Cliente: GERONIMO RIZZO S.A.

Ubicación: Mar del Plata – Partido de General Pueyrredón – Buenos Aires

Fecha: 21/03/2022

Informe: EIP Def. Cost. Camet Norte

ESTUDIO DE IMPACTO PALEONTOLÓGICO

DEFENSAS COSTERAS CAMET NORTE

Taglioretti, Matías Luciano

Licenciado en Biología (Orientación Paleontología) UNLP

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN……..pág.03

LÍNEA DE BASE PATRIMONIAL PALEONTOLOGICA……..pág.03

A. ANTECEDENTES……pág.03

Descripción Geológica, Geomorfológica Y Sedimentaria……pág.03

Antecedentes Paleontológicos……..…….pág.07

B. TRABAJO DE CAMPO……pág.10

METODOLOGÍA……..…….pág.10

Prospección……pág.11

Sondeos……..……pág.11

Mapas georreferenciados con las tareas realizadas ..……..pág.12

C. RESULTADOS……..……..……pág.13

DETALLE DE LOS RESULTADOS

POR SECTOR Y PP ASOCIADOS……..…….pág.14

VALORACIÓN DEL RIESGO DE IMPACTO

PALEONTOLÓGICO (VRIP)……..……..pág.18

ASPECTOS POSITIVOS DE LAS

DEFENSAS COSTERAS: ESPIGONADOS……..……pág.19

NIVELES DE VRIP……..……..pág.20

SITIOS/YACIMIENTOS ENCONTRADOS ……..…….pág.21

ÁREAS DE PRESERVACIÓN……..……pág.21

MATERIALES RECUPERADOS……..……...pág.21

PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN

DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO……..…….....….…....pág.22

PROTOCOLO DE HALLAZGOS FORTUITOS ……..……pág.22

PLAN DE MITIGACIÓN……..…….pág.23

CAPACITACIÓN PATRIMONIAL……..…….pág.26

BIBLIOGRAFÍA……..…….pag.27

ANEXO 1 FIGURAS

ANEXO 2 TABLAS PP Y VRIP

INTRODUCCIÓN

Los acantilados costeros de la localidad Camet Norte, Partido de Mar Chiquita, en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, conforman una secuencia estratigráfica del Pleistoceno superior - Holoceno (Edades Bonaerense a Platense de la escala geocronológica sudamericana) con una extensión aproximada de 1200 metros lineales. Son depositarios de un yacimiento paleontológico excepcional, que ha proporcionado una gran diversidad de fósiles que forman parte de las colecciones paleontológicas del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Santa Clara del Mar "Pachamama" y en menor medida del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata "Lorenzo Scaglia". Estos acantilados se encuentran profundamente afectados por la erosión marina, que afecta de forma diferencial el patrimonio paleontológico presente en la zona. Por su parte, ante este escenario, la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires planifica la construcción de defensas costeras en la forma de espigones perpendiculares a la línea de costa con el fin mitigar los efectos negativos de la erosión costera. En este contexto general y respetando la normativa que emana de la Ley Nacional de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico 25.743, en concurrencia a las disposiciones del Centro de Registro del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico (CRePAP) en su rol de organismo de aplicación de la citada Ley a nivel de la Provincia de Buenos Aires, es que se elabora el presente Estudio de Impacto Paleontológico rotulado EIP Def. Cost. Camet Norte a cargo de GERONIMO RIZZO S.A.

1) DESARROLLO DE LÍNEAS DE BASE PATRIMONIAL PALEONTOLÓGICA:

A. ANTECEDENTES

- DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y SEDIMENTARIA

Desde el punto de vista Geomorfológico, los acantilados costeros de Camet Norte se encuentran en una zona de transición entre los elementos morfoestructurales del Positivo Bonaerense, representado por la provincia geológica de Tandilia y la cuenca Tectónica del Salado (**Figura 1**). (ver Cingolani, 2005; Zarate & Rabassa, 2005).

Las Geoformas más conspicuas en el área de estudio son los frentes acantilados, en consecuencia, los procesos geológicos dominantes en esta franja costera son los de erosión por sobre los de depositación. Las playas se desarrollan en un sistema micro mareal (Bustos, et al., 2013) que tienen su máxima expresión durante las bajamares, cuando los vientos provienen de los cuadrantes norte, nornoreste y noreste. Los acantilados presentan una altura máxima de 3.5 metros (en el extremo norte de la zona de estudio) con valores mínimos de 2 metros sobre el nivel del mar. Los acantilados pueden combinarse con otros rasgos de erosión como plataformas de abrasión, cuevas, pilares, pilares con media caña, arcos marinos, islotes rocosos y micro acantilados (**Figura 2**). La naturaleza de los sedimentos que componen estos acantilados determina un comportamiento diferencial con respecto a los agentes de erosión. En este sentido el sector conocido como la "Paleolaguna Camet Norte" presenta una mayor cantidad de arcillas, lo que aumenta su cohesión formando una saliente en la línea de costa (**Figura 3**).

Por otra parte, los rasgos de depositación lo conforman bloques de derrumbe y playas con diferentes grados de desarrollo dependiendo de la dinámica costera en un determinado momento, independientemente de las mareas. Las playas tienen una pendiente de 3.7% de morfología regular y el 100% del perfil de playa pertenece a la playa frontal y diariamente el agua llega al pie del acantilado (Bértola et al., 2013). En este contexto, el acceso a las plataformas de abrasión y la base de los acantilados es

variable y depende del comportamiento del perfil de playa ante procesos de fondo y procesos de puntuales de alta energía como las sudestadas (**Figura 4.1 y 4.2**).

Camet Norte presenta una intensa erosión costera (Bértola et al., 2013, Mantecón et al. 2017), con una tasa de retroceso continuo de 2.15 m/año que se traducen en un retroceso de más de 110 metros en el lapso 1958-2012 (Bunicontro et al, 2013). El alto riesgo de erosión costera (Merlotto et al, 2017) promovieron soluciones puntuales a corto plazo, por parte de los propietarios de lotes lindantes a la línea de costa (Bertola, 2006), con la confección de defensas costeras que en la zona constan de espigonados (estructuras paralelas o sub-paralelas a la línea de costa) y acorazamientos del pie del acantilado (**Figura 5**). A largo plazo, se prevé que la erosión costera se intensifique aún más, debido a procesos naturales de aumento de la temperatura media del planeta tierra y que se refleja en un aumento del nivel del mar. Vivimos en el contexto de un periodo interglacial, que comenzó luego de último máximo glacial hace aproximadamente 24 ka AP en el hemisferio sur (Rabassa, 2008). Si comparamos el presente interglacial o verano planetario, con el último máximo interglacial (MIS 5e Shackleton et al., 2003) acontecido hace 130/140 mil años atrás, con una duración discutida entre 22 a 10 mil años (Adams et al., 1999) y un nivel medio del mar de 4-6 m. y una temperatura media 2ºC por encima por encima de los registros actuales (Rohling, et al., 2007), es evidente que el mar seguirá transgrediendo el continente y la humanidad tendrá que adaptarse nuevamente como lo hizo en toda su existencia (Tonni, 2016). En este sentido a los procesos naturales de retroceso de la línea de costa, deben agregarse los efectos inducidos por la intervención humana, que en muchos casos modifican esta tasa de retroceso, incrementándolo (Schnack, et al. 1983; Isla et al. 2001; Medina et al. 2016).

Los primeros aportes a los estudios estratigráficos en la zona comienzan formalmente en la década del 80 (Schnack et al., 1982; Fasano et al., 1982), definiendo

la formación continental Santa Clara, constituida principalmente por limos de coloraciones castaño amarillentas a rojizas, con abundante contenido cinerítico y de carbonato de calcio bajo la forma de nódulos, tabiques y bancos horizontales, interpretadas como depósitos de origen eólico, con facies de canales subordinadas de edad mamífero Lujanense *sensu* Pascual et al. (1965). Esta formación remata en algunos sectores con un horizonte de suelo de edad Pleistoceno tardío – Holoceno medio. Posteriormente Fasano et al. (1984) identifican un depósito lagunar en una exposición de 300 de afloramientos los cuales denominan como Facies Camet Norte (FCN) de la Formación Santa Clara asignada al Pleistoceno tardío e identifican un nivel cinerítico de 0.1 A 0.15 m. de espesor. Este nivel cinerítico es descripto en detalle por Bigazzi et al. (1995) y establecen que no puede ser datado ya que el vidrio se presenta muy alterado debido al origen secundario del depósito. Sin embargo, estos mismos autores logran datar otro nivel cinerítico aflorante en la localidad aledaña de Santa Clara del Mar, arrojando una edad de 21 ± 7 ka AP, edad que Pardiñas et al. (1998) toma como equivalente para el nivel cinerítico descripto para las Facies Camet Norte de Fasano et al. (1984). Posteriormente Corbella et al. (2000), realiza nuevas pruebas de datación por trazas de fisión sobre las tobas de las Facies Camet Norte (20.9 ±2.5 ka AP) e indican que presentan escasas evidencias de retransporte con trizas vítreas limpias y frescas, incluyéndolas dentro de su Miembro Cineritas Camet. Pardiñas et al. (1998) suma una datación absoluta en 24.55 ±0.6 ka AP, a partir de materia orgánica proveniente de la acumulación de gramíneas interpretadas como coprolitos, colectada en la base de FCN, unidad A de Fasano et al. (1984). Tassara y Cenizo (2014) asignan una edad de 9.680 ± 73 y 9.516 ± 512 años AP, al techo de las FCN (unidad D Fasano et al., 2004) utilizando dataciones obtenidas por Osterrieth (2004). Finalmente, Tassara et al. (2021) reinterpreta el esquema estratigráfico de Fasano et al. (2004) y separa la unidad D como un nivel estratigráfico

independiente entre la Formación Santa Clara y la Formación Faro Querandí, restringiendo su edad entre 9.680 ± 73 y 9.516 ± 512 años AP (Osterrieth, 2004) y 520 ± 50 años AP en su techo (Madella et al., 2003).

- ANTECEDENTES PALEONTOLÓGICOS

La bioestratigrafía del Cenozoico Superior Sudamericano se encuentra basada en mamíferos. Los yacimientos paleontológicos típicos para este lapso temporal se encuentran representados en el Centro de Argentina, y especialmente en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Los afloramientos costeros lindantes a las ciudades de Mar del Plata y Miramar presentan una gran continuidad lateral (70 km.) y han sido objeto de numerosas prospecciones durante los últimos 130 años aportando una gran cantidad y diversidad de restos paleomastozoológicos entre otros. Estos permitieron evaluar hipótesis bioestratigráficas, paleoambientales, paleobiogeográficas, paleoecológicas y evolutivas, para los últimos 4,5 millones de años de historia natural de la región Pampeana (para una síntesis véase Alberdi et. al 1995; Cione, et al., 2007, 2015). Todos los pisos del Cenozoico superior continental tienen sus estratotipos en la región pampeana. Con el fin de brindar mayor resolución temporal a las inferencias derivadas de los estudios paleontológicos se propuso una secuencia de Zonas de Asociación de validez, en el área pampeana. Para el área de estudio se reconocen 4 biozonas que refieren a las edades cronoestratigráficas sudamericanas: Biozona de *Mesotherium cristatum* – Edad Ensenadense, Biozona de *Megatherium americanum* – Edad Bonaerense, Biozona de *Eqqus (Amerhihippus) neogeus* – Edad Lujanense y biozona de *Lagostomus maximus* – Edad Platense (Cione y Tonni, 1995, 2005, 2007). Sin embargo, las prospecciones realizadas por el grupo de investigación que dirijo, no han podido confirmar a la fecha la veracidad de la existencia de la Biozona de *Mesotherium cristatum* como asi tampoco la sub-biozona de *Ctenomys kraglievichi* del Bonaerense inferior de (Verzi et al., 2004). Por

lo cual consideramos para el presente informe que el Ensenadense no asflora en la zona de estudio.

En base a las colecciones paleontológicas del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Santa Clara del Mar “Pachamama”, sumado a muestreos de detalle, Pardiñas et al. (1998) da a conocer un listado de la composición fosilífera de la unidad A de Fasano et al. (2004). Las observaciones tafonómicas realizadas por Pardiñas et al. (1998) permiten clasificar al Yacimiento Paleolaguna Camet Norte, como un yacimiento apropiado para el estudio de frecuencia de restos de megamamíferos extintos. Posteriormente en un trabajo de revisión, Tassara y Cenizo (2014), presentan una actualización del listado fosilífero (ver bibliografía allí citada), incluyendo al resto de las unidades estratigráficas reconocidas por Fasano et al. (2004) (**Figura 6**). Este último listado se enriquece con los aportes realizados desde la entomofauna fósil por Ramírez L.C. (2015), el que además propone una nueva interpretación paleoambiental que contradice las reconstrucciones de un paisaje uniforme con predominancia de condiciones climáticas áridas y frías cercanas al último máximo glacial, para el lapso de depositación de las FCN.

Desde el punto de vista del patrimonio paleontológico, Camet Norte y sus yacimientos no tienen formalmente una figura legal de protección, tampoco hay un plan de manejo de del mismo en curso **(Figura 7A)**. De momento hay algunas iniciativas formales e informales en trámite. Tassara y Cenizo (2014) hacen una caracterización del estado de vulnerabilidad del Yacimiento Paleontológico “Paleolaguna Camet Norte”, identificando a la erosión costera como el principal factor de vulnerabilidad e instan a tomar resoluciones inmediatas a los fines de garantizar su conservación. Los mismos autores establecen que las defensas costeras bajo la forma de espigones anulan la erosión marina del frente acantilado, pero al mismo tiempo, son consideradas intervenciones graves, al sepultar parcial o totalmente los perfiles estratigráficos, impidiendo eventuales rescates

paleontológicos. Para el caso de Punta Hermengo, Miramar (Partido de General Alvarado), Cenizo et al (2011), señalan que el escollerado o acorazamiento del acantilado, no es necesario, visto que la tasa de erosión de 0.3 m año y en consecuencia produce una perdida de patrimonio paleontológico, que consideran superlativo. Sin embargo, proponemos discutir en el presente EIP estos puntos de vista a la luz de considerar la heterogeneidad del Potencial Paleontológico (PP) de un yacimiento fósil.

Existe un importantísimo patrimonio paleontológico inmueble en la zona dado por la presencia de Paleocuevas y/o Crotovinas, producidas por una amplia variedad de vertebrados de hábitos fosoriales (Vizcaino et al., 2001, Toledo et al. 2021 en prensa). De acuerdo a la clasificación propuesta por Dondas et al. (2009) y Beillinson & Taglioretti (2013), predominan en la zona las paleocuevas de tamaños medios (1 m. de diámetro) y grandes (1.5 a 2.2 metros de diámetro), mientras que las pequeñas (menores a 0.5 metros de diámetro) se encuentran escasamente representadas (Toledo et al., 2021 en prensa). Por otra parte, estas trazas fósiles de tamaños medios y grandes se constituyen en estructuras complejas de túneles entrelazados que pueden presentarse espacialmente anidadas o concentradas en distintos puntos de la secuencia estratigráfica. A su vez es común el hallazgo de fósiles corpóreos y otras trazas fósiles asociadas en los rellenos sedimentarios de estas paleocuevas, que en muchos casos no pertenecen al animal productor (Zarate et al., 1998; Vizcaino et al., 2001; Dondas et al., 2009; Tassara et al., 2005; Soibelzon L., et al., 2009; Beillinson & Taglioretti, 2013; Cenizo et al., 2015; Brizuela & Tassara 2021, Toledo et al., 2021 en prensa) y que demuestran conformarse en un modelo tafonómico de preservación único de la paleo fauna sudamericana. Los hallazgos de estas estructuras biogénicas en la zona son comunes por fuera de las FCN y en algunos casos su presencia genera debilidades en los acantilados frente al accionar de la erosión marina, acentuándola (Tassara y Cenizo, 2014).

Los hallazgos paleontológicos en estos acantilados costeros, aportaron un importante número de materiales, que contribuyeron y contribuyen con mucho detalle al conocimiento paleontológico y geológico del Pleistoceno superior de la región pampeana. Esto motivo que en 2016 Taglioretti Matías y Fernando Scaglia propusieran a la Intendencia del Partido de Mar Chiquita la realización de un Museo *in situ*, como medio para conservar, registrar, investigar y socializar el patrimonio paleontológico descollante que tiene la Paleolaguna Camet Norte. Para cuantificar dicho potencial paleontológico, se realizaron calicatas que permitieron comprobar la continuidad tierra adentro de las FCN **(Figura 7B)**. De esta forma, se conoce una extensión areal mínima de este yacimiento. Se propuso además que la única forma de proteger este yacimiento es con la producción de defensas costeras que permitan detener la erosión marina, que produce una pérdida patrimonial, que excede por mucho a la tasa de recuperación y registro que los grupos de trabajo pueden sostener en el área. Calculamos que entre el 2003 y 2021 se perdió por erosión marina casi un 33% de la superficie del yacimiento **(Figura 8)**.

B. TRABAJO DE CAMPO

METODOLOGÍA

El presente informe es el producto y la síntesis de dos tareas principales: una de campo, con el relevamiento superficial del área, que permitió la recolección de datos geológicos y evidencias paleontológicas, y otra de gabinete, con el análisis previo de los antecedentes bibliográficos, sumado al análisis de colecciones paleontológicas y su posterior confrontación con los datos de campo, a fin de definir y delimitar los sectores con diferente potencial paleontológico. También se utilizaron bases de datos propias, producto de las investigaciones de quien suscribe el presente informe. Estas tareas permitieron identificar y definir zonas de impacto paleontológico y proponer adecuadas medidas de mitigación. Por otra parte, se prestó especial atención a la presencia de fósiles

en los sectores donde los espigones van a implantarse, a los fines de descartar impactos directos sobre el patrimonio paleontológico, principalmente restingas, plataformas de abrasión y rampas de acceso.

- PROSPECCIÓN

El objetivo de la prospección fue evaluar el **potencial paleontológico (PP)** de los afloramientos existentes en el área donde se desarrollará la obra, y el **impacto paleontológico (IP)** que la misma podría generar sobre el patrimonio paleontológico acreditado y el potencial. A tales fines, se realizaron observaciones geológicas, principalmente de corte estratigráfico y la documentación fotográfica de las evidencias paleontológicas halladas, sin realizar una extracción activa de los mismos.

El trabajo de campo permitió corroborar la presencia y la extensión de los depósitos sedimentarios citados en las referencias bibliográficas y puntualizar la estratigrafía en torno a cada una de las 4 intervenciones planificadas. Las prospecciones se focalizaron en la restinga, plataforma de abrasión y todo el frente acantilado expuesto en la zona donde impactaran directa e indirectamente las obras de espigonado y relleno artificial de arena.

- SONDEOS

Dada las características de la obra y la naturaleza de los yacimientos paleontológicos implicados, no fue necesario realizar sondeos durante los trabajos de campo. Los acantilados costeros son cortes naturales del terreno, donde pueden observarse con mucho detalle todos los rasgos sedimentarios que permiten contextualizar de forma precisa los restos fósiles que portan.

- MAPAS GEOREFERENCIADOS CON LAS TAREAS REALIZADAS

El Área de estudio **(Figura 9)** posee una extensión de 1227 metros. Y la misma se dividió en 3 sectores: **Sector Camet Norte Sur (CNS)**: 388 m. de extensión. **Sector Camet Norte Centro (CNC)**: equivale a Facies Camet Norte 321 m. de extensión. **Sector Camet Norte Norte (CNN)** : 518 m. de extensión**.** Dentro del sector Camet Norte Centro se referencio de forma particular un sector denominado: **Núcleo Paleolaguna Camet Norte (NPCN)** de 180 m. de extensión, que coincide con la presencia de las sub-facies anóxicas de la **unidad A** de Fasano et al. (1984), igual al **sector B** de Pardiñas et al. (1998). Se puntualizan las obras constructivas duras representadas por 4 espigones de longitud variable construidos con bloques de rocas provenientes de la Formación Balcarce, también portadoras potenciales de patrimonio paleontológico del Paleozoico inferior. Por su parte la zona también contara con obra blanda, por medio del relleno artificial de arenas que pueden cubrir entre 1 a 2 metros de altura, de las cotas relevadas en su momento por la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires.

Las tareas realizadas incluyeron para todos los sectores: relevamiento estratigráfico y su registro mediante fotografías georreferenciadas. Se realizaron prospecciones paleontológicas de superficie sin extracción, mediante fotografías georreferenciadas, de todos los afloramientos sedimentarios existentes en el área, cuando algunas de sus geoformas NO estaban disponibles para su observación directa se utilizaron datos de archivo, para su caracterización. Cabe señalar que se extrajeron 2 muestras halladas durante las prospecciones, 1 de ellas por su importancia superlativa: (Húmero *Smilodon populator* ver resultados), que fue extraído por el Sr, Mariano Hulnik del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Santa Clara del Mar “Pachamama” y depositado bajo el número de colección **MMSCM 2077**, y otra muestra, para caracterizar procesos tafonómicos en una vértebra de artiodáctilo **MMSCM 2079**.

C. RESULTADOS

El **Potencial Paleontológico (PP)** de un paquete de rocas representa la probabilidad que dicho depósito sea portador de cualquier tipo de material fósil (vertebrados, invertebrados, vegetales, trazas, etc.). El PP del área se analizó para los 3 sectores, donde se planificaron obras de defensas costeras y se expresa en cinco categorías: **NULO, BAJO, MEDIO, ALTO Y EXCEPCIONAL,** estas se aplicaron para caracterizar las 2 principales geoformas que integran la zona de estudio: **acantilados** y **plataformas de abrasión**.

De los 3 sectores bajo estudio solo el sector **Camet Norte Centro** y en particular el sub-sector **Núcleo Paleolaguna Camet Norte** alcanza la categoría **excepcional** de Potencial Paleontológico, desde el punto de vista tafonómico este yacimiento se clasifica tanto como un yacimiento excepcional por su **concentración** de fósiles (*Konzentratlagerstätte)* como por la **conservación** de los mismos *(Konservatlagerstätte)*.

Sobre la base de las tareas de campo y el análisis bibliográfico se reconoce para toda la secuencia la presencia de niveles estratigráficos correspondientes a las edades cronoestratigráficas sudamericanas Bonaerense, Lujanense y Platense.

Uno de los elementos patrimoniales con mayor registro en todas las prospecciones resultó ser las trazas fósiles de vertebrados, bajo la forma de paleocuevas y crotovinas pequeñas y medianas (Beillinson & Taglioretti, 2013) al mismo tiempo que resultan muy abundantes las trazas fósiles de invertebrados continentales.

DETALLE DE LOS RESULTADOS POR SECTOR Y PP ASOCIADO

SECTOR CAMET NORTE SUR (CNS)

PP: Acantilado: MEDIO; Plataforma de abrasión: BAJO

Estratigrafía: para este sector se reconoce la formación Santa Clara de edad Bonaerense – Lujanense para todas las geoformas (acantilado y plataforma de abrasión) y remata su perfil con las arenas de la Fm. Faro Querandí del Holoceno terminal **(Figura 10)**. La secuencia estratigráfica de este sector no cuenta con datos radiométricos ni tampoco paleo magnéticos que permitan ajustar la edad de su depósito.

Contenido paleontológico: Se presentan restos de vertebrados fragmentarios, con una densidad ósea muy baja. Son comunes las rizo-concreciones junto a trazas fósiles de invertebrados continentales**,** principalmente bajo la forma de tubos meniscados **(Figura 10).** Por otra parte, se identificaron paleocuevas/crotovinas de tamaño medio, en cortes transversales y oblicuos, sin evidencias de otras trazas o restos fósiles corpóreos en su interior **(Figura 10)**. Desde el punto de vista tafonómico este sector muestra un modo de atrición con una baja tasa de incorporación de restos al registro fósil. Este modo tafonómico.

SECTOR CAMET NORTE CENTRO (CNC)

Este sector geográfico abarca el sitio de afloramiento de las facies Camet Norte de la Formación Santa Clara. Para su tratamiento se subdivide en dos sub-facies: **litoral** (Sub-sector litoral Paleolaguna Camet Norte y una sub-facie **limnética** (Sub-sector Núcleo Paleolaguna Camet Norte).

Sub-sector Litoral Paleolaguna Camet Norte (LPCN): PP: Acantilado: ALTO; Plataforma de abrasión: ALTO

Estratigrafía: se reconocen los depósitos sedimentarios de la franja litoral de la antigua laguna. Presenta típicamente una estratificación planar sub-horizontal **(Figura 11.A).** Los depósitos de canales son más comunes en el sector litoral SO, probablemente relacionados al área de aporte de agua a partir de un arroyo o río **(Figura 11.E 11.F).** En este sector se encuentran preservados los máximos espesores del nivel tobáceo, que se continua de forma intermitente en el sub-sector NPCN **(Figura 11.B).**

Contenido paleontológico: se identificaron restos esqueletarios fragmentarios para ambas geoformas durante las tareas de campo **(Figura 11.D)**. Sin embargo, este sector tiene un alto potencial de presentar restos de vertebrados parcialmente articulados y/o asociados, teniendo en cuenta el modo tafonómico que tienen estas facies litorales para los ambientes sedimentarios lacustres (Behrensmeyer *et al*, 1992), como lo demuestra el material de *Smilodon populator* (**MMP 5044**). Este Sub-sector se interpreta como el área de aporte de los restos que van a integrar el sub-sector NPCN.

Sub-sector Núcleo Paleolaguna Camet Norte (NPCN): PP: Acantilado: EXCEPCIONAL; Plataforma de abrasión: EXCEPCIONAL

Estratigrafía: todo el sector se corresponde con las Facies Camet Norte de la Formación Santa Clara. Todos los niveles estratigráficos son fosilíferos salvo la restinga distal, *vite infra*. La restinga distal, frente al acantilado perdió prácticamente todo el registro que tenia de los niveles basales de la FCN y se compone únicamente de los niveles inferiores de la Formación Santa Clara, compuesta por limos arcillosos y limos arenosos de color rojizo – castaño claro con depósitos variables de Carbonato de Calcio. La restinga proximal en conjunto con el zócalo del acantilado muestra las unidades A y B de las FCN **(Figura 12)**. Estos niveles se identifican como los más fosilíferos de toda la zona. La secuencia cuenta puntualmente con 3 dataciones absolutas. La unidad A de las FCN, se interpreta como depresiones más o menos contiguas, donde se depositaron limos

arcillosos euxínicos, de coloración negras-verdosas con abundante materia orgánica y un conspicuo olor sulfuroso (fangos carbonosos piríticos) **(Figura 13).** La transición de la unidad A al B no es una superficie neta en muchas ocasiones y presenta una especie de marmolado entre ambas unidades, lo que demuestra una mezcla de aguas y sedimentos oxigenados con el fondo euxínico **(Figura 14)**. El nivel cineritico incluido en la unidad C de FCN, alcanza buena expresión en los extremos de esta sección. Para esta toba, se registraron estructuras sedimentarias no descriptas previamente como ondulitas y se individualizaron dos eventos de depositación de la misma ceniza **(Figura 15)**. Debido a la presencia de indicios de actividad humana, pozas y elementos líticos, el Nivel D de FCN, no se incluye dentro del alcance del presente estudio de impacto Paleontológico **(Figura 16).**

Contenido paleontológico: La unidad A junto con la **unidad B** la más fosilífera de toda la secuencia estratigráfica **(Figura 17.A)**. La unidad A conserva de forma excepcional una gran cantidad de restos de gramíneas **(Figura 17.B)** e insectos **(Petrulevicius, 1999)**. Los restos carbonosos de plantas, se encuentran firmemente asociados a depósitos de pirita **(Figura 18)**. Las condiciones euxínicas favorecieron la producción de pirita, como un mineral autigénico, que recubre la superficie de todos los fósiles recuperados de este nivel, incluidos restos óseos **(Figura 19 y 20).** Los procesos de piritización temprana pueden dar lugar de fenómenos de fosilización excepcional **(Canfield & Raiswell, 1991; Saleh et al, 2020),** este modo de fosilización**,** aún no ha sido abordado en detalle para este yacimiento y el presente informe constituye una novedad, para el mismo. Por otra parte, las características de la pirita como ser, isotopos del azufre que lo componen, tamaño y hábito de los minerales, y la distribución de los elementos traza, son indicadores clave para determinar las condiciones iniciales del ambiente sedimentario (Khan et al. 2021) y en consecuencia entender las trayectorias tafonómicas de los restos fósiles que

forman el yacimiento. Por otra parte, es particularmente interesante encontrar fósiles con aureolas diagenéticas, posiblemente ligadas a los procesos de descomposición de los restos **(Figura 17.A y B)**. Cabe destacar que esta falta de oxÍgeno favorece en los restos de vertebrados la preservación de macromoléculas orgánicas como ADN y Colágeno que permiten realizar estudios filogenéticos de mucho detalle **(Westbury *et al,* 2017; Presslee *et al,* 2019).** Destaca para los niveles basales de FCN, una frecuencia relativamente alta de formas carnívoras, principalmente *Smilodon populator,* posiblemente ligado a cuestiones paleoecológicas como ser cercanía a una fuente de agua estable y a sus presas. Durante las prospecciones, para el presente EIP, se recuperó un húmero del mencionado tigre de dientes de sable **(Figura 22).**

SECTOR CAMET NORTE NORTE (CNN)

PP: Acantilado: MEDIO; Plataforma de abrasión: BAJO

Estratigrafía: para este sector se reconoce la formación Santa Clara de edad Bonaerense – Lujanense para todas las geoformas (acantilado y plataforma de abrasión) y remata su perfil con las arenas de la Fm. Faro Querandí del Holoceno terminal **(Figura 23)**. La secuencia estratigráfica de este sector no cuenta con datos radiométricos ni tampoco paleo magnéticos que permitan ajustar la edad de sus depósitos. Como puede verse este sector comparte iguales características que el sector CNS, aunque este tiene mayor extensión.

Contenido paleontológico: Se presentan restos de vertebrados fragmentarios, con una densidad ósea muy baja. Son comunes las rizo-concreciones junto a trazas fósiles de invertebrados continentales**,** principalmente bajo la forma de tubos meniscados **(Figura 24).** Por otra parte, se identificaron paleocuevas/crotovinas de tamaño medio, en cortes transversales y oblicuos, y longitudinales con plano de corte sub-horizontales, sin evidencias de otras trazas o restos fósiles corpóreos en su interior **(Figura 25)**. Desde el

punto de vista tafonómico este sector muestra un modo de atrición con una baja tasa de incorporación de restos al registro fósil, sin embargo, hay registros de especímenes articulados de *Lagostomus maximus* y Scelidotherinae **(Figura 26)** (Colección MMP), presentándose sus articulaciones cementadas con carbonato de calcio.

VALORACIÓN DEL RIESGO DE IMPACTO PALEONTOLÓGICO (VRIP) EN RELACIÓN A LA OBRA

Se consideran 2 tipos de **impacto**:

DIRECTOS: sus efectos son inmediatos en el tiempo y se produce cuando los perfiles geológicos verticales, acantilados, y/o las superficies horizontales o sub-horizontales son sepultadas por un acorazamiento parcial o total, con bloques de rocas de grandes dimensiones o bien cuando estas mismas superficies son destruidas por acciones de remoción de tierra, o por circulación de maquinaria pesada sobre el yacimiento. El sepultamiento por acorazamiento inhibe el potencial paleontológico de una determinada sección estratigráfica y si bien su efecto puede ser revertido, en la práctica se comportan como estructuras permanentes. En términos generales las obras de espigonado están planificadas para asentarse en las restingas y/o plataformas de abrasión proximales, y su relación con el potencial paleontológico determinara su valoración del riesgo de impacto (VIRP) para cada sector. Por otra parte, las obras de relleno de arena si bien son obras de acción directa de sepultamiento del patrimonio paleontológico, al ser un agregado sedimentario el mismo tiene un carácter semi-permanente en el tiempo, y las geoformas relacionadas a la playa, vuelven a su estado natural, sino hay otras obras de defensa costera, dura, que limiten la circulación de arena.

INDIRECTOS: sus efectos son observables en el transcurso del tiempo. Los espigones, producen a largo plazo la depositación de sedimentos, principalmente arena que cubren las plataformas de abrasión y pie del acantilado. En consecuencia, la base del acantilado va quedando sepultada y con él su potencial paleontológico, claramente un efecto negativo (**Figura 23**). Si el proceso de acumulación de arenas en estas playas es muy efectivo, se tiene por resultado la formación de rampas, que pueden cubrir la totalidad del perfil estratigráfico, limitando su acceso.

ASPECTOS POSITIVOS DE LAS DEFENSAS COSTERAS: ESPIGONES

Las obras de espigonado tienen un efecto dual para con el patrimonio paleontológico y su asociado geológico, y no por ello hay que dejar de mencionar los aspectos positivos que estas intervenciones ofrecen cuando la erosión marina presiona sobre un yacimiento paleontológico tan heterogéneo como el presente en Camet Norte, Partido de mar Chiquita **(Figura 27)**. En este sentido los sectores con bajo potencial paleontológico se ven favorecidas por una alta tasa de erosión que permite una mayor tasa de aparición de fósiles. Por otra parte, los sectores con un valor excepcional se ven perjudicadas por una alta tasa de erosión alta al aumentar la perdida de fósiles, ya que se pierde más de lo que potencialmente se puede recuperar. Adicionalmente a este hecho, hay que mencionar que los eventos erosivos de mayor escala, sudestadas, no permiten realizar tareas de rescate paleontológico durante el desarrollo del mismo, en consecuencia, grupos de investigación solo pueden contentarse con lo que el mar deja expuesto. La propuesta de un museo *in situ*, para la Paleolaguna Camet Norte por parte de quien suscribe, permitiría recuperar todo el patrimonio paleontológico existente, aplicando técnicas extractivas de detalle que son impracticables en un frente acantilado que constantemente recibe los embates del

mar. Por lo expuesto más arriba, considero que las obras de defensa costera planificadas para Camet Norte, propiciara la conservación de su patrimonio paleontológico por sobre la perdida por sepultamiento, al anular o disminuir la tasa de erosión marina en el sector de mayor potencial paleontológico.

NIVELES DE VALORACIÓN DEL RIESGO DE IMPACTO PALEONTOLOGICO (VRIP)

La valoración de riesgo de impacto utilizado contempla 5 niveles: **NULO**, **BAJO**, **MODERADO**, **ALTO** y **MUY ALTO**. La conjunción de las obras a realizar, sumado al potencial paleontológico del sector a impactar, determinan su **VRIP.** Cabe mencionar que esta escala de valores refiere a efectos **NEGATIVOS** contra el patrimonio paleontológico. Sin embargo, podemos considerar por los aspectos positivos *vide supra*, que el VRIP pueda ser **POSITIVO**, bajo contextos particulares**.**

Cabe mencionar que el plan de obra vigente requiere la producción de rampas de acceso que no implican realizar tareas de remoción de sedimentos, minimizando el impacto directo sobre los yacimientos paleontológicos en el frente acantilado. Los resultados de las prospecciones en los sectores de restinga determinaron un PP bajo para toda la zona de estudio, en consecuencia, los sectores donde los espigones van a reposar, no tienen impacto directo sobre los yacimientos y sus valores VRIP son bajos o nulos.

Claramente la erosión tiene un efecto dual para con el patrimonio paleontológico, por un lado, permite observar nuevas exposiciones de fósiles y por el otro lado la misma erosión produce la destrucción parcial o total de los mismos. La Paleolaguna Camet Norte

Los VRIP para cada sector, sub-sector y sus geoformas asociadas se presentan en la **Tabla 1 y 2** del **ANEXO 2: VRIP.**

SITIOS/YACIMIENTOS ENCONTRADOS

El potencial paleontológico del área de estudio es muy heterogéneo y desigual (Figura 27). Se puede considerar como un yacimiento fósil excepcional por conservación y concentración al sector denominado en el presente estudio como **Núcleo Paleolaguna Camet Norte** con una zona de amortiguación con alto contenido fósil denominada **Litoral Paleolaguna Camet Norte,** en conjunto conforman las Facies Camet Norte de la Formación Santa Clara (Fasano et al, 1984). Este yacimiento se encuentra declarado en el CRePAP y ante Organismo de Aplicación de la Ley Nacional 25.743/03 Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

ÁREAS DE PRESERVACIÓN

Se considera como área de preservación intangible al sector denominado **Núcleo Paleolaguna Camet Norte** y una zona de amortiguación aledaña correspondiente al sector **Litoral Paleolaguna Camet Norte.**

MATERIALES RECUPERADOS

No se realizaron extracciones activas que implicaran excavaciones de ningún tipo, salvo 2 situaciones puntuales. Los materiales recuperados se encuentran inventariados en la colección del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Santa Clara del Mar "Pachamama".

Los materiales recuperados refieren a:

Sector NPCN.: Artiodactyla indet. vertebra torácica MMSCM 2079;

Smilodon populator Humero derecho MMSCM 2077

2) PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO.

PROTOCOLO DE HALLAZGOS FORTUITOS

Cuando, en el marco de las actividades propias de la obra un integrante del equipo operativo de la empresa, detecte un **BIEN PATRIMONIAL PALEONTOLÓGICO**, no detectado anteriormente por las tareas de prospección del presente Estudio de Impacto Paleontológico (EIP), este deberá cumplir con las siguientes recomendaciones:

1. No remover del sitio ningún elemento, ni alterar las ubicaciones originales en las que fueran encontrados.

2. Contactar al responsable operativo de los trabajos en el terreno y/o de Medio Ambiente y/o Seguridad de la empresa, a fin de asegurar el detenimiento efectivo de todo tipo de tareas en el sitio, incluyendo el tránsito de vehículos y personal y, de ser posible, continuar con los trabajos en otro sector.

3. Registrar el sitio del hallazgo (con coordenadas geográficas GPS), fecha, datos personales de la persona que realizó el hallazgo, características del material encontrado (ej., fragmentos de huesos, troncos, huellas, etc.), y tomar fotos panorámicas del lugar y en detalle del material encontrado utilizando una escala métrica o centimetrada para ambos casos.

4. Contactar el hallazgo al profesional o equipo de profesionales a cargo del Plan de Protección y recuperación del patrimonio paleontológico, o en su defecto reportarlo formalmente al Centro del Registro del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico.

5. El rescate paleontológico deberá ser realizado solo por personal habilitado por el C.Re.P.A.P y el depósito de guarda temporaria se constituye en el Museo Municipal de Ciencias Naturales de Santa Clara del Mar “Pachamama” (MMSCM)y en caso de no ser suficiente se propone también al Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del PLata “Lorenzo Scaglia”. Se sugiere al C.Re.P.A.P, que la guarda definitiva de los materiales recuperados debiera ser el MMSCM, a los fines de que la comunidad mantenga su identidad cultural y sentido de pertinencia.

PLAN DE MITIGACIÓN

A continuación, se detalla el protocolo de actuación a tener en cuenta antes y durante la ejecución de trabajos que impliquen tareas de movimientos de suelo, circulación por superficies estratigráficas y/o sepultamiento por arena y/o bloques de rocas, a fin de asegurar la protección y la preservación del Patrimonio Paleontológico. Asimismo, se adjuntan recomendaciones para preservar, proteger y valorizar el Patrimonio Paleontológico en el marco de emprendimientos públicos y privados. A tal propósito, se recomienda que en todas las etapas del Proyecto/Obra a realizar, se cumpla con las siguientes disposiciones:

Atenerse a la legislación vigente relativa al Patrimonio Paleontológico: Ley Nacional Nº25.743.

- Evitar la destrucción parcial o total de los recursos culturales (paleontológicos, arqueológicos, etc.) en superficie o del subsuelo debido a las actividades de exploración y explotación de las áreas afectadas.

- Promover el manejo responsable de los recursos culturales paleontológicos, entre el personal operativo afectado a los trabajos de campo, para no comprometer su preservación y trabajar en pos de su conservación.
- Mantener un contacto directo con el C.Re.P.A.P, entidad reguladora del manejo del Patrimonio Cultural paleontológico a nivel provincial, a fin de elevar denuncias de hallazgos fortuitos, obtener informaciones sobre los trámites a realizar, y consultar sobre capacitaciones y cursos inherentes a la protección y a la preservación del Patrimonio Cultural.
- Atenerse al presente Protocolo de actuación en caso de hallazgos fortuitos de materiales paleontológicos Con el objetivo principal de preservar, proteger y valorizar el patrimonio paleontológico, único e irrepetible,

Se manifiestan las medidas para mitigar el impacto **DIRECTO**, que las obras a realizar pudieren generar sobre el patrimonio paleontológico en:

1. Previo al inicio de cualquier actividad directa que involucre movimiento de suelos (realización de caminos, locaciones, perforaciones, excavación de trincheras y calicatas, tendidos de ductos, estudios de sísmica, etc.), circulación de maquinaria pesada, tareas de relleno artificial de arena y espigonado se recomienda:
    - Capacitar el personal involucrado en los trabajos de campo sobre los aspectos culturales de la localidad, la importancia del patrimonio cultural paleontológico y de su preservación, la identificación de materiales constituyentes del patrimonio paleontológico, y el Procedimiento de Hallazgo Fortuito. Estas son de carácter obligatorio para el personal mencionado.
    - Prospecciones paleontológicas superficiales y subsuperficiales – mediante la intervención de profesionales/técnicos especializados en la materia – con el fin de recuperar activamente patrimonio paleontológico mueble y realizar una

documentación exhaustiva de los bienes patrimoniales inmuebles como ser trazas fósiles de vertebrados (paleocuevas y crotovinas).

2. Durante la ejecución de las obras, la empresa operadoras deberá:
   - Atenerse a las medidas establecidas por los profesionales que realizaron la prospección paleontológica superficial previa, a fin de mitigar el impacto sobre el patrimonio cultural
   - Respetar las indicaciones del Protocolo de Actuación ante Hallazgos Fortuitos

Por otra parte, se manifiestan las medidas para mitigar el impacto **INDIDIRECTO** que las obras de espigonado generaran sobre el patrimonio paleontológico, al propiciar el sepultamiento parcial o total con arena a largo plazo del frente acantilado:

3. Durante todo el proceso de obra, la empresa deberá garantizar el recupero de patrimonio paleontológico de todos los niveles estratigráficos que serán sepultados por la depositación pasiva de sedimentos, inducidos por los espigones.
4. Los extremos norte y sur del sector NPCN deben ser intensamente prospectados antes de producido de refulado de arena, hasta agotar los niveles fosilíferos A y B de Fasano et al. (1984), o B y C de Pardiñas et al. (1998). Cabe destacar que estos sectores conforman una parte integra del yacimiento paleontológico excepcional Paleolaguna Camet Norte (Figura 28). Estas restingas y micro-acantilados (Figura 28: A,B y C) deben devastarse en todo su espesor y recuperarse los restos fósiles, antes del sepultamiento activo y pasivo derivado de la obra de defensas costeras. Las tareas de mitigación deben comenzar conjuntamente con el inicio de actividades de la obra en esta zona en particular.

Hay que destacar que la zona esta densamente urbanizada y en franco crecimiento, lo que genera otras instancias que deterioran el patrimonio paleontológico de Camet Norte (Figura 29) y que deben considerarse también durante el plan de manejo del patrimonio paleontológico..

3) CAPACITACIONES PATRIMONIALES

Vinculado a la producción del presente Estudio de Impacto Paleontológico quien suscribe (Taglioretti Matías Luciano) estará a cargo de brindar las capacitaciones patrimoniales a personal involucrado en los trabajos de campo y a todo aquel personal de la empresa que crea conveniente la misma.

La capacitación tiene por objetivo

- Evitar la destrucción parcial o total de los recursos culturales (paleontológicos, arqueológicos, etc.) en superficie o del subsuelo debido a las actividades de exploración y explotación de las áreas afectadas
- Promover el manejo responsable de los recursos culturales paleontológicos, entre el personal operativo afectado a los trabajos de campo, para no comprometer su preservación y trabajar en pos de su conservación.
- Poner en conocimiento al personal del Protocolo de actuación en caso de hallazgos fortuitos de materiales paleontológicos Con el objetivo principal de preservar, proteger y valorizar el patrimonio paleontológico, único e irrepetible.

Para tales fines se prevé la producción de un curso presencial de 2 hs., utilizando medios audiovisuales e información que consta en el presente EIP.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, J.; Maslin, M.; & Thomas, E. 1999. Sudden climate transitions during the Quaternary. Progress in Physical Geography, 23(1), 1–36. doi:10.1177/030913339902300101

Alberdi, M. T., Leone, G., Tonni, E. P. 1995. Evolución biológica y climática de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Beillinson E. y Taglioretti M. L. 2013. Análisis icnológico y paleoambiental de la Aloformación Punta San Andrés (Plio–Pleistoceno), provincia de Buenos Aires, Argentina. Ameghiniana 50 (2): 153-165.

Bertola, 2006. Morfodinámica de las playas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires (1983-2004). *Latin American Journal Of Sedimentology And Basin Analysis*. 13 (1):31-57.

Bértola, G.R, A. Merlotto, L. Cortizo & F. Isla. 2013. Playas de bolsillo en Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70: 267-278.

Berhensmeyer A.K. & Hook R.W. 1992. Paleoenviromental Contexts and Taphonomic Modes. In: Terrestrial Ecosystems trough Time. Evolutionary Paleoecology of Terrestrial Plants and Animals.; Berhensmeyer A.K.; Darmuth, J.D.; DiMichele, W.A.; Potts, R.; Sues, H.D. & Wind S.L. Eds., Chicago Press. 42-50.

Bigazzi, G., F.P. Bonadonna, G. Leone & G. Zanchetta. 1995. Primeros datos geoquímicos y geocronológicos a partir de algunas cineritas del área bonaerense. En: M.T. Alberdi, G. Leone & E.P. Tonni (eds.), *Evolución biológica y climática de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental*, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Monografías, CSIC, 12: 107-118.

Bunicontro et al, 2013. Zonificación de la erosión costera en la localidad de Santa Clara del Mar, provincia de Buenos Aires. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente* 31: 1-15.

Bustos, M.L., Huamantinco, M.A., Cisneros, G., Perillo, M.E., y Piccolo, M.C. 2013. Métodos sencillos para la medición de perfiles de playa y observaciones costeras. 1a ed. – Bahía Blanca: *Editorial de la Universidad Nacional del Sur*. *Ediuns*. 55p.

Canfield, D.E & Raiswell, R. 1991. Pyrite Formation and Fossil Preservation. *In: Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record, Volume 9 of Topics in Geobiology.* Edited by Allison, P.A. & Briggs, D.E.G. Plenum Press. New York. 337-387.

Cenizo, M.M., E. Soibelzon & E.P. Tonni. 2011. Protección de costas y pérdida del patrimonio paleontológico: el caso de Punta Hermengo (Miramar, provincia de Buenos Aires). *Revista del Museo de La Plata*, Sección Paleontológica, 11 (63): 1-16.

Cenizo, M., Soibelzon E. & Magnussen Saffer, M. 2015. Mammalian predator–prey relationships and reoccupation of burrows in the Pliocene of the Pampean Region (Argentina): new ichnological and taphonomic evidence. *Historical Biology*, DOI: 10.1080/08912963.2015.1089868

Cingolani, C. A. 2005. Unidades Morfoestructurales (Y estructuras menores) de la provincia de Buenos Aires. In: de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F., y

Llambías, E. (Eds.) Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, Relatorio 16_ Congreso Geológico Argentino, La Plata, pp.: 21-30.

Cione, A.L., Tonni, E.P. 1995b. Bioestratigrafía y cronología del Cenozoico superior de la región pampeana. In: Alberdi, M.T., Leone, G., Tonni, E.P. (Eds.), Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana durante los últimos cinco millones de años. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, pp. 49-74.

Cione, A.L. & E.P. Tonni. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En: de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F., & Llambías, E. (eds.), *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino* 11: 183-200.

Cione, A.L., E.P. Tonni & J. San Cristóbal. 2003. A middle Pleistocene marine trangression in central-eastern Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 19: 16-18.

Cione, A. L., Tonni, E. P., Bargo, S., Bond, M., Candela, A. M., Carlini, A. A., Deschamps, C. M., Dozo, M. T., Esteban, G., Goin, F. J., Montalvo, C. I., Nasif, N., Noriega, J. I., Ortiz Jaureguizar, E., Pascual, R., Prado, J. L., Reguero, M. A., Scillato-Yané, G. J., Soibelzon, L., Verzi, D. H., Vieytes, E. C., Vizcaíno, S. F. y Vucetich, M. G. 2007. Mamíferos continentales del Mioceno tardío a la actualidad en la Argentina: cincuenta años de estudios. Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 11 Ameghiniana 50º aniversario, pp.: 257-278.

Corbella, H.; Nabel, P. y Martinez, G. 2000. Composición, Edad y Magnetoestratigrafía de las Cineritas Camet en la Costa Atlántica Bonaerense, Argentina. *IX Congreso Geológico Chileno, Puerto Varas Actas.*

Dondas, A., F. Isla & J.L. Carballido. 2009. Paleocaves exhumed from the Miramar Formation (Ensenadan Stage-Age, Pleistocene), Mar del Plata, Argentina. *Quaternary International* 210: 44-50.

Fasano, J. 1991. Geología y geomorfología, Región III, Faro Querandí - Mar de Cobo, provincia de Buenos Aires. *Informe Final para la Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costanera Atlántica de la Provincia de Buenos Aires*. Consejo Federal de Inversiones, Universidad Nacional de Mar del Plata, 118 pp.

Fasano, J.L., M.A. Hernandez, F.I. Isla & E.J. Schnack. 1982. Aspectos evolutivos y ambientales de la laguna Mar Chiquita (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Acta Oceanológica*, Número Especial: 285-292.

Fasano, J.L., F.I. Isla & E.J. Schnack. 1984. Significado paleoambiental de los depósitos del Pleistoceno tardío de Camet Norte (partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires). *Revista Asociación Geológica Argentina* 39: 244-250.

Isla, F.I. 2010. Preservación o Sepultura del patrimonio marplatense. *Nexos* 12(27): 4-6.

Isla, F.I., G. Bértola, M. Farenga & L. Cortizo. 2001. Variaciones antropogénicas de las playas del sudeste de Buenos Aires, Argentina. *Pesquisas em Geociencias* 28: 27-35.

Isla, F.I., Taglioretti M.L. y Dondas A. P. 2015. Revisión y nuevos aportes sobre la estratigrafía y sedimentología de los acantilados entre Mar de Cobo y Miramar. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 72 (2).

Madella, M., Osterrieth, M.L. y Ayala, G. 2003. The Late Pleistocene-Holocene enviroment and early human occupation of the Pampean coastal area, the Mar del Plata Project (Argentina). *Second International Conference on Soil and Archaeology, ed. G. Boschian. Pisa: Felici Editore*: 167-170.

Mantecón C.L., Álvarez, J.R. y del Río, J.L. 2017. Conflictos derivados de la erosión costera: responsabilidades estatales. Camet Norte, Partido de Mar Chiquita, Provincia

de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Elec. Del Inst. de Inv. Ambrosio L. Gioja* 18 pp 1-23.

Medina, R.A., Martinez, A.L., Mormeneo, L. y Richiano, S.M. 2016. Cambios Morfosedimentarios causados por la construcción de un espigón en Camet Norte, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 73(2): 273-282.

Merlotto, A.; Bertola, G.M. y Isla, F.I. 2017. Riesgo de erosión costera de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Univ. De Geograf.* 26(2): 37-22.

Pardiñas, U.F.J., E.P. Tonni & A.J. Figini. 1998. Camet Norte: Diversidad Faunística Próxima al Último Máximo Glacial en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *X Congreso Latinoamericano de Geología y VI Congreso Nacional de Geología Económica*, Actas 1: 257-262.

Pascual, R., Ortega Hinojosa, E., Gondar, D. and Tonni, E. P. 1965. Las edades del Cenozoico mamalífero de la Argentina, con especial atención a aquellas del territorio Bonaerense. *An. Com. Invest. Cient*. 6:165-193.

Petrulevicius, J.F. 1999. Insectos del Cenozoico de Argentina. Revista de la Asociación Entomológica Argentina 58: 95-103.

Presslee Samantha, Graham J. Slater, François Pujos, Analía M. Forasiepi, Roman Fischer, Kelly Molloy, Meaghan Mackie, Jesper V. Olsen, Alejandro Kramarz, Matías Taglioretti, Fernando Scaglia, Maximiliano Lezcano, José Luis Lanata, John Southon, Robert Feranec, Jonathan Bloch, Adam Hajduk, Fabiana M. Martin, Rodolfo Salas Gismondi, Marcelo Reguero, Christian de Muizon, Alex Greenwood, Brian T. Chait, Kirsty Penkman, Matthew Collins & Ross D. E. MacPhee. 2019. Palaeoprotenomics resolves sloth relationships. *NATURE ECOLOGY AND EVOLUTION*. https://doi.org/10.1038/s41559- 019-0909-z

Rabassa. J. 2008. Late Cenozoic glaciations of Patagonia and Tierra del Fuego. En: Rabassa, J. (ed.), *Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Developments in Quaternary Science 11: 151–204.

Ramírez L.C., 2015. Insectos del Cuaternario de la Provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral. Facultad de Cs. Exac. Y Nat. UBA. Biblioteca Digital

Rohling, E. J.; Grant, K.; Hemleben, Ch.; Siddall, M.; Hoogakker, B. A. A.; Bolshaw, M.; Kucera, M. 2007. High rates of sea-level rise during the last interglacial period. Nature Geoscience. 1: 38–42.

Saleh, F.; Antcliffe, J.B.; Lefebvre, B.; Pittet, B.; Laibl, L.; Perez P.F.; Lustri, L.; Gueriau, P. & Daley, A.C. (2020). Taphonomic bias in exceptionally preserved biotas. *Earth and Planetary Science Letters*, 529(), 115873–. doi:10.1016/j.epsl.2019.115873

Schnack, E.J., J. Fasano & F.I. Isla. 1982. The evolution of the Mar Chiquita lagoon coast, Buenos Aires Province, Argentina. En: D.J. Colquhoun (ed.), *Holocene Sea Level Fluctuations, Magnitude and Causes*, pp. 143-155, IGCP-INQUA, Columbia S.C., USA.

Schnack, E., J. Alvarez & J. Cionchi. 1983. El carácter erosivo de la línea de costa entre Mar Chiquita y Miramar, provincia de Buenos Aires. *Simposio Oscilaciones del nivel del mar durante el último hemiciclo deglacial en la Argentina*. Mar del Plata. Actas: 118-130 pp.

Shackleton, N. J.; Sánchez-Goñi, M.F.; Pailler, D.; Lancelot, Y. 2003. Marine Isotope Substage 5e and the Eemian Interglacial. *Global and Planetary Change*. 36 (3): 151–155.

Tassara, D.A. y Cenizo, M.M. 2014. El patrimonio paleontológico en el sector costero al NE de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina): Estado del conocimiento,

vulnerabilidad y propuestas para su conservación. *Rev. Mus. Argentino Cienc.* 16(2): 19p.

Tassara, D.A., Medina, R.A., Hulnik, M., Scian R.D. y Brizuela, S. 2021. Oquedades ¿antrópicas? del holoceno tardío en Camet Norte (Partido de Marchiquita, Provincia de Buenos Aires). *IX Congreso Arqueología de la Región Pampeana Argentina*. Libro de resúmenes. Poster.

Tonni, E.P. 2016. Respuestas desde el pasado. *Materia pendiente* 25: 18-20.

Vizcaíno, S.F., M. Zárate, M.S. Bargo & A. Dondas. 2001. Pleistocene burrows in the Mar del Plata area (Argentina) and their probable builders. *Acta Palaeontologica Polonica* 46: 289-301.

Westbury M., Baleka, S., Barlow, A., Hartmann, S., Paijmans, J.L.A., Kramarz, A., Forasiepi, A.M., Bond, M., Gelfo, J.N., Reguero, M.A., Lopez-Mendoza, P., Taglioretti, M.L., Scaglia, F.A., Rinderknecht, A., Jones, W., Mena, F., Billet, G., De Muizon, C., Aguilar, J.L., MacPhee, R.D.E. & Hofreiter, M. 2017. A mitogenomic timetree for Darwin´s enigmatic South American mammal Macrauchenia Patachonica. *NATURE COMMUNICATIONS*: 8:15951. DOI: 10.1038/ncomms15951

Zárate, M., M.S. Bargo, S.F. Vizcaíno, A. Dondas & O. Scaglia. 1998. Estructuras biogénicas en el Cenozoico tardío de Mar del Plata (Argentina) atribuibles a grandes mamíferos. *Asociación Argentina de Sedimentología* 5: 95-103.

Zarate, M.A. y Rabassa, J. 2005. Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires. *In: de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F., y Llambías, E. (Eds.) Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, Relatorio 16_ Congreso Geológico Argentino*, La Plata, pp.:119-138.

ANEXO 1 FIGURAS

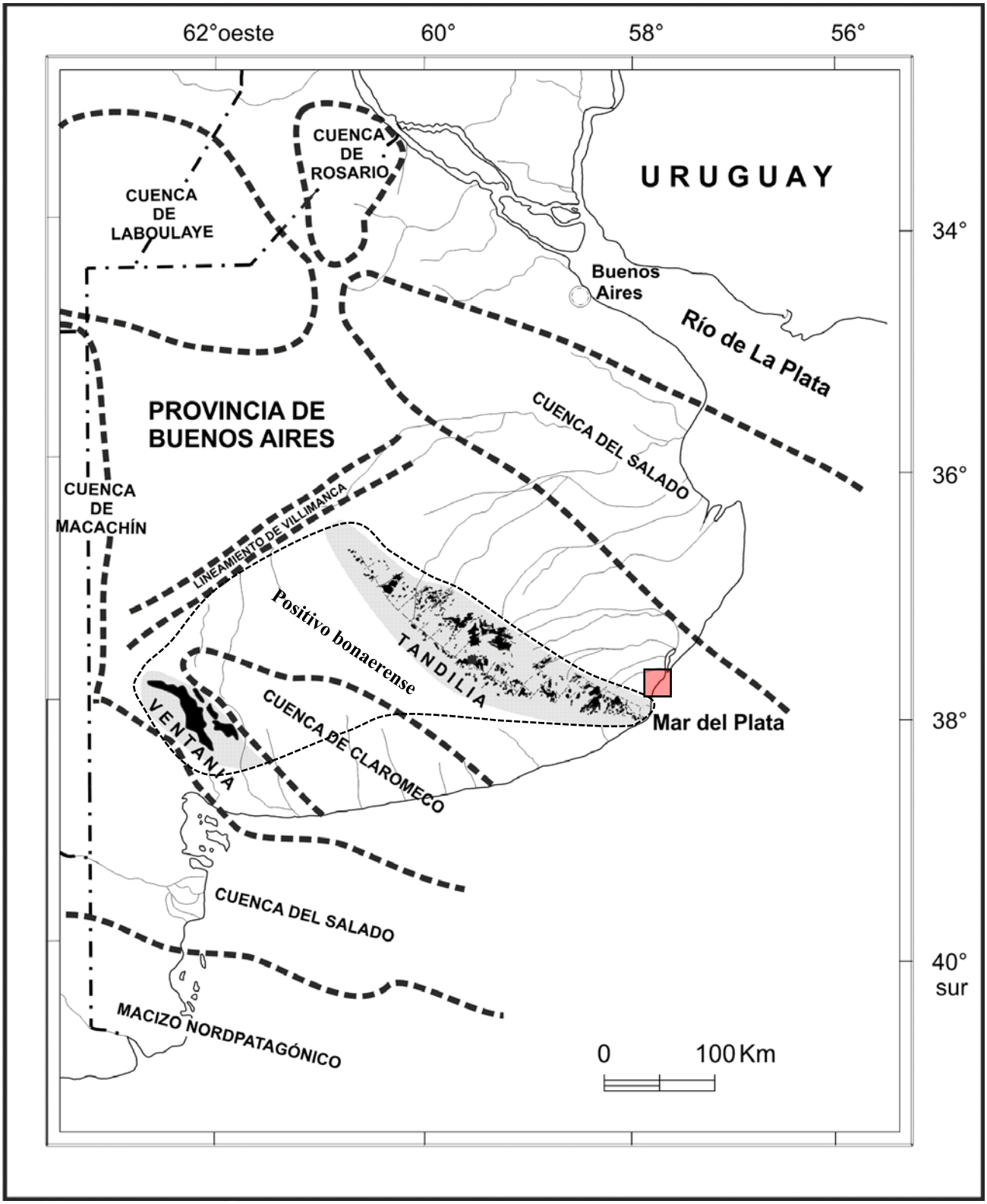


Figura 1: Mapa geomorfológico resumido de la provincia de Buenos Aires tomado de Cingolani (2005). Recuadro señala zona de estudio.

Figura 2: Geoformas presentes en el sector sur de la “Paleolaguna Camet Norte”. Acantilados, arcos y pilares marinos, microacantilados, plataformas de abrasión.

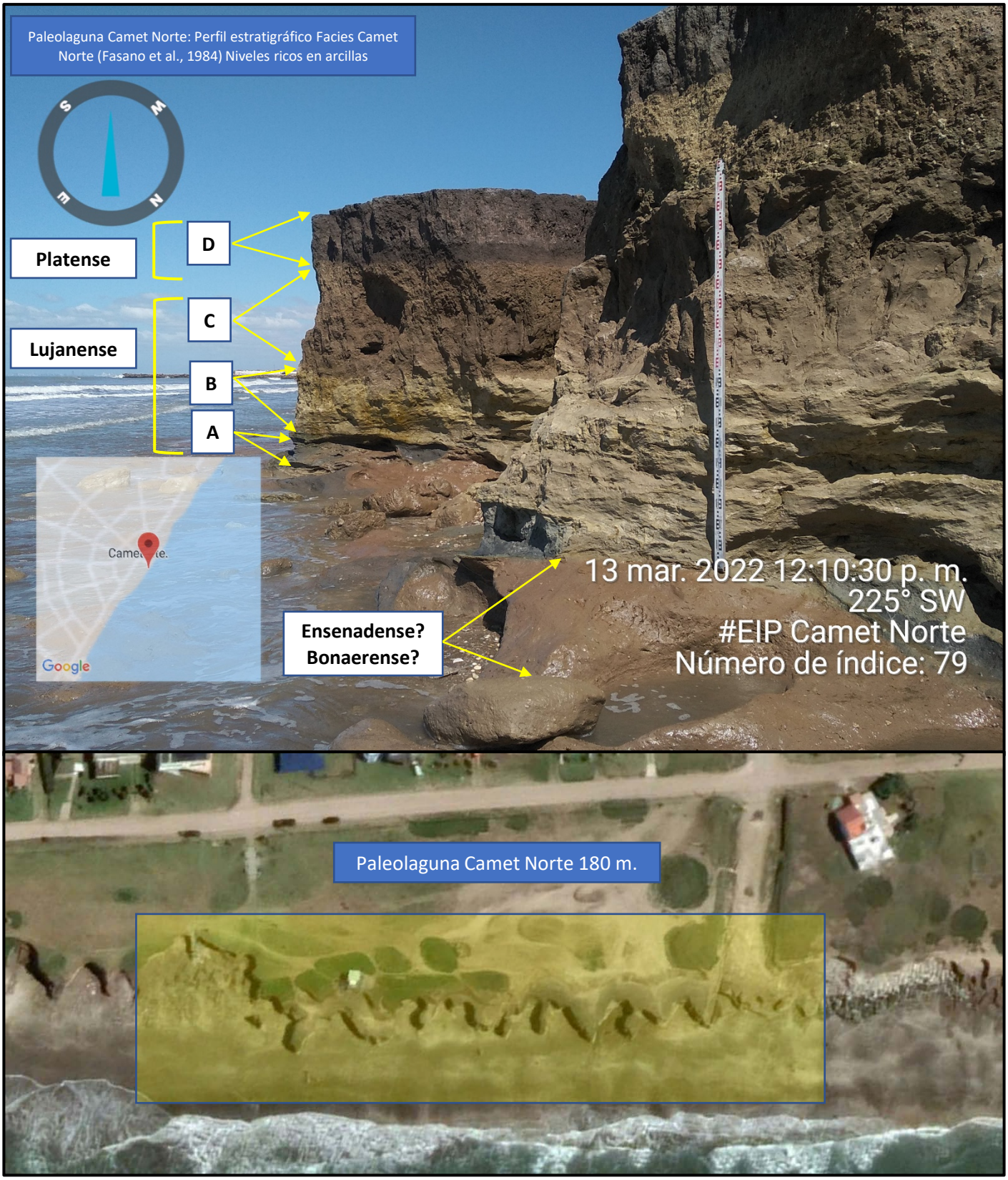


Figura 3: Geoformas presentes en el sector sur de la "Paleolaguna Camet Norte". Acantilados, arcos y pilares marinos, micro acantilados, plataformas de abrasión.

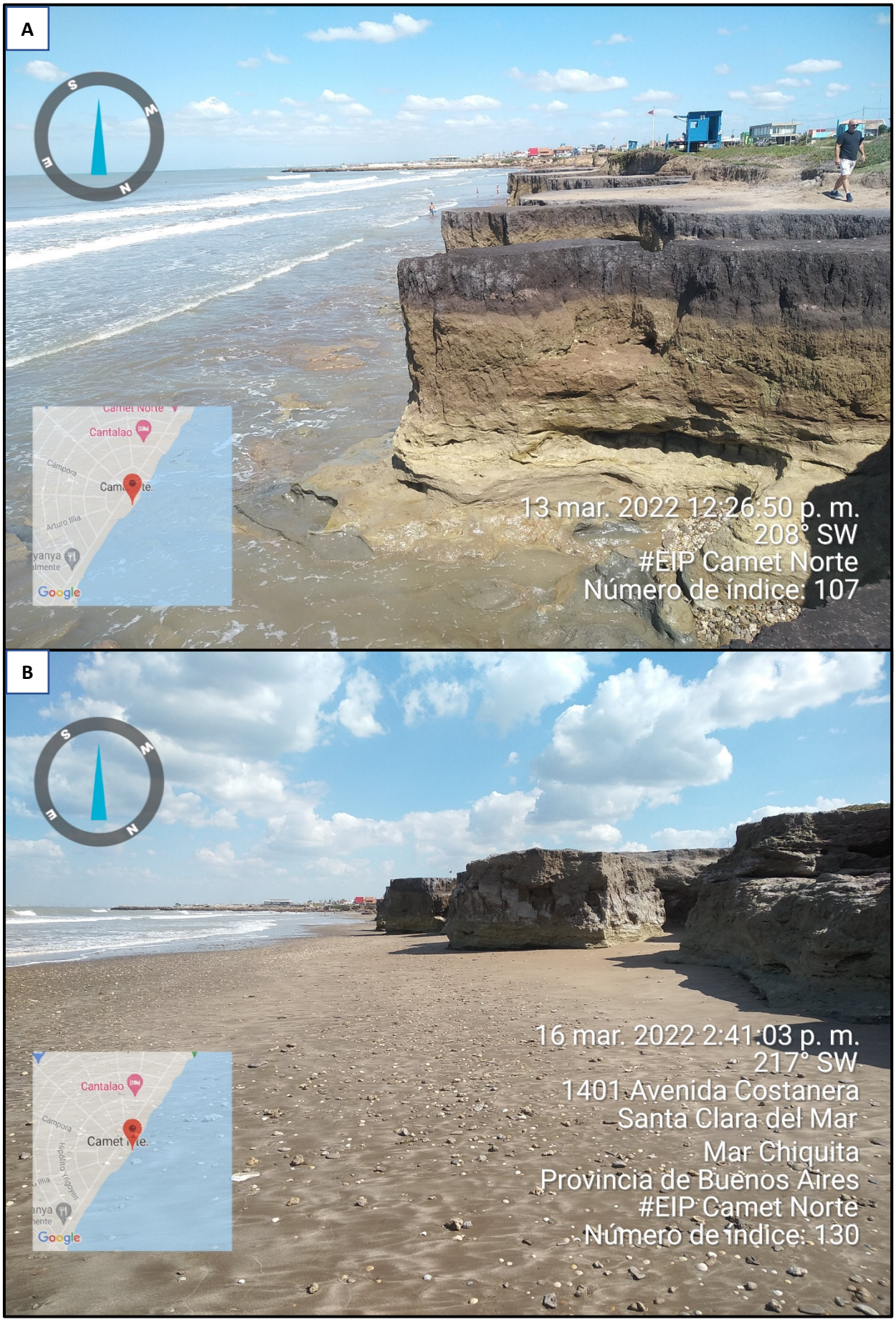


Figura 4.1: Dinámica de la playa frente a la Paleolaguna Camet Norte. Ambas imágenes se obtuvieron cercano a la marea mínima, con una separación 2 días. A. 13-03-2022: Plataforma de abrasión y base del acantilado parcialmente descubierta. B. 16-03-2022: Base del acantilado y plataforma de abrasión cubiertas moderadamente.

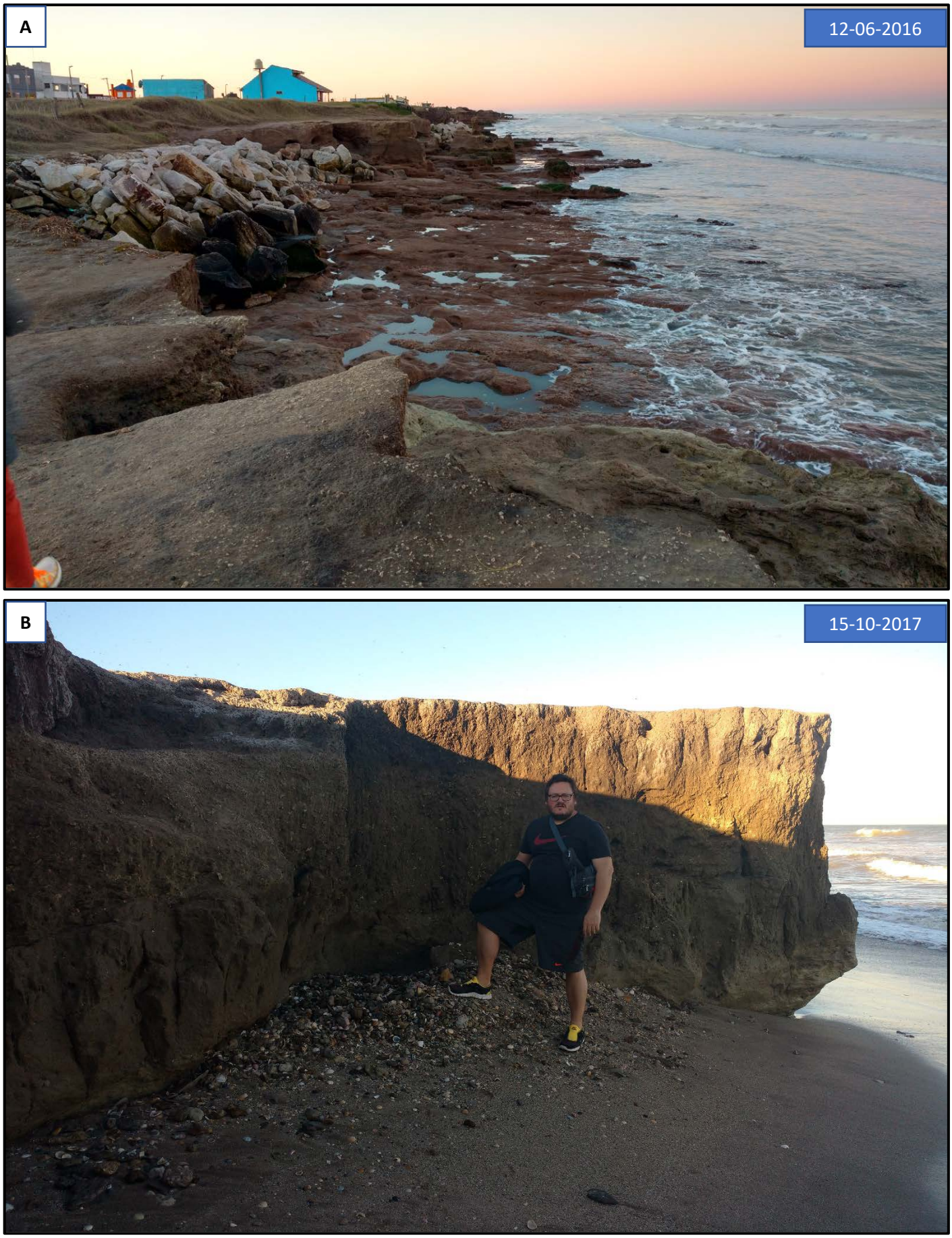


Figura 4.2: Dinámica de la playa frente a la Paleolaguna Camet Norte. Imágenes de Archivo. A. Falta total de arena, plataforma de abrasión y base del acantilado descubierta. B. Playa formando una rampa al pie del acantilado. Estas fluctuaciones extremas habilitan la erosión del frente acantilado en distintas cotas.

Figura 5: Defensas costeras puntuales en la zona de estudio. A. acorazamiento del frente acantilado (Av. San Martín y La costa) extremo norte de la Paleolaguna Camet Norte. B. Antiguo acorazamiento del acantilado en el extremo norte de la zona de estudio, nótese que la punta sedimentaria que protegia se perdio completamente y solo queda un pilar marino.

Mammalia

Glyptodontidae
Glyptodon clavipes
Glyptodon reticulatus
Glyptodon perforatus
Doedicurus clavicaudatus
Panochthus tuberculatus
Neosclerocalyptus pseudornatus

Pampatheriidae
Pampatherium typum

Dasypodidae
Eutatus seguini
Chaetophractus villosus
Tolypeutes matacus

Megatheriidae
Megatherium americanum

Mylodontidae
Lestodon sp.
Glossotherium sp.
Scelidotherium leptocephalum

Felidae
Smilodon populator

Canidae
Lycalopex gymnocercus

Mustelidae
Lyncodon patagonicus

Octodontidae
Ctenomys sp.

Caviidae
Galea musteloides
Microcavia cf. *M. robusta*
Microcavia sp.
Dolichotis patagonum

Chinchillidae
Lagostomus sp.

Myocastoridae
Myocastor sp.

Cricetidae
Reithrodon auritus
Holochilus brasiliensis

Camelidae
Lama guanicoe
Lama gracilis
Lama sp.
Hemiauchenia paradoxa

Cervidae
Morenelaphus sp.

Equidae
Equus (Amerihippus) neogeus

Gomphotheriidae
Stegomastodon platensis

Macraucheniidae
Macrauchenia patachonica

Toxodontidae
Toxodon sp.

Aves

Cathartidae
Sarcoramphus papa

Anatidae
Oxyura sp.

Insecta
Curculionoidea indet.
Buprestidae
Scarabaeidae indet.
Carabidae indet.
Heteroptera indet.
Tachinidae indet.
Ephydridae indet.
Syrphidae indet.
Hymenoptera indet.

Ostracoda
Ostracoda indet.

Gastropoda
Biomphalaria sp.
Heleobia sp.
Lymnaea sp.

Icnofósiles
cf. *Mylodontidichnum rosalensis*
cf. Hippipeda
cf. *Lamaichnum guanicoe*
cf. *Odocoileinichnum communne*
Coprolitos

Paleoflora
Ramas
Hojas
Frutos
Flores
Semillas

Figura 6. Listado Patrimonio Paleontológico de la "Paleolaguna Camet Norte". Tomado de Tassara y Cenizo (2014)

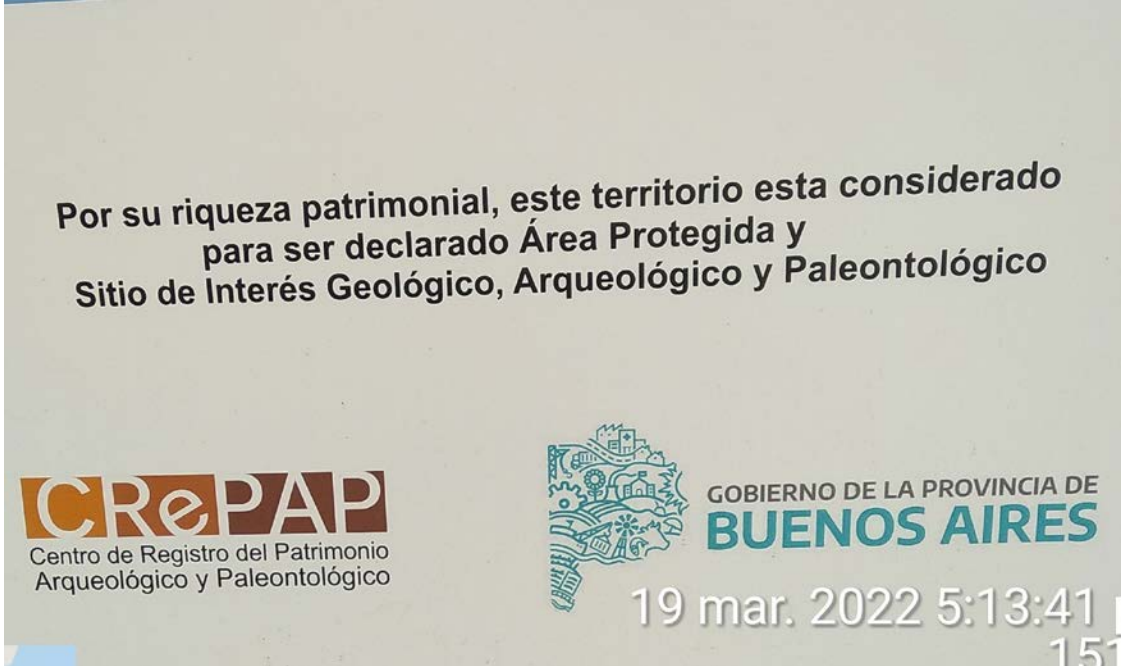


Figura 7A. Sub-sector NPCN Unidad A. de FCN (Lujanense). A. Se registra coating de pirita en la superficie de todo elemento óseo representado por una vertebra torácica de ungulado. MMSCM 2079.

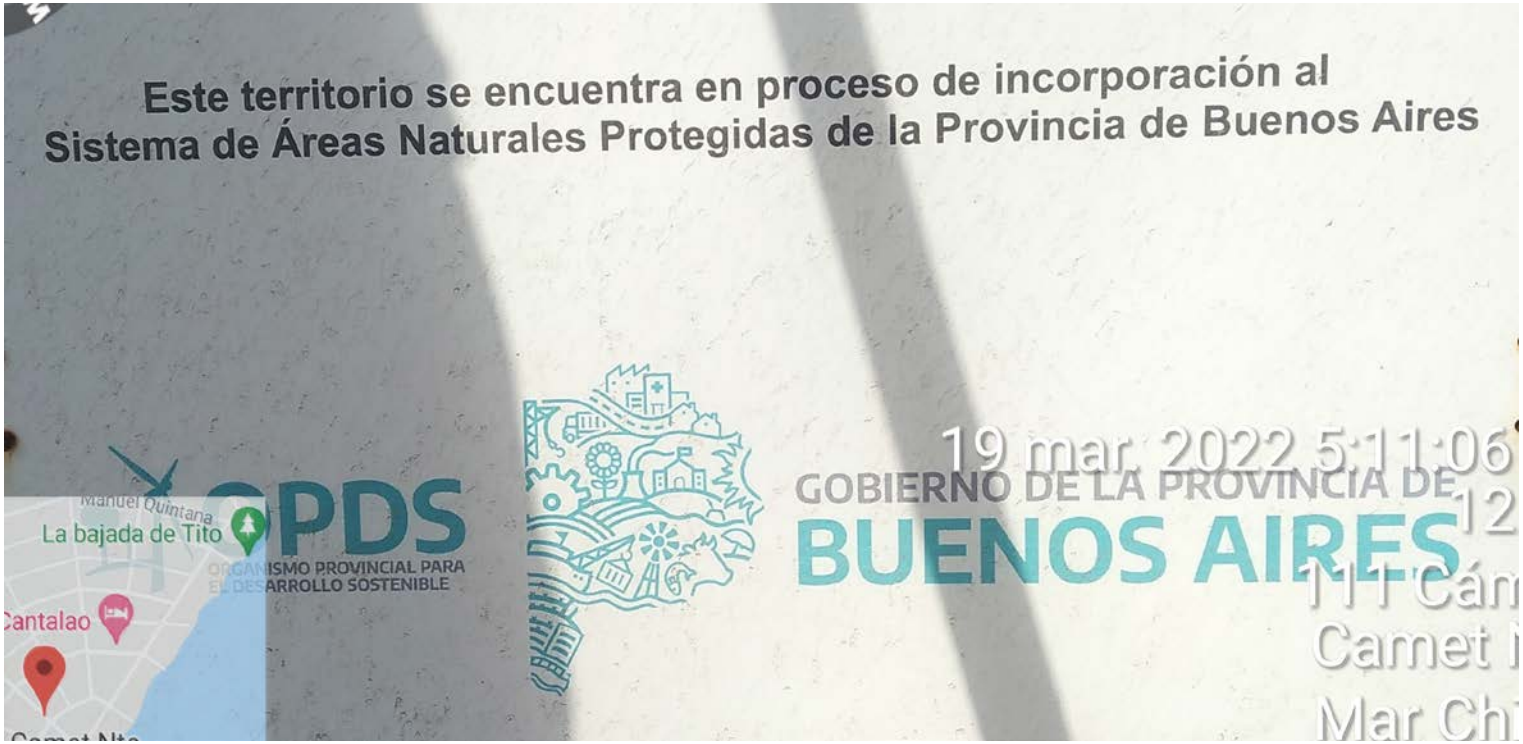


Figura 7B. Cubicación Paleolaguna Camet Norte 2016. Se comprobó la continuidad del yacimiento tierra adentro. Se amplio su potencial al identificarse la continuidad de las unidades A y B de Fasano et al. (1984). La unidad A es la más rica y diversa desde el punto de vista Paleontológico y se corresponde con depósitos sedimentarios de arcillas y limos bajo condiciones anóxicas.

Figura 8. Perdida de patrimonio paleontologico Paleolaguna Camet Norte 2003-2021 calculado a partir de imágenes satelitales historicas de Google Earth

Paleolaguna Camet Norte **2003** perímetro 596 m superficie 11265 m^2

Paleolaguna Camet Norte **2021** perímetro 545 m. superficie 7681 m^2

Entre 2003 y 2021 se perdió 3584 m^2 de Yacimiento, un 32% de su superficie.

Figura 9. Mapa georreferenciado del área de estudio: 1227 metros de Longitud (A-F). **A**. 37°49'48.98"S // 57°29'36.31"O. **B.** 37°49'38.34"S // 57°29'28.60"O. **C.** 7°49'37.38"S // 57°29'27.25"O **D**. 37°49'32.63"S // 57°29'22.73"O **E.** 37°49'30.04"S // 57°29'20.81"O **F.** 37°49'16.05"S // 57°29'9.04"O**. 8.** Espigón 8: 205 metros de long. **9.** Espigón 9: 147 metros de long. **10.** Espigón 10: 126 metros de long. **11.** Espigón 11: 86 metros de long. **Sector Camet Norte Sur**: 388 m. de extensión. **Sector Camet Norte Centro**: equivale a Facies Camet Norte 321 m. de extensión com 2 sub-sectores: **Sub-sector Núcleo Paleolaguna Camet Norte**: 180 m. de extensión y **Sub-sector Litoral Paleolaguna Camet Norte**: 141 metros (43 metros al Sur y 98 metros al norte). **Sector Camet Norte Norte**: 518 m. de extensión**. Escala 200 m. Imágen satelital en perspectiva. Línea Roja**: Espigones. **Línea Punteada amarilla**: relleno de arena artificial.

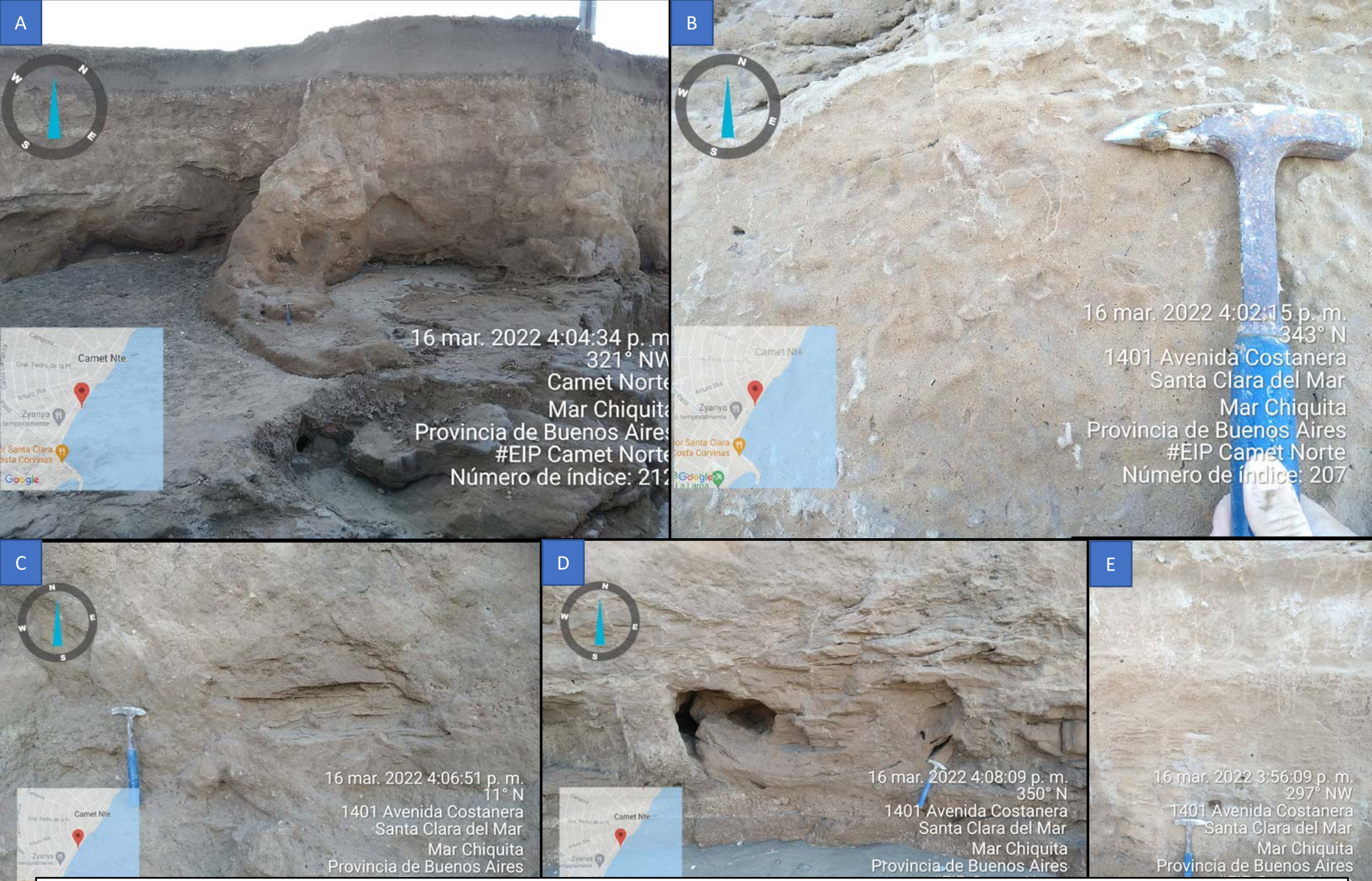


Figura 10. Sector Camet Norte Sur: A. Perfil estratigráfico representativo para la zona. B. Trazas fósiles de invertebrados continentales, tubos meniscados. C. Crotovina de tamaño pequeño. D. Crotovina de tamaño medio. E. Rizoconcreciones.

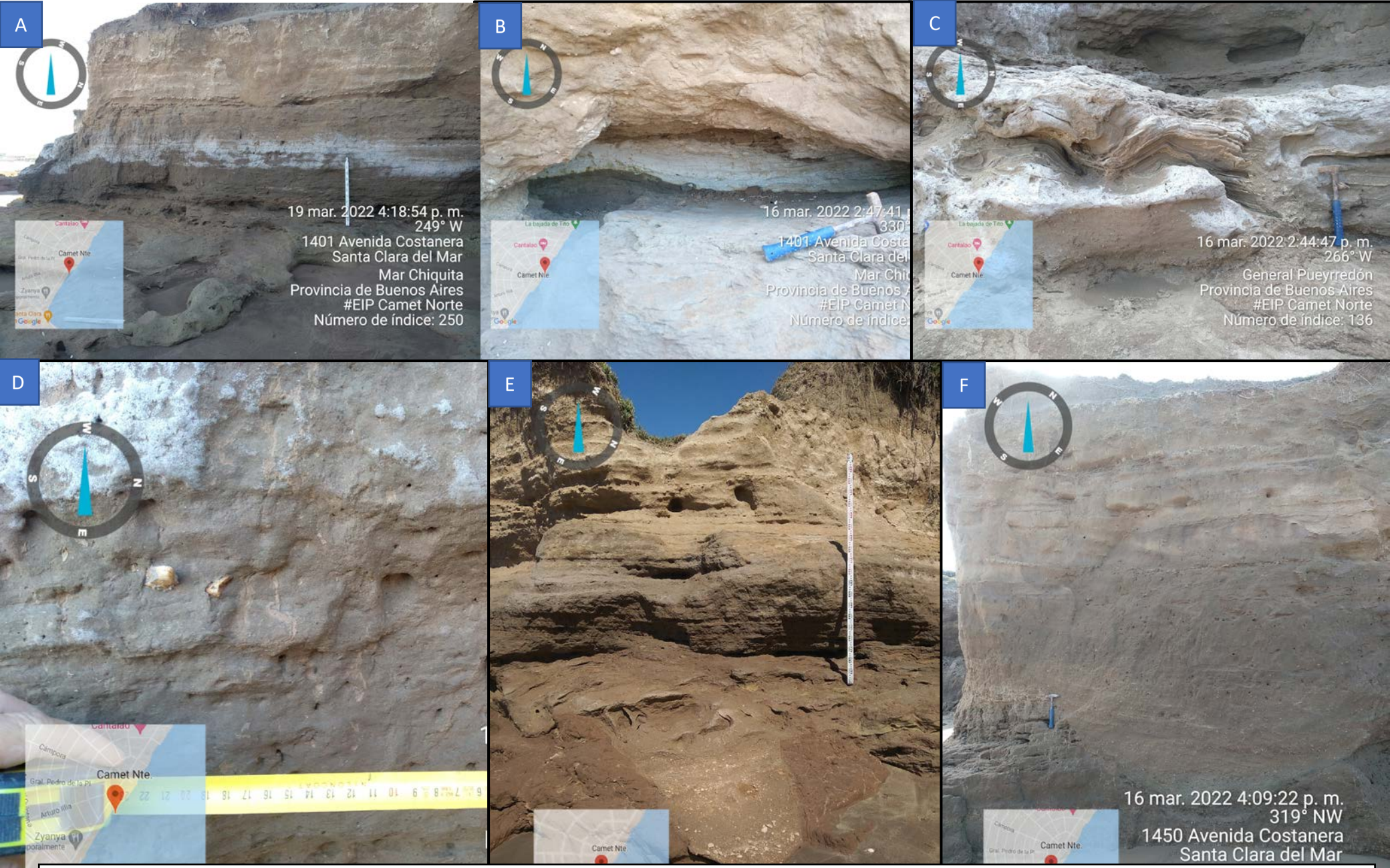


Figura 11. Sub-sector Litoral Paleolaguna Camet Norte: A. Perfil estratigráfico representativo para la zona. B. Nivel cinerítico datado en 20.9 ±2.5 ka AP Corbella et al. (2000) C. Laminación convoluta en base de las facies litoral sector norte. D. Restos fósiles fragmentarios de vertebrados. E y F. Facies canalizadas del sector litoral sur.

geoformas. Estratigrafía según Fasano et al (1984).

Figura 13. Distribución de los niveles A en relación al zócalo de la paleolaguna.

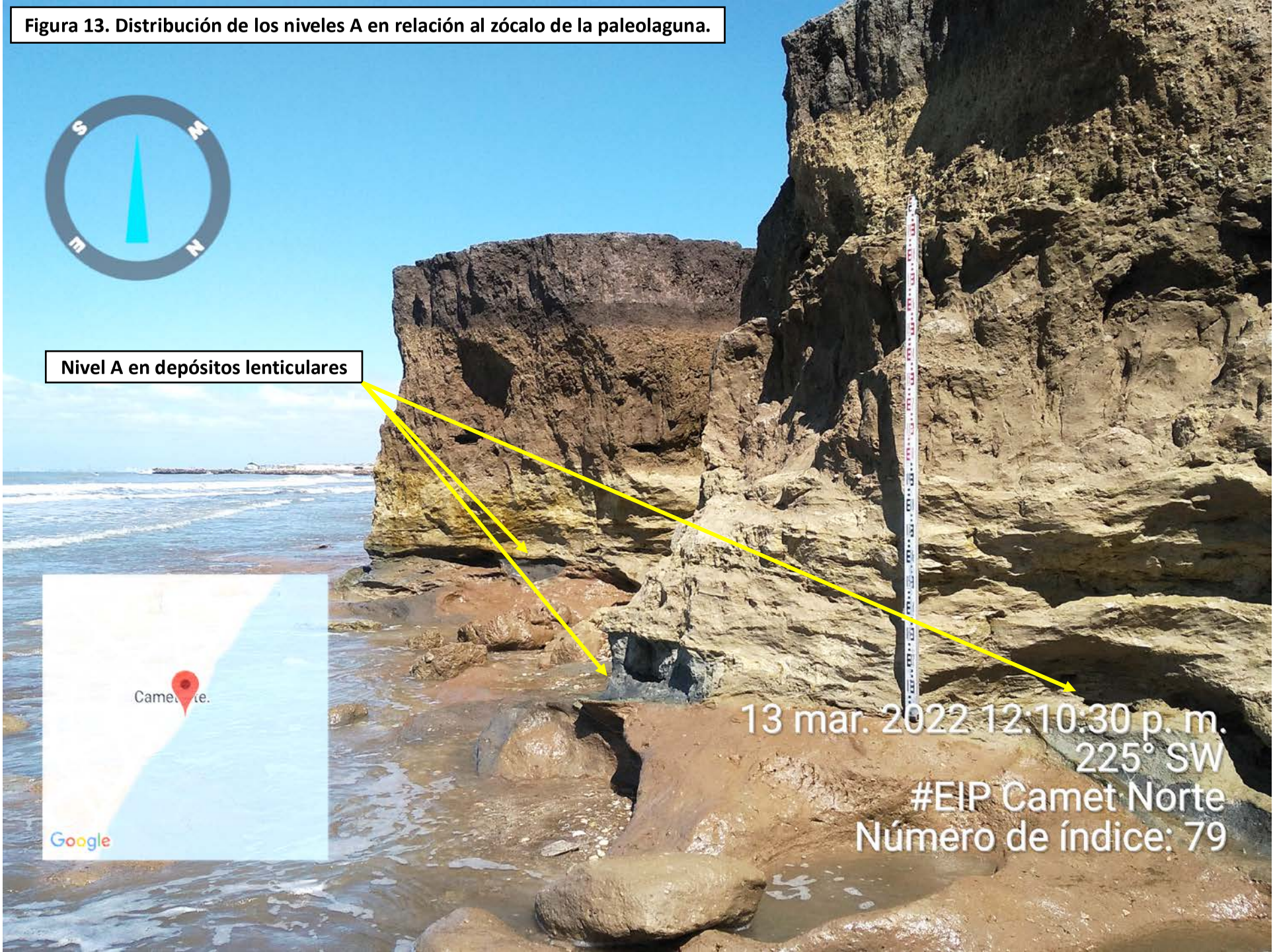
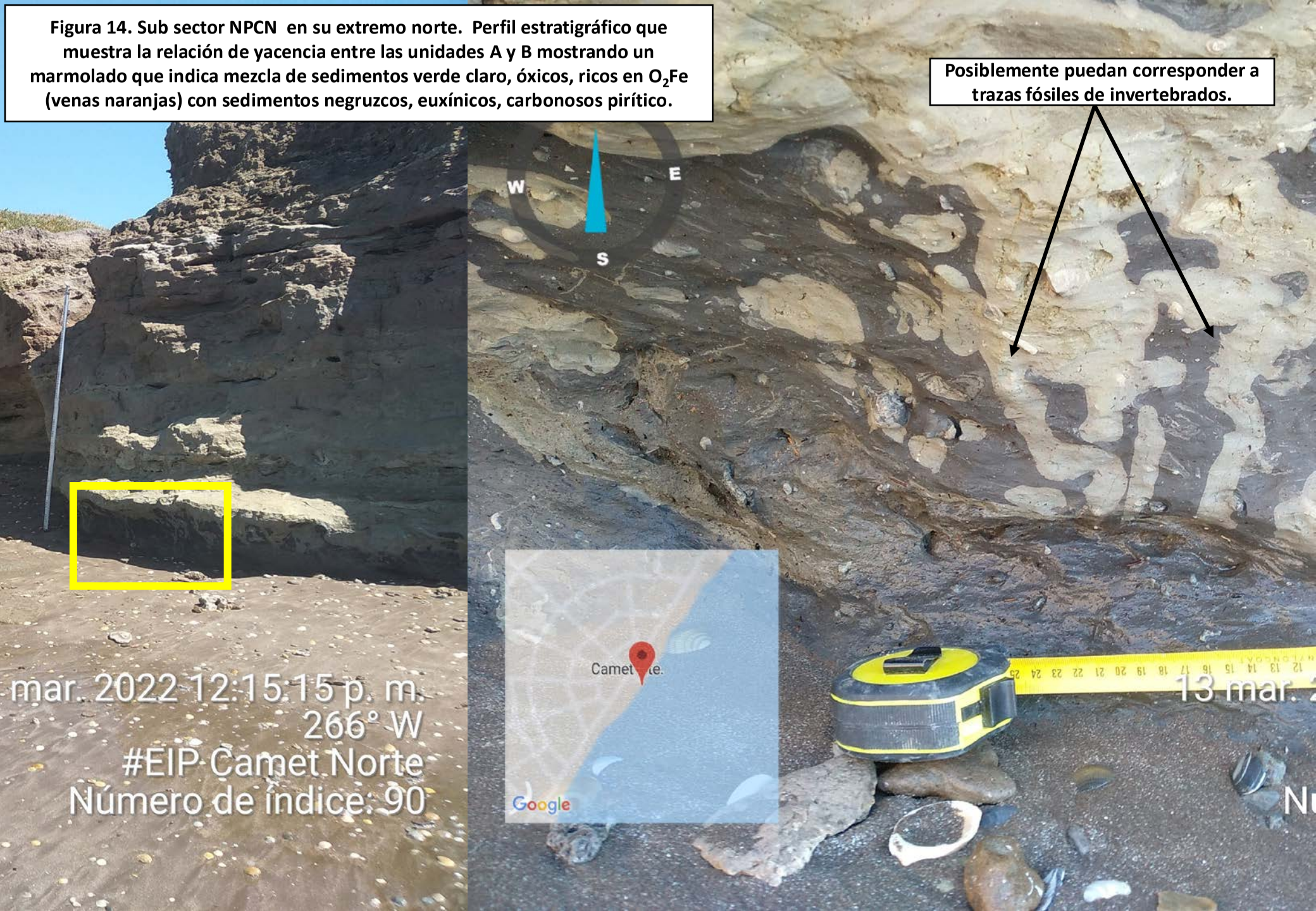


Figura 14. Sub sector NPCN en su extremo norte. Perfil estratigráfico que muestra la relación de yacencia entre las unidades A y B mostrando un marmolado que indica mezcla de sedimentos verde claro, óxicos, ricos en O_2Fe (venas naranjas) con sedimentos negruzcos, euxínicos, carbonosos pirítico.



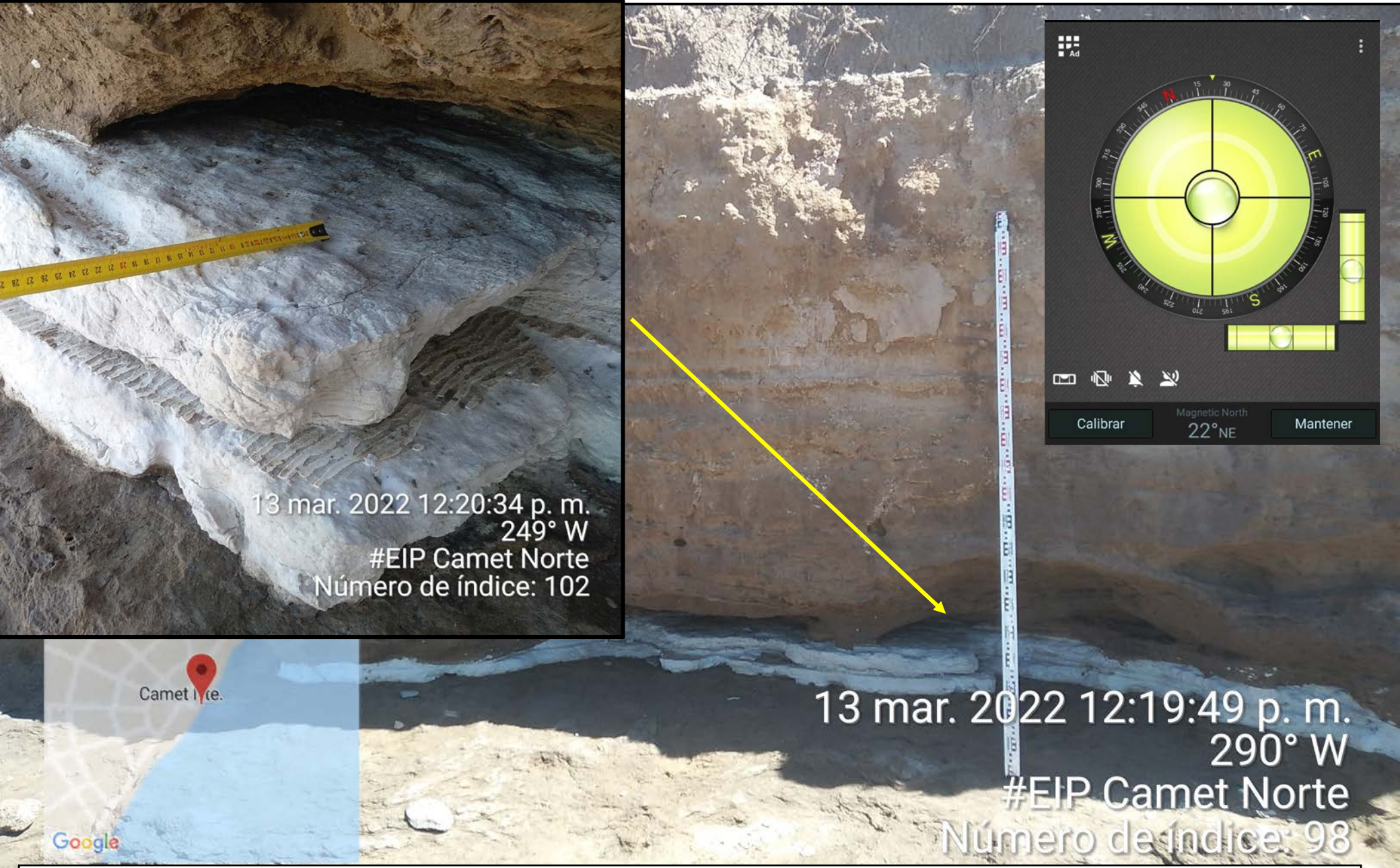


Figura 15. Sub-sector NPCN en su porción norte. Nivel cinerítico con ondulitas que permiten establecer la dirección de los vientos predominantes. ***Por otra parte se identifican dos eventos de deposito de cenizas. El desarrollo de estas ondulas permitirá establecer características del cuerpo de agua donde se formó.***

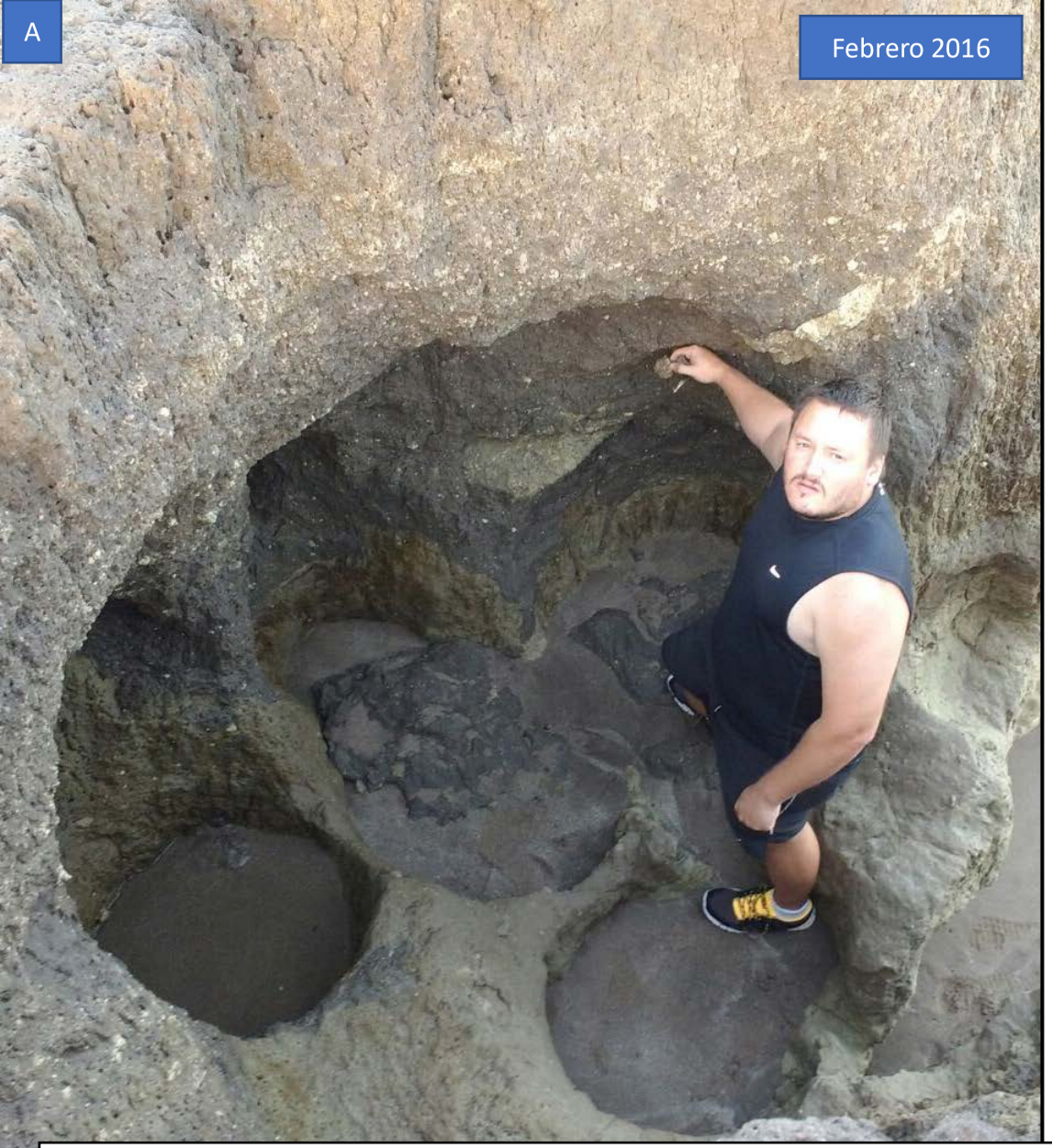


Figura 16. Sub-sector NPCN extremo norte. Nivel estratigráfico D, de FCN (Holoceno). A.B. Se registran estructuras semejantes a pozas de agua de origen antrópico, donde se registran concentraciones fósiles. Estas mismas estructuras fueron recientemente publicadas por Tassara et al. (2021). Ver listado faunístico. C. Se registran elementos líticos ligados a la actividad humana.

Figura 17. Sub sector NPCN en su porción central. Elementos esqueletarios varios, nótese la variedad de colores que denotan distintas trayectorias tafonómicas. A. Nótese una aureola diagenética alrededor de la costilla. B. Nótese aureola de diagenéticas alrededor del fósil y concentraciones de oxido de hierro en el nivel B de FCN. C. Nótese aureola y coloración unidad A vs B.

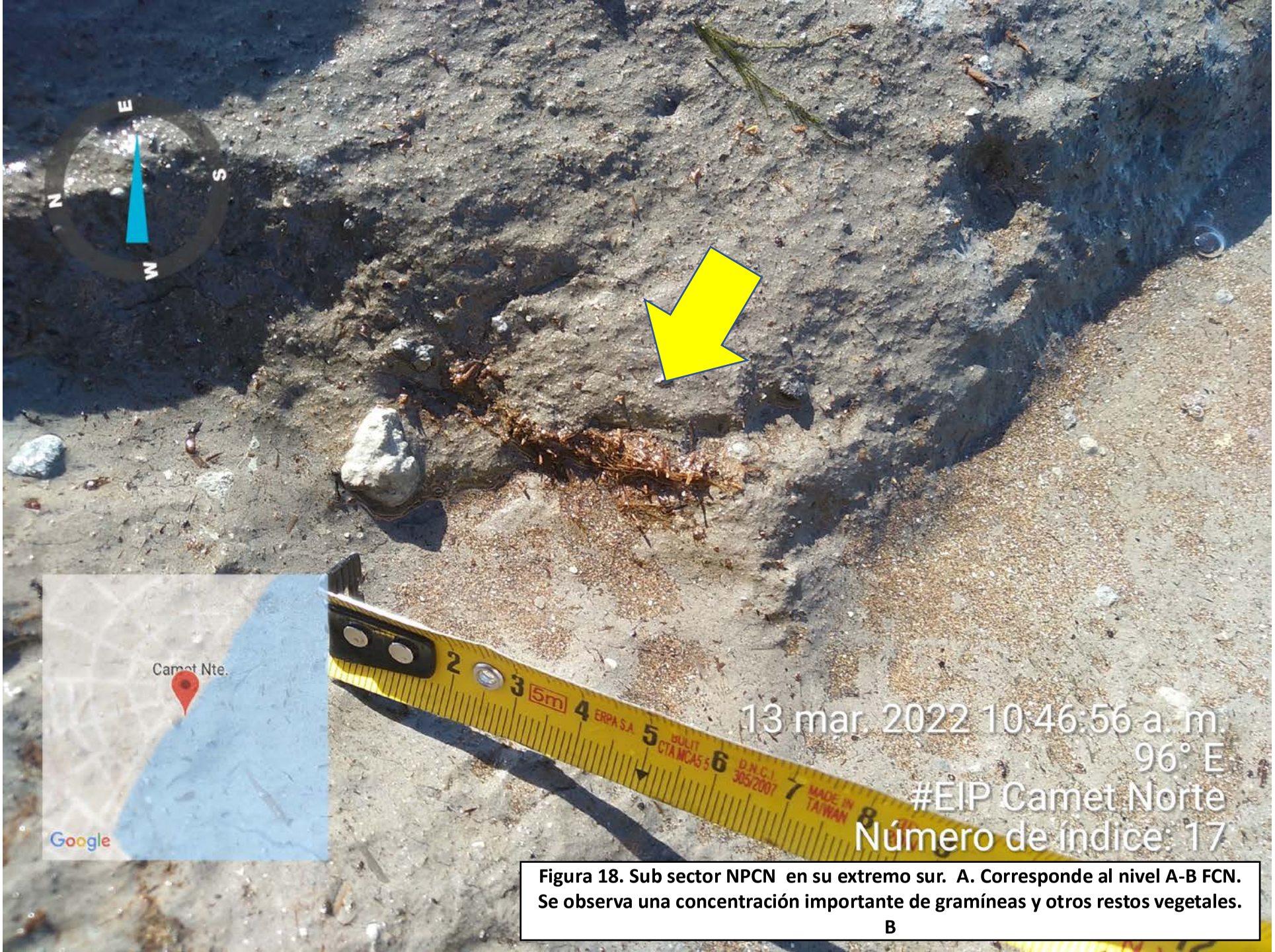


Figura 18. Sub sector NPCN en su extremo sur. A. Corresponde al nivel A-B FCN. Se observa una concentración importante de gramíneas y otros restos vegetales.

B

Figura 19. Sub-sector NPCN Unidad A. de FCN (Lujanense). A. Se registra coating de pirita en la superficie e interior de un tallo vegetal carbonizado. B. Detalle zoom digital. A Y B Imágenes 14-09-2017 MLT inéditas. C. Gramíneas en su contexto estratigráfico.

Figura 20. Sub-sector NPCN Unidad A. de FCN (Lujanense). Se registran coating de pirita en la superficie del molar de un équido: *Cf. Equus (amerhippus) neogeus,* fósil guía de la edad Lujanense (MMP-M 5689). *Imágenes del 22-10-2016 primer registro de piritización para la Paleolaguna Camet Norte, inéditas. Colector M.L.T.*

Figura 21. Sub-sector NPCN Unidad A. de FCN (Lujanense). A. Se registra coating de pirita en la superficie de todo elemento óseo representado por una vertebra torácica de ungulado. MMSCM 2079.

Figura 22. Sub sector NPCN en su extremo sur, unidad A-B Húmero *Smilodon populator* MMSCM 2077.

Figura 23. Sector CNN: Perfil estratigráfico: Fm Santa Clara y Fm. Faro Querandí, nótese la presencia de paleocuevas de pequeña escala. En la base de la secuencia rizo concreciones y trazas de invertebrados.

Figura 24. Sector CNN: Tubos meniscados de invertebrados. Nótese que las trazas fósiles se encuentran enfatizadas por depósitos de Carbonato de Calcio.

Figura 25. Sector CNN: Paleocuevas de vertebrados, tamaño medio con corte longitudinal sub-paraleo, en Formación Santa Clara. A. Vista en perfil. B. Vista en planta.

Figura 26. Sector CNN: Antebrazos de un Scelidotherinae indet. articulados. . Las articulaciones se cementaron con Carbonato de Calcio. Cabe destacar que se mantuvieron en su posición original los huesos sesamoideos. Foto de archivo 2016, hallazgo fortuito por turistas.

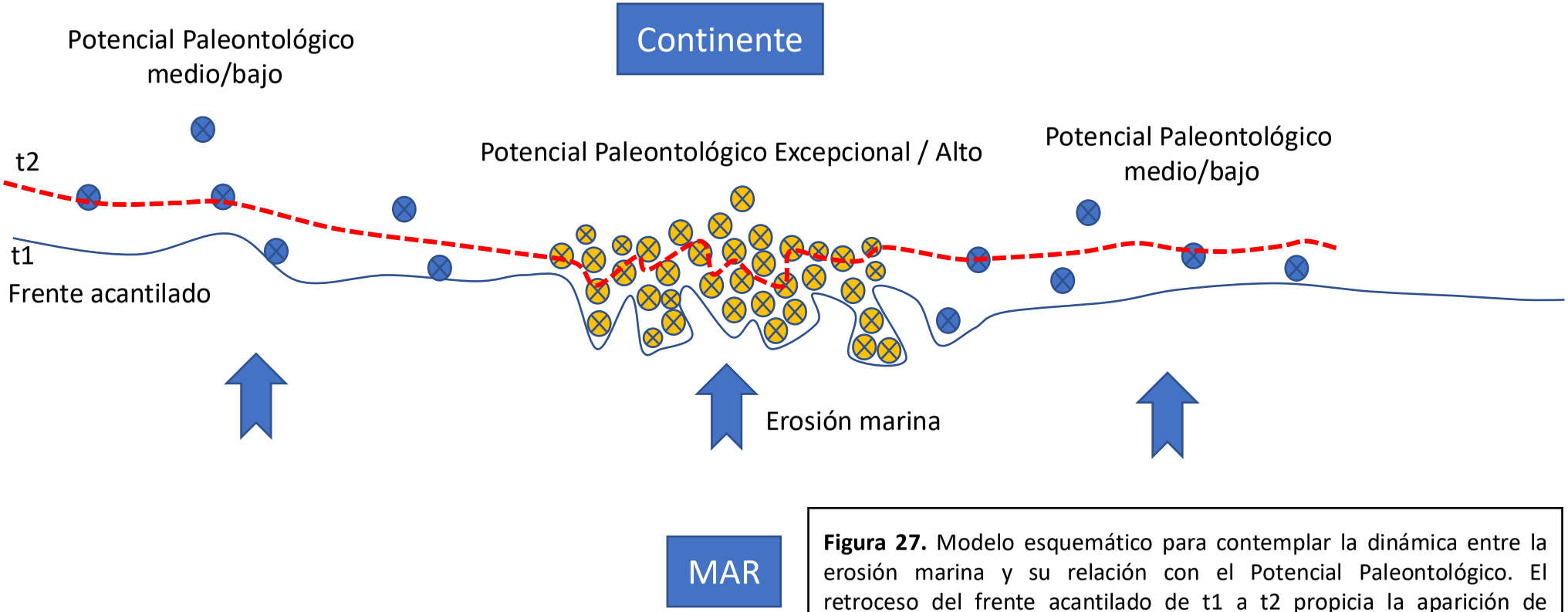


Figura 27. Modelo esquemático para contemplar la dinámica entre la erosión marina y su relación con el Potencial Paleontológico. El retroceso del frente acantilado de t1 a t2 propicia la aparición de nuevos fósiles como así también su potencial pérdida en los sectores de PP medio a bajo. Por otra parte, el mismo proceso erosivo produce una elevada perdida patrimonial en sectores que presentan un PP Excepcional o Alto. Este modelo es el que aplica a los yacimientos paleontológico de Camet Norte frente a la erosión marina costera.

Figura 28. Sectores que la empresa debe garantizar las prospecciones paleontológicas y el registro geológico de los perfiles estratigráficos del sector CNC. A. Extremo sur del núcleo de la paleolaguna, con una amplio micro-acantilado y plataforma de abrasión con una concentración muy alta de fósiles. B. Extremo norte del núcleo de la paleolaguna con un micro-acantilado con una alta preservación de restos fósiles en sus niveles basales. C. Restinga proximal, donde quedan expuestas las unidades A y B de Fasano et al. (1984), con una alta cantidad de restos fósiles.

Figura 29. Intervenciones antrópicas que operaron y operan contra el patrimonio paleontológico. A. circulación de vehículos y personas. B. Pluviales mal diseñados. C. Elaboración de bajadas a Playa.

ANEXO 2 TABLAS

ANEXO 2: VRIP y PP

	Espigonado							
	Sector CNS		Sector CNC LPCN		Sector CNC NPCN		Sector CNN	
	PP	VRIP	PP	VRIP	PP	VRIP	PP	VRIP
Plataforma de abrasión	Medio	alto	Alto	Alto	Excepcional	Alto	Medio	alto
Acantilado	Bajo	alto	Alto	Positivo	Excepcional	Positivo	Bajo	alto
	Relleno artificial de arena							
	Sector CNS		Sector CNC LPCN		Sector CNC NPCN		Sector CNN	
	PP	VRIP	PP	VRIP	PP	VRIP	PP	VRIP
Plataforma de abrasión	Medio	bajo	Alto	Alto	Excepcional	Alto	Medio	Bajo
Acantilado	Bajo	bajo	Alto	Alto	Excepcional	Alto	Bajo	Bajo