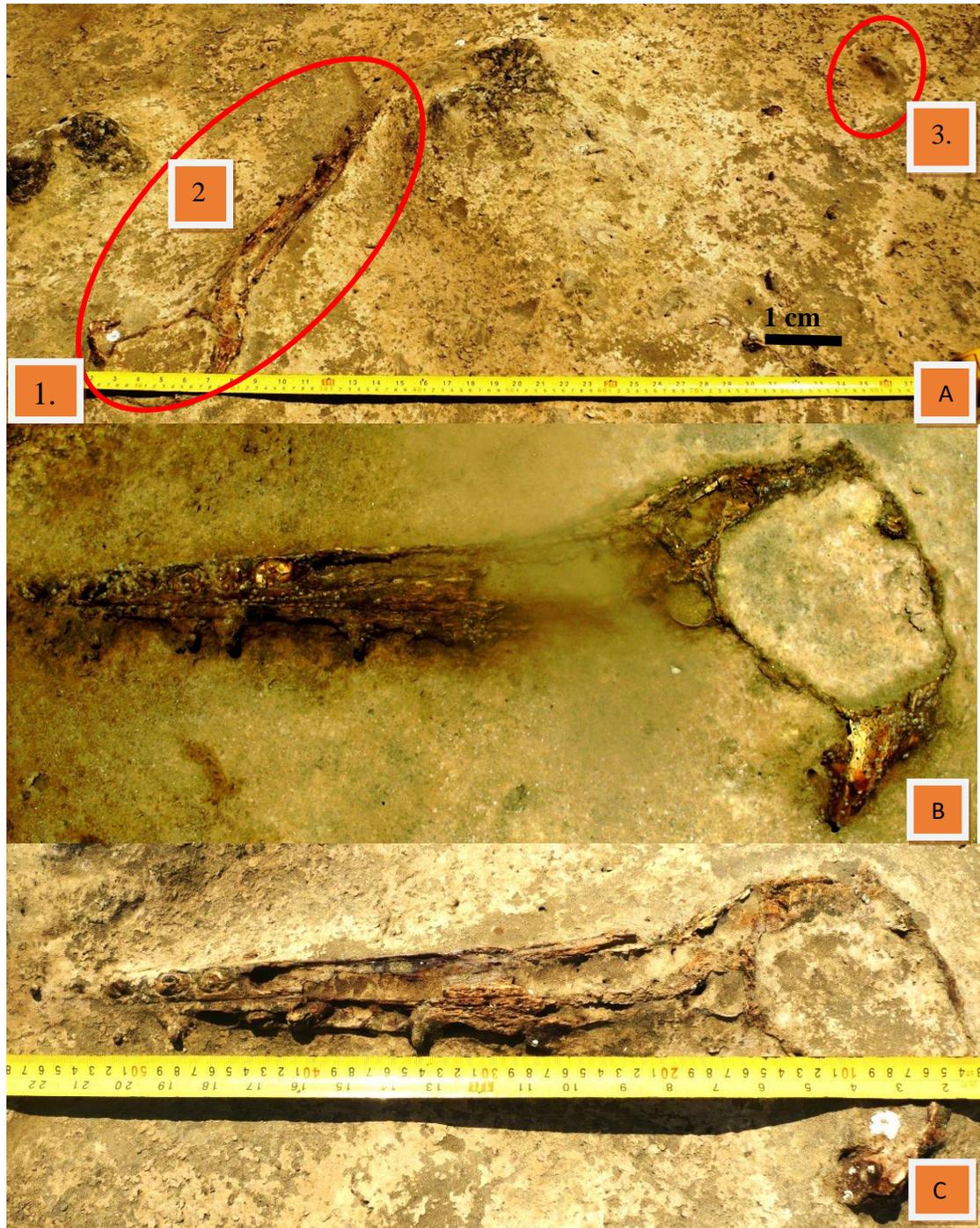


Figura N°8: Foto de la pieza en el 2010 y 2011 en situ. Distribución de piezas fósiles in situ. 1. Panorámica, 2. Cráneo, 3. Escapula y piezas desconocidas (A.), Fotografía del 2010 (B.), Fotografía inspección 2011 (C.).

Extracción y colecta

Este cráneo, mandíbula y partes poscraneales se encontraron cerca de un área muy influenciado por las acciones naturales y las actividades humanas, lo cual produjo grandes cambios de erosión de la pieza óseas (Figura N°8). Se realizaron tres visitas que permitieron observar con mayor detalle los daños de la explosión superficial, sin embargo, estas visitas se dieron en momentos especiales, dado que esa zona en particular estaba durante la marea más baja.

Esto se presenta dos a tres ocasiones por año, lo cual ha puesto en evidencia que cada vez más superficie de la formación geológica de Chagres permanece mayormente sumergida en el agua, aflorando detalles de estos restos que por el momento solo se sospechaba que eran de un vertebrado.

El espécimen tipo de este nuevo taxón se descubrió inicialmente en un afloramiento de la zona intermareal de la Formación Chagres, con poca frecuencia de mareas bajas en la localidad tipo, lo que creó una ventana de tiempo estrecha para excavar el espécimen el 18 de junio de 2011, con la asistencia del personal STRI. Después de exportar el espécimen bajo los permisos del Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá (número MICI DNRM-MC-074-11) al Museo Nacional de Historia Natural (NMNH) del Smithsonian en Washington, DC, USA (Figura N°9 Colecta/ Figura N°10 Documento, piezas).

El espécimen se preparó con herramientas mecánicas y se consolidó utilizando técnicas estándar de preparación de vertebrados fósiles Steven Jabo, Peter Kroehler y esta servidora en el Laboratorio de Preparación de Paleontología de Vertebrados en el Departamento de Paleobiología en NMNH, fueron sometidas a la reconstrucción, limpieza, curación y preservación con métodos adecuados como químicos que degradan, ablandan el sedimento que rodea el hueso fosilizado (Romer, 1966).



1



2



3



4



5



6.

Figura N°9: Procedimiento de extracción. 1/2 Excavación alrededor de muestra principal, 3. Colocación de papel protector en fósil, 4/5 Colocación de plaster, 6. Extracción de muestra principal.



Figura N°10: Transporte de Piezas extraídas. A. Permiso de exportación
 B. Código de caja C. embalaje y anotaciones de campo.



Figura N°11: Herramientas de campo y laboratorio, utilizados durante el proceso de extracción, limpieza y consolidación de muestras fósiles. Descripción de izquierda a derecha. Cierra, punzones de diferente grosor (A), Llave inglesa, cegueta y llave Stilson (B), polímero+acetona, polibinil+butabar+acetona (C), Punzones de diferentes calibre, herramientas orales y espátula (D), Pico geológico (E) y brochas de diferentes tamaño y dureza de serdas(F).

Cuadro N°4: Fijadores más comunes utilizado durante la colecta y restauración de la muestra fósil.

<i>Fijadores comunes para fósiles</i>		
<i>Goma o resina</i>	<i>Adhesivo</i>	<i>Consolidante</i>
<i>Butvar B76</i>	No se usa como adhesivo.	2% a 10% (gramos/ml) en acetona o etanol
<i>Butvar B98</i>	No se usa como adhesivo.	2% a 10% (gramos / ml) en etanol.
<i>McGee (antes Vinac) B-15</i>	alrededor del 30% (gramos / ml)	Varía de aproximadamente 1,5% a 9% (gramos / ml) en disolvente. O prepare una solución al 16% para diluir según sea necesario.
<i>Paraloide B-72*</i>	20-30% (gramos / ml) en acetona o acetona: etanol 1: 1 hasta 50% (gramos / gramos)	rango de alrededor de 2% a alrededor de 10% (gramos / ml) en acetona o etanol. O prepare una solución madre al 15% para diluir según sea necesario.
<i>Paraloide B-48N</i>	50% (gramos / ml) en acetona	Generalmente no se usa como consolidante.
<i>Primal / Rhoplex WS24</i>	generalmente no se usa como adhesivo	entre dos y cinco partes de WS24 por una parte de agua

*utilizado en muestra USNM PAL-546125.

Fuente: American Museum of Natural History and The Paleontology portal (<http://preparation.paleo.amnh.org/>).

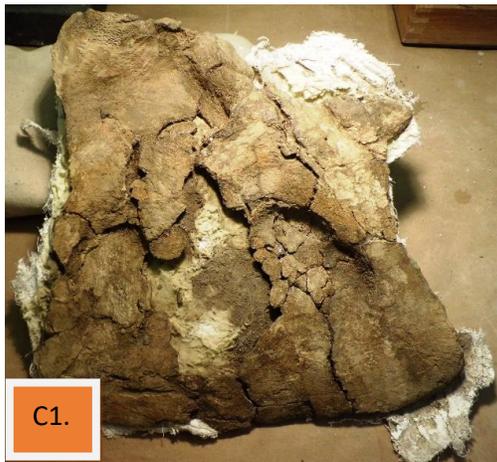


Figura N°13: Pieza fósil de entrenamiento. *Cetotheres* escápula, Zona 14B Latera, Whitmore, Wakefield, Va, Fecha de colecta: 23-3-1972. Apertura y limpieza general (A), Limpieza (B/B1)., Consolidación y armado (C/C1), Resultado final (D.)

Con el Jackes, es una camisa de gasa con yeso médico, se procedió a cortar cuidadosamente con ayuda de una cortadora eléctrica manual, para así retirar la tapa protectora, se procedió a observar cuidadosamente con el fin localizar fisuras, las cuales se consolidaron inmediatamente usando soluciones de polivinilo. (Figura N°12-14, Muestras cortadas y curado).

Durante es análisis de las piezas fue necesario retirar totalmente la matriz rocosa, la cual se utiliza dos principales métodos el mecánico y químico. Los productos seleccionados para la limpieza fue una amplia carta de soluciones para así determinara que disolvente era el más adecuado (Masschelein- Kleiner, 1981),

En el caso de la consolidación se debió tener en cuenta factores tales como la penetración, contracción, compatibilidad, reversibilidad, coloración, brillo, etc. (Laborde, 1986).

Después se procedió la limpieza mecánica, que consta del uso de brocha de pelo fino, bisturí, punzones, escarpelo y vibroincisores. En la cual las herramientas más eficaces fueron: Airscribe, un artefacto en forma de lápiz que funciona, al igual que el Sandblaster, con aire comprimido, pero a diferencia de éste, el aire hace vibrar una punta metálica; la vibración destruye la roca circundante al fósil. Se observa con detalle las figura n°14.

En la Restauración se utilizó material plástico con base de polivinilo solubles en acetona o alcohol, como el Butvar-76 (polivinilbutiral), el cual es preferido hace cuarenta años por varios museos alrededor del mundo (Converse, 1994). Cuadro N°4: Fijadores.

La resina epóxicas y las maderas plásticas son usadas principalmente como sustancias adhesivas y se aplican cuando se requiere una fuerte unión entre dos piezas o para rellenar grandes espacios entre los huesos a través de estos procesos se recuperó no solo el fósil si no también datos paleontológicos sobre este animal, su biología y geología que influido en la conservación (Pavia, 2013).

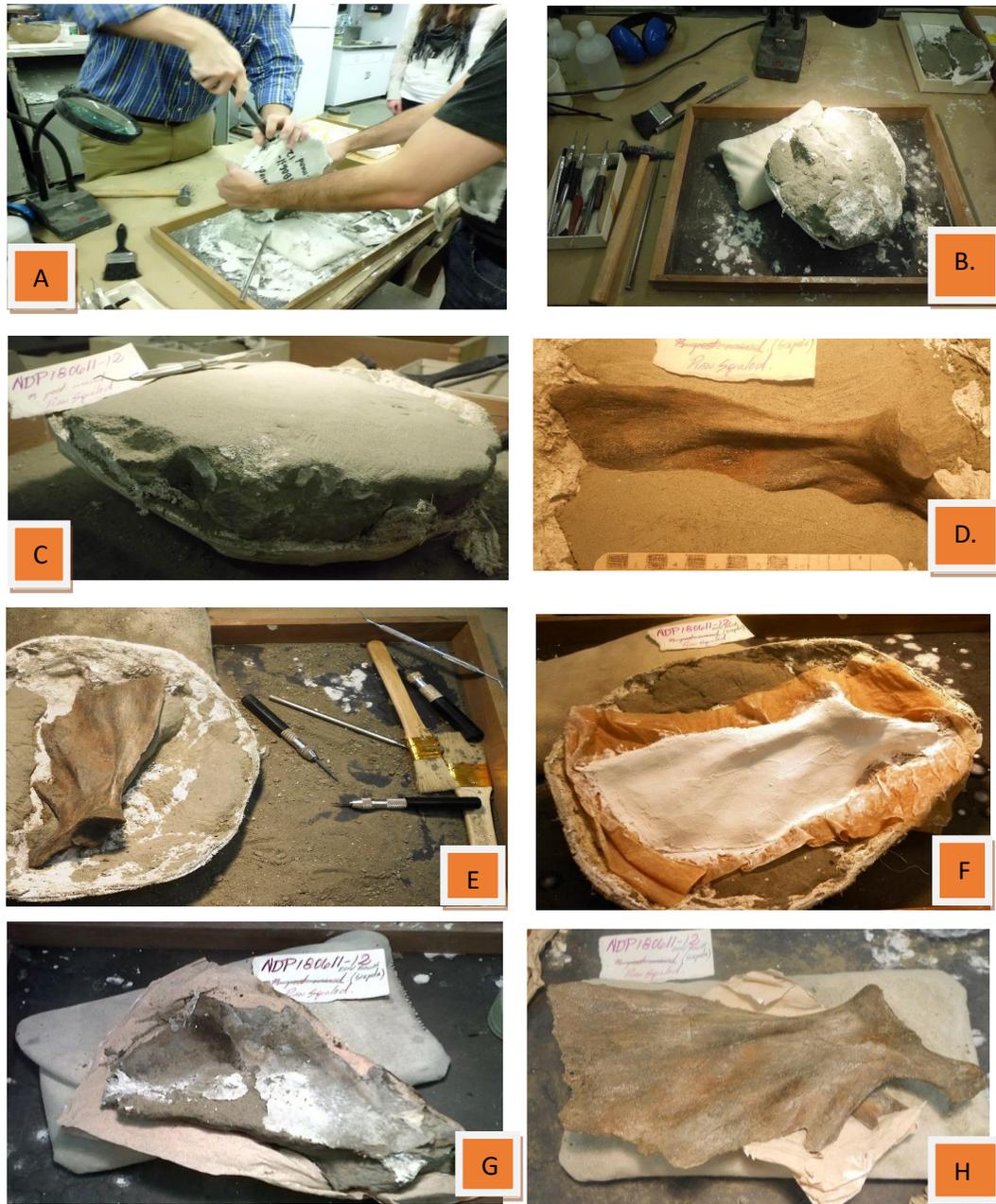


Figura N°14: Apertura del Bulto pequeño, paso a paso hasta logran una pieza consolidada y sin roca madre, USNMPAL-546125. Apertura con tierra craneal (A), característica interna de muestra desconocida (B), Superficie expuesta después de primera capa (C), Exposición de Escapula con roca madre (D), Escapula sin resto de roca madre con útiles de raspado (E), Escapula cubierta con plaste, para estabilizarla (F), segunda fase de limpieza de escapula (G), Resultado final de ambos lados con pequeña manga de plaste (H).



Figura N°15: Apertura del bulto grande DVP-180611-11(USNMPAL-546125) Vista general de progreso y restauración. Aspirado de sedimento basura en apertura (A), superficie inicial antes de limpieza(B), airscib grueso con escombros iniciales(C), exposición de mandíbula y parte de segunda pieza ósea desconocida(D), Recubrimiento de plaste a pieza craneal y parte mandibular(E), separación de piezas craneales para limpieza secundaria (F).

Métodos reconstrucción:

La ilustración científica como todo buen trabajo de diseño lleva consigo un método lógico y dedicado que a primera vista no se ve, para los ilustradores profesionales este proceso puede llegar a ser tan estructurado (textura, color, dimensiones, etc.) como cualquier otro proyecto.

En el proceso la documentación es ideal desplazarse al lugar donde se encuentra el elemento a ilustrar y tomar fotografías. En caso de que lo anterior no sea posible, otra alternativa sería consultar en fuentes como internet, libros, revistas especializadas, etc., en donde se pueda obtener suficiente información (teórica y visual) de dimensiones, contexto, y otras características que nos recreen una idea de las condiciones en las que normalmente se encontraría el material a reproducir.

Una vez obtenidos todos los datos, se debe comenzar el bocetaje. En este paso suele emplearse lápiz y papel para probar texturas, perspectivas y proporciones. También debe tenerse en cuenta el espacio compositivo, es decir, el área de trabajo que va a estar destinada para ubicar la ilustración (Figura N°16)

Por lo general, la ilustración científica se emplea para complementar información dentro de proyectos editoriales (artículos científicos, infografías, libros de texto, etc.), por ello es fundamental que el ilustrador o artista sepa con qué área cuenta para trabajar y de esta forma pueda decidir, cuál sería la mejor manera de integrar la ilustración al resto de la composición, ver anexo N°9: bosquejos de mandíbula con mediciones. Cuando se define la técnica, hay ilustradores que aun emplean técnicas tradicionales, donde se emplea lápiz para hacer los primeros bosquejos.

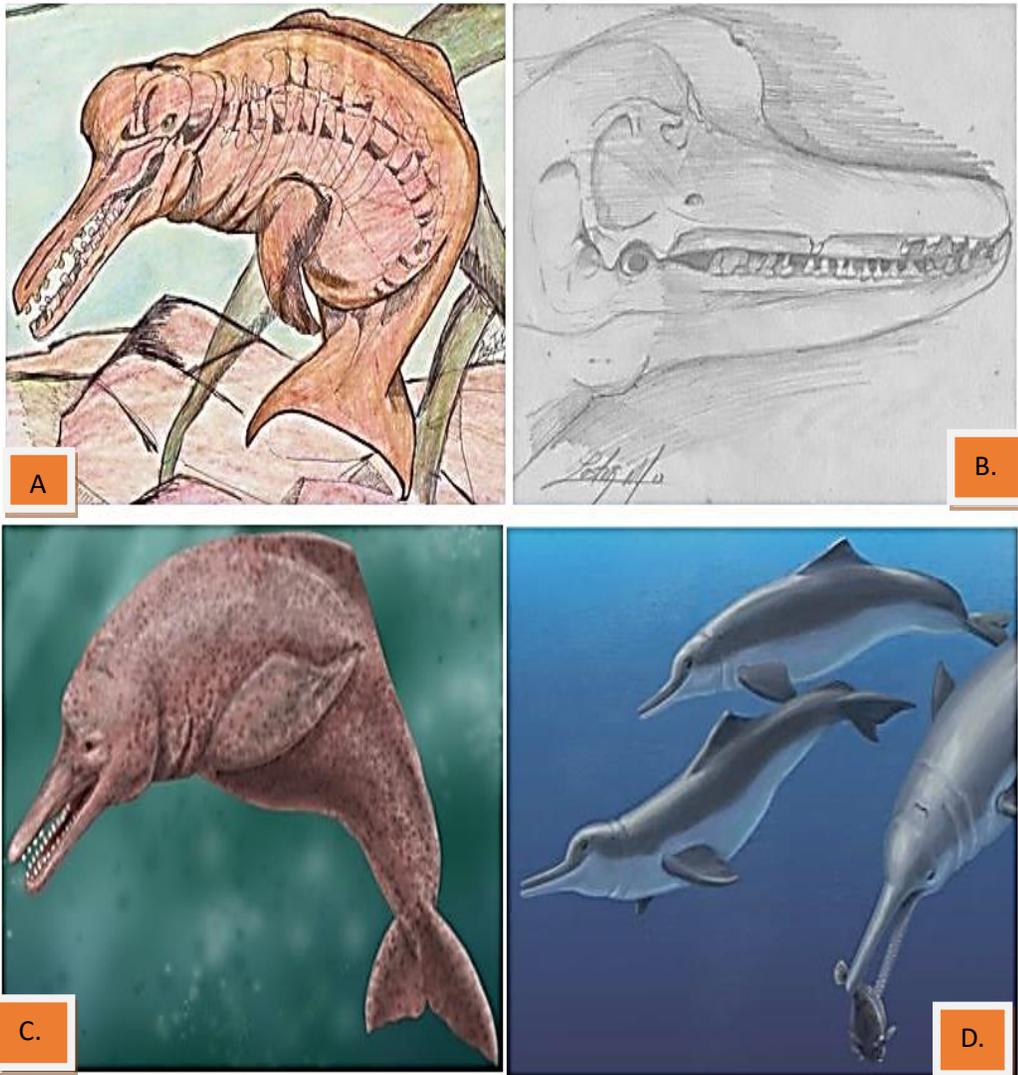


Figura N°16: Reconstrucción artística en diferentes perspectivas de ilustradores. Artista plástico panameño, Jerry Mendez (A/B), Ilustradora científica Israelita, Maayan Harel (C), Ilustradora biológica y medica Dra. Julia Molnar.

Se utilizaron dos métodos: la tomografía computarizada (CT) y la impresión tridimensional (3D). La tomografía computada, técnica de diagnóstico utilizada en medicina, permite generar una imagen en la que se observan detalladamente la estructura interna de un fósil, como p. ej., cavidades y conductos. Esta técnica permite descubrir la anatomía interna de algunos fósiles, evitando hacer cortes que dañen el material (Figura N°17).

El Emotion 6 escáner, CT Siemens SOMATOM, es la configuración de 6 cortes de la línea Siemens Somatom, de extendido uso por su efectividad. Este modelo es perfecto para los procedimientos de exploración de rutina, con altas velocidades de procesamiento y características fáciles de operar. Este es el escáner de 6 cortes existentes con mayor potencia y velocidad.

Debe tomarse en cuenta que la magnificación postre construcción no tendrá efecto sobre la resolución de la imagen. La mayoría de los sistemas hace posible la presentación de un juego de imágenes en un plano por vez (transversal, coronal y sagital) o los tres planos simultáneamente donde se puede colocar un cursor en una parte de la imagen y conseguir la imagen de intersección en los otros planos automáticamente ver imagen N°24. Este tipo de presentación es muy adecuado para ubicar una estructura en los tres planos del espacio.

Se empleo escaneo de superficie con láser (es decir, escáner de brazo láser) para capturar datos 3D, pero los problemas de la línea de visión con características morfológicas sobresalientes, y la complejidad geométrica del espécimen tipo, impidieron una captura completa de la geometría de la superficie. Como resultado, optamos por utilizar los modelos 3D del cráneo, las mandíbulas y la escápula generados a partir de los datos de TC, ya que este método proporcionó una captura completa de la morfología externa e interna.

Los conjuntos de datos de modelos de superficie en 3D resultantes, procesados a partir de las tomografías computadas, la precisión submilimétrica proporcionada y los archivos de resolución completa, pueden descargarse en el navegador de acceso abierto Smithsonian X 3D (<http://3d.si.edu>).

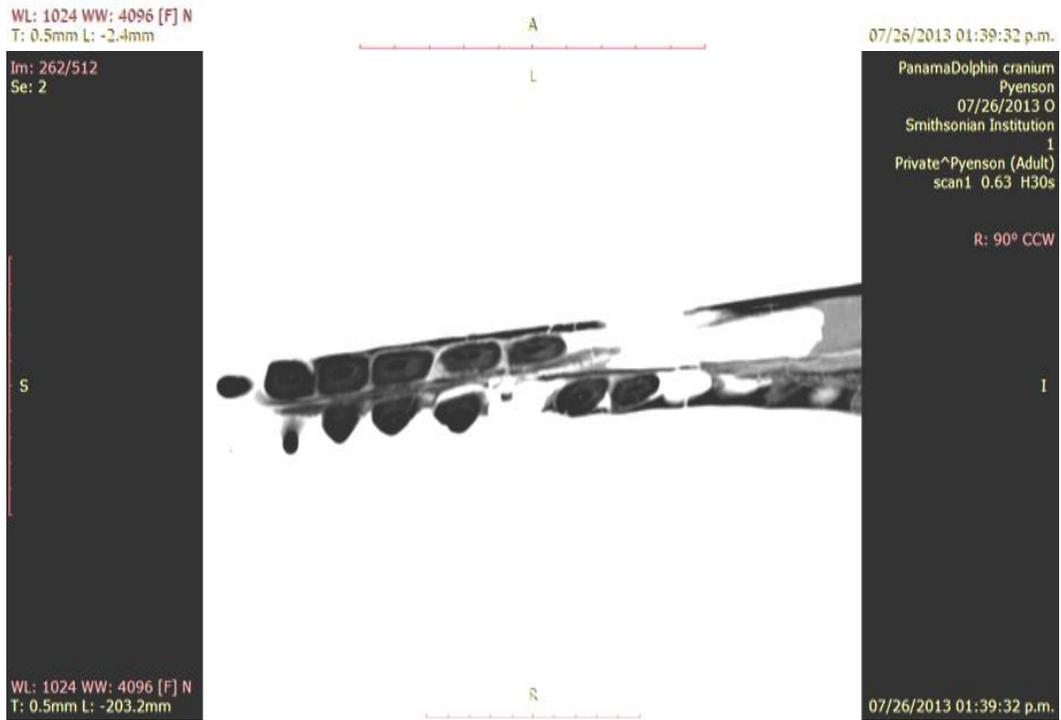


Figura N°17: Imágenes generales de Tomografía computarizada de la mandíbula inferior del Delfín fósil panameño (USNMPAL-546125).

Medidas anatómicas y características

Las medidas tomadas de las muestras óseas de cetáceos acuáticos en los depósitos del museo de historia natural localizado en merilan, EE.UU, se tomaron fotografías de estas que se observan en los anexos anexos del 14-25 y estas medidas se hicieron basándose en la metodología descrita por Perrin (1975).

Los huesos y estructuras anatómicas están señaladas de acuerdo a las siguientes abreviaturas: Aon, hendidura preorbital; Boc, basioccipital; Bs, basiesfenoides; C. oc, cóndilo occipital; Fo., foramen; Fr, frontal; Gl, fosa glenoide; La, lagrimal; Max, maxila; Na, nasales; Nar, narina; Pa, parietal; Pmx, premaxila; Poc, paraoccipital; Pr., proceso; Pro, preorbital; Psor, postorbital; Pt, Pterigoides; Pt(ML), Lámina media del pterigoides; Pts, fosa para el seno pterigoideo; Soc, supraoccipital; Sor, supraorbital; Vo, vómer; Zyg, zigomático. Ver figuras N°17,18,19 y 20. Donde se muestra los detalles anatómicos observados.

Especímenes de referencia:

- *Inia geoffrensis* USNM 395415(Venezuela), **49582** (Brasil), **239663*** (Brasil), **239667***(Brasil), SAL86-14(Perú).
- *Pontoporia blainvillei* USNM 482727**(Uruguay), **550603***(Uruguay), **550597***(Uruguay).
- *Platanista gangética* USNM 172409(India). 482771**(India).
- *Lipotes vexillifer* USNM 218293.

Nota: Acceso a colección virtual: <https://collections.nmnh.si.edu/search/mammals/>

* numeración en negrita y asterisco, presentaron malformaciones óseas.

** Link: <https://www.phenome10k.org/scans/>

Se diferenciaron características básicas entre los cráneos y mandíbula, con observaciones de malformaciones existentes, ver cuadro n°5, mediciones morfológicas generales de algunas muestras físicas. La madurez de un individuo puede estimarse con base en el grado de fusión de los elementos óseos craneales (Perrin, 1975; en Rommel y Reynolds, 2002).

RESULTADOS

Paleontología sistemática

Cetacea

Odontoceti, 1867

Platanistoidea

Iniidae

Inia

La Muestra de Mamífero acuático fósil, holotipo USNMPAL- 546125(Delfín panameño de río) consiste en un cráneo incompleto, mandíbula incompleta, dos piezas de la aleta (Carpó), la escápula derecha incompleta, fueron las piezas recuperadas en el 2011.

En septiembre 2012, se recuperó en el mismo punto de muestreo inicial, dos pequeños bultos, DVP-092112-0 (Bula) y DVP-092112-1 (Estilohioideo), que se identificó bajo la familia Iniidae por lo cual estos dos fragmentos óseos están depositados en el museo de vertebrados de la universidad de Panamá.

Formación. Piña, Facies de la Formación Chagres.

Años. Los microfósiles colocan la Formación Chagres en la zona nano fósil calcárea NN11 y en las zonas foraminíferas planctónicas M13b-M14, lo que sugiere un rango de edad entre 8,52 a 5,57 Millón (Collins et al., 1996).

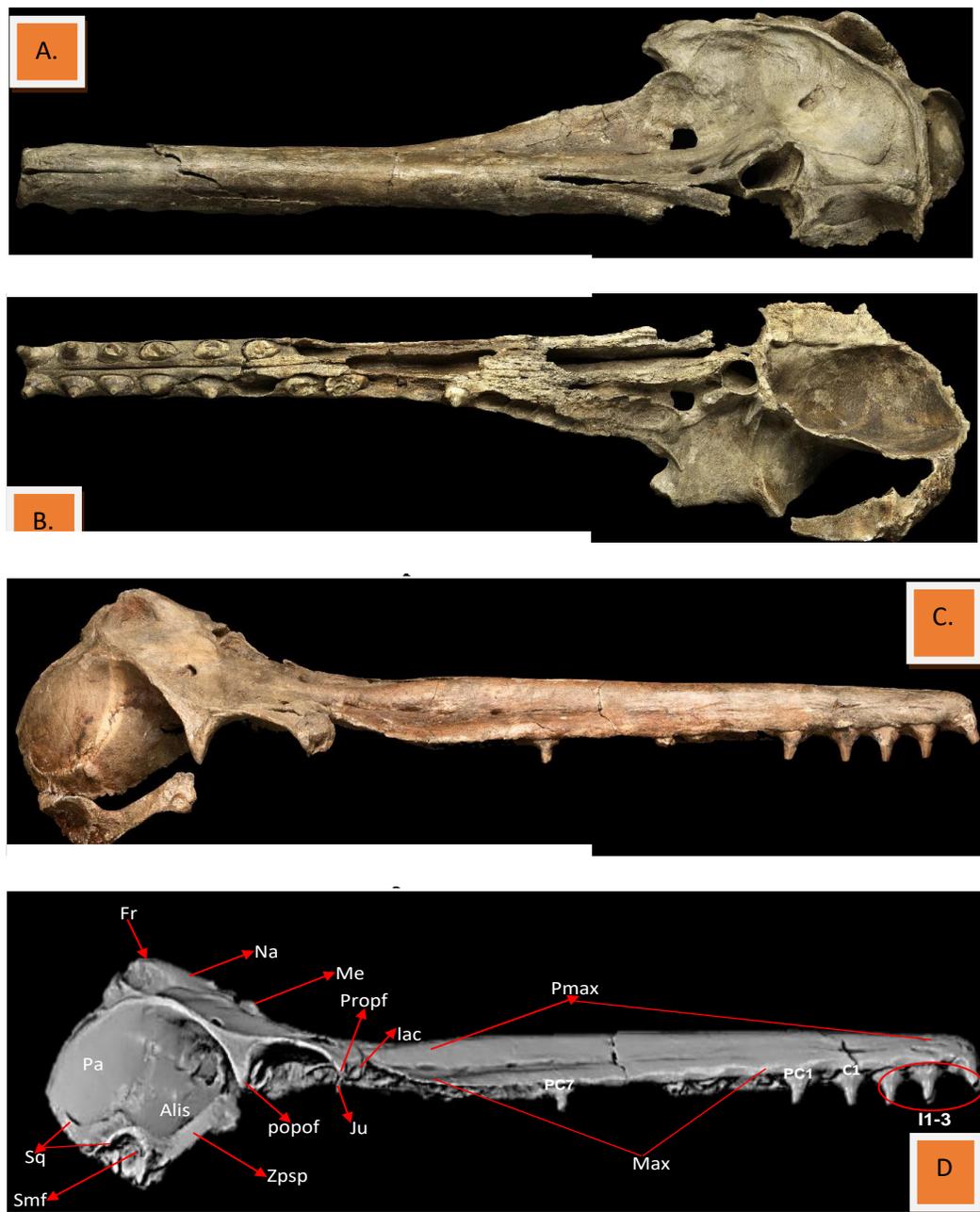


Figura N°18: Imágenes de tomografía computarizada (CT) USNMPAL-546125. Vista del cráneo del Delfín fósil panameño en posición dorsal (A), Vista del cráneo del Delfín fósil panameño en posición ventral (B), Vista del cráneo en posición lateral (C) e imagen en 3D con abreviaciones (D).

En su aspecto dorsal, el lado izquierdo está muy erosionado a lo largo de su superficie ventral y el basicráneo está ausente, excepto por una pequeña porción del parietal derecho y el alisfenoide derecho, la mayor parte del aspecto dorsal del supraoccipital, incluidas las porciones pequeñas que se articulan con el vértice y las crestas nugal y sigmoideal. Por lo tanto el cráneo está dominado por el rostro, aproximadamente el 85% de la longitud del cráneo preservado de la cual su longitud media de 535.0.mm. Ver figuras N° 19 y 21.

La mayoría de los molares superiores están ausentes en el cráneo con la excepción de los dientes anteriores algunos de los cuales están completos; Los otros dientes posteriores están incompletos mientras que se recuperaron tres dientes separados de la cantera local. A pesar de la fuerte erosión que eliminó la mayor parte del lado izquierdo de este cráneo se conservaron suficientes detalles anatómicos en el lado derecho del cráneo y a lo largo del esqueleto para proporcionar información morfológica.

Tanto la mandíbula derecha como la izquierda se conservan intactas y se articulan a través de la Articulación maxilar, la longitud de la sínfisis mandibular (493.7mm) es aproximadamente el 43% de la longitud total de la mandíbula., poseen casi todos los dientes inferiores originales; Faltando un incisivo inferior. Los maxilares derecho e izquierdo tienen 18 dientes mandibulares respectivamente, aunque el grado de remodelado óseo posterior del PC13 izquierdo permite suponer que 18 dientes es el número máximo posible de dientes ver anexo N° 10.

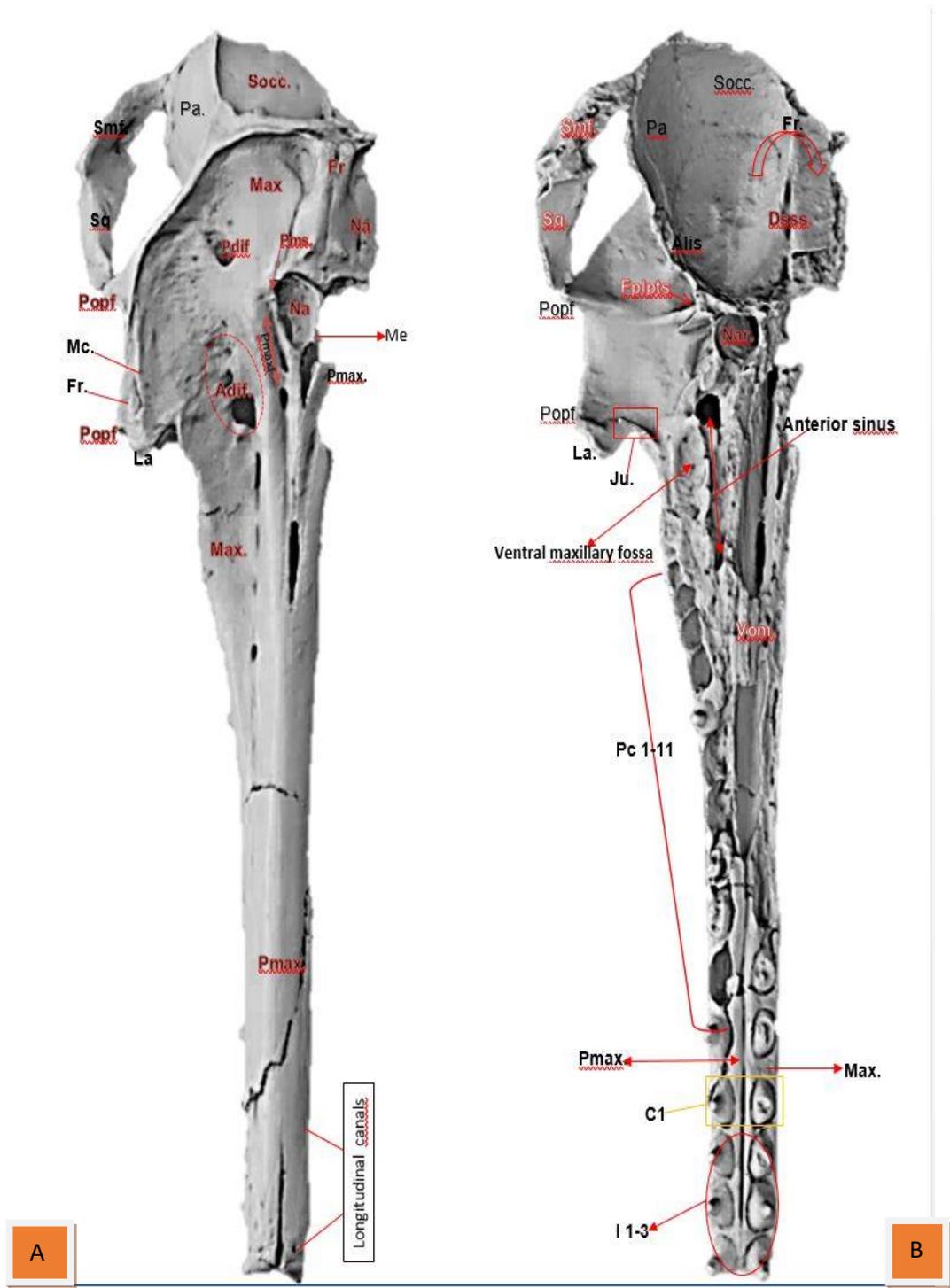


Figura N°19: Imágenes del cráneo, generadas por el escaneo en 3D de las piezas USNMPAL-546125. Cráneo. Vista dorsal A. Vista ventral B.

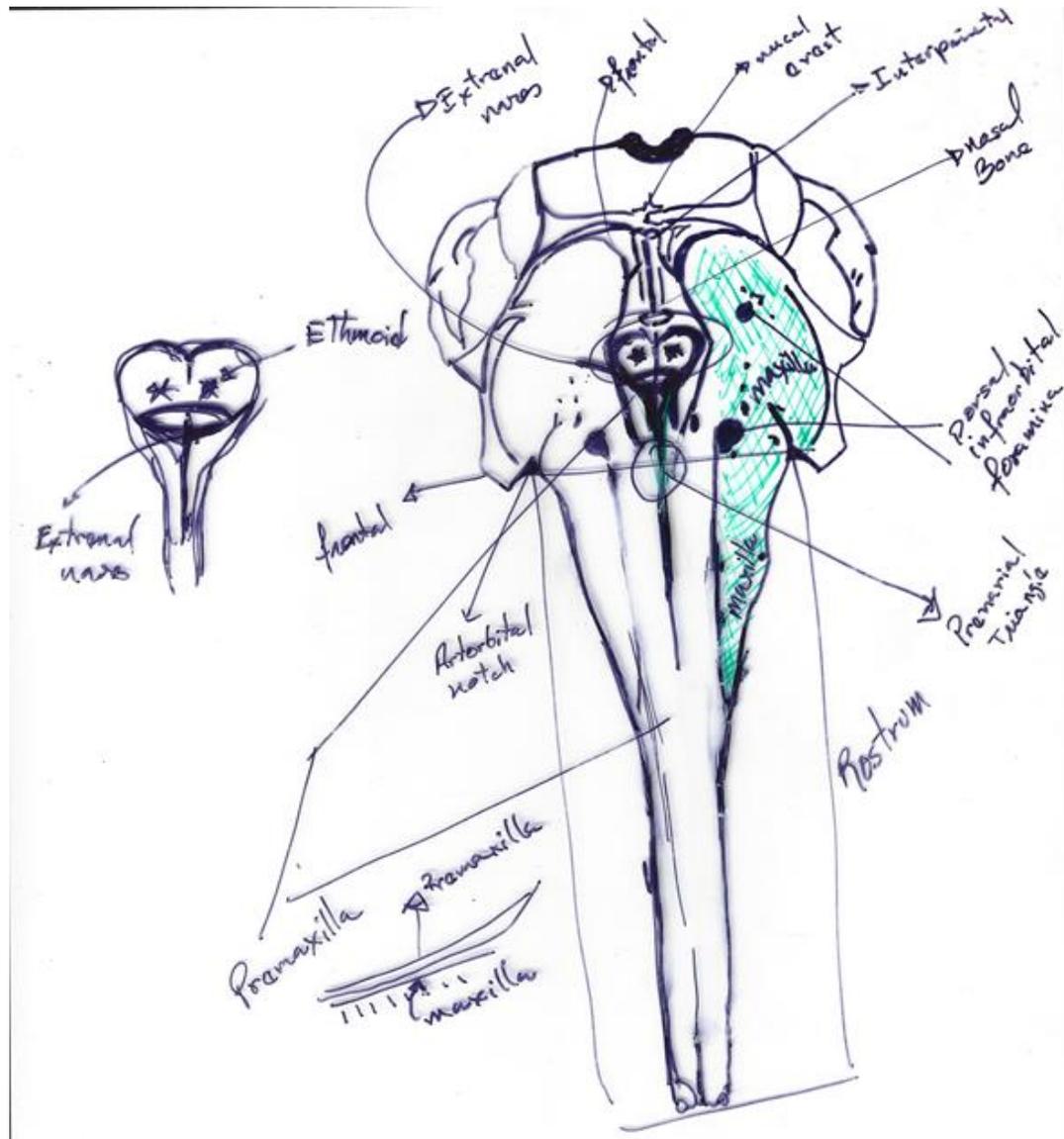


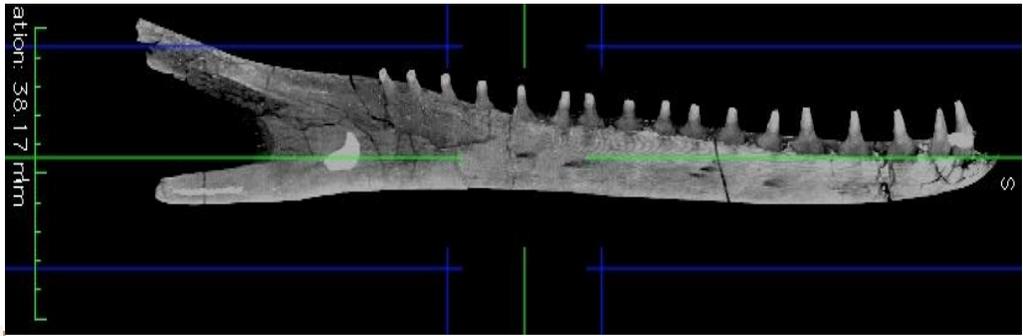
Figura N°20: Descripción de huesos craneales, adaptación de parte faltante del cráneo. Fordyce, 2002.

Los márgenes posteriores están incompletos para ambos lados de la mandíbula, y el proceso angular izquierdo aparece intacto y hay una débil sugerencia de la estructura osteológica donde habría estado el cóndilo articular izquierdo. Falta el cóndilo articular derecho.

La mayoría de las mandíbulas están bien conservadas, aunque gran parte de la ventana acústica correcta está degradada por la erosión. En la vista anterior y en las vistas posteriores, las mandíbulas muestran una ligera asimetría en las direcciones relativas de las ramas mandibulares generales, con la rama derecha extendida lateral y ligeramente ventral con respecto a la izquierda.

Ver Figura N°22, la mandíbula superior consta de 15 dientes de cada lado contados por los alvéolos de los dientes frontales menos completo que los molares inferiores. Se conservaron en sus cavidades 6 a la izquierda y 8 a la derecha. De estos dientes intactos el lado derecho retiene solo 2 coronas distales mientras que los dientes restantes retienen solo la raíz que puede fracturarse en la raíz posiblemente más tarde. Ver Figura N°25 Diagrama de la anatomía dental de un crustáceo.

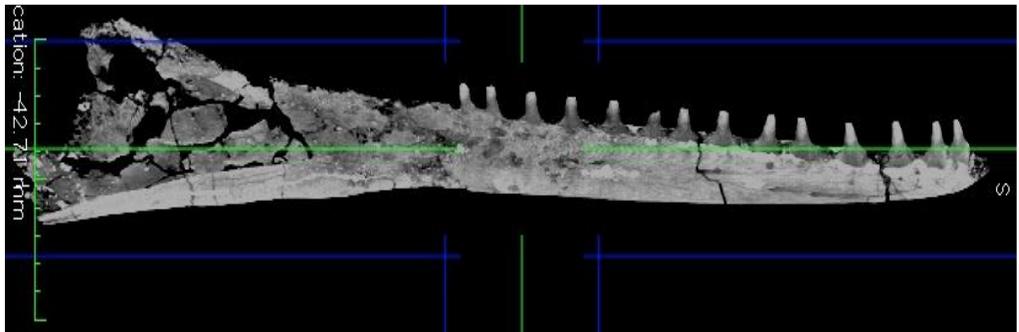
Las raíces posteriores de los dientes superiores son de forma ligeramente rugosa con las cavidades pulpares cerradas distalmente. La porción expuesta de la raíz de la raíz al nivel del margen alveolar se estrecha considerablemente hacia la raíz la corona se encuentra más o menos en el centro de la raíz con la excepción de la mayoría de los pares de incisivos superiores que están ligeramente reclinados. El límite de cemento o esmalte entre la raíz y la corona es claro y nítido para los dientes superiores e inferiores.



A



B



C

Figura N°21: Imágenes de tomografía computarizada (CT) y fotografía, mandíbula superior. Lateral derecho mandibular (A.), Mandíbula completa y parte reconstruidas (B.) y Lateral izquierdo mandibular (C.) USNMPAL-546125.

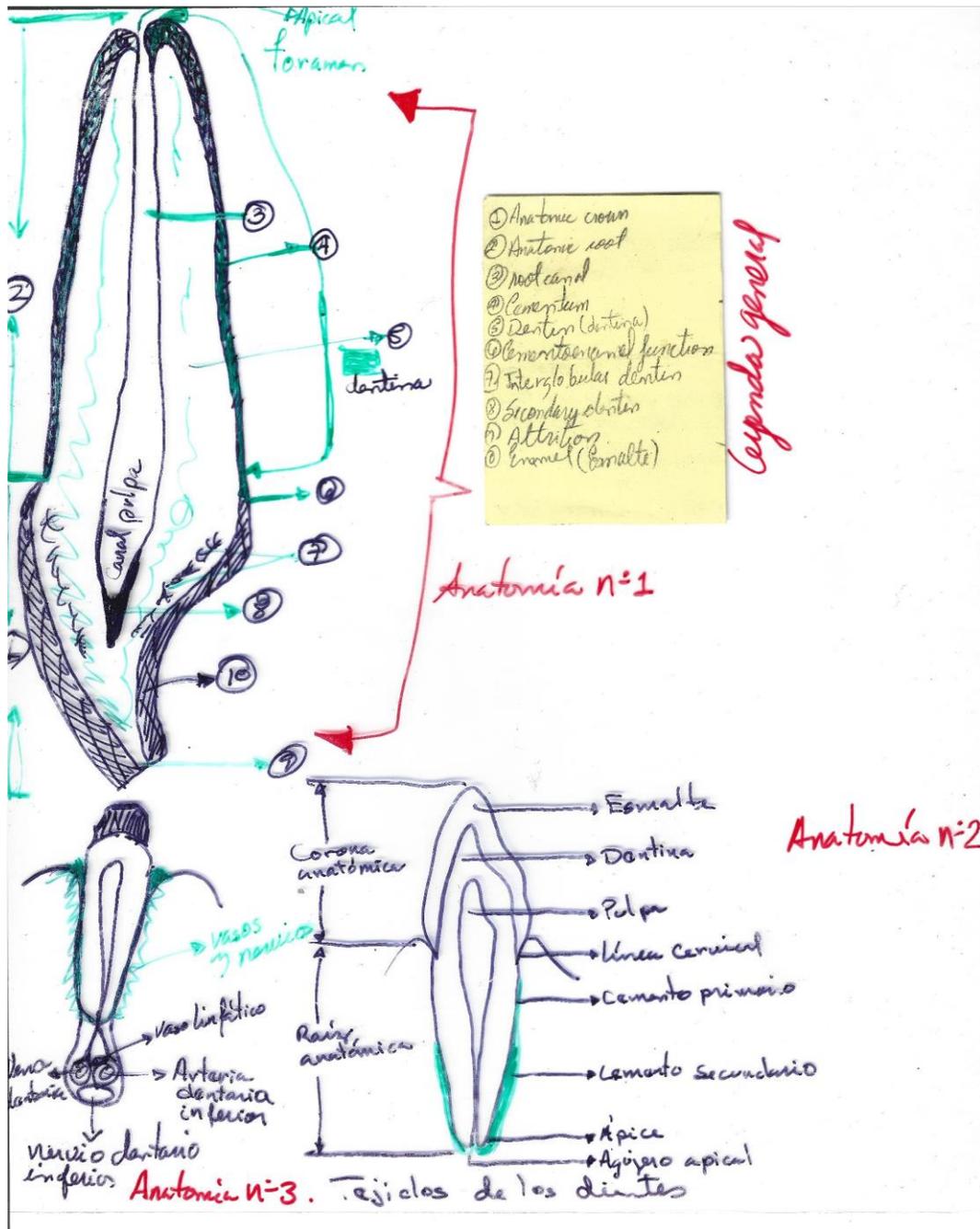


Figura N°22: Anatomía dentaria general de cetáceo, en diferentes esquemas.

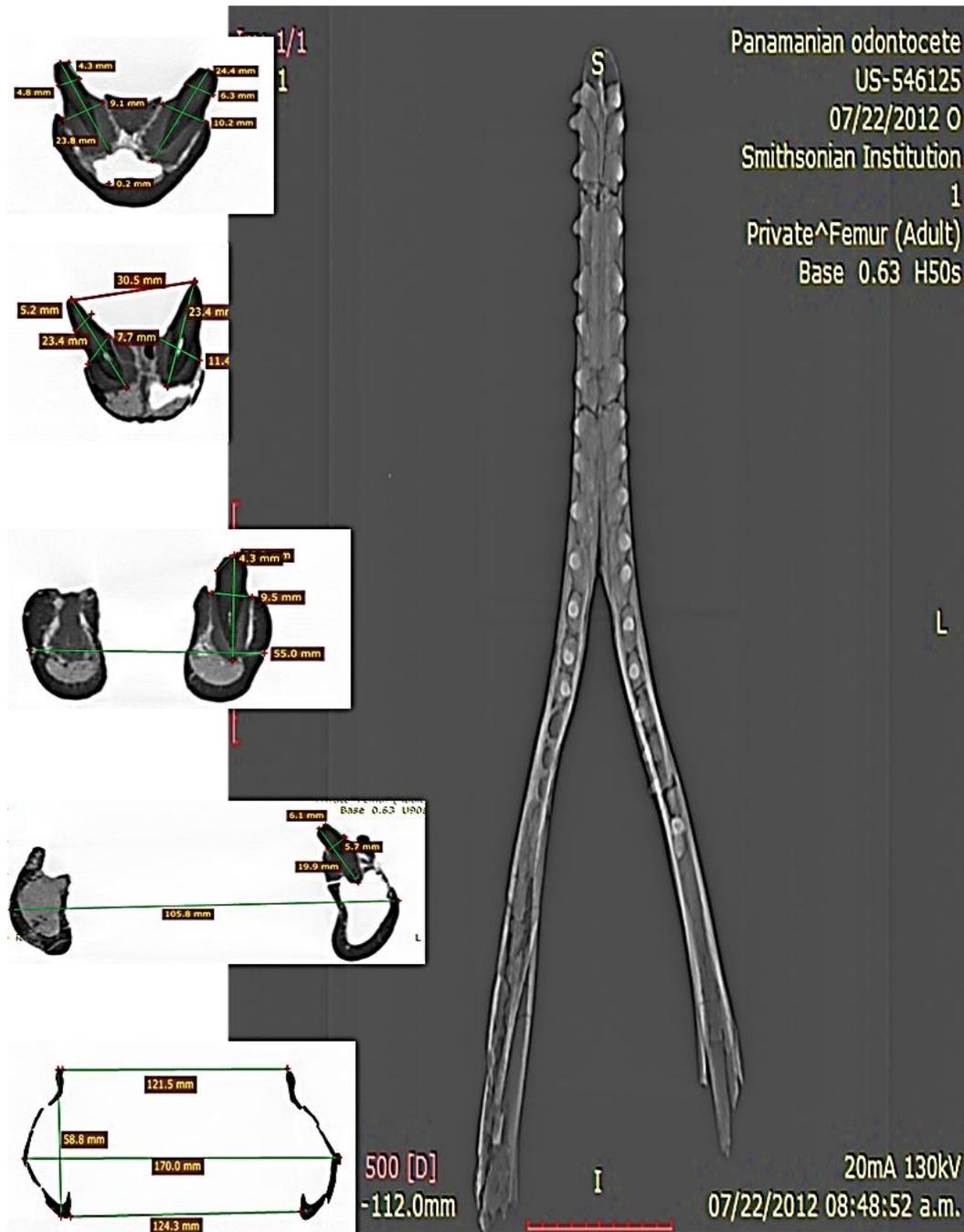


Figura N°23. Mandíbula en tomografía computarizada (CT) Sagital y coronal, USNM PAL-546125 (DVP-180611-12). Cortes Sagitales anteriores A (1/2), Corte sagital medio B (3) y Corte sagital posterior C (4/5). Corte coronal de mandíbula inferior D.

La parte superior de las coronas superiores se desgasta dejando un rastro de los dientes inferiores que circula a través del esmalte hasta la dentina pulida. A excepción de los primeros incisivos las coronas del maxilar superior tienen una ligera curvatura. La superficie de desgaste es visible en los órdenes posteriores en la raíz de la corona del primer incisivo y en la superficie anterior del CPI derecho.

Al igual que las prótesis maxilares los molares inferiores detrás de los incisivos son de forma ovalada principalmente en la superficie oclusal formada por los márgenes de los alvéolos. Los molares inferiores casi completos proporcionan información detallada sobre la morfología de las coronas a lo largo de la mandíbula mientras que los molares superiores proporcionan solo información limitada. Ver Figura N ° 21,22 y 23.

Los dos elementos carpelos fueron recolectados cerca de los elementos craneales de Delfín fósil panameño dispersos y aislados. Ambos elementos están moderadamente aplanados con superficies anterior posterior proximal y distal ligeramente cóncavas a convexas formando superficies que coinciden con el radio el Cubito y otras superficies de la muñeca o de la muñeca. Los dos elementos de la carpa también tienen una superficie conservada, mientras que el otro está muy erosionado. Ver figura N°24.

La escápula está incompleta y carece de las siguientes partes: la mayor parte del margen dorsal y especialmente la superficie anterior; la mayoría de los acromiones; extremidades anteriores de la apófisis coracoides. Ver figura ° 25.

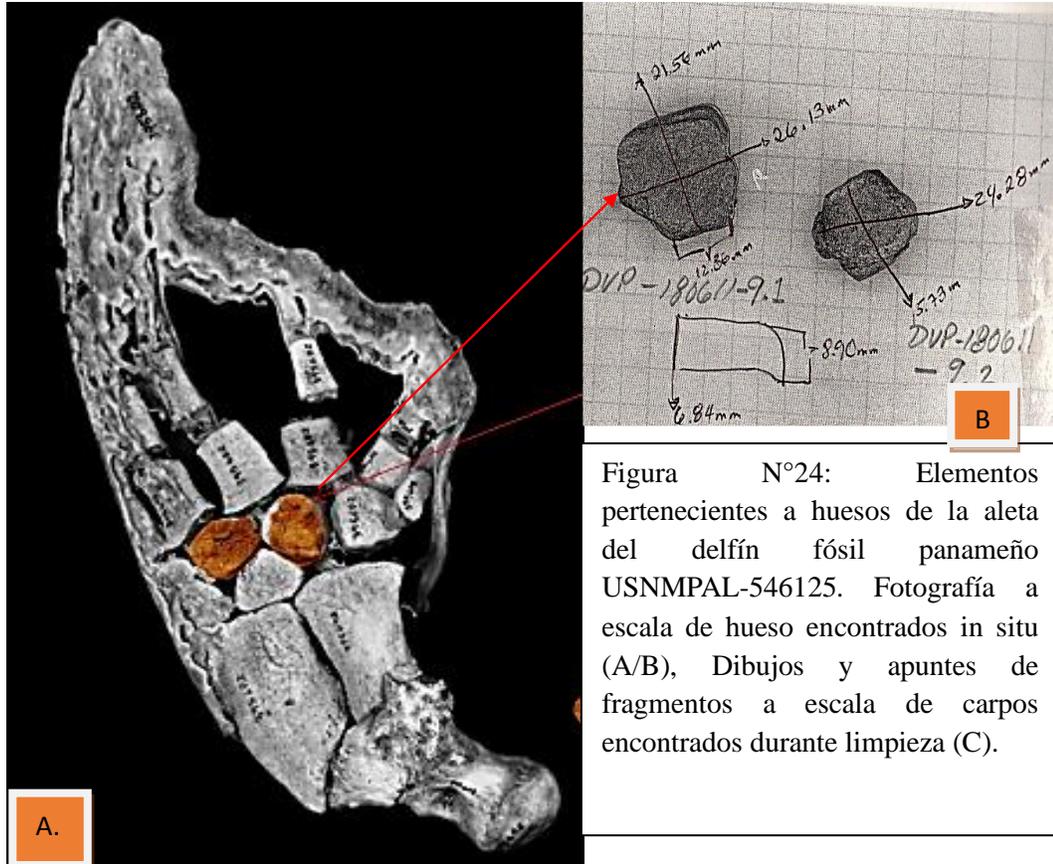
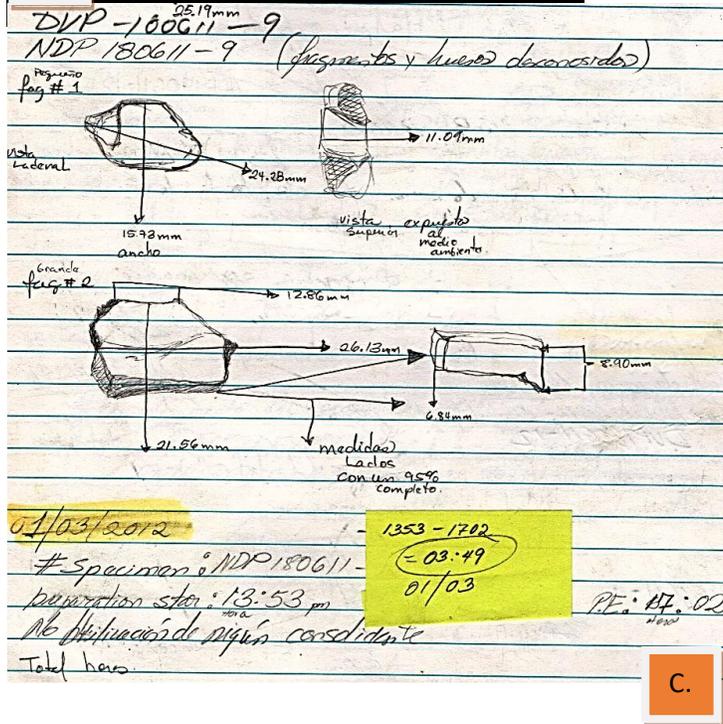


Figura N°24: Elementos pertenecientes a huesos de la aleta del delfín fósil panameño USNMPAL-546125. Fotografía a escala de hueso encontrados in situ (A/B), Dibujos y apuntes de fragmentos a escala de carpos encontrados durante limpieza (C).



C.

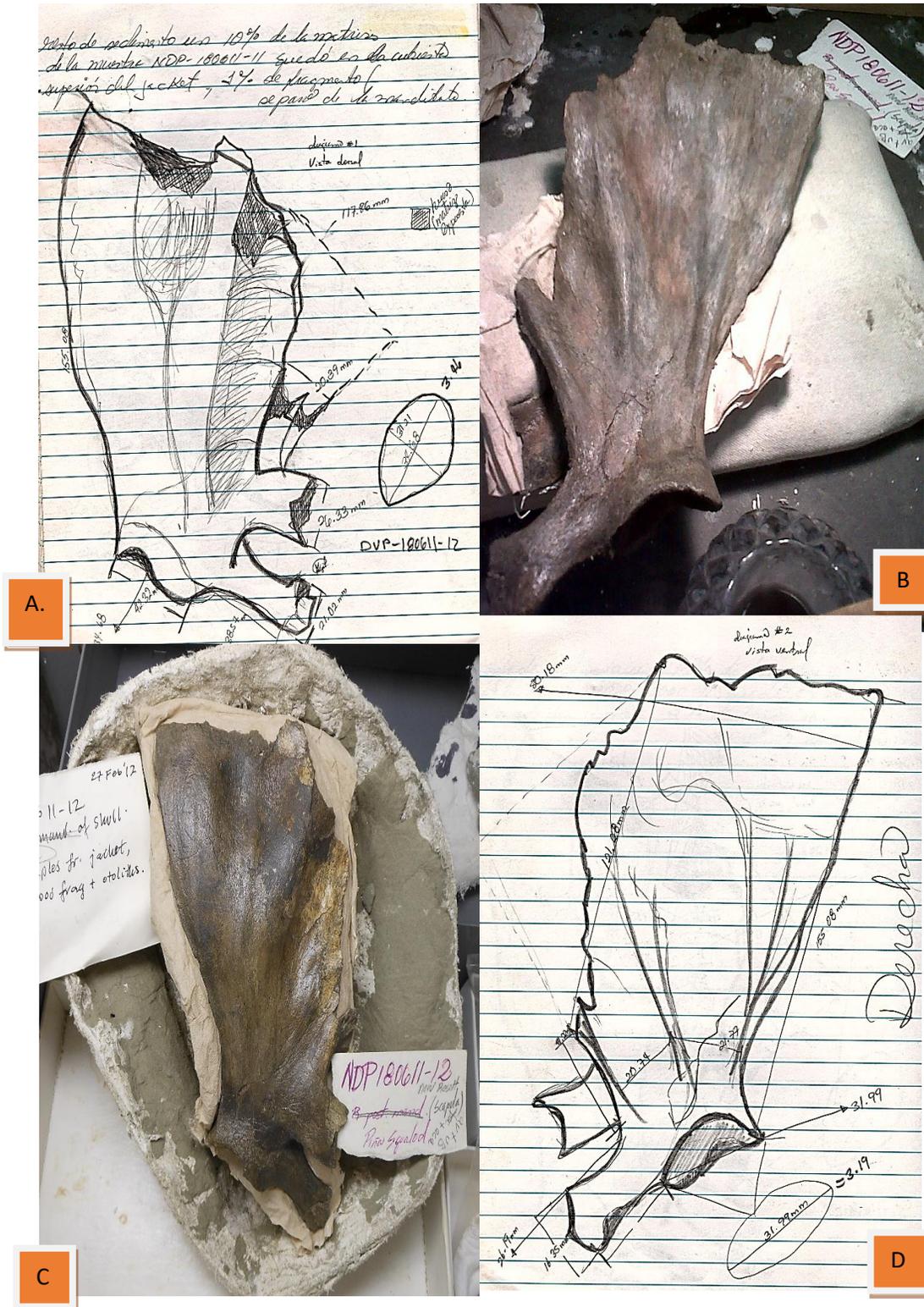


Figura N°25. Escapula derecha del USNMPAL-5461225. Fotografía terminada (A/D), Dibujos con medida en milímetros (B/C).

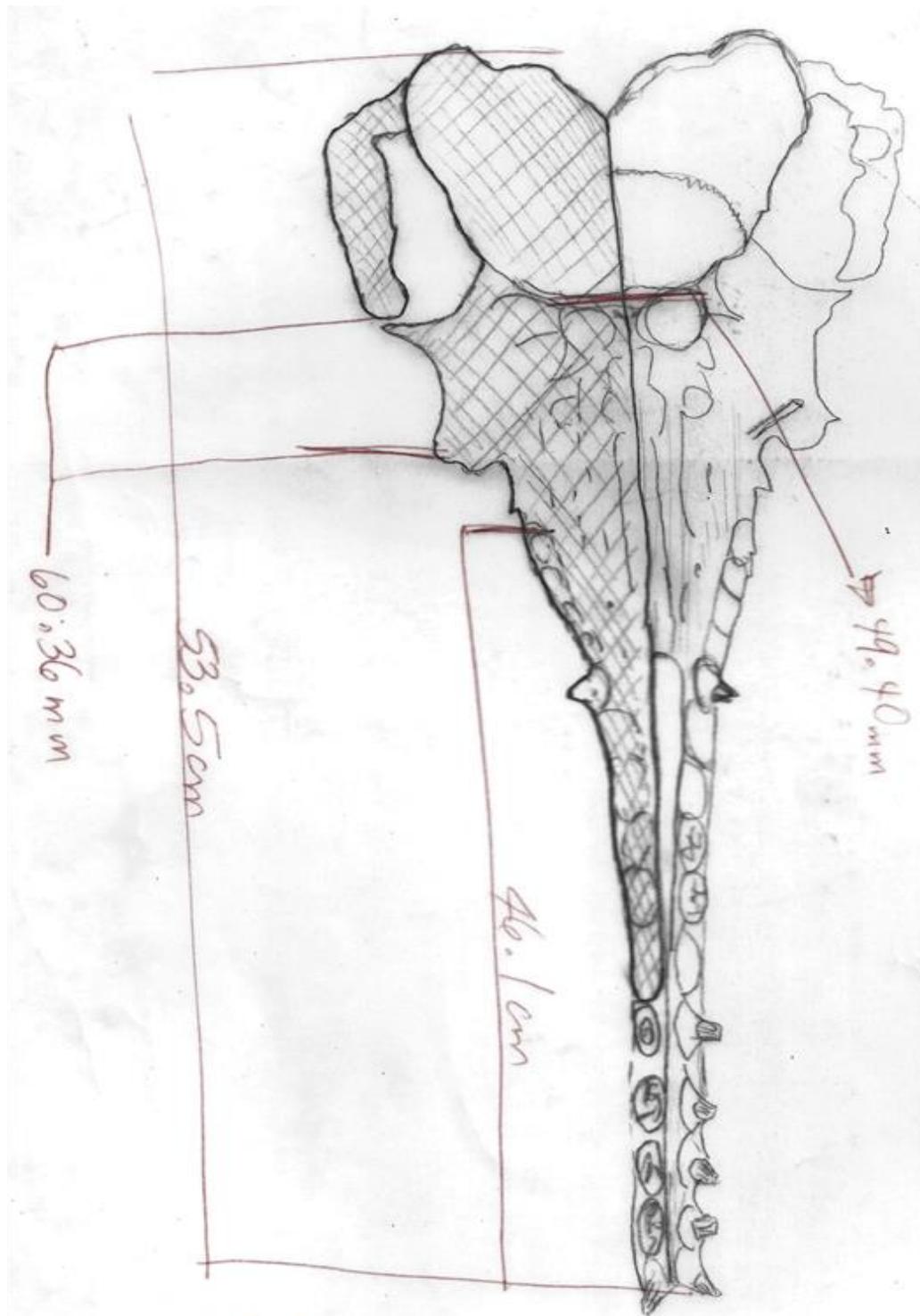


Figura N°26: Croquis inicial USNMPAL 546125 muestra craneal, con medidas morfológicas en mm y cm, la muestra fósil de cetáceo acuático.

c

Cuadro N°5: Mediciones generales de muestras utilizadas en comparación morfológica.

<i>Espécimen</i>	Nombre	Colectado	Sexo	Malformaciones	Tamaño cráneo largo (Cm)	Tamaño de Mandibular largo (Cm)	Ancho de cráneo, posterior (Cm)	Ancho mandibular, posterior (Cm)	Formula dentaria
<i>USNMPAL 546125</i>	Delfín fósil panameño.	Playa de Piña, Piña, Colón, Panamá	Indeterminado	No visible	53.5	50.2	incompleto	8.8	<u>L-0 R-15</u> <u>L-18 R-18</u>
<i>USNM 395415</i>	Inia geoffrensis (de Blainville, 1817).	Rio San Fernando De Apure, Venezuela	Hembra	Apiñamiento y desgaste en dientes.	40.7	37.4	17.9	17.8	<u>L-22 R-24</u> <u>L-24 R-25</u>
<i>USNM 49582</i>	Inia geoffrensis (de Blainville, 1817).	Hyutanaha, Rio Purus, Brasil	Macho	Apiñamiento.	52.1	46.0	32.2	20.8	<u>L-25 R-26</u> <u>L-27 R-27</u>
<i>USNM 239663</i>	Inia geoffrensis (de Blainville, 1817).	Rio Tapajos, 180 Miles Above Santarem, Brasil	Indeterminado	Incompleto, fractura restaurada.	No existente	40.8	No existente	Medición incompleta	<u>L-0 R-0</u> <u>L-26 R-25</u>
<i>USNM 239667</i>	Inia geoffrensis (de Blainville, 1817)	Santarem, Para, Brasil.	Macho	Apiñamiento	54.1	49.8	26.0	24.1	<u>L-27 R-26</u> <u>L-27 R-28</u>
<i>USNM 594663 (SAL-86-14, RPU-86-16)</i>	Inia geoffrensis (de Blainville, 1817)	Rio Nanay, Loreto, Perú.	Indeterminado	cráneo perturbado por vegetación del hallazgo	52.0	No existente	21.7	No existente	<u>L-26 R-26</u> <u>L-0 R-0</u>

Continuación de Cuadro N°5

<i>Espécimen</i>	Nombre	Colectado	sexo	malformaciones	Tamaño cráneo largo (Cm)	Tamaño de Mandibular largo (Cm)	Ancho de cráneo, posterior (Cm)	Ancho mandibular, posterior (Cm)	Formula dentaria
<i>USNM 482727</i>	Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844)	Punta Del Diablo, Rocha, Uruguay	Hembra	Presenta cicatrización en mandíbula.	40.6	36.2	11.8	10.7	<u>L-59 R-59</u> L-54 R-54
<i>USNM 550603</i>	Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844)	Punta Del Diablo, Rocha, Uruguay	Hembra	No mal formación	42.9	38.8	12.8	12.3	<u>L-54 R-57</u> L-57 R-56
<i>USNM 218293</i>	Lipotes vexillifer Miller, 1918	Tung Ting Lake, Hunan, China.	Macho	No mal formación	49.04	47.0	19.0	19.0	<u>L-32 R-33</u> L-31 R-33
<i>USNM 482771</i>	Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844).	Punta Del Diablo, Rocha, Uruguay.	Hembra	No mal formación, Colapso dentario*	40.60	36.2	11.8	10.71	<u>L-59 R-59</u> L-54* R- 54
<i>USNM 550597</i>	Pontoporia blainvillei (Gervais & D'Orbigny, 1844)	Punta Del Diablo, Rocha, Uruguay.	Hembra	No mal formación	35.9	21.0	11.4	11.0	<u>L-31 R-26</u> L-32 R-41

DISCUSIÓN

Entre las especies de Iniidos, la morfología general comparada con el delfín panameño se acerca a los elementos conocidos de *Inia* de Venezuela Brasil y, por último, pero no menos importante la familia Pontoporiidae (Uruguay). Se tomo en consideración por los aspectos de comportamiento en el hábitat donde se desarrolla y alimenta, la corona es fuerte tiene una fusión dorsal de los premolares derecho e izquierdo y tiene un maxilar superior e inferior relativamente fuerte con un desgaste extenso de la corona y sin corona posterior. Ver figura N°27 donde se hacen las comparaciones dorsales y ventrales de muestras representativas dentro del continente Sur Americano.

Además, el número de dientes es más similar al de *Inia* ciertamente más que el de *Pontoporia* que muestra una gran parte de la aleta dorsal orbitaria inferior en la mandíbula superior similar a *Inia* en su parte ventral que muestra un sistema del seno anterior, donde se alarga invadiendo el maxilar; una característica también observadas en *Inia* (Fraser y Purves 1960), en general la forma lateral del delfín panameño permanece al mismo nivel que el cráneo mientras que *Pontoporia* e *Inia* muestran una porción dorsal ligeramente elevada de la órbita una de las más prominentes entre los Lipotes.



Figura N°27: Comparación craneal del delfín fósil panameño (*Inia panameño*), con algunas muestras actuales en América del Sur de cetáceos. D* Vista Dorsal o superior/ V* Vista inferior o ventral.

La mandíbula de Delfín fósil panameño es más similar a *Inia* en términos de alargamiento simpático mandibular morfología transversal y tamaño general. Ver Figura N° 28. donde comparte un gran número de agujeros mentales con *Inia* teniendo la mayor similitud entre Iniioidea y Delfinidea por lo que se conoce la estructura sinfónica especialmente en las secciones anterior y posterior lateral y posterior de la sinfonía las ramas de la mandíbula inferior son más altas que *Inia* y un poco más frágiles en el panameño.

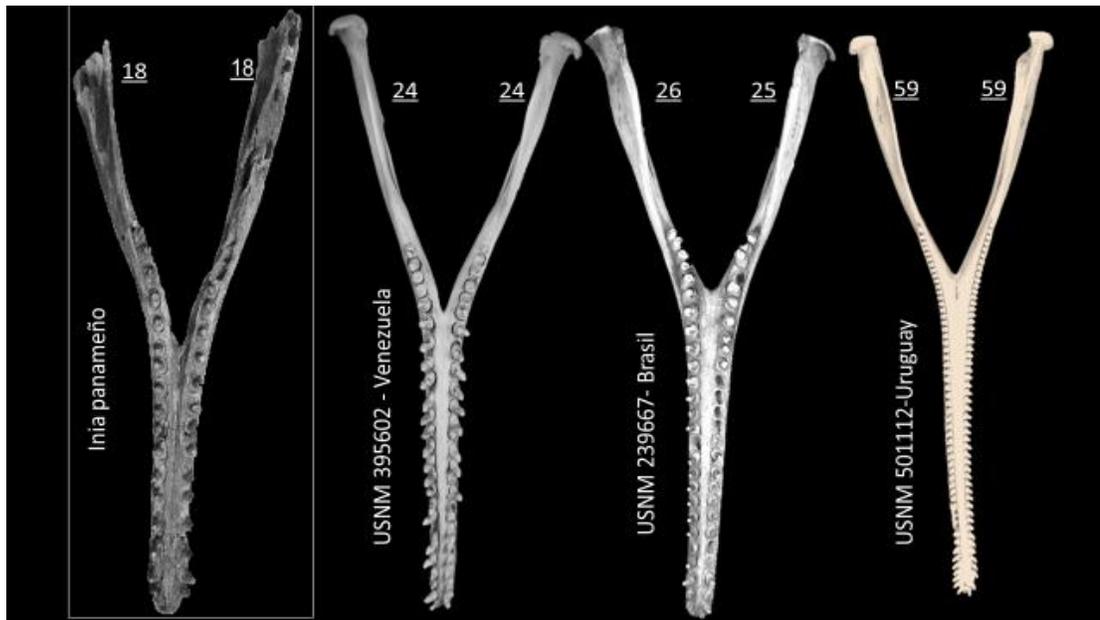


Figura N°28: Comparación mandibular del delfín fósil panameño (*Inia panameño*) con algunas muestras actuales en América del Sur de cetáceos, solo vista superior.

Por último, para la escápula, del Delfín fósil panameño comparte la mayoría de las similitudes con *Inia* . Los odontocetos pelágicos tienden a tener rostro con menos inclinación ventral, poseen regiones faciales expansivas y más cóncavas en los aspectos laterales. Ver Figura N° 29.

Delfín fósil panameño es consistente con esta caracterización pelágica al tener un plano rostral menos inclinado (Vigil & Laurito, 2014) todos con tasas metabólicas presumiblemente altas, corroboran aún más la presencia de una alta productividad planctónica en las facies de Piña.



Figura N°29: Comparación de escapula del delfín fósil panameño (*Inia panameño*) con algunas muestras actuales en América del Sur de cetáceos.

Estos ejemplos existentes, junto con los recientes descubrimientos fósiles de supuestos odontocetos marinos en entornos de deposición de agua dulce (Bianucci et al., 2013; Boessenecker & Poust, 2015), piensa que las invasiones de agua dulce por odontocetos marinos han ocurrido con frecuencia en toda la época del Neógeno, en diferentes márgenes continentales.

Para América del Sur probablemente invadieron los ecosistemas de agua dulce varias veces, con los Platanistoidea representan una invasión inicial en el Mioceno medio que finalmente desapareció, antes o después de una invasión de Inioidea en forma singular o repetida en el Mioceno tardío.

Puede compararse con la diversificación y los patrones de extinción selectiva para otros grupos de vertebrados que invadieron los ecosistemas de agua dulce del Amazonas, desde los ancestros marinos (p. ej., rayas que pertenecen a (Potamotrygonida), junto con el momento en que ocurrieron los eventos orogénicos durante el último Neógeno (Hoorn et al., 2010).

Por último, los análisis de la morfología funcional de los odontocetos, y otros posibles análogos de artrópodos marinos que tienen una ocupación ecológica superpuesta, también proporcionarán una mejor base para evaluar las hipótesis de adaptación que explican su evolución en América del Sur (Kelley & Pyenson, 2015).

En América del Sur se recuperan principalmente de sedimentos marinos que representan ambientes de deposición cercanos a la costa, aunque la recuperación de Delfín fósil panameño de rocas que representan ambientes de mar abierto es consistente con estas características. La morfología que el Delfín fósil panameño comparte similitudes con los delfines relacionados con la cuenca amazónica de Brasil en tanto, la evolución adaptativa de los peces pelágicos que viven en la actualidad en el ambiente acuático.

Con base en la evidencia disponible del Delfín fósil panameño ocupó un alto grado de tropismo en un ecosistema costero tropical altamente productivo del Caribe antes de la formación completa del Istmo de Panamá. (Kelley y Motani 2015).

Hamilton y col. (2001) sugirieron que los ancestros marinos de *Inia* después de separarse de *Pontoporia* colonizaron los ecosistemas de agua dulce del Amazonas en las crestas fluidas del Mioceno Medio y desarrollaron hábitos de agua salada antes que el nivel del mar disminuyera o retrocediera.

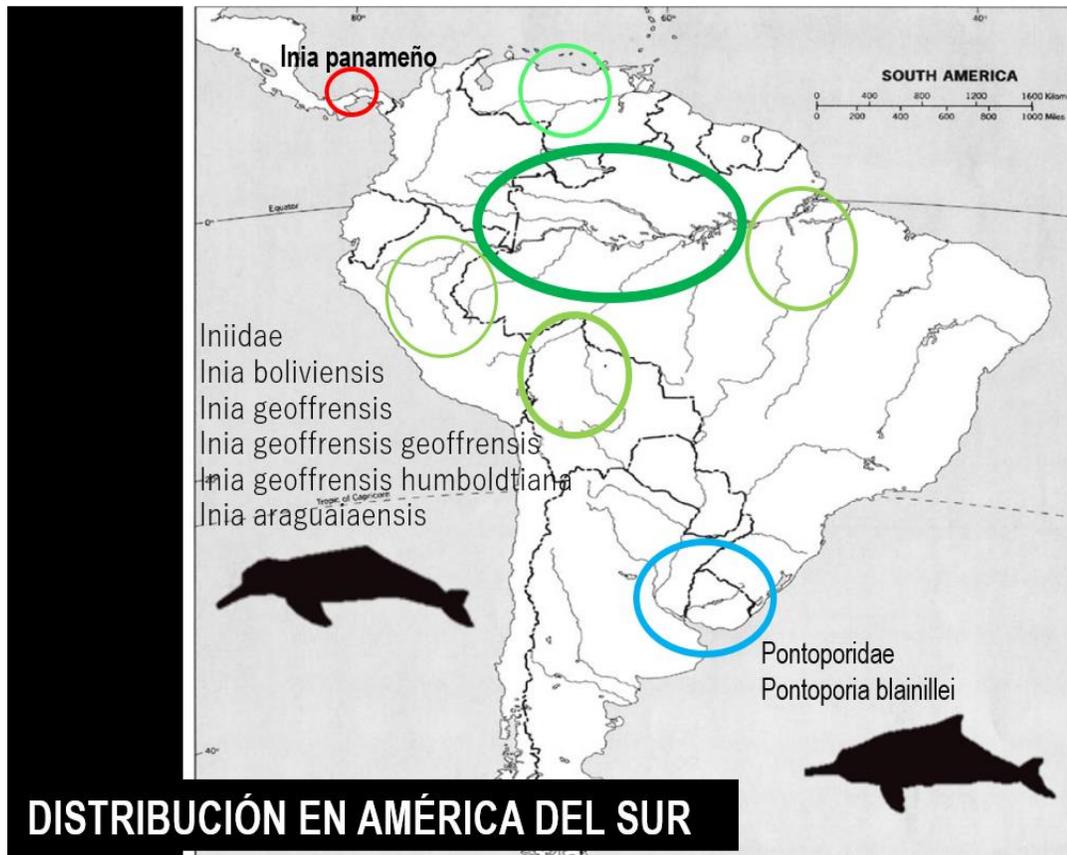


Figura N°30: Mapa de distribución en Sur América de cetáceos relacionados con el delfín panameño (USNM PAL -546125).

El alto rendimiento de plancton sigue sin resolverse. Las ricas aguas del Océano Pacífico pudieron haber ingresado en la costa caribeña de Panamá (O'Dea et al. 2012) a través de los estrechos restantes del istmo de Panamá (Jackson y O'Dea 2013; Coates y Stallard 2013; Leigh O'Dea y Vermeij 2011) en el Mioceno tardío.

Este patrón sedimentario se profundiza en el Mioceno tardío, seguido por el cierre superficial y final del istmo en el Plioceno tardío, que se repite en varias cuencas a lo largo del Istmo de Panamá (Coates et al., 2003) lo que provocó un aumento general de los flujos a nivel del mar en la región durante el Mioceno tardío (Miller et al., 2005).

Tomado a simple vista, apunta a dos invasiones separadas de agua dulce en América del Sur de la ascendencia marina en diferentes momentos si bien la abrumadora ascendencia marina de Iniidea se desprende del fondo filogenético de la mayoría de los odontocetos, no existe un claro argumento parsimonioso sobre la direccionalidad de las transiciones ecológicas de agua dulce a marina.

Geisler et al. (2011) discutieron tal complejidad ecológica al considerar Hamilton et al. (2001) del escenario, que apunta específicamente a casos separados de distribuciones geográficas y ecológicas superpuestas entre pares simpátricos de taxones de agua dulce y estuarina a odontocetos marinos: p. ej., *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) con *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864), ambos delfinidos, en América del Sur (Cunha et al., 2005; Caballero et al., 2007; Gutstein, Cozzuol & Pyenson, 2014b); y, antes de la extinción anterior, *Lipotes vexillifer* y *Neophocaena phocoenoides* (Cuvier, 1829).

Este escenario evolutivo propuesto es totalmente consistente con Mioceno, que establece un límite mínimo en su divergencia con *Inia*. Se han reportado depósitos de agua dulce del Pleistoceno de la Formación Río Madeira en Brasil (Cozzuol, 2010), implica que este clado ya había invadido ríos turbios y poco profundos obstruidos y bosques inundados típicos de los ecosistemas de agua dulce de la Amazonia de hoy en día, aunque este húmero puede pertenecer a un taxón extinto más estrechamente relacionado con *Ischyrorhynchus* (Gutstein et al., 2014a).

Arrojaron cierta complejidad en un escenario simple de direccionalidad marina a agua dulce de depósitos de agua dulce de América del Sur. La proximidad de la pequeña cuenca del Istmo de Panamá a la extensión geográfica y estratigráfica de la facies Piña (alrededor de 0 a 50 m de espesor) hace que los altos rendimientos observados en todas las facies no se mantengan. sólo de los aportes del suelo, aunque las lluvias más altas y la mayor actividad volcánica u orogénica en el Mioceno tardío llevaron a un aumento de los aportes de nutrientes de los protozoos.

CONCLUSIONES

- La mandíbula del delfín panameño es más similar a *Inia*, en términos de sínfisis mandibular alargada, morfología en sección transversal y tamaño general.
- Comparando las características del cráneo, mandíbula inferior y los dientes estudiados con las muestras actuales del Museo de Historia Natural de Washington D.C., este Delfín de Río del Género *Inia* de la Familia Iniidae.
- En las observaciones del delfín panameño fósil es el único esqueleto individual que muestra poco transporte, desarticulación leve y enterramiento en un ambiente de depósito de baja energía, los nutrientes pueden haberse originado a partir de escorrentía terrestre más localizada, como se propone para las plataformas emergentes en la actual Colombia.
- Aún existe consenso del cuándo y cómo penetraron a la cuenca amazónica, en un escenario simple que va de direccionalidad marina a agua dulce, de depósitos de agua dulce de América del Sur.
- Muchas de las especies de peces óseos que se registran en abundancia espectacular de los conjuntos de otolitos adyacentes en la Formación Chagres pueden haber formado una parte dominante de los recursos de presa para delfín panameño fósil como lo hacen para los delfines existentes.

RECOMENDACIONES

Al término del estudio de extracción, limpieza, curado, replicación digital, caracterización morfológica del Delfín fósil panameño dentro del Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian hacemos las siguientes recomendaciones.

- Se espera que el trabajo futuro, incluidos los nuevos descubrimientos, aumente el apoyo de las sucursales para el arreglo filogenético y refine mejor este escenario para la evolución de los Inias en América del Sur, y en otros lugares.
- El trabajo futuro debería centrarse en cuantificar estas características más ampliamente a través de los fósiles de los Delfinidae y Inidae, de tal manera que pueda ser comparable a los hallazgos.
- Ampliar la difusión y concienciación del valor económico del patrimonio paleontológico y de las actividades para su conocimiento, conservación, difusión y gestión, buscando un cambio de enfoque en la percepción social y pública en relación con el rol del patrimonio histórico geográfico, incidiendo en su papel como recurso y no como carga.
- El patrimonio historia natural que aglutine a todos los agentes de reconocido prestigio de la cadena de valor, recogiendo sus experiencias, mejores prácticas y datos relevantes, lo que facilitara el diálogo, el intercambio de información y las sinergias en este campo en toda Europa.
- Comenzarla base para el intercambio de acciones de investigación, comparaciones de datos y análisis dirigidas a conocer la incidencia de las políticas y actividades en torno al patrimonio de la historia natural en relación con la actividad económica, fundamentalmente a la creación de empleo y cohesión social.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE-FERNÁNDEZ, G., & FORDYCE, R.E. 2014. *Papahu taitapu*, gen. et sp. nov., an early Miocene stem odontocete (Cetacea) from New Zealand. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34(1), 195-210.
- AMEGHIN, F. 1891. Caracteres diagnósticos de cincuenta especies nuevas de mamíferos fósiles argentinos. *Revista Argentina de Historia Natural*, 1(3), 129-167.
- ANDERSON, P. K. 2001. Marine mammals in the next one hundred years: twilight for a Pleistocene megafauna *Journal of Mammalogy*, 82(3), 623-629.
- BARNES, L. G., DOMNING, D. P., & RAY, C. E. 1985. Status of studies on fossil marine mammals. *Marine Mammal Science*, 1(1), 15-53.
- BENOIT-BIRD, K. J., & AU, W. W. 2003. Prey dynamics affect foraging by a pelagic predator (*Stenella longirostris*) over a range of spatial and temporal scales. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 53(6), 364-373.
- BENOIT-BIRD, K. J., & McMANUS, M. A. 2012. Bottom-up regulation of a pelagic community through spatial aggregations. *Biology Letters*, 8(5), 813-816.
- BARNES, L. G. 1984. Fossil odontocetes (Mammalia: Cetacea) from the Almejas Formation, Isla Cedros, Mexico. *PaleoBios* 42, 1-46.
- BARNES, L. G., DOMNING, D. P., & RAY, C. E. 1985. Status of studies on fossil marine mammals. *Marine Mammal Science*, 1(1), 15-53.
- BENOIT-BIRD, K. J., 2003. Prey dynamics affect foraging by a pelagic predator (*Stenella longirostris*) over a range of spatial and temporal scales. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 53(6), 364-373.

- BIANUCCI, G., LAMBERT, O., SALAS-ALAS-GISMONDI, R., TEJADA, J., PUJOS, F., URBINA, M., & ANTOINE, P. O. 2013. A Miocene relative of the Ganges river dolphin (Odontoceti, Platanistidae) from the Amazonian Basin. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 33(3), 741-745.
- BOESSENECKER, R. W., PERRY, F. A., & SCHMITT, J. G. 2014. Comparative taphonomy, taphofacies, and bonebeds of the Mio-Pliocene Purisima Formation, Central California: strong physical control on marine vertebrate preservation in shallow marine settings. *PLoS One*, 9(3), e91419.
- BOESSENECKER, R. W., & POUST, A. W. 2015. Freshwater occurrence of the extinct dolphin *Parapontoporia* (Cetacea: Lipotidae) from the upper Pliocene nonmarine Tulare Formation of California. *Palaeontology*, 58(3), 489-496.
- BOLLI, H. M. 1957. Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad, BWI. *Bulletin of the United States National Museum*, 215, 97-123.
- BOLLI, H. M. 1965. Zonation based on planktonic foraminifera of Middle Miocene to Pliocene warm-water sediments. *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología Mineraría y Petróleo*, 8, 119-149.
- BOWEN, W. D. 1997. Role of marine mammals in aquatic ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 158, 267-274.
- BURMEISTER, H. 1871. VI.—On *Saurocetes argentinus*, a new type of Zeuglodontidæ. *Journal of Natural History*, 7(37), 51-55.
- BURMEISTER, G. 1885. Examen crítico de los mamíferos y reptiles fósiles denominados por D. Augusto Bravard y mencionados en su obra precedente. *Annales del Museo Nacional de Buenos Aires* 3, 93–174.

- CABALLERO, S., TRUJILLO, F., VIANNA, J. A., BARRIOS-GARRIDO, H., MONTIEL, M. G., BELTRÁN-PEDREROS, S., & BAKER, C. S. 2007. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for “tucuxi” (*Sotalia fluviatilis*) and “costero” (*Sotalia guianensis*) dolphins. *Marine mammal science*, 23(2), 358-386.
- CABRERA, Á. 1926. Cetáceos fósiles del Museo de la Plata. *Revista del Museo de la Plata*, 29, 363-411.
- CARRILLO-BRICENO, J. D., DE GRACIA, C., PIMIENTO, C., AGUILERA, O. A., KINDLIMANN, R., SANTAMARINA, P., & JARAMILLO, C. 2015. A new Late Miocene chondrichthyan assemblage from the Chagres Formation, Panama. *Journal of South American Earth Sciences*, 60, 56-70.
- CASSENS, I., VICARIO, S., WADDELL, V. G., BALALCHOWSKY, H., VAN BELLE, D., DING, W., & MILINKOVITCH, M. C. 2000. Independent adaptation to riverine habitats allowed survival of ancient cetacean lineages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(21), 11343-11347.
- CAVIGLIA, S. E., & JORGE, R. E. 1980. *Preaulophyseter gualichensis* gen. et sp. nov. (Cetacea; Physeteridae), en el Terciario marino de Rio Negro, República Argentina. In *Actas del Segundo Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía y Primer Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Vol. 2, pp. 363-368).
- CHAPMAN, F., PARR, W. J., COLLINS, A. C. 1934. Tertiary foraminifers of Victoria, Australia: the Balcombian deposits of Port Philip (Pt. III). *Journal of the Linnean Society of London* 38, 553–577.
- CLAPHAM, P. J., & BROWNELL, R. L. 1996. The potential for interspecific competition in baleen whales. *REPORT-INTERNATIONAL WHALING COMMISSION*, 46, 361-370.

- COATES, A. G., AUBRY, M. P., BERGGREN, W. A., COLLINS, L. S., & KUNK, M. 2003. Early Neogene history of the Central American arc from Bocas del Toro, western Panama. *Geological Society of America Bulletin*, 115(3), 271-287.
- COATES, A. G., COLLINS, L. S., AUBRY, M. P., & BERGGREN, W. A. 2004. The geology of the Darien, Panama, and the late Miocene-Pliocene collision of the Panama arc with northwestern South America. *GSA Bulletin*, 116(11-12), 1327-1344.
- COATES, A. G., & STALLARD, R. F. 2013. How old is the Isthmus of Panama *Bulletin of Marine Science*, 89(4), 801-813.
- COHEN, K. M., FINNEY, S. C., GIBBARD, P. L., & FAN, J. X. 2013. The ICS international chronostratigraphic chart. *Episodes*, 36(3), 199-204.
- COLLINS, L. S., AGUILERA, O., BORNE, P. F., & CAIRNS, S. D. 1999. A paleoenvironmental analysis of the Neogene of Caribbean Panama and Costa Rica using several Phyla. Un análisis paleoambiental del Neógeno del Caribe de Panamá y Costa Rica utilizando varios Phyla. *Bulletins of American Paleontology*, 357, 81-87.
- COLLINS, L. S., COATES, A. G., BERGGREN, W. A., AUBRY, M. P., & ZHANG, J. 1996. The late Miocene Panama isthmian strait. *Geology*, 24(8), 687-690.
- COOKE, G. M., CHAO, N. L., & BEHEREGARAY, L. B. 2012. Marine incursions, cryptic species and ecological diversification in Amazonia: the biogeographic history of the croaker genus *Plagioscion* (Sciaenidae). *Journal of Biogeography*, 39(4), 724-738.
- COOPER, L. N., BERTA, A., DAWSON, S. D., & REIDENBERG, J. S. 2007. Evolution of hyperphalangy and digit reduction in the cetacean manus. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 290(6), 654-672.

- COZZUOL, M. A. 1985. The Odontoceti of the Mesopotamiense of the Parana River ravines. Systematic review. Investigations on Cetacea, 17, 39-54.
- COZZUOL, M. A. 1988. Una nueva especie de Saurodelphis burmeister, 1891(Cetacea: Iniidae) del " Mesopotamiense". Ameghiniana, 25(1), 39-45.
- COZZUOL, M. A. 1989. On the systematic position of the genus Prosqualodon Lydekker, 1893, and some comments on the odontocete family Squalodontidae. In Abstracts of Papers and Posters, Fifth International Theriological Congress, Rome, 22-29 August 1989 (Vol. 1, pp. 483-484).
- COZZUOL, M. A. 1996. The record of the aquatic mammals in southern South America. Munchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, 30, 321-342.
- COZZUOL, M. A. 2010. Fossil record and the evolutionary history of Iniioidea. Biology, Evolution and Conservation of River Dolphins within South America and Asia. Nova Science Publishers, New York, 193-217.
- CUNHA, H. A., DA SILVA, V. M. F., LAILSON-BRITO, J., SANTOS, M. D. O., FLORES, P. A., MARTIN, A. R., & SOLÉ-CAVA, A. M. 2005. Riverine and marine ecotypes of Sotalia dolphins are different species. Marine Biology, 148(2), 449-457.
- DEBEY, L. B., & PYENSON, N. D. 2013. Osteological correlates and phylogenetic analysis of deep diving in living and extinct pinnipeds: What good are big eyes. Marine Mammal Science, 29(1), 48-83.
- DE GRACIA, C., CARRILLO-BRICEÑO, J., SCHWARZHANS, W., & Jaramillo, C. 2012. An exceptional marine fossil fish assemblage reveals a highly productive deep-water environment in the Central American Seaway during the late Miocene. Geol. Soc. Am. Abs, 44, 164.

- DeMASTER, D. P., FOWLER, C. W., PERRY, S. L., & RICHLIN, M. F. 2001. Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years. *Journal of Mammalogy*, 82(3), 641-651.
- D'ORBIGNY, A. D. 1834. Notice sur un nouveau genre de cetacé: des rivières du centre de l'Amérique méridionale. *Nouveau Annales du Musée d'Histoire Naturel de Paris* 3, 28–36.
- EIGENMANN, C. H. & EIGENMANN, R. S. 1890. Additions to the fauna of San Diego. *Proceedings of the California Academy of Sciences of the United States of America* 3(Series 2):1–24.
- FIDALGO, F., & TONNI, E. P. 1983. Geología y paleontología de los sedimentos encauzados del Pleistoceno tardío y Holoceno en Punta Hermengo y arroyo Las Brusquitas (partidos de General Alvarado y General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires). *Ameghiniana*, 20(3-4), 281-296.
- FLOWER, W. H. 1867. IV. Description of the Skeleton of *Inia geoffrensis* and of the Skull of *Pontoporia blainvillii*, with Remarks on the Systematic Position of these Animals in the Order Cetacea. *The Transactions of the Zoological Society of London*, 6(3), 87-116.
- FORDYCE, R. E., & BARNES, L. G. 1994. The evolutionary history of whales and dolphins. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 22(1), 419-455.
- FORDYCE, R. E. 2002. Cetacean evolution in Perrin W.F., B. Würsig y J.G.M. Thewissen (eds). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press. San Diego, CA, (pp 214-220).
- FORDYCE, R. E. 2002. *Simocetus rayi* (Odontoceti: Simocetidae, new family): a bizarre new archaic Oligocene dolphin from the eastern North Pacific. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 93, 185-222.

- FORDYCE, R. E. 2009. Cetacean fossil record. In: Perrin WF, Würsig B, Thewissen JGM, eds. *Encyclopedia of marine mammals*. Second edition. Amsterdam: Elsevier, 207–215.
- FORDYCE, R. E. 2018. Cetacean evolution. In *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 180-185). Academic Press.
- FORDYCE, R. E. 1977. The development of the Circum-Antarctic Current and the evolution of the Mysticeti (Mammalia: Cetacea). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21(4), 265-271.
- FRASER, F. C., & PURVES, P. E. 1960. Hearing in cetaceans. Evolution of the accessory air sacs and the structure and function of the outer and middle ear in recent cetaceans. *Bulletin of the British Museum of Natural History, Zoology* 7, 1–140.
- GALATIUS, A., BERTA, A., FRANDSEN, M. S., & GOODALL, R. N. P. (2011). Interspecific variation of ontogeny and skull shape among porpoises (Phocoenidae). *Journal of Morphology*, 272(2), 136-148.
- GARMAN, S. 1877. On the pelvis and external sexual organs of selachians, with special reference to the new genera *Potamotrygon* and *Disceus*. In *Proceedings of the Boston Society of natural History* (Vol. 19, pp. 197-215).
- GASCÓN-ROMERO, G. A., ARANDAMANTECA, F., & BARNES, L. G. 1994. Nueva evidencia de la evolución de las ballenas barbadas en Baja California. *Rev. Invest. Cient*, 2(2), 1-9.
- GATESY, J., HAYASHI, C., CRONIN, M. A., & ARCTANDER, P. 1996. Evidence from milk casein genes that cetaceans are close relatives of hippopotamid artiodactyls. *Molecular biology and evolution*, 13(7), 954-963.

- GATESY, J., GEILER, J. H., CHANG, J., BUELL, C., BERTA, A., MEREDITH, R. W., & MCGOWEN, M. R. 2013. A phylogenetic blueprint for a modern whale. *Molecular phylogenetics and evolution*, 66(2), 479-506.
- GEISLER, J. H., GODFREY, S. J., & LAMBERT, O. 2012. A new genus and species of late Miocene inioid (Cetacea, Odontoceti) from the Meherrin River, North Carolina, USA. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 32(1), 198-211.
- GEISLER, J. H., MCGOWEN, M. R., YANG, G., & GATESY, J. 2011. A supermatrix analysis of genomic, morphological, and paleontological data from crown Cetacea. *BMC evolutionary biology*, 11(1), 1-33.
- GEISLER, J. H., & SANDERS, A. E. 2003. Morphological evidence for the phylogeny of Cetacea. *Journal of Mammalian Evolution*, 10(1), 23-129.
- GERVAIS, P. 1853. Remarques sur les mammifères marins qui fréquentent les côtes de La France et plus particulièrement sur une nouvelle espèce de Dauphin propre à la Méditerranée. *Bulletin de la Société Centrale d'Agriculture et des comices agricoles du département de l'Herault (Montpellier)*, 40, 140-156.
- GERVAIS, P. 1855. *Histoire Naturelle des Mammifères avec l'indication de leurs moeurs et de leurs rapports avec les arts le commerce et l'agriculture*. Paris: L. Curmer, 1-344.
- GERVAIS, P., & D'ORBIGNY, A. D. 1844. *Mammalogie. Extraits des procès-verbaux des séances (Société philomathique de Paris). Séance de 27 avril*, 38-40.
- GIBSON, M. L., & GEISLER, J. H. 2009. A new Pliocene dolphin (Cetacea: Pontoporiidae), from the Lee Creek Mine, North Carolina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29(3), 966-971.

- GILL, T. N. 1861. Synopsis of the subfamily of Percinae. Proceedings of the Academy of Natural Sciences Philadelphia, 13, 44–52.
- GINGERICH, P. D. 2005. Cetacea. The Rise of Placental Mammals, Origins and Relationships of the Major Extant Clades, 234-252.
- GODFREY, S. J., & BARNES, L. G. 2008. A new genus and species of late Miocene pontoporiid dolphin (Cetacea: Odontoceti) from the St. Marys Formation in Maryland. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28(2), 520-528.
- GONDAR, D. 1975. La presencia de cetáceos Physeteridae en el Terciario Superior (“Rionegrense”) de la provincia de Río Negro. In *Actas del Primer Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía Tucumán, Argentina* (Vol. 2, pp. 349-354).
- GOWANS, S., WÜRSIG, B., & KARZMARSKI, L. 2007. The social structure and strategies of delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in marine biology*, 53, 195-294.
- GRABERT, H. 1984. Migration and speciation of the South American Iniidae (Cetacea, Mammalia). *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 49(6), 334-341.
- GRAY, J. E. 1846. On the cetaceous animals. *The Zoology of the Voyage of HMS Erebus and Terror under the Command of Captain Sir James Clark Ross, RNF, RS, during the Years 1839 to 1843*, 1, 13-53.
- GUTSTEIN, C. S., COZZUOL, M. A., & PYENSON, N. D. 2014. The antiquity of riverine adaptations in Iniidae (Cetacea, Odontoceti) documented by a humerus from the late Miocene of the Ituzaingó Formation, Argentina. *The Anatomical Record*, 297(6), 1096-1102.

- GUTSTEIN, C. S., COZZUOL, M. A., VARGAS, A. O., SUÁREZ, M. E., SCHULTZ, C. L., & RUBILAR-ROGERS, D. 2009. Patterns of skull variation of *Brachydelphis* (Cetacea, Odontoceti) from the Neogene of the Southeastern Pacific. *Journal of Mammalogy*, 90(2), 504-519.
- GUTSTEIN, C. S., FIGUEROA-BRAVO, C. P., PYENSON, N. D., YURY-YAÑEZ, R. E., COZZUOL, M. A., & CANALS, M. 2014. High frequency echolocation, ear morphology, and the marine–freshwater transition: A comparative study of extant and extinct toothed whales. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 400, 62-74.
- GUTSTEIN, C. S., HORWITZ, F. E., VALENZUELA-TORO, A. M., & FIGUEROA-BRAVO, C. P. 2015. Cetáceos fósiles de Chile: context evolutivo y paleobiogeográfico. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 63, 339-387.
- HAMILTON, H., CABALLERO, S., COLLINS, A. G., & BROWNELL Jr, R. L. 2001. Evolution of river dolphins. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1466), 549-556.
- HAMILTON, J. G., THOMAS, R. B., & DELUCIA, E. H. 2001. Direct and indirect effects of elevated CO₂ on leaf respiration in a forest ecosystem. *Plant, Cell & Environment*, 24(9), 975-982.
- HARWOOD, J. 2001. Marine mammals and their environment in the twenty-first century. *Journal of Mammalogy*, 82(3), 630-640.
- HENDY, A. J. W., JONES, D., De GRACIA, C., & VELEZ-JUARBE, J. 2015. Paleocology of the Chagres Formation (latest Miocene) of Panama: reinterpreting the paleoenvironment of a vertebrate-rich marine fauna. *Journal of Geology*.
- HOORN, C., WESSELINGH, F. P., TER STEEGE, H., BERMUDEZ, M. A., MORA, A., SEVINK, J., & ANTONELLI, A. 2010. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *science*, 330(6006), 927-931.

- HRBEK, T., DA SILVA, V. M. F., DUTRA, N., GRAVENA, W., MARTIN, A. R., & FARIAS, I. P. 2014. A new species of river dolphin from Brazil or: how little do we know our biodiversity. PLoS one, 9(1), e83623.
- DA SILVA, V., TRUJILLO, F., MARTIN, A., ZERBINI, A. N., CRESPO, E., ALIAGA-ROSSEL, E., & REEVES, R. 2018. *Inia geoffrensis*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2018, e-T10831A50358152.
- JACKSON, J. B., & O'DEA, A. 2013. Timing of the oceanographic and biological isolation of the Caribbean Sea from the tropical eastern Pacific Ocean. Bulletin of Marine Science, 89(4), 779-800.
- JOYCE, W. G., PARHAM, J. F., & GAUTHIER, J. A. 2004. Developing a protocol for the conversion of rank-based taxon names to phylogenetically defined clade names, as exemplified by turtles. Journal of Paleontology, 78(5), 989-1013.
- KAZÁR, E. 2002. Revised phylogeny of the Physeteridae (Mammalia: Cetacea) in the light of *Placoziphius* Van Beneden, 1869 and *Aulophyseter* Kellog, 1927. Bulletin de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique. Sciences de la terra, 72, 151-170.
- KELLOGG, R. 1955. Three Miocene porpoises from the Calvert Cliffs, Maryland. Proceedings of the United States National Museum 105, 101–154.
- KELLOGG, R. 1934. The Patagonian fossil whalebone whale, *Cetotherium moreni* (Lydekker). Carnegie Institution of Washington Publication, 447, 63-81.
- KELLOGG, R. 1927. *Kentriodon pernix*, a Miocene porpoise from Maryland. Proceedings of the United States National Museum 69, 1–14.

- LAMBERT, O., & DE MUIZON, C. 2013. A new long-snouted species of the Miocene pontoporiid dolphin *Brachydelphis* and a review of the Mio-Pliocene marine mammal levels in the Sacaco Basin, Peru. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 33(3), 709-721.
- LAMBERT, O., & POST, K. 2005. First European pontoporiid dolphins (Mammalia: Cetacea, Odontoceti) from the Miocene of Belgium and The Netherlands. *Deinsea*, 11(1), 7-20.
- LEBECK, H. J. 1801. *Delphinus gangeticus* beschrieben von Heinrich Julius Lebeck zu Trankenbar. Der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin Neue Schriften, 3, 280-282.
- LEARMONTH, J. A., MacLEOD, C. D., SANTOS, M. B., PIERCE, G. J., CRICK, H. Q. P., & ROBINSON, R. A. 2006. Potential effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and Marine Biology*, 44, 431.
- LEIGH, E. G., O'DEA, A., & VERMEIJ, G. J. 2014. Historical biogeography of the Isthmus of Panama. *Biological Reviews*, 89(1), 148-172.
- LILLJEBORG, W. 1861. Supplément au m'emoire sur les genres *Liriope* et *Peltogaster*, H. Rathke. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Seriei Tertiae* 3,74–102.
- LINNÉ, C. V. 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus 1, Editio decima, reformata*. Stockholm: Laurentii Salvii, 1–824.
- LIPPS, J. H., & MITCHELL, E. 1976. Trophic model for the adaptive radiations and extinctions of pelagic marine mammals. *Paleobiology*, 147-155.

- LOCH, C., & SIMOES-LOPES, P. C. 2013. Dental wear in dolphins (Cetacea: Delphinidae) from southern Brazil. *Archives of Oral Biology*, 58(2), 134-141.
- LOVEJOY, N. R., BERMINGHAM, E., & MARTIN, A. P. 1998. Marine incursion into South America. *Nature*, 396(6710), 421-422.
- LYDDDEKER, R. 1894. Cetacean skulls from Patagonia. *Anales del Museo de la Plata, Paleontología Argentina*, vol. 2 for 1893, art. 2, pag. 2-4, pl. 1.
- MAY-COLLADO, L., & AGNARSSON, I. 2006. Cytochrome b and Bayesian inference of whale phylogeny. *Molecular phylogenetics and evolution*, 38(2), 344-354.
- MCGOWEN, M. R., SPAULDING, M., & GATESY, J. 2009. Divergence date estimation and a comprehensive molecular tree of extant cetaceans. *Molecular phylogenetics and evolution*, 53(3), 891-906.
- MEAD, J. G. 1975. A fossil beaked whale (Cetacea: Ziphiidae) from the Miocene of Kenya. *Journal of paleontology*, 745-751.
- MEAD, J. G., & FORDYCE, R. E. 2009. The therian skull: a lexicon with emphasis on the odontocetes. *Smithsonian contributions to zoology*. 627, 1-248.
- MESSENGER, S. L., & McGUIRE, J. A. 1998. Morphology, molecules, and the phylogenetics of cetaceans. *Systematic Biology*, 47(1), 90-124.
- MILLER, G. S. 1918. A new river dolphin from China. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 68,1-12.
- MILLER, K. G., KOMINZ, M. A., BROWNING, J. V., WRIGHT, J. D., MOUNTAIN, G. S., KATZ, M. E., & PEKAR, S. F. 2005. The Phanerozoic record of global sea-level change. *science*, 310(5752), 1293-1298.

- MONTEIRO-FILHO, E. L. D. A., MONTEIRO, L. R., & DOS REIS, S. F. 2002. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. *Journal of Mammalogy*, 83(1), 125-134.
- MONTES, C., CARDONA, A., JARAMILLO, C., PARDO, A., SILVA, J. C., VALENCIA, V., & NIÑO, H. 2015. Middle Miocene closure of the Central American seaway. *Science*, 348(6231), 226-229.
- MONTES, C., & HOYOS, N. 2020. Isthmian bedrock geology: Tilted, bent, and broken. *The Geology of Colombia*, 3, 451-467.
- MONTES I., DAVID, CHAVERA C., ALFONSO, VAN BRESEM, MARIE, PERALES C., ROSA, FALCÓN P, NÉSTOR, & VAN WAEREBEEK, KOEN. 2004. Descripción y evaluación anatómica de lesiones óseas cráneo-mandibulares en cetáceos odontocetos del mar peruano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 15(1), 13-24.
- MORENO, F. P. 1892. Noticias sobre algunos cetáceos fósiles y actuales de la República Argentina conservados en el Museo de La Plata. *Revista del Museo de La Plata*, 3, 381-392.
- MORGAN, G. S. 1994. Miocene and Pliocene marine mammal faunas from the Bone Valley Formation of central Florida. In *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* (Vol. 29, No. 29, pp. 239-268).
- MOORE, S. E. 2008. Marine mammals as ecosystem sentinels. *Journal of Mammalogy*, 89(3), 534-540.
- MUIZON, C. D. 1983. *Pliopontos littoralis* un nouveau Platanistidae Cetacea du Pliocène de la côte péruvienne. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Paris Série II* 296, 1101–1104.

- MUIZON, C. D. 1984. Les vertébrés fossiles de la Formation Pisco (Pérou) Deuxième partie: les Odontocètes (Cetacea, Mammalia) du Pliocène inférieur de Sud Sacaco. Travaux de l'Institut français d' Études andines 27,1–188.
- DE MUIZON, C. 1988. Les relations phylogénétiques des Delphinida (Cetacea, mammalia). Annales de paléontologie (1982), 74(4), 159-227.
- DE MUIZON, C. 1988. Les vertébrés fossiles de la Formation Pisco (Pérou) Troisième partie: Les Odontocètes (Cetacea: Mammalia) du Miocène. Travaux de l'Institut français d' Études andines 42, 1–244.
- MURAKAMI, M., SHIMADA, C., HIKIDA, Y., SOEDA, Y., & HIRANO, H. 2014. Eodelphis kabatensis, a new name for the oldest true dolphin *Stenella kabatensis* Horikawa, 1977 (Cetacea, Odontoceti, Delphinidae), from the upper Miocene of Japan, and the phylogeny and paleobiogeography of Delphinoidea. Journal of Vertebrate Paleontology, 34(3), 491-511.
- NIKAIDO, M, MATSUNO, F., HAMILTON, H., BROWNELL, R. L., CAO, Y., DING, W., & OKADA, N. 2001. Retroposed analysis of major cetacean lineages: the monophyly of toothed whales and the paraphyly of river dolphins. Proceedings of the National Academy of Sciences, 98(13), 7384-7389.
- O'DEA, A., HOYOS, N., RODRÍGUEZ, F., DE GRACIA, B., & DE GRACIA, C. 2012. History of upwelling in the Tropical Eastern Pacific and the paleogeography of the Isthmus of Panama. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 348, 59-66.
- O'DEA, A., & JACKSON, J. 2009. Environmental change drove macroevolution in cupuladriid bryozoans. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 276(1673), 3629-3634.

- O'DEA, A., JACKSON, J. B., FORTUNATO, H., SMITH, J. T., D'CROZ, L., JOHNSON, K. G., & TOLDD, J. A. 2007. Environmental change preceded Caribbean extinction by 2 million years. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(13), 5501-5506.
- O'SHEA, T. J., & ODELL, D. K. 2008. Large-scale marine ecosystem change and the conservation of marine mammals. *Journal of Mammalogy*, 89(3), 529-533.
- PERRIN, W. F. 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern Pacific and Hawaii. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California* 21, 1–206.
- PILLERI, G. & GIHR, M. 1977. Observations on the Bolivian (*Inia boliviensis* d'Orbigny, 1834) and the Amazon bufeo (*Inia geoffrensis* de Blainville, 1817) with description of a new subspecies (*Inia geoffrensis humboldtiana*). *Investigations on Cetacea* 8, 11–76.
- PYENSON, N. D. 2009. Requiem for Lipotes: an evolutionary perspective on marine mammal extinction. *Marine Mammal Science*, 25(3), 714-724.
- PYENSON, N. D., GUTSTEIN, C. S., PARHAM, J. F., LE ROUX, J. P., CHAVARRÍA, C. C., LITTLE, H., & SUÁREZ, M. E. 2014. Repeated mass strandings of Miocene marine mammals from Atacama Region of Chile point to sudden death at sea. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1781).
- PYENSON, N. D., & HOCH, E. 2007. Tortonian pontoporiid odontocetes from the Eastern North Sea. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27(3), 757-762.
- PYENSON, N. D., & SPONBERG, S. N. 2011. Reconstructing body size in extinct crown Cetacea (Neoceti) using allometry, phylogenetic methods and tests from the fossil record. *Journal of Mammalian Evolution*, 18(4), 269-288.

- RENSBERGER, J. M. 1969. new iniid cetacean from the Miocene of California. University of California Publications in Geological Sciences 82, 1–34.
- SALINAS-MÁRQUEZ, F. M., BARNES, L. G., FLORES-TRUJILLO, J. G., & ARANDA-MANTECA, F. J. 2014. Una especie de delfín fósil (Cetacea; Delphinoidea; Kentriodontidae) del Mioceno medio de Baja California. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 66(1), 145-164.
- SANTILLÁN, L. A. 2003. Diferencias craneales entre las poblaciones costera y oceánica de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) ‘delfin nariz de botella’ en el mar peruano. Licenciado en Biología Thesis, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas (unpublished). 80pp.
- SCAPINO, R. 1981. Morphological investigation into functions of the jaw symphysis in carnivorans. *Journal of Morphology*, 167(3), 339-375.
- SCHUSTERMAN, R. J., KASTAK, D., LEVENSON, D. H., REICHMUTH, C. J., & SOUTHALL, B. L. 2000. Why pinnipeds don't echolocate. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(4), 2256-2264.
- SCHWARZHANS, W., & AGUILERA, O. 2013. Otoliths of the Myctophidae from the Neogene of tropical America. *Palaeo Ichthyologica* 13, 83–150.
- SECCHI, E. R., OTT, P. H., & DANILEWICZ, D. 2003. Effects of fishing by-catch and conservation status of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. *Marine mammals: Fisheries, tourism and management issues*, 174-191.
- SIMMONDS, M. P., & ISAAC, S. J. 2007. The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. *Oryx*, 41(1), 19-26.

- SIMPSON, G. G. 1945. The principles of classification and a classification of mammals. *Bull. Amer. Museum Nat. History.*, 85.
- STEEMAN, M. E., HEBSCGAARD, M. B., FORDYCE, R. E., Ho, S. Y., RABOSKY, D. L., NIELSEN, R., & WILLERSLEV, E. 2009. Radiation of extant cetaceans driven by restructuring of the oceans. *Systematic biology*, 58(6), 573-585.
- SWOFFORD, D. L. 2002. PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony (* and other methods), version 4.0 b10. Sunderland: Sinauer Associates.
- TANAKA, Y., & FORDYCE, R. E. 2014. Fossil dolphin *Otekaieka marplei* (latest Oligocene, New Zealand) expands the morphological and taxonomic diversity of Oligocene cetaceans. *PloS one*, 9(9), e107972.
- TANAKA, Y., & FORDYCE, R. E. 2015. A new Oligo-Miocene dolphin from New Zealand: *Otekaieka huata* expands diversity of the early Platanistoidea. *Palaeontologia electronica*, 18(2.23), 1-71.
- THEWISSEN, J. G. M. 1998. Cetacean origins. In *The emergence of whales* (pp. 451-464). Springer, Boston, MA.
- THEWISSEN, J. G. 2013. *The emergence of whales: evolutionary patterns in the origin of Cetacea* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- THEWISSEN, J. G., WILLIAMS, E. M., ROE, L. J., & HUSSAIN, S. T. 2001. Skeletons of terrestrial cetaceans and the relationship of whales to artiodactyls. *Nature*, 413(6853), 277-281.
- THEWISSEN, J. G., & WILLIAMS, E. M. 2002. The early radiations of Cetacea (Mammalia): evolutionary pattern and developmental correlations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33(1), 73-90.
- THEWISSEN, J. G., COOPER, L. N., CLEMENTZ, M. T., BAJPAI, S., & TIWARI, B. N. 2007. Whales originated from aquatic artiodactyls in the Eocene epoch of India. *Nature*, 450(7173), 1190-1194.

- TRUE, F. W. 1912. A Fossil Toothed Cetacean from California, Representing a New Genus and Species, with Two Plates: By Frederick W. True (Vol. 60, No. 11). Smithsonian institution.
- TURVEY, S. T., BARRETT, L. A., YUJIANG, H. A. O., Lei, Z., XINGIO, Z., XIANYAN, W., & DING, W. 2010. Rapidly shifting baselines in Yangtze fishing communities and local memory of extinct species. *Conservation Biology*, 24(3), 778-787.
- UHEN, M. D. 2004. Form, function, and anatomy of *Dorudon atrox* (Mammalia, Cetacea): an archaeocete from the middle to late Eocene of Egypt. *University of Michigan Papers on Paleontology* 34, 1–222.
- UHEN, M. D., & PYENSON, N. D. 2007. Diversity estimates, biases, and historiographic effects: resolving cetacean diversity in the Tertiary. *Palaeontologia Electronica*, 10(2), 1-22.
- UHEN, M. D., & PYENSON, N. D. 2007. Diversity estimates, biases, and historiographic effects: resolving cetacean diversity in the Tertiary. *Palaeontologia Electronica*, 10(2), 1-22.
- VAN BENEDEN, P. 1864. Sur un Dauphin nouveau (*Delphinus guianensis*) et un Ziphiode rare. *Memoires de l'Academie Royale de Sciences Belgique*, Bruxelles 16, 1–21.
- VAN VALEN, L. 1968. Monophyly or diphyly in the origin of whales. *Evolution*, 37-41.
- VAUGHAN, T. A., RYAN, J. M., CZAPLEWSKI, N. J. 2000. *Mammalogy*. 4a ed. Harcourt College. Forth Worth, TX.
- VELEZ-JUARBE, J., WOOD, A. R., DE GRACIA, C., & HENDY, A. J. 2015. Correction: Evolutionary Patterns among Living and Fossil Kogiid Sperm Whales: Evidence from the Neogene of Central America. *Plos one*, 10(5), e0129186.

- VERMEJI, G. J., DUDLEY, R. 2000. Why are there so few evolutionary transitions between aquatic and terrestrial ecosystems? *Biological Journal of the Linnean Society* 70, 541–554.
- VIGIL, D. I., & LAURITO, C. A. 2014. Nuevos restos de un odontoceti fósil (mammalia: Cetacea, physeteroidea) para el mioceno tardío de Panamá, América Central. *Revista Geológica de América Central*, (50), 213-217.
- YOUNG, O. R., OSHERENKO, G., EKSTROM, J., CROWDER, L. B., OGDEN, J., WILSON, J. A., & PEACH, R. 2007. Solving the crisis in ocean governance: place-based management of marine ecosystems. *Environment: science and policy for sustainable development*, 49(4), 20-32.
- WADE, B. S., PEARSON, P. N., BERGGREN, W. A., & PÄLIKE, H. 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth-Science Reviews*, 104(1-3), 111-142.
- WERTH, A. J. 2006. Mandibular and dental variation and the evolution of suction feeding in Odontoceti. *Journal of Mammalogy*, 87(3), 579-588.

ANEXOS

Anexo N° 1

Glosario general

- Apomorfía: Rasgo o carácter de un estado derivado.
- Arqueocetos: Suborden extinto que agrupa a los cetáceos más primitivos, heterodontos y que estuvieron presentes a lo largo del Eoceno.
- Cetotheriidae: Familia de cetáceos con barbas, que vivieron desde mediados del Oligoceno hasta a fines del Plioceno.
- Desmostilianos: Orden de grandes mamíferos cuadrúpedos que existieron en las costas del Pacífico norte durante el Oligoceno y el Mioceno.
- Formación: Es una agrupación de estratos de roca el cual esta unificado con respecto a estratos adyacentes, por consistir predominantemente de un cierto tipo litológico o combinación de tipos o por poseer rasgos litológicos únicos que le permitan que sea registrado en un mapa, con límites definidos y una localidad tipo.
- Friable: Característica de las rocas de quebrarse o pulverizarse muy fácilmente.
- Holotipo: Es el único espécimen u otro elemento designado por un autor como base de una especie nueva.
- Icnofósiles: Estructura sedimentaria fosilizada que consiste de un rastro, surco, excavación, tubo o túnel resultante de las actividades de un animal cuando estaba vivo.
- Mysticetos: Suborden de los cetáceos que se caracterizan por presentar barbas, pero que en sus etapas primitivas también poseían dientes.
- Odontocetos: Suborden de los cetáceos que se distinguen por mostrar exclusivamente dientes.
- Paleocetología: Estudio de los cetáceos antiguos y de sus fósiles.
- Plesiomorfia: Rasgo o carácter de un estado primitivo.

- **Regresión:** Es el retiro de las aguas marinas de áreas continentales, es un cambio que da lugar a que zonas costeras ocupen lo que anteriormente habían sido zonas de aguas más profundas.
- **Squalodontidae:** Familia extinta de odontocetos con dientes parecidos a los que poseen los tiburones, que vivieron de finales del Oligoceno hasta mediados del Mioceno.
- **Tafonomía:** Rama de la paleontología que se ocupa del origen y forma de enterramiento de los restos de diferentes organismos.
- **Telescopización:** Proceso en el cual los huesos del cráneo de los cetáceos encajan unos dentro de los otros, debido al movimiento de los huesos del rostro (nasal, maxilar y premaxilar) sobre los huesos del cráneo.
- **Transgresión:** Es la contraparte de la regresión. Invasión de las aguas marina áreas continentales.

Anexo N°2

Glosario de abreviaturas anatómicas

- Adif: anterior dorsal infraorbital foramen
- Alis: alisphenoid
- Ap: angular process of mandible
- C: canine tooth
- Cp: coronoid process of mandible
- Cuneif: cuneiform
- Dsss: dorsal sagittal sinus sulcus
- Fplpts: fossa for the postorbital lobe of the pterygoid sinus
- Fr: frontal
- Gf: glenoid fossa of squamosal
- I: incisor tooth or teeth
- Ju: jugal
- La: lacrimal
- Ma: mega-annum, period of 1 million years
- Max: maxilla
- Mc: maxillary crest
- Me: mesethmoid
- Mef : mental foramen or foramina
- Mf. mandibular foramen
- Ms: mandibular symphysis
- Na: nasal

- Nar: bony narial opening or naris
- Nuc: nuchal crest
- Pa: parietal
- PC. postcanine tooth or teeth
- Pdif. posterior dorsal infraorbital foramen
- Pls: posterolateral sulcus of the premaxilla
- Pmax: premaxilla
- Pmaxf: : premaxillary foramen
- Pms. posteromedial sulcus of the premaxilla
- Pmsf: premaxillary sac fossa
- Popf: postorbital process of the frontal
- Propf: preorbital process of the frontal
- Scap. scaphoid
- Socc: supraoccipital
- Sopf: supraorbital process of frontal
- Smf: suprameatal fossa
- Sq: squamosal
- Tc. temporal crest of the frontal
- Trap: trapezoid
- Uncif. unciform
- Vom: vomer
- Zpsq: zygomatic process of squamosal

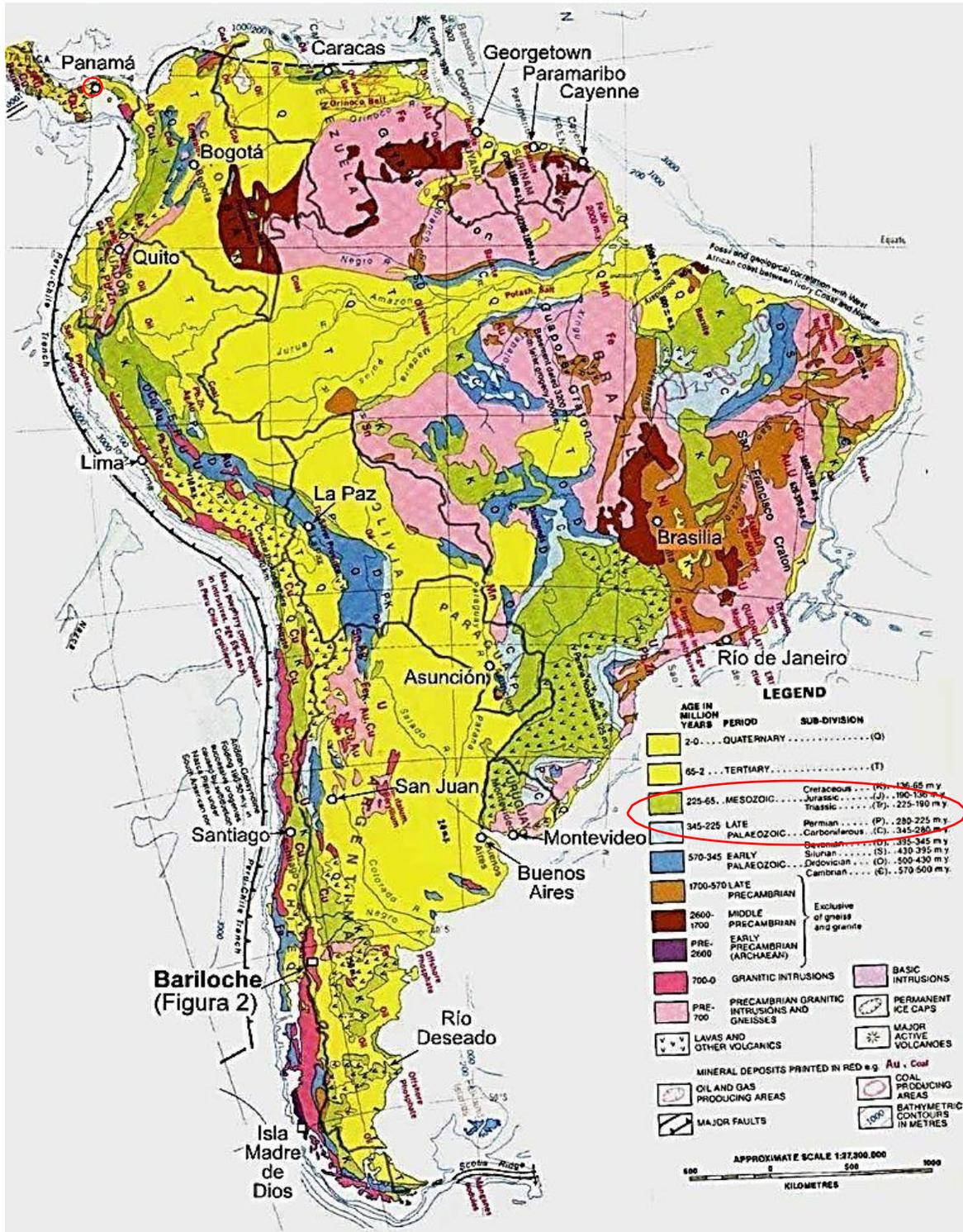
Anexo N°3

Glosario de abreviaciones institucionales

- AMNH: Divisions of Paleontology and Vertebrate Zoology, American Museum of Natural History, New York, New York, USA.
- CAS: Department of Ornithology and Mammalogy, California Academy of Sciences, San Francisco, California, USA.
- CMM: Calvert Marine Museum, Solomons, Maryland, USA.
- IRSNB: Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Brussels, Belgium.
- LACM: Departments of Mammalogy and Vertebrate Paleontology, Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, California, USA.
- MACN: Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia,” Buenos Aires, Argentina.
- MLP. Museo de La Plata, La Plata, Argentina.
- MNHN. Muséum national d’Histoire naturelle, Paris, France.
- MUSM. Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima, Peru.
- UCMP: University of California Museum of Paleontology, Berkeley, California, USA.
- UF: Florida Museum of Natural History, Gainesville, Florida, USA.
- USNM: Departments of Paleobiology and Vertebrate Zoology (Division of Mammals), National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C., USA.

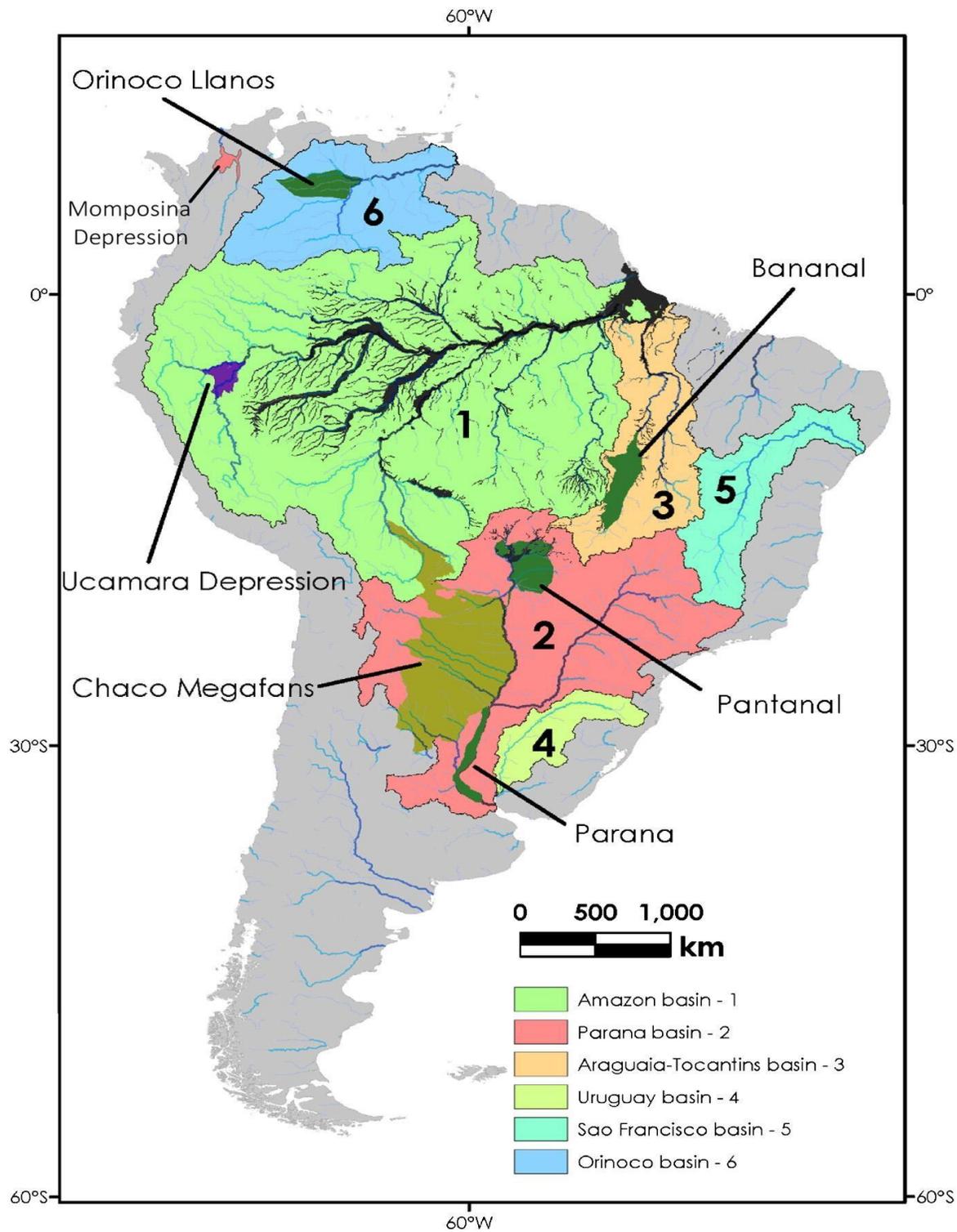
Anexo N°4

Mapa geomorfológico de América del sur. Imagen de Rodríguez (2012)



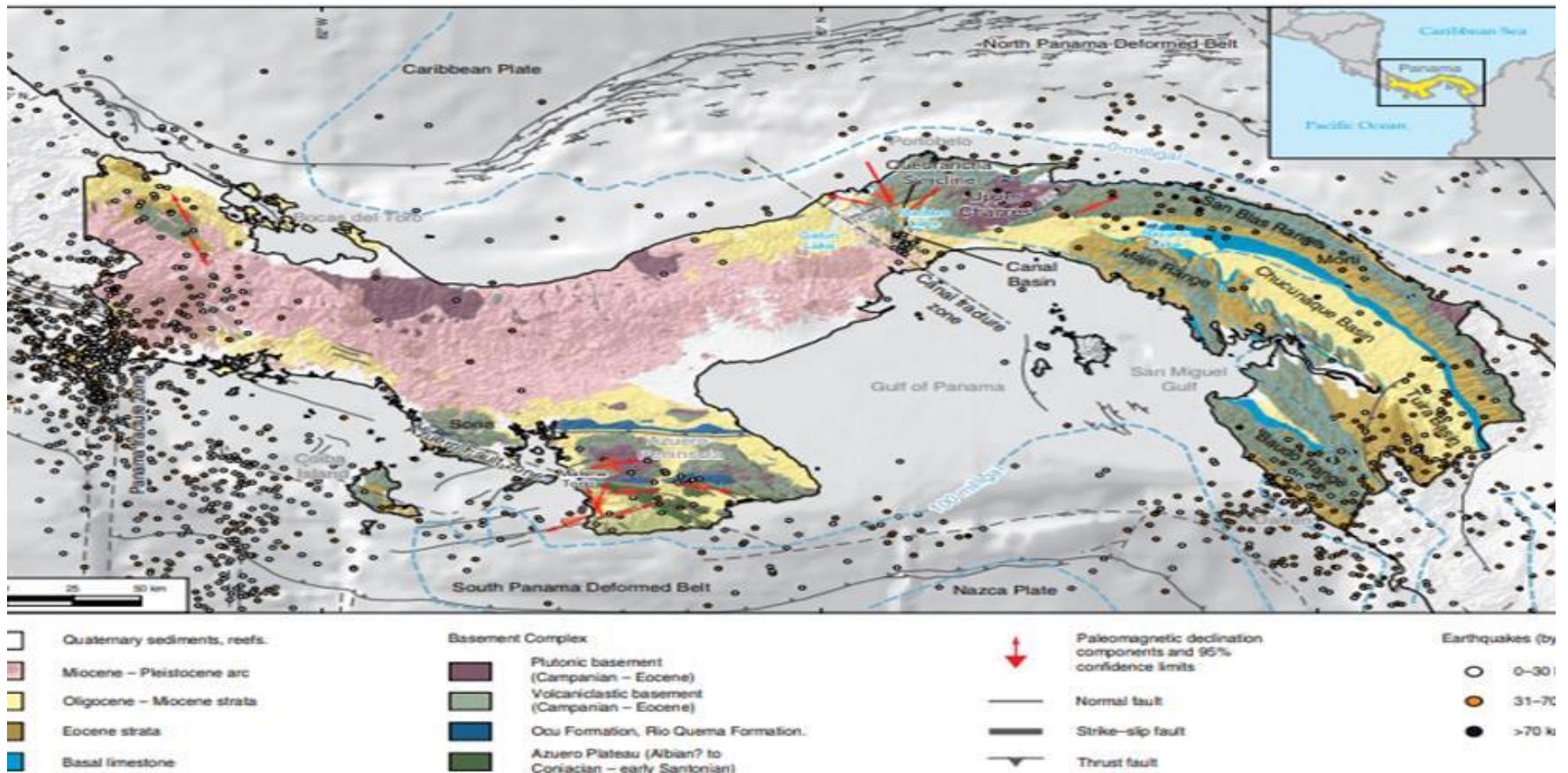
Anexo N°5

Mapa dominios fluviales de América del Sur. Imagen de Latrubesse (2015).



Anexo N°6

Mapa geomorfológico del Istmo panameño. Imagen de Montes & Hoyos (2020).





Anexo N° 8:

Panorámica y zonas señalizada de las muestras In Situ (Flechas) la playa de Piña, Piña, Costa Abajo, Colón. A. Panorámica hacia tierra. B. Panorámica hacia agua.



Anexo N°9

Mediciones in situ del lugar de muestreo. Cuadrantes y ubicación de punto de muestreo con distancias de 96 m hasta el punto más cercano a tierra los que se aplicaron en 2011 muestreos en cuadrículas de 1 x 1 m².(A). Brújula utilizada, para ubicar el Norte en el sitio. Playa de Piña. (B).



Anexo N°10

Apunte de Campo y laboratorio de muestra principal. Apuntes y observaciones durante limpieza de bulto (A), Fotografía in situ de muestra(B), Croquis de cráneos (C).

Zuncho (Monday) ⇒ campo en mes de Lopez a EEW
27/02/2012 Preparación start: 27 feb. 2012

Preparar o limpiar el jacket
(B Post mort.) para NDP180611-12

Rock sedimentaria *presencia Escapula (Scapula)*
 Sedimento granulado (arenoso) (más grueso), más o menos denso.
 (Parte inferior de la parte superior)

Nota: hay restos de osamentas dispersas a medida que se va excavando la superficie. Material vegetal. Chocolate oscuro presente.

En la parte inferior está la tumba

Hay restos de osamentas dispersas a medida que se va excavando la superficie. Material vegetal. Chocolate oscuro presente.

En la parte inferior está la tumba

↑ superficie trabajada (tecnico físico) puros y granules y bloques.

* Los fragmentos del contenido NDP180611-1 → NDP180611-2

* **DEPENDENCIA** * *¿Cronología? ¿Cronología? ¿Cronología?*

ENTRE PIEZAS

El estado de la pieza es superior sedimento

Inferior del jacket

Localización del hueso

Nota: hay restos de osamentas dispersas a medida que se va excavando la superficie.

28/02/2012
 Continúa con NDP180611-12 (Post mort.)

→ oblique surface

→ acumulación de oblique

Matrix expuesta.

→ antichius

→ foto del pluto

* Mariana Inca medida de muestra desde NDP180611-1 hasta NDP180611-12

→ largo apes. (26.10cm) enclavado en el jacket

→ dimensiones aproximadas del jacket con métrica

29/02/2012
 Hora de inicio 12:45 pm Hora: 14:41 final

Muestra NDP180611-12 (jacket pegado)

Toma de medidas con calibre (digital "C")

Muestra Medidas y agrava

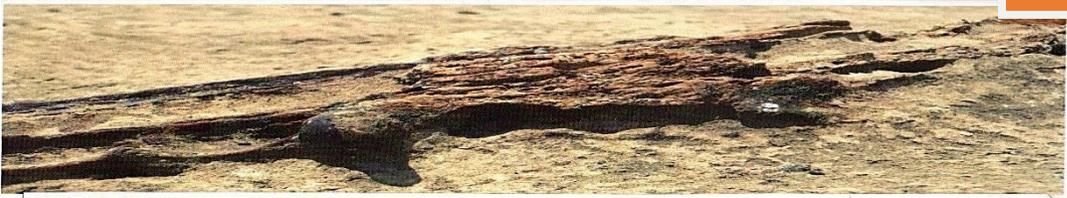
NDP180611-1 diámetro = 1

→ 6.7mm

→ 10.00mm

→ 26.08mm

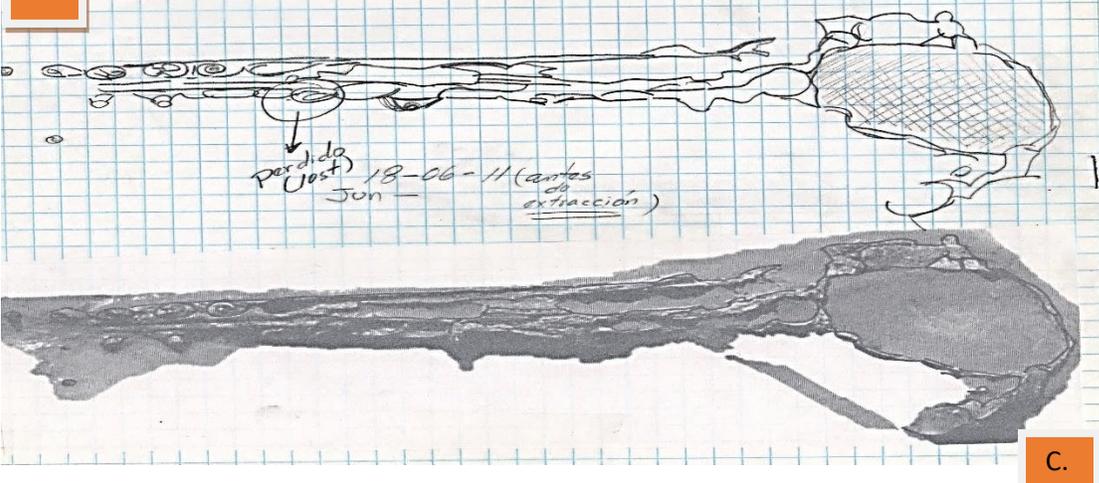
→ 12.46mm



A.



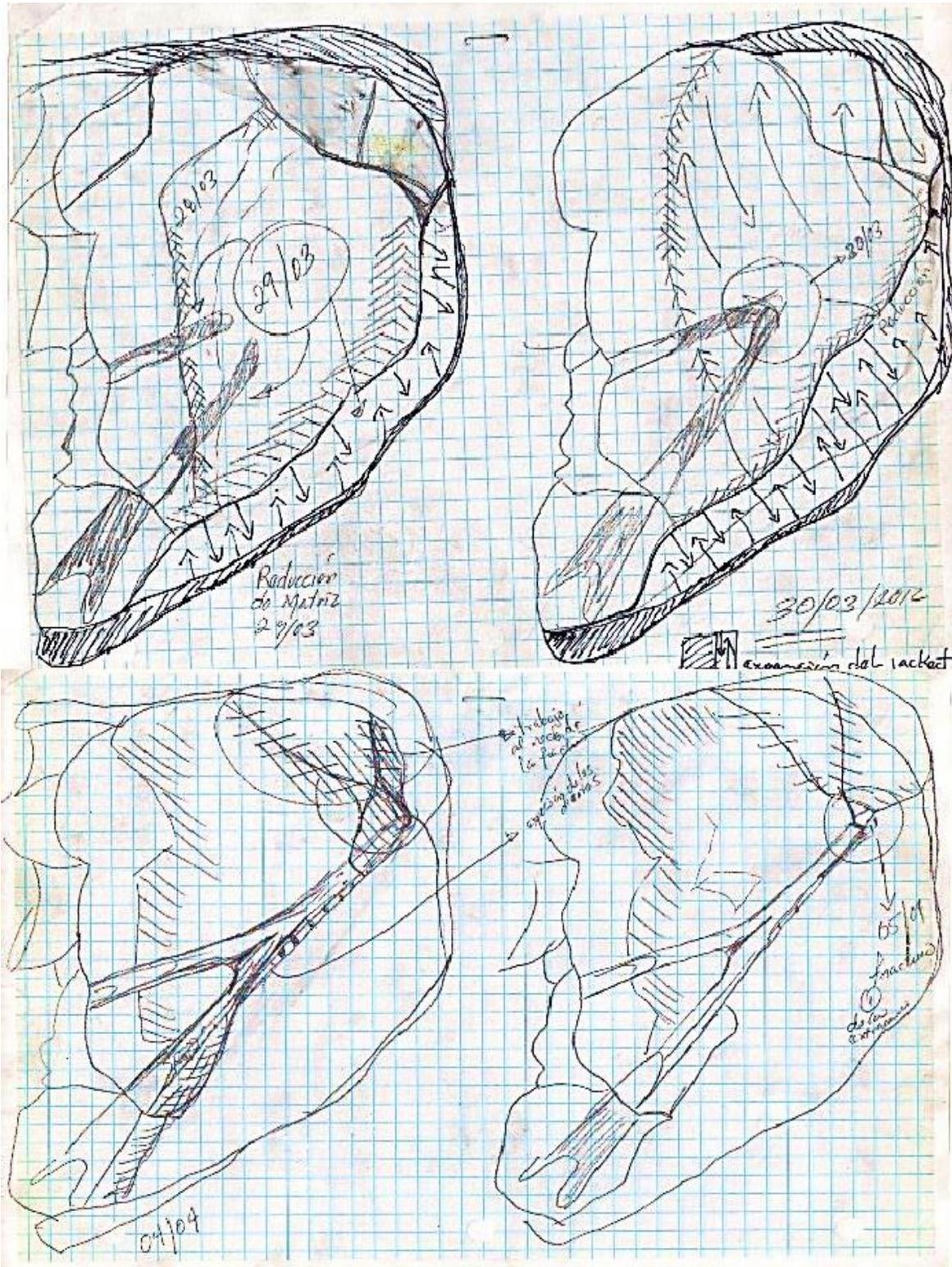
B.



C.

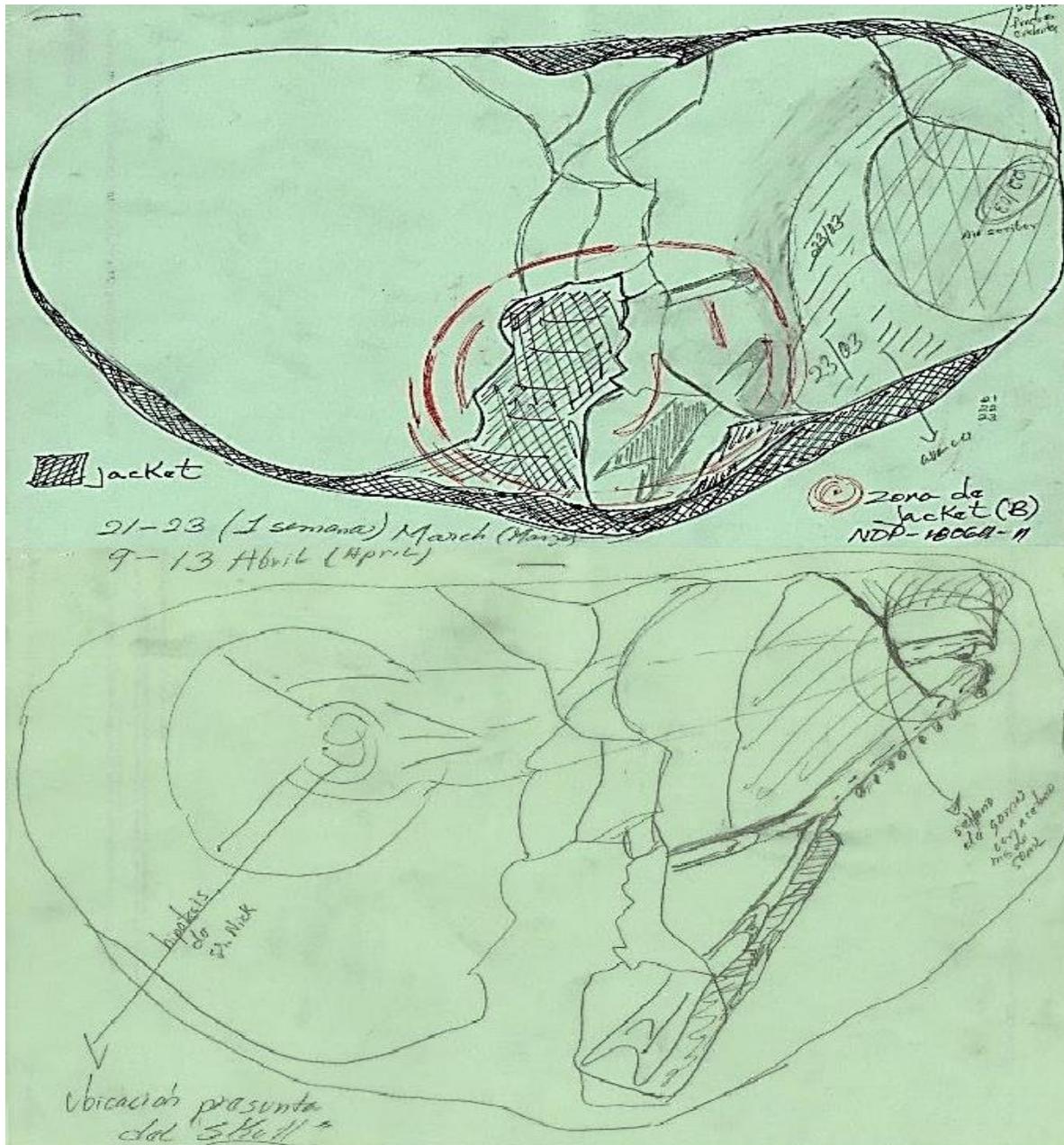
Anexo N°11

Apuntes gráficos de avances de limpieza NDP-180611-11 (Bulto grande, A, Skull).



Anexo N°12

Últimos avances de limpieza NDP-180611-11 (Bulto grande, A, Skull).



Anexo N°14

Muestra USNM A 49582 (A1) *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Brasil.



Vista superior de mandíbula completa.



Lateral Izquierdo posterior mandibular.



Lateral izquierdo anterior mandibular.



Vista lateral Izquierda mandibular.



Vista posterior mandibular.

Anexo N°15

Muestra USNM A 49582 (A2) *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Brasil.



Vista diferentes dentarios.



Vista ósea completa cráneo y mandíbula.



Vista dorsal del cráneo.

Anexo N°16

Muestra USNM A 49582 (A3) *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Brasil.



Cara dorsal
escapula.



Cara ventral
escapular.

Anexo N°17

Muestra USNM 550603 (A1) *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844).
Uruguay.

Vista
central
dorsal
mandibular.



Lado posterior mandibular.



Lateral posterior izquierda.

Lateral parcial posterior.



Anexo N°18

Muestra USNM 550603(A2) *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844). Uruguay.

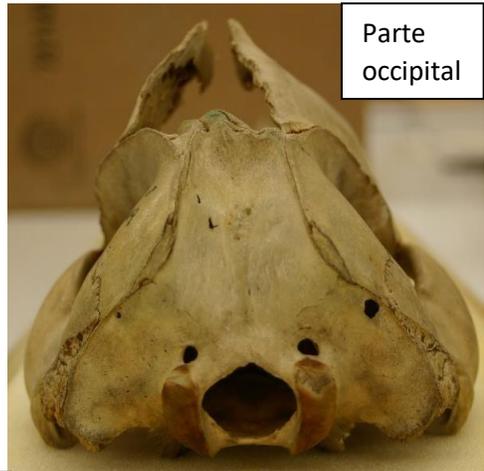


Anexo N°19

Muestra USNM 172409 (A1) *Platanista gangetica* (Roxburgh, 1801). India.



Vista frontal
cráneo y
mandíbula.



Parte
occipital



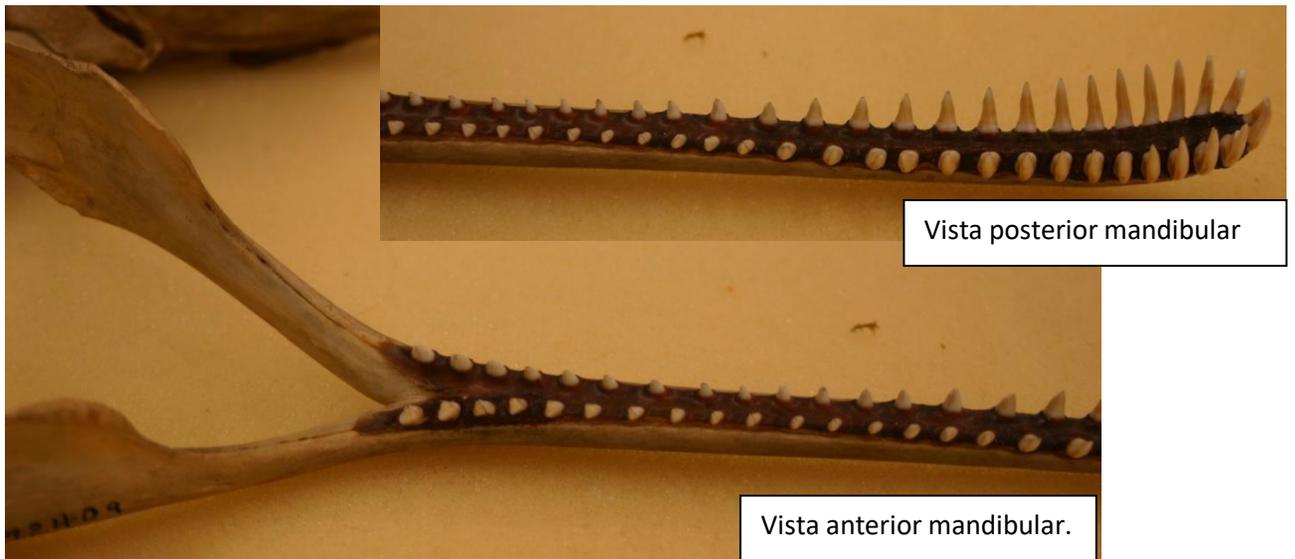
Lateral izquierdo



Lateral derecha.

Anexo N°20

Muestra USNM 172409 (A2) *Platanista gangetica* (Roxburgh, 1801). India.



Anexo N°21

Muestra USNM 594663 (A1) *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Perú.



Vista dorsal anterior



Vista anterior derecha



Vista occipital.



Vista posterior izquierda.

Anexo N°22

Muestra USNM 218293 (A1) *Lipotes vexillifer* Miller, 1918.China.



Vista ventral del cráneo.



Vista Dorsal de mandíbula.



Vista anterior mandibular.



Detalles dentarios.

Anexo N°23

Muestra USNM 395415 *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Venezuela.



Vista ventral del cráneo.



Vista anterior craneal.



Vista posterior craneal



Vista anterior mandibular.

Anexo N°24

Muestra USNM 239663 *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Brasil.



Vista ventral de mandíbula, presentación de mal formaciones.



Vista Dorsal de mandíbula, presentación de mal formaciones.

Anexo N°25

Muestra USNM 550597 *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844).
Uruguay.

