



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA DE POSTGRADO**

**Tafonomía regional, sus implicancias para la
interpretación del registro arqueofaunístico de cazadores
recolectores en las costas de Taltal**

Tesis para optar al grado de Magíster en Arqueología

SEBASTIÁN ALONSO YRARRÁZAVAL ASCENCIO

**Director(a):
Dra. María Isabel Cartajena**

**Co-guía:
Dr. Luis Alberto Borrero**

**Comisión Examinadora:
Dr. Diego Salazar
Dr. Patricio De Souza**

Santiago de Chile, año 2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero y con la mayor intensidad del mundo a mi queridísima pareja María Ignacia “Pelusita” Vallejos y a mi hijo Dio “Patata” Yrarrazaval, por su paciencia y constante apoyo, ellos me hacen más feliz que nada en el mundo y de solo pensar en ellos olvido todo lo malo que podría sentir hacia cualquier persona o cosa en el mundo, mis más apasionados intereses palidecen ante el más mundano pensamiento dedicado hacia ellos. Les agradezco por su paciencia y apoyo en estos dos tortuosos años que me ha costado llevar esta tesis a su versión actual.

Gracias al profesor Diego Salazar por considerarme cuando nadie mas lo hizo y darme razones y motivación para seguir en esta carrera, lo hago responsable de seguir estudiando arqueología. Gracias a la profesora Isabel Cartajena por aceptarme como su tesista a pesar de tener tantos tesistas a su disposición, tan poco tiempo disponible y a pesar de lo extraño del tema que me interesaba estudiar y apoyarme a pesar de mis confusas y turbulentas intenciones y objetivos. Finalmente, gracias al profesor Luis Alberto Borrero y su opinión experta por hacer de esta tesis un relato semicoherente y no una amalgama de opiniones e impresiones vagas y por gastar su valioso tiempo en asistir a un alumno de otro país que ni siquiera conocía por fotos con una enorme dedicación y atención.

Agradezco a mi amigo José Rogan por dedicar dos semanas enteras de su vida a perder el tiempo recogiendo animales muertos en las playas desérticas de Taltal, hacer de chofer en plena neblina entre camiones aljibes y evagenlizarme en las glorias de Sabaton.

Agradezco a Amapola Saball y a Horacio Ramirez por su amistad incondicional y haceme sentir que mi proyecto no era un delirio febril y motivarme a completarlo hasta el final.

Agradezco a mis amigos del colegio por ser los hermanos que nunca tuve y acompañarme todo este tiempo más aun incluso que mi familia de sangre. Tambien a mi mejor amigo Fabian Jorquera por apoyarme constantemente y sin descanso incluso en contra de mi voluntad.

No tengo frases célebres ni citas de novelas o textos magníficos porque soy un ignorante que apenas sabe leer, pero agradezco a todos aquellos que me falta nombrar por su apoyo y confianza en mi capacidad de llevar este proyecto a su término.

DEDICATORIA.

A la memoria de Ìo y Hechicera. cada minuto que mi vida sigue y la de ellos no se siente extraño e incompleto. Los extrañaré siempre.

ÍNDICE

I. RESUMEN	1
II. PROBLEMATIZACION	2
1. Pregunta de investigación	5
III. OBJETIVOS	6
IV. ANTECEDENTES	7
1. Ecosistemas en el área de estudio	7
1.1 Geomorfología y bioclima	7
1.2 Fauna	9
2. Condiciones paleoambientales y sitios arqueológicos	12
2.1. Paleoambiente	12
2.2. Prehistoria y sitios arqueológicos	13
3. Zooarqueología y subsistencia en el área de estudio	18
V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	23
1. Argumentación y constitución de la evidencia en arqueología	23
2. Teoría arqueológica sobre la interpretación de la evidencia o de nivel bajo	24
3. La tafonomía como herramienta para el estudio zooarqueológico	25
4. La tafonomía desde una perspectiva regional	31
VI. METODOLOGÍA	34
1. Sitios de recolección	34
2. Protocolo de recolección de la muestra actualística	34
3. Análisis Zooarqueológico	35
3.1 Identificación taxonómica y anatómica de especímenes óseos	35
3.2 Representatividad anatómica y taxonómica; frecuencia y supervivencia de elementos anatómicos	39
3.3 Estructura y composición taxonómica	40
4. Análisis Tafonómico	41
4.1 Modificaciones superficiales	41

4.2 Modificaciones morfológicas	43
4.3 Modificaciones penetrantes del tejido	43
4.4 Modificaciones por pérdida de tejido	44
4.5 Inferencia de procesos tafonómicos que afectaron la muestra actualística	45
4.6 Atrición mediada por densidad	45
5. Pruebas estadísticas	46
5.1 Taxonomía de interacción entre variables (<i>Classical Clustering, Correspondence Analysis</i> y ANOSIM)	46
5.2 Caracterización de potencial predictivo en la muestra (NPMANOVA)	46
5.3 Modelamiento de interacción entre variables (<i>Naive Bayes classifier</i>)	47
VII. RESULTADOS	49
1. Caracterización general del material actualístico	49
1.1 Caracterización zooarqueológica	53
1.2 Caracterización tafonómica	59
1.3 Tipos de traza identificadas	61
1.4 Tipos de traza y procesos asociados	67
2. Distribución de atributos	77
2.1 Distribución geomorfológica	79
2.2 Distribución altitudinal	79
2.3 Distribución en relación a la línea de costa	80
3. Caracterización general del material arqueológico	81
4. Contrastación de resultados	84
4.1 Cluster, CA y ANOSIM	87
4.2 NPMANOVA	92
4.3 Naive Bayes Classifier	93
VIII. DISCUSION	95
IX. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES	110
X. BIBLIOGRAFÍA	116
XI. ANEXOS	137

Anexo 1.	137
Anexo 2.	140
Anexo 3.	140
Anexo 4.	144
Anexo 5.	149
Anexo 6.	151
Anexo 7.	157

I. RESUMEN

Autor: Sebastián Yrarrázaval

Grado obtenido: Magister en arqueología

Profesora guía: Isabel Cartajena

Co-guía: Luis Alberto Borrero

Título: Tafonomía regional, sus implicancias para la interpretación del registro arqueofaunístico de cazadores recolectores en las costas de Taltal

Resumen: Las discusiones sobre la intensificación en el uso de recursos marítimos por las comunidades arcaicas que habitaron las costas arréicas del desierto de Atacama en la zona de Taltal, descansan mayoritariamente en interpretaciones del registro ictiológico y malacológico, ante la escasa presencia relativa de restos de mamíferos y aves en los sitios estudiados. Aún a pesar de que la evidencia general tiende a confirmar esta hipótesis de intensificación, poca atención se ha puesto en intentar explicar estas diferencias de representación de clases de animales en los conjuntos zooarqueológicos. Considerando que estos sitios se insertan en uno de los ecosistemas más activos y dinámicos en términos de reciclaje biológico, mediada por numerosos agentes que intervienen, seleccionan y acumulan restos óseos. Ante esta incertidumbre de potencial sesgo en el registro zooarqueológico de tetrápodos para los sitios en Taltal, se elaboró un estudio tafonómico regional a partir de un conjunto actualístico, el cual comparó múltiples variables tafonómicas del registro óseo depositado hoy en las costas desérticas con el proveniente de sitios arqueológicos desde los 5000 cal. A.P. en adelante en la misma zona, información que procesada por medio de un modelo clasificador bayesiano permitió constatar sesgos de producto de alteración tafonómica y caracterizar con precisión aquellos sitios arqueológicos con mayor probabilidad de sesgo producto de alteraciones tafonómicas.

Contacto: sebastian.yrarrazaval@ug.uchile.cl / taphocyon@gmail.com

Fecha: 31 marzo, 2020.

Palabras claves: Tafonomía, Tafonomía regional, Costa hiperárida, Zooarqueología, Estadística multivariada, Arcaico, Holoceno medio, Teoría de rango medio, Experimentación actualística

II. PROBLEMATIZACIÓN

La investigación arqueológica sistemática en la costa arreica de Chile y en particular en la zona de Taltal ha cobrado creciente importancia en los últimos años. Salvo algunos esfuerzos investigativos realizados durante el siglo pasado, el trabajo arqueológico en esta zona previo al año 2000 ha sido esporádico y se ha centrado en la descripción tipológica de las numerosas estructuras funerarias y el contenido de los conchales de gran tamaño (Ballester y Gallardo, 2011; Salazar et al. 2015). Producto de esto, caracterizar esta zona de forma particular ha sido especialmente difícil, quedando su interpretación largamente subordinada a las secuencias de las costas de Arica y Tarapacá (Llagostera, 1989). Recientes investigaciones, han optado por concentrarse y caracterizar crono-culturalmente la zona costera de Taltal de manera específica (Castelleti, 2007; Salazar et al. 2015). Estas investigaciones sugieren una larga historia ocupacional continua desde el Holoceno Temprano (*circa* 12000 cal. A.P.) (Salazar et al. 2011) hasta tiempos modernos (San Francisco et al. 2009; Ballester y Gallardo, *op cit*), de comunidades estrechamente ligadas al mar por sus recursos alimentarios, además de sus representaciones simbólicas, emplazamiento de viviendas y especialización tecnológica (Ballester et al. 2012, 2015; Ballester y Gallardo, *op cit*; Salazar et al. 2015; Flores et al. 2016).

Antes de comprender e interpretar las dinámicas sociales que posibilitaron ocupaciones humanas en estas costas, caracterizadas por su arreísmo absoluto (Llagostera, 1989; Castelleti, 2007), son necesarios esfuerzos por una comprensión detallada de las condiciones paleoambientales y ecológicas en las cuales se desarrollaron las ocupaciones humanas prehispanicas en Taltal (*sensu* Rick et al. 2006). Considerando la premisa base de que la subsistencia de estas poblaciones habría estado casi exclusivamente orientada a la explotación marítima (Salazar et al. 2015), diferentes esfuerzos interdisciplinarios han buscado desde la ecología marítima, la formación de paisajes, sitios y contextos el ponderar los posibles sesgos en interpretación arqueológica de la zona (Olguín, 2011; Flores et al. 2018; Power, 2015; Olguín et al. 2014; León, 2014). El escenario de un paisaje cambiante y dinámico a variadas escalas que entregan estos estudios plantea la necesidad de comparar la variación a escala regional de los contextos arqueológicos en cuanto a su emplazamiento, ecosistemas, área y duraciones ocupacionales (Castelleti, 2007; Salazar et al. 2015). Conchales como Zapatero (Power, 2015), Agua Dulce (Olguín, 2011) o Morro Colorado (Castelleti, 2007) son comparados con sitios de efímera ocupación como 224-A o Paso Malo Arcaico (Salazar et al. 2015). Se hace necesario recordar que, al comparar sitios en contextos ocupacionales depositacionalmente dinámicos (natural o culturalmente) tales como las ocupaciones costeras y de conchales, es imperativo considerar que estos pudieron estar afectados por procesos de formación muy disímiles entre sí, estrechamente

ligadas a sus condiciones de emplazamiento y atributos de posición geográfica antes de conjeturar acerca de la naturaleza y duración de los asentamientos (Moss y Erlandson, 2002; Jew et al. 2016; Rick et al. 2006).

De las materialidades más afectadas por diferencias en el entorno depositacional, el registro óseo de tetrápodos es de los más vulnerables (mamíferos, aves y reptiles), ya que su rol en las cadenas de reciclaje biótica hace que sea extremadamente susceptible a transformaciones ligadas a diferencias en el contexto ecológico en la cual se emplazan los sitios (Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000; Rick et al. 2006; Jew et al. 2016; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Lyman, 1994). Los huesos en contextos costeros pueden estar sometidos a una multiplicidad de modificaciones. Como ejemplo, la alcalinización del sedimento por descomposición de valvas en conchales pueden afectar la densidad de los elementos óseos (Orquera y Piana, 2000); en terrazas costeras la escasa cobertura vegetal aumenta su exposición a la meteorización y abrasión mecánica (Borella, 2004; Cruz, 2007); los cambios en la batimetría local, erosión eólica de conchales e ingreso de microfauna puede alterar el registro (Fernández et al. 2015); además del pisoteo por guanacos o pinnípedos que transitan por sobre los sitios (Borrero, 1990; Borrero et al. 2005; Jew et al. 2016; Moss y Erlandson, 2002); entre muchos otros más (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

La tafonomía, al estudiar los procesos tafonómicos en una escala regional, permite asociar la modificación ósea con su distribución geográfica (Borrero, 2014; 2001a; 2001b, 1988). Comparando información de sitios arqueológicos con registros actualísticos, genera un repertorio de procesos o “marcadores” regionalmente determinados que gobiernan la alteración ósea, con el fin de diferenciar la acción antrópica de la no antrópica (Borella y Borrero, 2010; Cruz, 2007; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Moss y Erlandson, 2002; Martínez et al. 2019; Alunni et al. 2017). Este acercamiento hace posible compilar la información contenida en los restos óseos de diferentes clases de sitios, con diversas cronologías, de múltiples eventos depositacionales y frecuencias muestrales disímiles, que en el caso de Taltal se perfila como una estrategia adecuada al enfrentar la complejidad de sus sitios arqueológicos (Rick et al. 2006; Olguín, 2011; Jew et al. 2016; Borella, 2004).

Los esfuerzos de una tafonomía regional van de la mano con estudios comparativos entre materialidad arqueológica y observaciones actualísticas, bajo la premisa de que las coincidencias entre patrones de modificación actuales y arqueológicos permiten atestiguar el valor de las tendencias regionales de alteración (Borrero et al. 2005; Borrero, 2001b, 2014; Borella, 2004). Diferentes líneas de evidencia permiten proponer similitudes entre contextos prehispánicos y modernos en lo que respecta a condiciones ecosistémicas del paisaje costero: precipitaciones costeras

periódicas desde el 5000 a.p., coincidentes con el ENSO moderno (Vargas et al. 2006); una línea costera similar a la actual desde 6000 a 5000 a.p. (León, 2014); aparición del régimen de camanchacas desde los 7500-5000 a.p. (Herrera y Custodio, 2014); además de un repertorio faunístico y vegetacional relativamente similar a lo largo de toda la secuencia ocupacional humana, sin especies local-extintas la cual solo en tiempos históricos incorpora fauna del “Viejo mundo” (Salazar et al. 2015; Castelleti, 2007; San Francisco et al. 2009). Esto nos supone condiciones similares desde hace 5000 años ap. hasta la actualidad, lo que posibilita utilizar la “lluvia de huesos” actual (Borrero, 2001b; Martin, 1998) para realizar inferencias sobre los patrones tafonómicos a nivel regional.

En Taltal la descripción tafonómica por lo general es limitada, centrada en criterios de conservación o presencia de huellas antrópicas, a partir de los cuales se ha presupuestado una buena preservación a raíz de la poca representatividad que poseen las huellas de modificación no antrópicas (Bahamondes, 2014; Castillo, 2014; Olguín, 2011; Power, 2015; Salazar et al. 2015; Salazar et al. 2018). El problema que aqueja transversalmente a estos estudios es la poca sistematicidad de las variables tafonómicas analizadas, ofreciendo diferentes repertorios de variables a considerar y a su vez limitándose a una descripción cualitativa de estas modificaciones, ofreciendo interpretaciones escuetas y poco exhaustivas de la composición/condición del registro óseo y su variación a escala regional, al presuponer de antemano que los restos óseos poseen un patrón “típico” de alteración tafonómica sin examinar de forma crítica la alteración, perdiendo su potencial comparativo para entender otros sitios en la misma zona o en zonas aledañas (Borrero, 2001a).

La predominancia del análisis de trazas antrópicas en detrimento del análisis sistemático de trazas no antrópicas (Borrero, 2001b, 2014); el escaso énfasis comparativo regional en lo que respecta a la alteración tafonómica (Borrero, 2001a; Rick et al. 2006); y la insuficiente teorización de la problemática tafonómica al abordar la zona, han subestimado en número, forma, cualidades y potencia transformadora al repertorio de agentes involucrados en la intervención tafonómica del registro (Gifford-Gonzalez, 1991; Lyman, 1994; Erlandson y Moss, 2001; Borrero, 2001a; Borella, 2004; Borrero et al. 2005; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Rick et al. 2006). En el caso de Taltal, lo anterior ha incidido en que los estudios en restos de tetrápodos articulan conclusiones y tendencias a nivel regional (Salazar et al. 2015) sin un repertorio acabado de información que permita comprender cabalmente el sesgo tafonómico presente. Es necesario comprender de mejor manera como el registro fósil se comporta tafonómicamente antes de comparar la información proveniente de los sitios a nivel regional (Borrero, 2014), ya que el énfasis analítico aplicado a trazas no antrópicas es limitado. Esta limitación

no permite asegurar la calidad de los datos zooarqueológicos, peligrando contar con repertorios de datos sesgados (Borrero, 1990).

Esta situación resulta crítica, al ser claves para las interpretaciones sobre la especialización en caza y pesca marítima, las grandes cantidades de restos malacológicos e ictiológicos en contextos de conchales, donde la presencia marginal de tetrápodos se interpreta a favor de lo anterior (Salazar et al. 2015; Olguín et al. 2014; Salazar et al. 2018). Al no analizarse críticamente esta baja representación de tetrápodos, se falla en comprender que tanto su acumulación y frecuencia dentro de los sitios arqueológicos puede no solo ser afectada por la acción antrópica, sino que también puede explicarse por condiciones tafonómicas ajenas a la actividad humana (Erlandson y Moss, 2001; Gifford-Gonzalez et al. 2004; Borella y Borrero, 2010; Gutiérrez et al. 2018) las cuales a su vez, pueden ser en gran parte responsables de obliterar la eventual intervención humana en los restos (Jew et al. 2016). El repertorio de conocimientos generales acumulados a la fecha en el campo de la tafonomía nos permitiría discutir la problemática de la infrarrepresentación aparente en mamíferos, aves, reptiles y anfibios dentro del contexto de ecosistemas costeros (Borrero, 1990; Moss y Erlandson; Borrero et al. 2005; Muñoz y Savanti, 1994; Martin, 1998; Borella, 2004; Fernández et al. 2015; Lyman, 1994; Rick et al. 2006; Alunni et al. 2017; Martínez et al. 2019).

1. Pregunta de investigación

Todo lo anterior nos lleva a cuestionar **¿Cuál es el sesgo tafonómico regional de los restos de tetrápodos presente en los sitios arqueológicos de la costa de Taltal entre el 5000 a.p. al presente desde una óptica regional?**

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar el sesgo tafonómico regional del conjunto de tetrápodos presentes en los sitios arqueológicos de la costa de Taltal entre el 5000 a.p. a la actualidad.

Objetivos específicos:

- Definir una muestra de control actualística de restos óseos de tetrápodos en la región costera de Taltal.
- Describir las trazas tafonómicas presentes en la muestra actualística.
- Interpretar los procesos tafonómicos que afectaron la muestra actualística.
- Determinar patrones de afectación y tendencias regionales para la muestra actualística.
- Contrastar los patrones de afectación tafonómica de la muestra actualística con el material proveniente de sitios paradigmáticos del período Arcaico Medio y Arcaico Tardío

IV. ANTECEDENTES

1. Ecosistemas del área de estudio

1.1 Geomorfología y Bioclima

La geomorfología asociada a Taltal y específicamente al área de estudio se emplaza sobre el denominado Farellón costero en su segmento norte o la zona de Paposos (falla Remiendo) y al sur la bahía de Taltal emplazada sobre la plataforma costera de la Cordillera de la costa. Tanto el Farellón como la Cordillera se caracterizan en esta zona por presentar elevaciones abruptas que ascienden desde tramos de escasos metros de distancia de la línea de la costa a elevaciones sobre el kilómetro de altura sobre el nivel del mar. La principal diferencia entre las formaciones (en el segmento norte y sur del área de estudio) es la extensión de la plataforma costera, donde en la zona de Taltal es más extensa, llegando en algunos tramos a superar el kilómetro mientras que en la zona norte o de Paposos pocas veces supera los 500m de extensión (Paskoff, 1996; Maldonado et al. 2016) (Fig. 1)

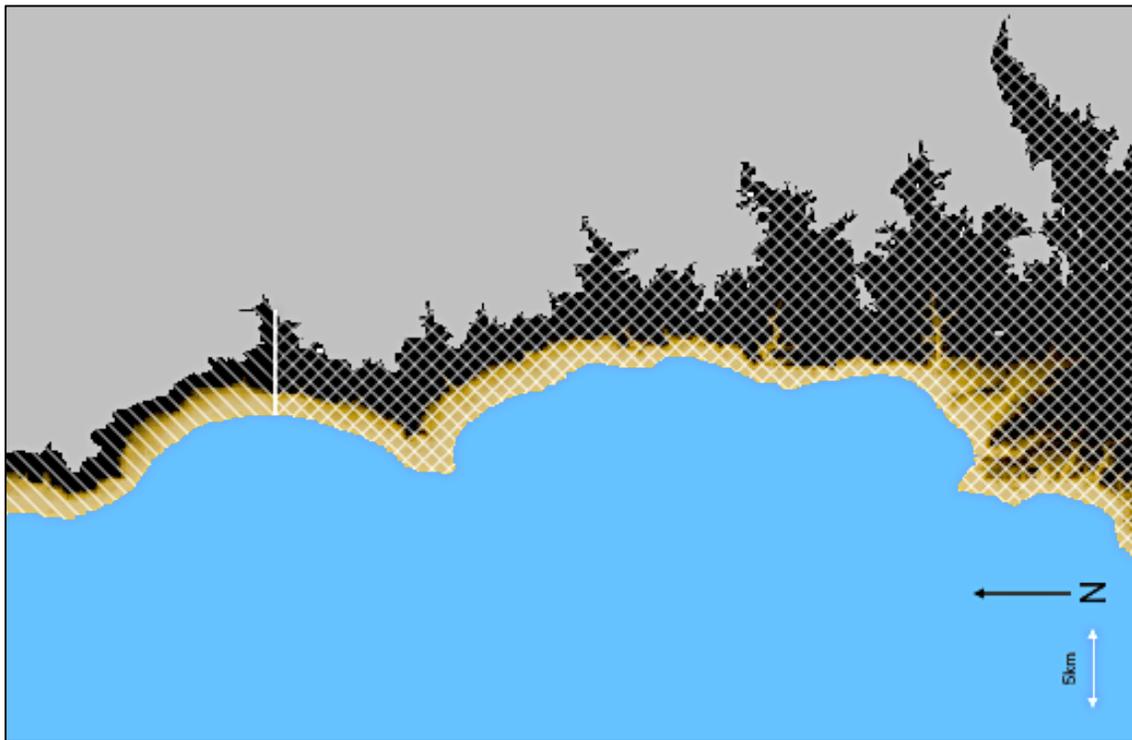


Figura 1. Mapa del área de estudio destacando la zona costera (0-1000msnm), en achurado diagonal se observa el segmento de Farellón costero y en achurado cruzado se observa la zona de la Cordillera de la costa.

Esta zona se inserta en el bioclima denominado Mediterráneo hiperdesértico oceánico (MEHO), comenzando al norte de la península de Mejillones. Localizado específicamente en la extensión del Farellón costero y adentrándose hacia la Cordillera de la Costa desde el sur de Taltal hasta los 31°S. En el área de estudio, este bioclima particular presenta dos configuraciones específicas: ombrotipo y termotipo, Inframediterráneo superior ultrahiperárido hiperoceánico (ISUH) para los segmentos altitudinales inmediatos a la costa y Termomediterráneo ultrahiperárido hiperoceánico (TUH) para aquellos asociados a laderas de cerros y elevaciones de la Cordillera de la Costa (Rivas-Martínez y Rivas-Sáenz, 2017; Luebert y Pliscoff, 2006).

En esta zona el bioclima propicia el ecotopo definido como “Desierto costero de Taltal” (Gajardo, 1994). Este se caracteriza por una relativa fertilidad respecto de otras zonas de desierto costero, gracias al continuo aporte hídrico del régimen de camanchacas (Herrera y Custodio, 2014), presentándose como una excepción dentro del cordón desértico costero del Norte Grande. Este posee dos subdivisiones en cuanto a comunidades vegetacionales: las que crecen en plataformas costeras y aquellas que emergen en las laderas del Farellón. A su vez, dadas las características del sistema hídrico de la zona, diferentes pisos vegetacionales son visibles en el paisaje taltalino, los cuales están delimitados por su altura sobre el nivel del mar, relacionado al nivel de aporte hídrico que reciben de la *camanchaca* (Luebert y Pliscoff, 2006). La formación vegetacional general de esta zona es la formación de matorral o “lomas” (Maldonado et al. 2016; Luebert y Pliscoff, 2006), dominadas por vegetación arbustiva y caracterizadas por condiciones limitantes del crecimiento de plantas arbóreas.

Los mencionados pisos vegetacionales específicos en el área de estudio son los siguientes: Matorral desértico mediterráneo costero de *Gypothamnium pinifolium* y *Heliotropium pycnophyllum* (0-300 msnm) (**MGpHp**), Matorral desértico mediterráneo costero de *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia iquiquensis* (300-1000 msnm) (**MEIEi**), Matorral desértico mediterráneo interior de *Oxyphyllum ulicinum* y *Gymnophyton foliosum* (700-1200 msnm) (**MOuGf**) (Luebert y Pliscoff, 2006).

MGpHp 0-300 msnm: Vegetación xérica abierta principalmente de arbustos *Heliotropium pycnophyllum* y *Gypothamnium pinifolium*, con presencia de cactus *Copiapoa* spp. Posee una muy baja cantidad de plantas herbáceas. Colinda en su segmento más alto con **MEIEi**. En este piso los cactus y pequeños arbustos adaptados para ambientes de aridez extrema ocupan el paisaje, y son capaces de mantenerse activos por varios años. Este piso se encuentra en el bioclima ISUH.

MEIEi 300-1000 msnm: Matorrales densos y grandes suculentas de crecimiento columnar, donde *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia iquiquensis* dominan el paisaje. Es posible encontrar “bosques” de *Euphorbia lactiflua* de dosel cerrado, además de vegetación herbácea semipermanente en las cuencas de quebradas y cárcavas. Se corresponde con el denominado *fertil belt* (Castelleti, 2007) y representa el piso vegetacional icónico de esta zona del desierto costero, en que las precipitaciones neblinosas logran crear un parche vegetacional mayoritariamente verde en medio de las elevaciones abruptas del farellón costero. Limita en sus alturas más bajas con **MGpHp** y posee un traslape desde los 700 msnm con **MOuGf**. Este piso se encuentra en el bioclima TUH de variante inferior.

MOuGf 700-1200 msnm: Matorral xeromorfo dominado por *Oxyphyllum ulicinum* y *Gymnophyton foliosum*, posee un traslape con **MEIEi** desde los 700 msnm. No existen abundantes estudios sobre sus dinámicas ecológicas más allá de las observaciones generales de que el aporte hídrico de este segmento vegetacional es sustancialmente menor al del piso previo, apreciándose especies mayoritariamente adaptadas a la aridez extrema. Se extiende en altura hasta los 1200 msnm llegando al límite de la zona bioclimática del Desierto costero taltalino. Este piso se encuentra en el bioclima TUH.

1.2 Fauna

Dadas las peculiares características del área de estudio, aun estando inserta en la subregión del desierto costero, se observa un gran repertorio de fauna en la zona de estudio (Paposos-Taltal), incluyendo mamíferos, aves y reptiles (Iriarte et al. 2011; Iriarte, 2008; Martínez y González, 2004; eBird, 2019; Núñez y Veloso, 2001). Entre las quebradas, laderas del Farellón y angostas plataformas costeras es posible observar los siguientes mamíferos (Iriarte et al. 2011; Iriarte, 2008) (Tabla 1)

Mamíferos en la región de estudio

Especie	N. común	Especie	N. común	Especie	N. común
DIDELPHIMORPHA		<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejudo grande	<i>Conepatus rex</i>	Chingue real
<i>Thylamys pallidior</i>	Yaca de la puna	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejudo austral	<i>Miorunga leonina</i>	Foca elefante
CINGULATA		<i>Ctenomys fulvus</i>	Tucotuco de atacama	<i>Canis lupus f.*</i>	Perro*
<i>Chaetopractus nationi</i>	Quirquincho de la puna	<i>Chinchilla chinchilla</i>	Chinchilla de cola corta	<i>Felis catus*</i>	Gato*
CHIROPTERA		<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha de Perú	ARTIODACTYLA	
<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago común	<i>Abrocoma cinerea</i>	R. chinchilla cola corta	<i>Bos taurus*</i>	Vaca*

<i>Histiotus macrotus</i>	Murciélago orejudo gde.	<i>Mus musculus</i> *	Laucha*	<i>Capra hircus</i> *	Cabra*
<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo chico	<i>Rattus norvegicus</i> *	Guaren*	<i>Ovis aries</i> *	Oveja*
<i>Lasirius borealis</i>	Murciélago colorado	<i>Rattus rattus</i> *	Rata negra*	<i>Sus scrofa</i> *	Chancho*
<i>Lasirius cinereus</i>	Murciélago gris	LAGOMORPHA		PERISSODACTYLA	
<i>Myotis atacamensis</i>	Murciélago de Atacama	<i>Lepus europaeus</i> *	Liebre europea*	<i>Equus asinus</i> *	Burro*
RODENTIA		CARNIVORA		<i>Equus ferus c.*</i>	Caballo*
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratoncito andino	<i>Leopardus colocolo</i>	Colo-colo		
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo	<i>Leopardus jacobita</i>	Gato andino		
<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	<i>Puma concolor</i>	Puma		
<i>Akodon berlepschii</i>	Ratón de Berlepsch	<i>Lycalopex culapeus</i>	Zorro culpeo		
<i>Auliscomis sublimis</i>	Ratón de la puna	<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla		
<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita peruana	<i>Galictis cuja</i>	Quique		
<i>Eligmodontia puerulus</i>	Ratón de pie sedoso	<i>Lontra felina</i>	Chungungo		
<i>Neotomys ebriosus</i>	Ratón hocico anaranjado	<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo fino de dos pelos		
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo de darwin	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino común		

Tabla 1. Mamíferos presentes en la región de Antofagasta (excluyendo cetáceos), con asterisco (*) las especies introducidas.

Además de los mamíferos mencionados cabe destacar la presencia de cetáceos posibles de observar en las aguas de Taltal que ocasionalmente visitan o varan en sus costas (Iriarte et al. 2011) (Tabla 2).

Cetáceos en la región de estudio

Especie	Nombre común	Especie	Nombre común
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca	<i>Globicephala melas</i>	Calderón de aleta larga
<i>Balenoptera borealis</i>	Rorcual boreal	<i>Grampus griseus</i>	Falso calderón
<i>Balenoptera edeni</i>	Ballena de Bryde	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro
<i>Balenoptera musculus</i>	Ballena azul	<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso
<i>Balenoptera physalus</i>	Ballena fin	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca
<i>Balenoptera bonaerensis</i>	Ballena Minke	<i>Orcinus orca</i>	Orca
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	<i>Stenella attenuata</i>	Delfín manchado esbelto
<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común costero	<i>Stenella longirostris</i>	Delfín de pico largo
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de diente áspero

<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aleta corta	<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa espinosa

Tabla 2. Cetáceos presentes en las aguas colindantes a la zona de estudio.

En el área de estudio coinciden también gran número de aves de diferentes distribuciones y hábitos, tanto pelágicas como costeras y continentales, migratorias y residentes. Con el fin de abarcar la mayor parte de especies posibles de encontrar en el territorio de Taltal y Paposo se considerarán las distribuciones descritas en “Aves de Chile nueva guía de campo” (Martínez y González, 2004), “Aves de Chile” (Jaramillo, 2005), y bases de datos en línea (Sullivan et al. 2009; eBird, 2019).

Es así como se estima que al menos trece Ordenes de Aves distintos poseen distribuciones para las costas de Taltal Suliformes (piqueros), Strigiformes (lechuzas), Sphenisciformes (pinguinos), Procellariiformes (petreles), Podicipediformes (zambullidores), Pelecaniformes (pelícanos y garzas), Passeriformes (aves cantoras), Gruiformes (taguas), Galliformes (gallinas), Falconiformes (haclones y caranchos), Charadriiformes (chorlitos y gaviotas), Columbiformes (tortolas), Apodiformes (picaflores) y Accipitriformes (águilas, bailarines, varis y jotes) (Anexo 1). Posiblemente algunas aves de carácter errante o de distribuciones variables, no sean incluidas en la lista de especies de la zona. Sin embargo, consideramos que las especies reportadas conforman un repertorio suficientemente rico en variedad y roles ecosistémicos como para generar un marco de expectativas arqueológicamente significativas del ecosistema del desierto costero taltalino, tanto en períodos actuales como pasados.

Acerca de las familias de reptiles posibles de encontrar en este segmento del desierto costero, varios autores (Núñez y Veloso, 2001; Ballester et al. 2018; Avilés et al. 2016a; 2016b; Lobos et al. 2015; 2016; Ruiz de Gamboa et al. 2017; Marambio et al. 2016; Aguilar et al. 2015; Díaz et al. 2017) permiten confirmar la presencia de al menos dos órdenes, Testudines (tortugas) y Squamata (serpientes, geckos y lagartijas) (Anexo 1).

Se maneja entonces a modo de expectativa del repertorio faunístico local un total de 174 especies (55 mamíferos, 108 aves y 12 reptiles), el cual consideramos que se perfila como antecedente adecuado para discutir problemáticas paleoambientales y zooarqueológicas concernientes a las dinámicas ecosistémicas entre seres humanos y animales (Erlandson y Moss, 2001). Consideramos dentro de esta lista a las especies introducidas (12 mamíferos y 3 aves), a pesar de su incorporación al territorio en épocas históricas/subactuales, ya que su rol en el

ecosistema taltalino es similar al de otras especies nativas, sirviendo el estudio de sus restos en el espacio como *proxy* para comprender el comportamiento de los restos óseos en un marco de interpretación general tanto de especies nativas similares como al escenario global de la tafonomía en el desierto costero de arreísmo absoluto (Ralebitso-Senior y Pyle, 2018).

2. Condiciones paleoambientales y sitios arqueológicos

2.1 Paleoambiente

Sobre el paleoambiente en Taltal, son pocos los estudios que abordan la zona de forma sistemática (León, 2014; Herrera y Custodio, 2014; Flores et al. 2018), sin embargo, algunas investigaciones han logrado establecer tendencias para las costas desérticas a *grosso modo* (Maldonado et al. 2016).

En general se afirma que el comportamiento de las surgencias marinas y la del fenómeno ENSO han sido los mayores determinantes en las dinámicas del cambio paleoambiental desde períodos pleistocénicos en adelante. Estudios generales de productividad biológica sugieren que existieron períodos de ventanas de alta productividad biológica (19000-16000 a.p. / 4000 a.p.-presente) que coinciden parcialmente con periodificaciones de cambios en modos de vida en las comunidades bióticas costeras para tiempos holocénicos (Mohtadi et al. 2004), lo anterior a su vez ha sido complementado con información isotópica de restos malacológicos en sitios arqueológicos (Carré et al. 2012; Flores et al. 2018) afirmando que durante períodos midholocénicos habría diferencias de temperatura de superficies del mar que varían en $-2/-4^{\circ}$ de diferencia con las temperaturas observables en tiempos modernos. Esta información a su vez se condice con diversos *proxies* que aseguran condiciones de mayor humedad ambiental durante el Pleistoceno final, intercalados con períodos secos desde el Holoceno temprano hasta mediados del Holoceno medio, desde entonces a la fecha se sostendría un régimen de relativa mayor humedad para las zonas costeras sustentado en los regímenes de neblinas costeras, asemejándose a las condiciones climáticas modernas (Maldonado et al. 2016; Grosjean et al. 2007; Latorre et al. 2011).

Específicamente para la zona de estudio, las investigaciones son generales o poseen poca resolución explicativa a escalas temporales arqueológicas (Vargas et al. 2006; Herrera y Custodio, 2014) explicando una pequeña parte de la formación de la totalidad del paisaje de Taltal-Paposo (León, 2014; Flores et al. 2018). Aun así, estos estudios hacen posible establecer paralelismos entre el bioclima actual y aquel presente durante los últimos 5000 años cal. A. P. aproximadamente.

En primer lugar, la cronoestratigrafía del flujo sedimentario de áreas al norte de Chile y el sur de Perú, comparado con registros del oeste de la zona andina, sugerirían que los patrones del ENSO moderno habrían comenzado desde mediados del Holoceno medio (5500-5300 cal. A.P.), situación que facilitó condiciones de mayor humedad resultando precipitaciones regulares sobre las costas de la zona hiperdesértica general (Vargas et al. 2006). Estas condiciones habrían permitido el origen de los sistemas de aguadas costeras, alimentados por el nuevo régimen de neblinas conocido como *camanchacas*, las cuales coinciden en los registros isotópicos e hidrogeoquímicos con la consolidación del fenómeno ENSO desde los 5000 cal. A.P. (Herrera y Custodio, 2014).

En segundo lugar, referido a la conformación de los pisos vegetacionales observables en la zona de estudio, si bien no existen estudios paleobotánicos como al norte del Loa (Latorre et al. 2011), es posible al menos sostener que los niveles actuales de la línea de costa se habrían constituido entre los 6000 y 5000 cal. A.P. (León, 2014). Si consideramos la coincidencia entre la batimetría actual con el comienzo de los regímenes de *camanchacas* y el fenómeno ENSO, se podría considerar una estructura de pisos vegetacionales similar a la moderna desde los 5000 cal. A.P., tomando en cuenta que la distribución altitudinal de pisos está ligada a la irrigación diferencial para cada piso vegetacional nutrido por la *camanchaca* (Luebert y Pliscoff, 2006).

Consideramos que la información paleoclimática existente a la fecha, permite establecer el rango de años entre los 5500-5000 cal. A.P. como el rango cronológico de máxima antigüedad para considerar un abordaje actualístico para la comprensión de las condiciones tafonómicas en sitios arqueológicos de la zona de Taltal-Paposo (Gifford-Gonzalez, 1991; Lyman, 1994; Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000).

2.2 Prehistoria y sitios arqueológicos

El marco temporal descrito como rango máximo para el estudio abarca tres períodos de la secuencia cultural propuesta por Salazar y colegas (2015), considerando desde la mitad del período Arcaico IV y los períodos Arcaico V y VI respectivamente.

El período Arcaico IV describe las ocupaciones humanas desde el 5500 al 4500 A.P. caracterizadas principalmente por una consolidación ocupacional del modo de vida pesquero/cazador marítimo que se habría desarrollado durante el período anterior Arcaico III (7500-5500 cal. A.P.) (Olguín, Salazar y Jackson, 2014; Rebolledo et al. 2016; Béarez et al. 2016). Las principales características del período consistirían en una diversificación de modalidades ocupacionales (aleros y conchales), donde

también se habrían desarrollado expresiones arquitectónicas fúnebres características, adscritas a la tipología Caleta Huelén 42 (Zlatar, 1983) (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo de estructura circular (tipo Caleta Huelén 42), proveniente del sitio Zapatero (imagen obtenida de Power, 2017).

Sobre la subsistencia en este período se sostiene que las tendencias serían también similares al período anterior, donde los recursos ictiológicos y malacológicos dominarían el repertorio culinario, secundados por pinnípedos y camélidos (Power, 2015).

Los principales sitios estudiados durante este período son Caleta Bandurrias (Power, 2015), Zapatero (Power, 2017) y Paso Malo Arcaico, complementado con datos provenientes de Los Bronces 1, La Puntilla Sur, Linderos Bajos, Punta morada, Alero 228/230, Punta Grande, y Punta Negra (Salazar et al. 2015).

El Arcaico V, por su parte, se encuentra menos estudiado debido a la escasez de ocupaciones con fechados dentro de este rango (4500-3500 cal. A.P.). En general es descrito como un período de cambio súbito en el patrón de asentamiento, con abandono de gran parte de los sitios descritos para los dos períodos anteriores, así como la ausencia de estructuras arquitectónicas del período anterior, apareciendo

entierros simples asociados a parafernalia alucinógena, y sitios con pocas cantidades de evidencias artefactuales y zooarqueológicas (Salazar et al. 2015).

Los principales sitios activos durante este período son Zapatero, Punta Morada, Morro Colorado, además de sitios muy efímeros como Poza Bahamondes 4, San Lorenzo 1 y Punta Cañas Norte (Castelleti, 2007; Salazar et al. 2015).

Por último, para el Arcaico VI (3500-1500 cal. A.P.), al igual que durante el período anterior, existen pocos datos para entregar un panorama detallado. Sin embargo, es posible afirmar que existe otra secuencia de cambio respecto del período anterior, donde los sitios se caracterizan por la aparición de materialidades provenientes de sectores de tierras altas como cerámica o artefactos metálicos (Castelleti, 2007). La cerámica si bien no es muy abundante y pertenecería solamente al tipo Loa Café Alisado, tiene un rango temporal que sugiere una aparición tardía de esta tecnología respecto de otras zonas de la costa desértica (Salazar et al. 2015). Sobre la subsistencia de las comunidades durante estas ocupaciones, al igual que en el período anterior existe poca evidencia comparativa. A *grosso modo*, es posible afirmar que se repiten las tendencias del Arcaico IV, donde la mayor evidencia recabada corresponde a restos malacológicos e ictiológicos, secundados por tetrápodos en bajas cantidades, donde la principal diferencia radica en que las proporciones de especies malacológicas difieren bastante de las encontradas en los grandes conchales, así como la ausencia de peces que evidencien pesca de alta mar (Castelleti, 2007; Salazar et al. 2015).

Los principales sitios ocupados durante este período son Morro Colorado, Punta Morada, Alero 224-A, Plaza de Indios Norte, Poza Bahamondes 4, Paso Malo Arcaico, acompañados de otros sitios como Portezuelo Choluto, Llano de los Muertos, San Ramón 7, Alero Bandurrias 2, Quebrada Rincón 1, El Gaucho, San Lorenzo 3, 183, y Punta Cañas Norte (Salazar et al. 2015).

De todos los sitios mencionados, debido a las disímiles cantidades de ocupaciones reportadas para cada período y las diferencias en cuanto al repertorio de muestras de carácter zooarqueológico en cada período, se privilegiarán aquellos sitios que hayan sido mejor estudiados en virtud de sus muestras ecofactuales y contextos ocupacionales en al menos dos de los tres períodos anteriormente mencionados. De esta forma, esta investigación abarca el rango temporal entre los 5000-1500 años cal. A.P., donde se concentran la mayor cantidad de fechados y contextos analizados en comparación a los períodos cerámicos intermedio tardíos, tardíos o los períodos históricos en la zona (Castelleti, 2007; Salazar et al. 2015).

En el sector norte de la zona de estudio nos encontramos con los sitios Paposo Norte 9 (PN9) y Zapatero (ZAP). El sitio PN9 es un alero localizado aproximadamente a 200m de la línea actual de costa, presenta sedimentos finipleistocénicos entre los 20 a 40cm de profundidad con evidencias de conformación de conchales y ocupaciones residenciales dentro y fuera de la línea de goteo del alero. La estratigrafía del sitio se caracteriza por intervalos de ocupación de conchales con fogones, incluyendo restos zooarqueológicos de amplia gama. Además de desechos de talla lítica y artefactos, el sitio presenta ocupaciones durante los períodos Arcaico I, IV y VI (Salazar et al. 2015; Salazar et al. 2018). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a las Unidades 1 y 2 (Capas (1 – 6)).

El sitio ZAP por su parte es un gran conchal de 6000m², de aproximadamente unos 2 metros de profundidad, se emplaza entre 16 y 20 msnm sobre el segmento distal de un cono de deyección y se presenta como un sitio fuertemente erosionado por los efectos de flujos de sedimentos aluviales holocénicos asociados a lluvias torrenciales y posibles eventos de paleo tsunamis. El perfil estratigráfico se presenta como un denso conchal de múltiples y complicadas fases siendo principalmente ocupado entre los 7365 y 3024 años cal. A.P. (Arcaico III y IV) y presentando episodios de ocupación esporádica durante los siguientes períodos V y VI. En este sitio se han recuperado gran cantidad de restos zooarqueológicos, artefactos líticos, pigmentos minerales y complejo instrumental de pesca. Destaca la aparición hacia los 5600 años cal. A.P. de estructuras circulares de piedra carácter fúnebre/habitacional (Power, 2015; Salazar et al. 2015; Rebolledo et al. 2016; Béarez et al. 2016; Power, 2017; León et al. 2019). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a las Unidades 1 y 2 (Capas 1 y 2) y la Estructura 2 (Capas 2, 3 y 4).

En el tramo central de la zona de estudio se considerarán los sitios Caleta Bandurrias (CB), Agua Dulce (AD) y 224A. El sitio CB es un conchal con dos sectores de emplazamiento, a 10 y 20 msnm respectivamente los cuales ocupan un área aproximada total de 7500m², similar en características a ZAP. Se presenta como un conchal con múltiples estructuras de piedra de carácter habitacional/fúnebre ascendiendo a un total de 30. De escasa potencia estratigráfica a nivel general presenta ocupaciones en dos de los períodos mencionados (Arcaico IV y V), además de esporádicas ocupaciones PIT que no han sido estudiadas sistemáticamente. Las ocupaciones se concentran entre los 5750-4978 cal. A.P. En general se aprecia una mayor intensidad de ocupación durante el segmento Arcaico IV el cual corresponde con la edificación y ocupación de las estructuras con una extensión aproximada de 700 años. La evidencia zooarqueológica principalmente concentrada en restos malacológicos e ictiológicos, sugiere estrategias de

aprovisionamiento en circuitos de abastecimiento locales de gran inmediatez o fácil accesibilidad y a un favorecimiento por presas ubicuas, donde la predictibilidad del volumen de recursos habría primado por sobre su calidad económica en términos de biomasa, esta hipótesis también consideraría una prevalencia por el consumo de pinnípedos por sobre otros tetrápodos como camélidos, aves o cetáceos (Power, 2015; Salazar et al. 2015). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a la Estructura 1 (Capas 2 y 3), las cuales presentan evidencias de distribución antrópica subactual (Power y Salazar com. pers.)

El sitio 224A, describe a un conjunto de ocupaciones emplazadas dentro y en las inmediaciones de un alero con ocupaciones que datan del fin del Pleistoceno al Holoceno temprano. Desde los 12325-11303 cal. A.P. (Arcaico I) con distintos momentos de reocupación durante el Holoceno medio (Arcaico IV) y tardío (Arcaico VI), en cuanto a las características ocupacionales del sitio se comporta de manera similar a PN9 presentando intervalos de ocupaciones de tipo conchal y abandonos estratificados (Salazar et al. 2015; 2018). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a las Unidades 9 y 8 (Capas 4 y 2), Unidades 7, 6, 5 y 4 (Capas 2 y 2B).

El sitio AD por su parte es un conchal ocupado durante un rango temporal desde el Holoceno medio hasta tiempos alfareros, durante el Arcaico presenta ocupaciones entre los 5927-6399 años cal. A.P. donde se desarrollan grandes depósitos de desechos orgánicos incluyendo material zooarqueológico y gran diversidad de artefactos líticos. La presencia de especies de alta mar entre el registro ictioarqueológico sugiere la temprana implementación de tecnologías de navegación (Olguín, Salazar y Jackson, 2014). Las ocupaciones en este sitio se han presupuestado como eventos residenciales de corta duración residenciales en un inicio y gravitando paulatinamente a un carácter logístico hacia fines del Holoceno medio donde en las ocupaciones se apreciaría un palimpsesto con ocupaciones de períodos cerámicos (Olguín, 2011). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a los Sectores A, C, D y E (Capas 1 y 2).

Finalmente, en la zona meridional del área de estudio consideramos los sitios Paso Malo Arcaico (PMA) y Hornos de Cal (HdC). PMA se perfila como un sitio a cielo abierto, que durante el Arcaico tardío es caracterizado en la literatura como un campamento residencial, emplazado en un terreno complicado donde la Cordillera de la Costa a diferencia de otras zonas, cae abruptamente hacia el mar no presentando la característica plataforma costera que da forma al paisaje taltalino. Presenta numerosas evidencias de uso y descarte de artefactualidad asociada al procesamiento y captura de peces y mamíferos marinos, apareciendo puntas de

proyectil, raederas, raspadores de cuero y numerosos cuchillos. Escaso, pero diagnóstico, el material zooarqueológico se ha reportado en altas proporciones de huellas de intervención antrópica, las cuales serían interpretadas como el descarte primario de desechos de consumo y procesamiento de especies tanto marinas (*Otaria flavescens*) como terrestres (*Lama guanicoe*) (Castelleti, 2007). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a la Unidad 1 (Capas 3(a,b,c), 4 y 5).

El sitio HdC es el más recientemente fechado en la zona, correspondiente a un conchal del Holoceno medio ubicado en la plataforma costera entre sistemas de roqueríos a 10 msnm y 100m de la costa. El rango de ocupación del sitio va desde los 6339 a los 4279 años cal. A.P. Al igual que otros sitios similares, se encuentra material zooarqueológico y numerosos fogones, la base del estrato arqueológico presenta una inhumación y fechados de 4491 ± 27 años cal A.P. mientras que el interior del conchal presenta fechas de 5921 ± 246 y 6339 ± 60 cal. A.P. Al mismo tiempo que la capa superior del estrato arqueológico presenta fechados de 4279 ± 129 cal. A.P., lo que se ha interpretado como ocupaciones Arcaico IV que en primera instancia habrían retrabajado sedimentos del período anterior, efectivamente invirtiendo los fechados del registro, los cuales luego habrían ocupado el sitio hasta finales del Holoceno medio. El fin de la ocupación coincide con procesos erosivos de alta energía que han sido interpretados en base a otros *proxies* como eventos tsunamigénicos catastróficos (León et al. 2019). Las unidades y capas fechadas a considerar corresponden a las Unidades N y S (Capas 1 y 3).

3. Zooarqueología y subsistencia en el área de estudio

La subsistencia en el área de estudio se ha considerado en general como un cuerpo continuo de estrategias orientadas a la caza y pesca marítima, con relativamente poca variación en los 12000 años de historia ocupacional (Llagostera, 1989; Castelleti, 2007; Salazar et al. 2015). Esto en términos de los tipos y proporciones de recursos empleados y a los cambios tecnológicos a lo largo de la historia local que sugieren una acumulación de conocimientos y el perfeccionamiento de los modos de explotación del ecosistema consistente y prolongado (Salazar et al. 2018).

De los recursos utilizados el malacológico e ictiológico toman protagonismo como indicadores de este modo de subsistencia. El recurso malacológico, tanto el más abundante como estudiado de forma más exhaustiva (Olguín, 2011; 2014; Power, 2015; Olguín, Flores y Salazar, 2015), presenta abundantes registros desde el inicio de las ocupaciones humanas hasta períodos tardíos. Los gastrópodos se perfilan en todos los casos como la Clase más abundante de moluscos recolectados como alimento (Power, *op cit*). *Tegula atra*, *Fissurela* spp. y *Concholepas concholepas*

aparecen como las especies más frecuentemente capturadas. Al punto que, en determinadas instancias de la secuencia ocupacional, la recolección de estas especies tuvo un impacto directo sobre la talla media de sus individuos adultos, donde los tamaños medios de los gastrópodos durante el Holoceno medio alcanzarían tallas considerablemente menores a las del inicio Holoceno temprano (Olguín, Flores y Salazar, 2015). Sin embargo, este aparente impacto sobre los tamaños no se extiende a lo largo del holoceno medio donde existe gran diversidad de tallas apareciendo nuevamente individuos de talla grande incorporando a juveniles y de tallas pequeñas. Esta situación ha permitido sostener que la estrategia de recolección de moluscos habría privilegiado el fácil acceso a un gran número de especies de alta biomasa (Olguín, 2011), sin especiales consideraciones por la talla de los mismos, especialmente durante los momentos más activos debido a un aumento de población en la zona (Olguín, 2014; Olguín, Flores y Salazar, 2015).

El recurso ictiológico por su parte. El segundo mayor en abundancia proporcional del conjunto zooarqueológico, ha sido recientemente estudiado (Rebolledo, 2014), concluyendo que desde el inicio de las ocupaciones en Taltal es posible hallar indicios de actividades de pesca (Salazar et al. 2015), pero que, sin embargo, éstas se consolidarían hacia el Holoceno medio particularmente desde la fase Arcaico III. Estas interpretaciones están principalmente basadas en el aumento considerable de evidencia ictioarqueológica en número de individuos y tipos de especies capturadas, además de la aparición de una amplia gama de artefactos asociados a la pesca y captura de diversas especies, anzuelos, arpones, guías, flotadores y pesas de red (Llagostera, 1989; Salazar et al. 2015; Rebolledo, 2014), que si bien ya estaban presentes en el segmento final de Holoceno temprano solo aparecerían representados por anzuelos de concha y en escaso número (Salazar et al. *op cit*). Por tanto, el volumen de material, la cantidad de sitios y el amplio repertorio artefactual han llevado a interpretar a las ocupaciones del Holoceno medio (Arcaico III y IV) como sociedades pescadoras altamente especializadas (Rebolledo et al. 2016). Las dos fases dentro del Holoceno medio se diferencian en tanto durante la más tardía (Arcaico IV) se aprecia una clara tendencia a la explotación de la especie *Trachurus murphyi* (Rebolledo et al. *op cit*). Más allá de esta tendencia es posible apreciar un manejo integral de técnicas para la captura de una amplia variedad de especies provenientes de diferentes ecosistemas marinos que además requieren multiplicidad de técnicas para su captura. Esta variedad de especies se estima que solo habría sido posible gracias a la temprana manufactura de embarcaciones y un desarrollo de técnicas especializadas de navegación que habrían permitido la caza mayor de grandes peces epipelágicos como *Xiphias gladius* y Squaliformes. Los niveles de experticia en conocimientos y técnicas de manejo del recurso ictiológico no tendrían precedentes en otro lugar del mundo al menos en fechas tan tempranas

como las apreciables en la zona de Taltal-Paposo (Olguín, Salazar y Jackson, 2014; Béarez et al. 2016).

Finalmente, los registros tetrápodos al igual que los otros dos grandes grupos faunísticos aparecen desde las primeras ocupaciones en la zona (Salazar et al. 2015), relegados casi en la totalidad de los sitios a un tercer lugar en términos de frecuencias absolutas y representados principalmente por camélidos y pinnípedos, con escasas pero constantes apariciones de aves pelágicas. Las frecuencias relativas de recursos asociados a este grupo han sido largamente interpretadas como evidencia de un aprovechamiento oportunista y suplementario a la recolección y captura de moluscos y peces (Olguín, 2011; Salazar et al. 2015). De la gama de especies observables en el registro, dos categorías destacan en cantidad de especímenes identificados durante toda la secuencia ocupacional y en su eventual rol para la subsistencia de las comunidades, pinnípedos y camélidos. Estos aparecen casi en la totalidad del registro y presentan contundentes evidencias de haber sido las especies mayoritariamente consumidas y aprovechadas, tanto por efectos de la representación anatómica de individuos (Castillo, 2014; Bahamondes, 2014; Power, 2015; Salazar et al. 2018; Sandoval, 2018) como por índices de utilidad económica de las mismas representaciones (Yrarrázaval et al. 2019). En segundo lugar y con una variedad considerable de especies, las aves pelágicas aparecen también frecuentemente en el registro arqueológico de la zona, donde los cormoranes (*Phalacrocorax* spp.) son las especies mayoritariamente representadas (Bahamondes, 2014; Castillo, 2014; Peña-Villalobos, 2016, 2018), acompañados de *Sula variegata* y eventuales apariciones de *Pelecanus thagus*, *Spheniscus humboldti* además de diferentes Procellariiformes y Charadriiformes, que podrían ser considerados como potenciales presas (Peña-Villalobos, 2016, 2018). Otras especies de talla pequeña (interpretados como Passeriformes) y otras asociadas a la presencia de cadáveres o desechos de actividad antrópica (*Macronektes* spp.), se han considerado como especies intrusivas en el registro arqueológico (Castillo, 2014; Power, 2015; Sandoval, 2018).

Se han encontrado también en el registro de la zona evidencias de aprovechamiento de cetáceos, sin embargo, estos han sido poco estudiados y su mención se limita a la posibilidad de su uso oportunista a través de varamientos (Power, 2015) o a la capacidad técnica de los grupos navegantes de cazarlos en el entorno epipelágico (Sandoval, 2018). Dentro de esta categoría se encuentran otras especies cuyo origen no es del todo claro en contextos arqueológicos, tales como la presencia de *Lycalopex* sp. y *Lontra felina*, los cuales al igual que *Macronektes* spp. podrán asociarse a acercamientos oportunistas a desechos antrópicos. Su presencia en diversos sitios a lo largo de la costa y claras evidencias de modificación antrópica sobre sus restos hacen pensar que una caza oportunista de estas especies podría

haberse dado de forma complementaria, ya sea por su carne, huesos o cueros, considerando el amplio repertorio de artefactos cuya materia prima proviene de especies capturadas para el consumo (Salazar et al. 2015; Sandoval, *op cit*).

La estructura de las unidades anatómicas representadas es variable, desde sitios como Zapatero evidenciando secuencias completas de destazamiento (Bahamondes, 2014; Power, 2015), a los conjuntos de aleros develando transporte selectivo de segmentos anatómicos bajo posibles lógicas de movilidad logística (Castillo, 2014; Sandoval, 2018). Cabe destacar que en algunos de estos casos la ausencia de partes anatómicas pueda estar relacionada a las condiciones de preservación diferencial inherentes a los sitios de conchal (Olguín, 2011; Orquera y Piana, 2000), que como consecuencia quedan expuestos a atrición mediada por densidad (Yrarrázaval et al. 2019), sobre todo destacando que en ninguno de estos informes existen acercamientos a la correlación entre elementos observados y atributos de densidad mineral ósea o utilidad económica, quedando las interpretaciones de aprovechamiento de médula y de partes esqueléticas de alta eficiencia solo amparadas en asistemáticas interpretaciones de tipologías de fractura y el análisis proporcional de segmentos anatómicos representados (Castillo, 2014; Bahamondes, 2014; Sandoval, 2018). Considerando las diferencias contextuales que podrían haber existido entre sitios de conchal y aleros durante los diferentes períodos de la historia ocupacional, podría existir un importante sesgo interpretativo (Salazar et al. 2015).

Sobre las metodologías de caza y captura de las especies observadas se sostiene en algunos trabajos una preferencia por capturas en épocas estivales para pinnípedos, dada la mayor vulnerabilidad de las colonias a causa del cuidado de las crías recién nacidas (Bahamondes, 2014). Sin embargo, estas afirmaciones han sido criticadas por otros estudios en la zona (Sandoval, 2018). Al elevar la problemática inherente a la alta mortalidad de pinnípedos en las épocas de cría o efecto de “pinnípedos a la deriva” (Gifford-Gonzalez et al. 2004; Borella y Borrero, 2010) en conjunción a la gran cantidad de agentes no antrópicos que pudieron transportar individuos infantiles a los sitios durante los momentos de ocupación o posterior al abandono de los sitios por parte de grupos humanos (Erlandson y Moss, 2001; Rick et al. 2006; Jew et al. 2016).

Existe consenso en cuanto a considerar la presencia de individuos de *Lama guanicoe* dentro de los sitios arqueológicos como producto de la actividad humana, aun cuando la proveniencia de restos en aleros pueda atribuirse a agentes no antrópicos (Borrero, Martin y Prevosti, 2018). En general la profusa evidencia de intervención antrópica sobre los huesos de guanacos hace pensar que los restos obtenidos de sitios arqueológicos casi exclusivamente corresponden al producto de

procesamiento de carcasas o el consumo directo según el sitio a considerar (Olguín, 2011; Castillo; 2014; Bahamondes, 2014; Power, 2015; Salazar et al. 2018). La cacería de estas especies habría obedecido a un patrón atricial de captura, donde individuos de todas las edades habrían sido cazados y destazados para posteriormente ser transportados en segmentos a los sitios (Salazar et al. 2015; Sandoval, 2018)

Sobre las estrategias de aprovechamiento de las aves encontradas, solo se menciona su posible captura directa en sitios de colonias de desove, considerando la abundancia de *Phalacrocorax* spp., especies que se caracterizan por anidar en densas colonias. Las otras especies representadas se consideran complementarias y su estrategia de captura no está especificada más allá del oportunismo (Bahamondes, 2014; Peña-Villalobos, 2016, 2018)

Por su parte información proveniente de estudios de isótopos estables, confirma a *grosso modo* lo sostenido a partir de los antecedentes zooarqueológicos, afirmando que la dieta estaría estrechamente ligada al consumo de recursos marinos o relacionados con el entorno marítimo inmediato, concentrándose en macronutrientes proteicos y lipídicos provenientes de peces, mamíferos marinos y moluscos, en desmedro de proteína de mamíferos terrestres y carbohidratos al menos durante la secuencia desde el fin del Pleistoceno hasta el fin del Holoceno medio (Andrade et al. 2015).

Si bien como se menciona al inicio de este trabajo la información tafonómica disponible en otros estudios tiende a ser escueta y se concentra exclusivamente en los contextos particulares más allá de sus tendencias a nivel regional. Sin embargo, aun así es posible dilucidar un panorama general acerca de los modos y tendencias de afectación tafonómica a lo largo de la zona. Donde existiría poca alteración y buena preservación sobre los elementos óseos analizados de forma transversal (Olguín, 2011; Castillo, 2014; Bahamondes, 2014; Power, 2015; Sandoval, 2018). No obstante, estos supuestos no cuentan en muchos de los casos con un sustento metodológico y teórico que aborde explícitamente la problemática tafonómica en la zona (Olguín, *op cit*; Power, 2017; Sandoval, 2018).

De las alteraciones que si han sido descritas, destacan aquellas relacionadas con la tinción y/o descoloración de especímenes asociada a la actividad de agentes químicos sobre el tejido óseo expuesto (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016), donde las manchas dendríticas de manganeso, las adherencias de cristales de sal y las concreciones de “tiza” calcárea aparecen en casi la totalidad de las muestras de tetrápodos analizadas en la zona (Olguín, 2011; Power, 2015). Si bien estas trazas corresponden a los esperable en contextos costeros (Pokines y Symes, 2013),

destacan también las escasas pero informativas menciones a evidencias de actividad de fauna oportunista en forma de mordidas y corrupción química, algunas instancias de radículas, diferentes estadios de meteorización y ataque bacteriológico, que en parte denotan una complejidad depositacional no explorada en los trabajos anteriormente mencionados, considerando solamente evidencias de alteración antrópica en la discusión de la caracterización tafonómica de los sitios (Sandoval, 2018; Yrarrázaval et al. 2019).

V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. Argumentación y constitución de la evidencia en arqueología

En arqueología toda interpretación depende de la teoría, desde las más intrincadas abstracciones sobre la sociedad hasta el aparentemente simple patrón de erosión de un artefacto (Bailey, 2007; Preucel y Hodder, 1996). Todas las interpretaciones provienen de supuestos teóricos que permiten conceptualizar la realidad y ponderar los límites de lo que podemos afirmar a partir de la materialidad arqueológica (Salazar, Jackson y Troncoso, 2008; Schiffer, 1988). Esta situación surge del reconocimiento de que en arqueología los datos provienen, salvo contadas excepciones (Schiffer, 1988; Bailey 2007), desde fuentes ajenas a la experiencia observacional (Gándara, 2008), en otras palabras, toda conjetura arqueológica depende de previas interpretaciones más o menos lejanas a la experiencia empírica (Wylie, 2002), dando cuenta de forma implícita preconcepciones acerca del funcionamiento del mundo y las formas en las cuales se valida el conocimiento (Salazar, Jackson y Troncoso, 2008; Wylie, 2002; Gándara, 2008). Esta situación abre la puerta a diversas posturas teóricas que en base a esta situación de cercanía o lejanía a la realidad observable operan en distintos niveles de abstracción y revelan por lo tanto diferentes nociones del pasado (Preucel y Hodder, 1996).

Esta situación implica necesariamente que los datos utilizados en arqueología están estrechamente ligados a supuestos teóricos en lo que algunos autores han descrito como *theory ladenness* (Preucel y Hodder, 1996; Schiffer, 1988, Wylie, 2002). Sin embargo, a pesar de la naturaleza teóricamente dependiente de los datos, no todas las interpretaciones resultan igualmente convincentes solo por virtud de su planteamiento, ya que toda formulación descansa en la solidez y coherencia de su argumentación (Schiffer, 1988; Fogelin, 2007; Smith, 2015), inclusive para aquellos adscritos a posturas consideradas como relativistas en arqueología (Shanks y Tilley, 1987 en Wylie 2002).

Para evaluar la pertinencia en las interpretaciones, las posturas que logran integrar de mejor manera la diversidad teórica que caracteriza a la práctica arqueológica, han señalado la necesidad primero de explicitar la “escalera inferencial” de sus postulados (Salazar, Jackson y Troncoso, 2008), reconociendo en la estructura argumentativa arqueológica la tendencia general de nutrirse de diversas líneas de evidencia, las cuales no siempre siguen una estructura lineal de datos a conclusiones, sino que desde el nivel más bajo, cada sucesión interpretativa es determinada por la lectura teórica de las evidencias (Wylie, 2002; Fogelin, 2007). La exposición de cada sucesión interpretativa y su subsecuente teoría permite homologar argumentos aún desde distintas posiciones teóricas (Smith, 2015). Esto por medio de criterios que permitan por un lado la seguridad de las fuentes de evidencia, dígame [1] la fidelidad de los marcos teóricos que sustentan la evidencia; [2] el grado de causalidad apreciable entre observaciones e interpretaciones; [3] la complejidad y precisión interpretativa y por otro a la independencia entre las líneas de evidencia, dígame la [4] diferenciación de criterios de reconocimiento de evidencia de los de interpretación; [5] diferentes parámetros de interpretación para las mismas evidencias (Wylie, *op cit*; Fogelin, *op cit*).

2. Teoría arqueológica sobre la interpretación de la evidencia o de nivel bajo

En el lugar más bajo de la estructura interpretativa y relacionado estrechamente con los criterios de contrastabilidad se encuentra la relación entre las teorías de lo que constituye un dato y la realidad empíricamente observable, descrito como las teorías observacionales (Gándara, 2008), la constitución de los datos (Smith, 2015) o la teoría de nivel bajo (Trigger, 1989). Estas comprenden un conjunto de postulados y metodologías provenientes de diversas disciplinas, cuyo foco radica en la comprensión de la materialidad arqueológica centrada en la investigación de sus generalidades, dando estructura y límites a lo que puede ser considerado como evidencia para los sucesivos procesos inferenciales. Su valor reside en su alto grado de contrastación mediante el testeo o la experimentación a raíz de su cercanía a la dimensión observacional (Smith, *op cit*; Wylie, 2002, Gándara, *op cit*; Trigger, *op cit*).

En el nivel teórico bajo se desarrolla la teorización de la observación de la realidad “estática” en la materialidad arqueológica, centrándose en la descripción y conceptualización de la evidencia arqueológica (Binford y Sabloff, 1982; Trigger, 1989). La teoría encargada de interpretar el comportamiento dinámico que dio origen al registro estático observado en los sitios arqueológicos, son las denominadas de nivel medio (Schiffer, 1988; Gowlett, 1997), encargadas de dar cuenta de las regularidades de múltiples líneas de evidencia en diferentes instancias o contextos (Trigger, *op cit*). Dentro de las teorías de nivel medio se encuentran

aquellas que intentan explícitamente poner de manifiesto las relaciones causales dinámicas cuyo producto genera las múltiples instancias de evidencia “estática”, son las llamadas teorías de rango medio (Binford, 1981; Wylie, 2002). Puede considerarse teoría de rango medio solo aquella teoría de nivel medio que relacione directamente, el comportamiento humano con indicadores arqueológicamente observables (Trigger, *op cit*).

Las teorías de rango medio se caracterizan por su metodología generalmente experimental y actualística, buscando documentar la integración entre las dimensiones ecológicas o conductuales de las ocupaciones humanas con sus componentes sociales (Binford, 1980; Dincauze, 2000; Reitz y Wing, 2008). Las teorías de rango medio más reconocidas son aquellas comúnmente relacionadas a la inferencia de los procesos de formación de sitios (Schiffer, 1983; Lyman, 1994). Las subdisciplinas que destacan por su relación con estas teorías son la geoarqueología (Dincauze, 2000), que en este contexto pretende describir las normas que gobiernan la depositación de los restos de ocupaciones humanas y su interacción con la geosfera (Fabier-Dubois, 2009), la etnoarqueología o la observación de acumulaciones humanas en contextos modernos para inferir análogos de conductas en el pasado (Binford, 1980, 1981; Trigger, 1989) y finalmente, aquella que es foco de este trabajo, la tafonomía aplicada al estudio zooarqueológico (Reitz y Wing, 2008; Borrero, 2014; Lyman, 1994; Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000; Yravedra, 2013). Esta describe la serie de procesos que gobiernan las “reglas de enterramiento” y modificación del registro fósil asociadas a ocupaciones humanas (Lyman, 1994; Gowlett, 1997). Todas estas disciplinas se encargan de descifrar, categorizar y describir la serie de procesos que dan forma a los sitios arqueológicos y para intentar explicar los palimpsestos observables en el registro arqueológico (Bailey, 2007).

3. La tafonomía como herramienta para el estudio zooarqueológico

Por tafonomía, nos referimos el estudio de aquellos procesos de alteración mediante los cuales los restos biológicos transitan hacia la litósfera, con especial énfasis a aquellos procesos que pueden inferirse en base a las trazas preservadas en sus restos óseos. Esos procesos de modificación son provocados por diferentes agentes, tanto antrópicos como no antrópicos y pueden actuar sobre un hueso o un conjunto de restos (Lyman, 1994). El rol en las cadenas de reciclaje biológico de los restos óseos y los sucesivos pasos que esta estructura comprende, permiten sistematizar y caracterizar con relativo detalle, toda la variedad de alteraciones preservadas en los huesos en forma de trazas y sus posibles causas (Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000; Lyman, 1994). En suma, el rol de la tafonomía en arqueología es comprender y discriminar la serie de procesos de

alteración óseos y sus posibles agentes responsables, para distinguir patrones relacionados a intervención antrópica de aquellos provocados por agentes no antrópicos (Lyman, *op cit*), partiendo desde su depositación hasta su recolección dentro de un contexto investigativo (Schiffer, 1972).

Un estudio tafonómico en arqueología permite, [1] la evaluación de la calidad de los datos provenientes del registro óseo, [2] la ponderación de la pérdida de información en los ambientes donde se emplazan los sitios arqueológicos, [3] las características paleobiológicas relacionadas a especies particulares de interés humano o relacionadas a éstos y [4] proyecciones generales de las condiciones paleoecológicas en momentos de ocupaciones humanas (Lyman, 1994). Estos cuatro antecedentes son fundamentales para la interpretación arqueológica en cualquiera de sus niveles, ya que su cuidadosa consideración es prerequisite para comprender las relaciones causales entre los indicadores fósiles y los fenómenos depositacionales, conductuales, económicos, sociales o ecológicos que se pretendan observar en la investigación arqueológica (Lyman, *op cit*; Borrero, 2014).

En otras palabras, la tafonomía analiza las condiciones en las cuales se deposita y forma el registro fósil (*sensu* Lyman, 1994.; Borrero, 2014). La secuencia generalmente descrita para las transiciones que experimentan los restos es la compilada por Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo (2000), la cual describe el ciclo de reciclaje que da comienzo con la muerte de los organismos y se subdivide en una dimensión de transformación previa al enterramiento o bioestratinómica y de transformación posterior al enterramiento o diagenética (Fernández-López, 2000). Existen discrepancias acerca de los límites entre estas fases (Lyman, 1994; Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, *op cit*), sobre todo en lo que respecta a la fosildiagénesis y la bioestratinomía, sin embargo, en la práctica tafonómica asociada a la arqueología esta diferencia es poco relevante (Lyman, 1994). Los modelos de interpretación en tafonomía consideran simultáneamente dos aspectos, el primero es la naturaleza multivariada de los datos generados por el análisis tafonómico (Bar-Oz y Munro, 2004) y la extrapolación de estos datos a un análisis de conductas sociales desde la zooarqueología (Reitz y Wing, 2008; Orton, 2012)

La estructura analítica comúnmente utilizada en tafonomía sigue lineamientos uniformes, una fase descriptiva que resume las variables clave de cada muestra, una fase analítica que observa la completitud y la fragmentación de las partes esqueléticas y una fase comparativa que evalúa la variación entre subgrupos dentro de la muestra (Bar-Oz y Munro, 2004). Desde el principio de este esquema analítico, la estimación de los agentes involucrados en la formación de los sitios arqueológicos es el punto central, y por lo general con el fin de discriminar entre procesos de acumulación naturales de aquellos culturales, los agentes se presumen antes de

realizar los análisis respectivos durante el proceso que resume las variables a observar (Lyman, 1994). Esto se debe a que este modelo analítico en tafonomía está orientado principalmente a aislar patrones de conducta y afectación antrópica (Orton, 2012), concentrándose en descifrar la cronología de las alteraciones o la “historia tafonómica” relacionada al descarte humano de ecofactos óseos y el tratamiento *post-mortem* de los mismos como la vía más fructífera de discriminar la alteración antrópica de la no antrópica (Orton, *op cit*).

A pesar las razones de interés arqueológico que dan pie a estas estructuras de interpretación de los datos tafonómicos (Orton, 2012; Bar-Oz y Munro, 2004), consideramos que, antes de discriminar la forma en la que los restos óseos se depositan producto de las ocupaciones humanas, es necesario una sistematización de la estructura analítica del estudio de los procesos tafonómicos *per se*. Por esta razón, la lógica de interpretación propuesta en este trabajo intentará acercarse a este fenómeno por medio de “categorías analíticas anidadas” (Gifford-Gonzalez, 1991), siguiendo el ordenamiento propuesto por Fernández-Jalvo y Andrews (2016), quedando así dividido en cuatro momentos, desde el más cercano a la realidad observacional estática hasta el más cercano a una realidad interpretativa o dinámica (Binford, 1988), estos son respectivamente, la traza tafonómica, el proceso tafonómico y el agente tafonómico (Fig. 3) a partir de los cuales puede reconstruirse la historia tafonómica (Lyman, 1994; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Orton, *op cit*). Esta inversión pretende esquivar al menos desde una perspectiva analítica la problemática inherente al estudio de procesos tafonómicos que presupone la equifinalidad (Lyman, *op cit*; Gifford-Gonzalez, *op cit*) en la muestra a analizar, al esclarecer de manera explícita los niveles de análisis y su implícita “dilución de la certeza” en cada categoría ascendente (Gifford-Gonzalez, *op cit*). Este planteamiento no entra en conflicto directo con otros esquemas analíticos propuestos para diferentes dimensiones del estudio tafonómico (Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000; Lyman, *op cit*; Bar-Oz y Munro, *op cit*; Orton, *op cit*; Fernández-López, 2000; Yravedra, 2013), ya que al igual que todos estos, este esquema analítico se propone como un modelo heurístico o una categorización pragmática (*sensu* Orton, *op cit*), que teóricamente pretende ubicarse en un nivel aún más bajo de conceptualización acerca de la producción de conocimiento arqueológico desde la tafonomía (Wylie, 2002. pp.121; Salazar, Jackson y Troncoso, 2008).

Trazas- Los tipos de modificación, efectos (Lyman, 1994; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016) o trazas (Gifford-Gonzalez, 1991) tafonómicas son la unidad mínima a observar a la hora de interpretar tafonómicamente un espécimen. Estas consisten en cualquier modificación ya sea biológica, química o física preservada en el hueso. No existe una forma única de que las trazas se desarrollen en los restos

ni tampoco pueden ser asociadas inequívocamente a una causa particular, sin embargo y según sus características métricas, morfológicas y químicas poseen una serie de atributos que pueden ser clasificables entre una lista limitada de procesos dinámicos causantes del tipo general de traza, información que en última instancia sirve para identificar los agentes con mayor probabilidad de intervención en los especímenes según la información recopilada en numerosos registros experimentales y arqueológicos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Procesos- Los procesos tafonómicos consisten en las acciones dinámicas que, llevadas a cabo por un número limitado de posibles agentes, producen una traza específica, los procesos son interpretables mediante analogías experimentales actualistas que generan las listas de atributos asociables a las trazas que luego son identificadas en el registro óseo (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Agentes- Los agentes tafonómicos son las potenciales fuentes de acciones dinámicas de modificación en el registro óseo, los responsables de la producción de procesos que generan trazas (Gifford-Gonzalez, 1991). Su identificación al igual que con los procesos requiere tanto de modelos experimentales analógicos y en mayor medida a un extenso conocimiento acumulativo de la sumatoria de procesos tafonómicos asociados a agentes particulares en perspectiva a dinámicas geológicas y ecológicas del área a estudiar tanto en el presente como sus posibles configuraciones pasadas (Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000; Lyman, 1994).

La misma traza puede asignarse de forma alternativa a diferentes procesos y a su vez estos a diferentes agentes, la discriminación entre procesos y por consecuencia agentes se lleva a cabo en la base de la comparación entre múltiples atributos de las trazas, estos atributos están descritos en numerosas fuentes bibliográficas que integran tanto labores de experimentación y de acuciosa observación de datos actualísticos cotejados con contextos arqueológicos (Fig. 3) (Gifford-Gonzalez, 1991; Lyman, 1994; Reitz y Wing, 2008)

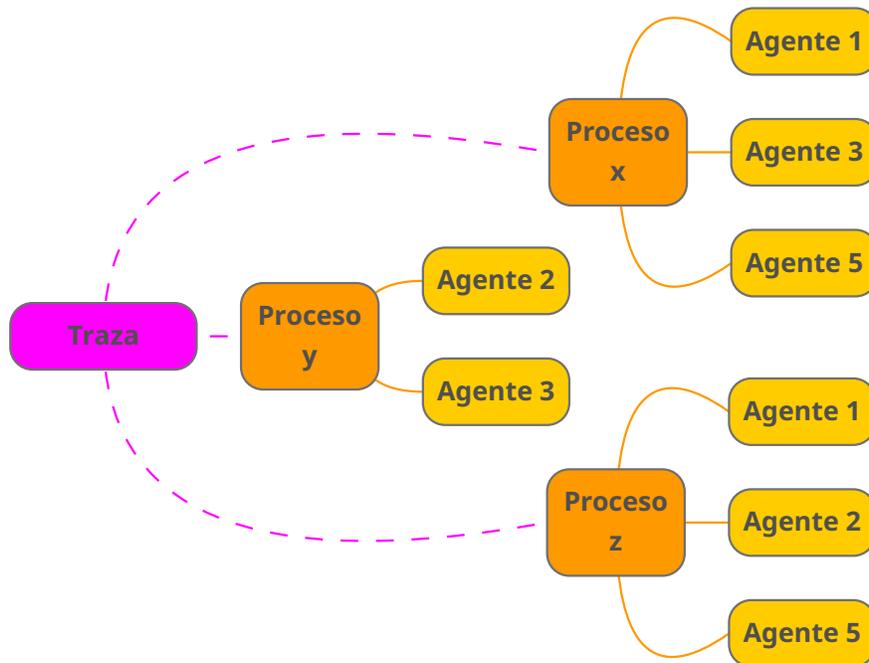


Figura 3. Detalle de la estructura de observación e interpretación de trazas tafonómicas propuesto, comenzando desde la unidad arqueológicamente observable (traza) y escalando progresivamente en unidades interpretativas (Gifford-Gonzalez, 1991; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016)

Historia- La historia tafonómica (Lyman, 1994) es la secuencia ordinal de trazas observadas en los especímenes que afectaron el registro óseo. Esta comienza con la muerte biológica de los tejidos y comprende todos los procesos de modificación *postmortem* que afectan a estos tejidos, con énfasis en el tejido óseo. Se compone de 3 fases principales, la muerte biológica, la bioestratinomía y la diagénesis (Lyman, 1994; Fernández-López, 2000; Yravedra, 2013; Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000). La bioestratinomía, implica las modificaciones que sufren los restos respecto a su incorporación en un contexto depositacional, la diagénesis refiere a las alteraciones que suceden luego de la sedimentación de los restos asociado en su mayor parte a procesos químicos de transformación (Lyman, 1994; Fernández-Lopez, 2000). Tanto la bioestratinomía como la diagénesis pueden a su vez subdividirse en fases. Estas fases y subfases en la historia tafonómica no implican que su desarrollo sea necesariamente lineal o progresivo, únicamente la muerte del individuo o de parte de su tejido se posiciona como el evento inicial, la sucesión de procesos de bioestratinomía en tanto desarticulación y dispersión, en suma a los de diagénesis como enterramiento y desenterramiento, debido a su

propia forma de interactuar con el registro pueden actuar de manera simultánea y su ordenamiento simplemente constituye un esquema de ordenamiento heurístico ya que como Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo (2000) mencionan, la historia tafonómica no puede describirse como un proceso lineal desde una fase a otra, pero puede ser descrita como un proceso continuo y acumulativo de transformación biótico y abiótico (Fig. 4) (Dincauze, 2000; Lyman, 1994)

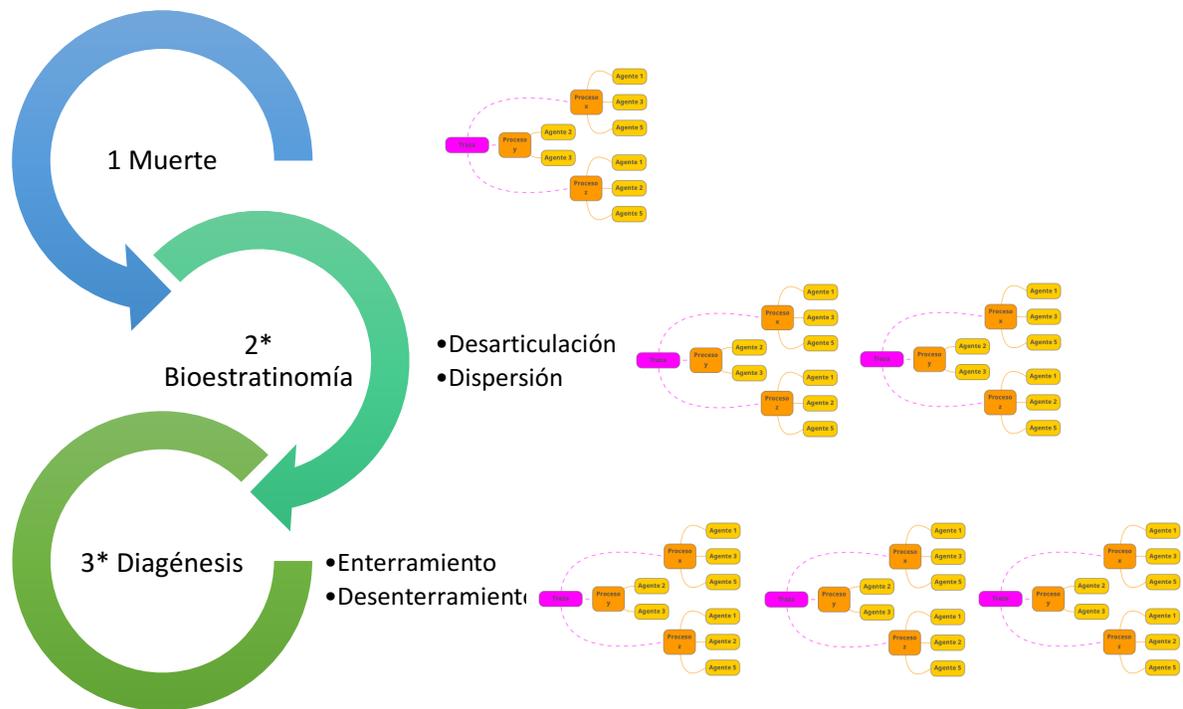


Figura 4. Estructura esquemática de la composición de la historia tafonómica descrita por Yravedra (2013), a la izquierda observamos las fases y subfases ordinales constitutivas de la historia tafonómica, a la derecha un ejemplo de cómo una o varias trazas podrían aparecer sucesivamente en cada parte de la secuencia. Las fases con asterisco (*) no se disponen en este orden de forma exclusiva.

A diferencia de otros modelos analíticos (Bar-Oz y Munro, 2004) el mayor énfasis interpretativo se concentrará en la caracterización de patrones de asociación entre procesos tafonómicos. Esto es, la identificación de aquella sumatoria de procesos de modificación “naturales” que son capaces de crear patrones “no azarosos” en el registro arqueológico. Para identificar estos patrones y diferenciarlos es necesario comparar la información tafonómica proveniente del registro arqueológico con patrones expuestos por “análogos neotafonómicos”. Estos análogos son modelos teóricos de rango medio, que a partir de un cuerpo de datos actualísticos buscan identificar condiciones de causa y efecto aplicables al estudio zooarqueológico

(Wylie, 2002; Gifford-Gonzalez, 1991; Lyman, 1994). Esta comparación entre patrones actuales y arqueológicos permite identificar y discriminar a nivel regional, los restos encontrados en los sitios arqueológicos de aquellos pertenecientes a la denominada “lluvia de huesos”, conformada por aquellos restos óseos intervenidos por agentes no antrópicos de cronologías recientes o diferentes a las del sitio en cuestión, que ingresan alterando la integridad del registro arqueológico propiamente tal (Borrero, 2001a). La reconstrucción de la historia tafonómica, debido a su lejanía con la unidad interpretativa de la traza y el requerimiento de superposición para el establecimiento de una secuencia ordinal de procesos tafonómicos (Lyman, 1994; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016) no constituirá el foco del análisis a realizar.

4. La tafonomía desde una perspectiva regional

Un acercamiento regional en tafonomía (Borrero, 2014) integra la observación directa del registro óseo con las dinámicas ambientales particulares de cada región de estudio, sobre todo en lo que concierne a su acumulación y su contexto depositacional en grandes escalas espaciales. La distinción principal que posee con el enfoque tradicional en tafonomía es su independencia relativa con la unidad analítica de sitio la cual hace difícil establecer nociones comparativas a gran escala (Gifford-Gonzalez, 1991; Borrero, 1988, 2001a, 2001b; Dannel y Dancey, 1983). Su objetivo principal es en cierta medida mapear las áreas donde ciertos procesos se espera que actúen, en la base de observaciones en muestras provenientes del registro fósil y contemporáneo (Borrero, 2001b; Belardi y Carballo, 2003).

Por lo general la tafonomía en arqueología se ha centrado en estudios de carcasas individuales y su variación de acuerdo con diferentes parámetros, principalmente orientados a comprender problemáticas acotadas a la comprensión de sitios arqueológicos específicos (Borrero, 2001a). Esta situación entra en conflicto con el consenso acerca de la imposibilidad de generalizar prácticas específicas responsables de la acumulación de restos óseos, sobre todo en lo que respecta a la forma en la que estos son ingresados a los sitios, condición conceptualizada como equifinalidad. Los estudios arqueológicos en tafonomía que se concentran solo en estudios de sitio, ignoran su capacidad de solucionar esta clase de problemas (Lyman, 1994; Gifford-Gonzalez, 1991). A pesar de esto, no parece haber dificultad para presuponer prácticas generalizadas que expliquen los indicadores no antrópicos, donde la posición normativa común es juzgar desde estudios centrados en sitios individuales las condiciones tafonómicas de ambientes completos ignorando el potencial de equifinalidad y existiendo en escasas ocasiones esfuerzos interpretativos intersitio o abarcando grandes zonas (Borrero, 2001a).

Los agentes no antrópicos, mediados por las condiciones ambientales (Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000), integran un conjunto de prácticas depositacionales tan complejas como las de los agentes antrópicos, que no pueden generalizarse solo a partir de un conjunto limitado de sitios u observaciones anecdóticas de su conducta (Borrero, 2001a, 2001b; Erlandson y Moss, 2001; Rick et al. 2006).

Un acercamiento regional requiere antes una investigación de las condiciones que potencialmente sustentan la variación observable en el registro (Borrero, 2001a). Las condiciones bioclimáticas/ecológicas (Luebert y Plissock, 2006), mediadas por la vegetación, son un buen parámetro base para decidir dónde buscar las diferencias en cuanto a procesos de alteración tafonómicas (Belardi y Carballo, 2003). Estos atributos geográficos ayudan a predecir la distribución de los herbívoros y en consecuencia de los carnívoros, facilitando asignar una posición geográfica a los ciclos depredador-presa y las eventuales cadenas de reciclaje biológico (Dincauze, 2000; Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000). Esto sirve de indicador para reconocer lugares donde recolectar huesos provenientes de interacciones animales particulares (nidificación, matanza, captura, descarte, carroña, guarida, letrina, etc.) y por su parte, que lugares exhiben potencial para condiciones particulares de preservación ósea, en la forma de presencia o ausencia de trazas específicas relacionadas a agentes o procesos concretos de transformación del registro óseo (Borrero, 2001a, 2001b). La utilidad de este acercamiento se acentúa cuando los ecosistemas a comparar difieren considerablemente en algunos de sus componentes (Belardi y Carballo, 2003). La distribución regional de acumulaciones óseas y sus posibles causas constituye el objetivo central del análisis y dado que las acumulaciones pueden resultar de las actividades de múltiples agentes, la estructura de análisis anidada facilita el grado de identificación de los posibles agentes al aislar cada tipo de alteración (Gifford-Gonzalez, 1991).

Los resultados esperados para un análisis regional de la tafonomía involucran el discernimiento sobre qué patrones de traza son propios de huesos intervenidos por agentes antrópicos de aquellos no antrópicos, mediante la evaluación de la información disponible sobre procesos naturales modernos y su posible análogo en procesos pretéritos (Borrero, 2014). Para que desde los huesos afectados por agentes no antrópicos se pueda analizar el impacto de la "lluvia de huesos" (Borrero, 2001b) sobre el registro arqueológico regional, al delimitar geográficamente, la acumulación moderna de huesos y la subsecuente posibilidad de formación de palimpsestos (Bailey, 2007). Desde lo anteriormente descrito, sería posible establecer una relación clara entre las condiciones de depositación de la zona y las trazas específicas en el registro en diferentes ambientes (Borrero, 2001a, 2001b,

2014). Generando así, expectativas de alteración para la región de acuerdo a sus particularidades orográficas, topológicas y ecológicas (Borrero, 2014; Belardi y Carballo, 2003). De ser correctas estas expectativas, los ejercicios actualísticos podrían poner a prueba las interpretaciones generales de conservación ósea de acuerdo con previas investigaciones (Bahamondes, 2014; Castillo, 2014; Olguín, 2011; Peña-Villalobos, 2016, 2018; Sandoval, 2018; Power, 2015).

Al hablar de **escala regional**, referimos a las escalas de análisis espacial en arqueología ambiental (Dincauze, 2000) que propone escalas sucesivas que, creciendo en rango geográfico, decrecen en resolución descriptiva y diversidad explicativa (Bailey, 2007; Dincauze, *op cit*). Específicamente, la investigación que aquí se propone se desarrolla en el rango de la *Meso* escala ($1-10^4$ km²). A esta escala las categorías de bioclima y geomorfología asociada son las de mayor utilidad para comprender las asociaciones faunísticas y vegetales, sobre todo en relación a los sitios arqueológicos, los que son entendidos como muestras que quedan insertas dentro de zonas de atributos regionales, las que deben integrarse con contextos *off-site* o paleontológicos para modelar las interpretaciones sobre los sistemas ecosistémicos y sociales humanos (Borrero, 1990). Para esta escala, se espera una menor resolución temporal, a causa de que las agregaciones naturales necesarias para la caracterización regional condensan períodos de acumulación (Fig. 5) (Dincauze, 2000).

A pesar de las limitantes de un enfoque regional o de *Meso* escala, que radican principalmente en el promediado de cronologías o baja resolución temporal (Bailey, 2007), considerando que el objeto de estudio, en este caso es la constante del deterioro en la materialidad ósea, consideramos que las limitantes conceptuales que caracterizan al “sitio arqueológico” como objeto de estudio, son aún menos convenientes para observar el desenvolvimiento del fenómeno tafonómico a escalas relevantes considerándolo como resultado de procesos ecosistémico y por consecuencia expresados de forma espacial (Dunnell y Dancey, 1983; Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000).

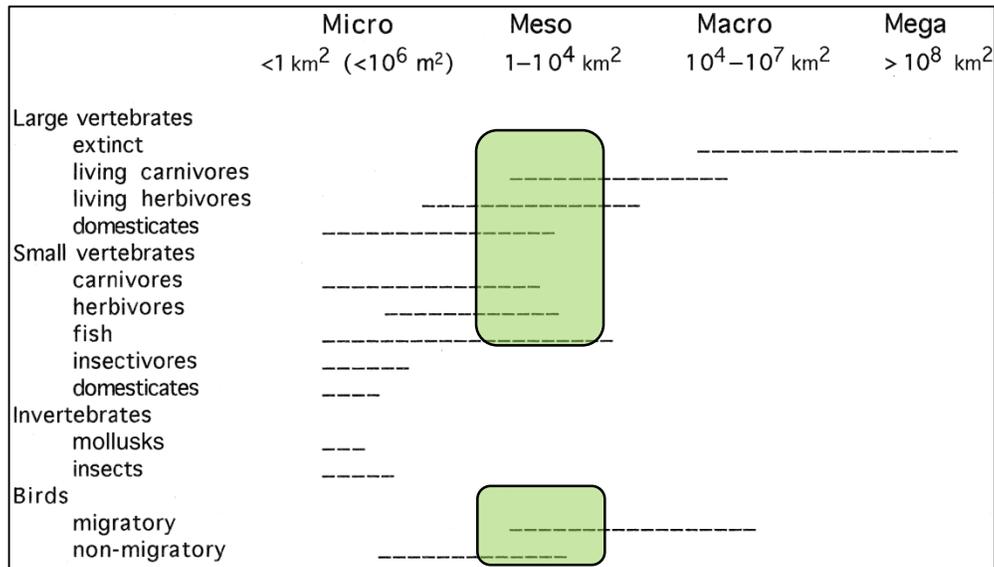


Figura 5. Escala de resolución descriptiva para diferentes tipos de fauna en la dimensión espacial, modificado de Dincauze (2000). Se observa en recuadros verdes como la escala de observación se presenta adecuada para comprender las especies descritas anteriormente.

VI. METODOLOGÍA

1. Sitios de recolección

El material a analizar se recuperará por medio de prospecciones sistemáticas pedestres de este a oeste, (Borie y Soto, 2011) alineadas en 60 transectas paralelas, perpendiculares al meridiano 72 W cada 1km de distancia a lo largo de la zona de 60km delimitada entre el paralelo 24,8807°S y 25,4833°S, desde la cota 0 hasta la cota 1000 msnm., con el fin de muestrear una porción de cada piso vegetacional definido por la altimetría asignada de 0-300 (Matorral Gp y Hp), 300-1000 (Matorral Ei y Ei) y 700-1200 (Matorral Ou y Gf) msnm. respectivamente los cuales pretenden ser similares de las tipologías ecotópicas descritas en la literatura arqueológica de plataforma costera (0-100), *fértil belt* (100-800) y alta cordillera (800-1000) (Gaete et al. 2003; Castelleti, 2007).

2. Protocolo de recolección de la muestra actualística

Se recuperarán en cada una de las transectas todos los especímenes óseos u acumulaciones reconocibles a ojo desnudo, así como coprolitos o egagrópilas con contenido óseo evidente (Jaksic et al. 1999; Lyman, 2008) ubicados a un radio de 50m de cualquier punto de la transecta a los cuales se les asignará un rótulo único.

La información en terreno de posición y altura de cada espécimen o acumulación. Se recuperará con equipo portátil GPSMAP 64s, la orientación, ángulo y asociación a otros especímenes ya sea que conformen un elemento particular (Borrero, 2001b) o si se presentan articulados será registrado de manera individual en una bitácora además de complementarse con una fotografía a 50 cm del espécimen o acumulación en terreno (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Se consideran en el registro pedestre la descripción de los posibles sitios arqueológicos asociados al entorno depositacional, así como las características generales del paisaje orográfico de emplazamiento considerando las geomorfologías de Farellón Costero para el segmento norte y Cordillera de la Costa para el segmento sur (Borie y Soto, 2011; Gutiérrez et al. 2018).

Los restos recolectados pretenden conformar una “muestra de descubrimiento”, donde se aspira a un tamaño muestral lo suficientemente grande como para rescatar casos dotados de variables o interacciones entre estas que se observan poco frecuentemente en el universo muestral conocido, con la intención de descubrir nuevos fenómenos de correlación y distribución entre variables que puedan haber sido pasados por alto en otras investigaciones (Nance, 1983 en Lyman, 2008).

3. Análisis Zooarqueológico

Los especímenes óseos serán analizados en dos momentos, el primero en terreno de acuerdo a su posibilidad de ser identificados anatómica o taxonómicamente a través de la presencia de hitos anatómicos diagnósticos a fin de considerar o no su recolección, en el caso de no ser recolectados se consignarán junto con los identificables sus datos de orientación, inclinación y se documentarán con una fotografía (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). El segundo momento se desarrollará en laboratorio donde los especímenes se clasificarán prioritariamente de acuerdo a su identificación anatómica, la cual incluye la descripción detallada de la lateralidad y luego de acuerdo a su posible asignación taxonómica mediante una comparación de rasgos diagnósticos de la morfología ósea de los especímenes recolectados en contraposición a colecciones de referencia de todas las especies de tetrápodos que se encuentran en la zona (Gabucio et al. 2018).

3.1 Identificación taxonómica y anatómica de especímenes óseos

A continuación, se desglosará en detalle los manuales de referencia y protocolos de análisis anatómico/taxonómico para cada especie a considerar.

Mamíferos

Didelphimorfa: (*Thylamys pallidior*) Debido a las similitudes morfométricas del esqueleto postcraneal con otros mamíferos de talla pequeña (Quiropteros y Roedores), los Didelfimorfos solo se identificarán a partir de hitos anatómicos de especímenes de cráneo y patrones oclusales (Martin, 2009).

Chiroptera: Para las 3 Familias en la región de estudio Phyllostomidae (*Desmodus rotundus*), Molossidae (*Tadarida brasiliensis*) y Vespertilionidae (*Histiotus macrotus*, *Histiotus montanus*, *Lasiurus borealis*, *Lasiurus cinereus*, *Myotis atacamensis*). Debido a sus particulares características esqueléticas, se les clasificará al menos a nivel de orden, donde la única especie a identificar será *Desmodus rotundus* dado su descripción detallada en la literatura y disponibilidad en guías osteológicas (Walton y Walton, 1970; Gaudioso et al. 2017), además de la existencia de un espécimen en la colección de referencia en el laboratorio de Zooarqueología del Depto. de Antropología de la Universidad de Chile.

Rodentia: Para las 4 familias en la región de estudio Cricetidae (*Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis darwini*), Caviidae (*Ctenomys fulvus*), Chinchillidae (*Chinchilla chinchilla*, *Lagidium viscacia*) y Muridae (*Rattus norvegicus*, *Mus musculus*). Se utilizará principalmente la discriminación a partir de patrones morfológicos oclusales descritos en Fernández et al. (2011), Mann (1987) y France (2009). Debido a las similitudes en el esqueleto postcraneal de los individuos pertenecientes a este orden taxonómico, se clasificarán en Roedores medianos (>10mm largo x espécimen) o pequeños (<10mm largo x espécimen) de no ser posible su identificación a nivel de especie. Para la determinación de edad debido a las problemáticas identificadas en la corta esperanza de vida de estas especies (Brothwell y Jones, 1978) se utilizará únicamente el criterio de edad general juvenil-adulto en base a características de fusión epifisiaria (Reitz y Wing, 2008).

Lagomorpha: (*Lepus europaeus*) Esta especie será identificada principalmente mediante comparación directa de los restos con elementos pertenecientes a un espécimen parte de una colección de referencia de propiedad del autor y a guías anatómicas generales (France, 2009; Gilbert, 1980).

Carnivora: Este grupo contempla cinco familias en la región de estudio, Canidae (*Lycalopex culpaeus*, *Lycalopex griseus*, *Canis lupus familiaris*), Mustelidae (*Lontra felina*), Felidae (*Puma concolor*, *Felis catus*) Phocidae (*Mirounga leonina*), Otariidae (*Otaria flavescens*, *Arctocephalus australis*). Para Cánidos, la determinación se elaboró principalmente en base a comparación a colecciones de referencia de propiedad del autor de *Canis lupus familiaris*, *Lycalopex culpaeus* y *Lycalopex griseus*, en segundo lugar, con guías osteológicas (Miller et al. 1965; France, 2009;

Gilbert, 1980). En cuanto a estimación de edad específica, es calculada en base al estado de fusión epifisiaria descrito para *C. lupus familiaris* en (Miller et al. 1965).

Para los mustélidos la determinación se realizará principalmente en base a la comparación con guías osteológicas de referencia (France, 2009; Gilbert, 1980) y la colección de referencia de *Lontra felina* ubicada en el laboratorio de Zooarqueología del Depto. de Antropología de la Universidad de Chile.

En el caso de los félidos, se utilizará la comparación con guías osteológicas de referencia (France, 2009; Gilbert, 1980; Popesko y Getty, 1971; Adams y Crabtree, 2011) y la colección de referencia de *Felis catus* y *Puma concolor* ubicada en el laboratorio de Zooarqueología del Depto. de Antropología de la Universidad de Chile.

Para otáridos y fócidos, la determinación se basa en primer lugar en criterios descritos en guías osteológicas especializadas y guías de anatomía comparada (France, 2009; Gilbert, 1980; Post, 2004; Berta et al. 2005). En segundo lugar, fueron utilizadas a modo comparativo la colecciones de referencia de *Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis* ubicadas en el laboratorio de Zooarqueología del Depto. de Antropología de la Universidad de Chile y en tercer lugar los criterios morfológicos y morfométricos definidos por Cadegan (2013) y Borella y L'Heureux (2014) respectivamente y con especial énfasis Borella et al. (2018). En cuanto a estimación de edad específica, será calculada a partir del conteo de anillos externos de crecimiento de caninos, donde cada anillo presupone la edad exacta al momento de la muerte del individuo (Loza et al. 2016) y al conteo de suturas craneales obliteradas (Denuncio et al. 2011; Molina-Schiller y Pinedo, 2004).

Artiodactyla: En el área de estudio se encuentran Camelidae (*Lama guanicoe*), Bovidae (*Bos taurus*, *Ovis aries*, *Capra hircus*) y Suidae (*Sus scrofa*). Para camélidos la determinación se elaboró principalmente en base a criterios descritos en diversas guías anatómicas (Benavente et al. 1993; Pacheco et al. 1976; Sierpe, 2015), en segundo lugar, fueron utilizadas a modo comparativo las colecciones de referencia de *Lama guanicoe*, *Lama glama* y *Vicugna vicugna*, ubicadas en el laboratorio de Zooarqueología del Depto. de Antropología de la Universidad de Chile. En cuanto a estimación de edad específica, ésta se desarrolla en base a las secuencias de fusión epifisiaria y desgaste oclusal definidas por Kaufmann (2004, 2009). Para bóvidos y suidos, la identificación taxonómica se elaboró en base a su morfología general ósea a partir de su comparación con colecciones de referencia y guías anatómicas, además de comparación directa con colecciones de referencia

propiedad del autor (France, 2009; Gilbert, 1980; Popesko y Getty, 1971; Adams y Crabtree, 2011)

Perissodactyla: (*Equus ferus caballus*, *Equus asinus*) Para las especies de equinos, la identificación taxonómica se elaboró en base a su morfología general en comparación con colecciones de referencia alojadas en el laboratorio de Zooarqueología del Depto. de Antropología de la Universidad de Chile y guías anatómicas generales (France, 2009; Gilbert, 1980; Popesko y Getty, 1971; Adams y Crabtree, 2011). De igual forma fueron consultados artículos específicos que permitieron la distinción entre ambas especies mediante variables métricas y morfológicas (Hanot y Bochaton, 2018)

Cetacea: Para las familias en la región de estudio Balenidae (*Eubalaena australis*), Balenopteridae (*Balenoptera borealis*, *Balenoptera edeni*, *Balenoptera musculus*, *Balenoptera physalus*, *Balenoptera bonaerensis*, *Megaptera novaeangliae*), Delphinidae (*Delphinus capensis*, *Delphinus delphis*, *Feresa attenuata*, *Globicephala macrorhynchus*, *Globicephala melas*, *Grampus griseus*, *Lagenorhynchus obscurus*, *Lissodelphis peronii*, *Pseudorca crassidens*, *Orcinus orca*, *Stenella attenuata*, *Stenella longirostris*, *Steno bredanensis*, *Tursiops truncatus*) y Phocoenidae (*Phocoena spinipinnis*). Debido a la similitud del esqueleto postcraneal entre especies de Cetáceos estos se describirán solo de acuerdo con la diferencia en tamaños y morfología craneal entre los subórdenes Mysticeti (Balenidae/Balenopteridae) y Odontoceti (Delphinidae/Phocoenidae) (Jefferson et al. 1993; Berta et al. 2005).

Aves

Para la categoría general Aves, la referencia utilizada principalmente consiste en la descripción de rasgos diagnósticos craneales y postcraneales de acuerdo con manuales osteológicos y colecciones de referencia (Baumel y Witmer, 1993; Cohen y Serjeantson, 1996; Lemus y Torres-Mura, 2011; Stewart y Carrasquilla, 1997; Sejjás y Trejo, 2011). Específicamente también se recurrió a guías anatómicas y criterios de identificación diagnósticos particulares para diversas especies tales como, *Phalacrocorax* spp. (Causey y Lefèvre, 2007), *Sula variegata* (Stucchi, 2011), Sphenisciformes (Bertelli y Giannini, 2005), *Thalassarche* spp. y *Diomedea* spp. (Dénes y Silveira, 2007). Además de repositorios digitales de colecciones de referencia con imágenes de diversos especímenes de cráneos y postcráneo de aves migratorias pelágicas (Thomas et al. 2019), así como de esqueletos completos de especies de amplia distribución en América (Claessens et al. 2009)

Reptiles

Para la categoría Reptiles la referencia utilizada principalmente consiste en la descripción de rasgos diagnósticos del esqueleto craneal y postcraneal de acuerdo con manuales osteológicos y referencias básicas de anatomía comparada (Williston, 1925).

Para Squamata, las familias Colubridae (*Philodryas chamissonis*), Tropiduridae (*Liolaemus atacamensis*, *Liolaemus nigromaculatus*, *Liolaemus platei*, *Microlophus atacamensis*), Gekkonidae (*Homonota gaudichaudii*, *Phyllodactylus gerrhopygus*) y Teiidae (*Callopistes maculatus*). Serán identificadas por medio de la comparación parcial con guías osteológicas y anatómicas relevadas en otras especies de similar morfología (Keller y Krause, 1986; Simões-Lopes y Krause, 1988; Gonzalez-Marín y Hernando, 2013) y para el caso de *Philodryas chamissonis* se realizará la comparación directa con especímenes pertenecientes a la colección de referencia del autor.

Para Testudines, las familias Cheloniidae (*Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*) y Dermochelyidae (*Dermochelys coriácea*) serán identificadas de acuerdo a los caracteres diagnósticos sugeridos por Ballester et al. (2018), utilizando las variables métricas propuestas por los mismos autores para su eventual discriminación taxonómica, la cual descansa en variables métricas de mandíbula, largo máximo, largo máximo de superficie masticatoria del dentario, ancho máximo y alto máximo; Medidas que situarán a cada especie en una categoría probable (Ballester et al. *op. cit.*).

3.2 Representatividad anatómica y taxonómica; frecuencia y supervivencia de elementos anatómicos

La abundancia taxonómica general de la muestra se calculará en base al número de especímenes identificados (NISP), pero considerando sus sesgos para interpretar las abundancias relativas de especies, solo se obtendrá como parámetro base para el cálculo de otras unidades de cuantificación o índices y no como medida comparativa entre taxones (Lyman, 1994, 2008).

De acuerdo con las sugerencias de Borrero (2001a) se considerará como unidad mínima de análisis tafonómico el número mínimo de elementos (MNE) (Lyman, 1994) el cual se define por la mínima cantidad de elementos posibles que dan cuenta de la totalidad de los especímenes observados (Binford, 1984 en Lyman, 2008). Debido a que múltiples especímenes pueden conformar un solo elemento, el

análisis de elementos, es menos susceptible de sobre representar trazas tafonómicas asociadas a restos fragmentados en un mayor número de segmentos al poder considerarlos como una sola unidad analítica, utilizándose hitos diagnósticos para determinar elementos en el caso de especímenes fracturados (Borrero, 2001a; Lyman, 1994).

El número mínimo de individuos (MNI) (Grayson, 1984), referido como el número mínimo de individuos necesarios para dar cuenta de la totalidad de los elementos observados en la muestra analizada para cada taxón observado (Lyman, 1994), se utilizará como medida estándar de comparación para analizar abundancias taxonómicas totales entre grupos y como el factor clave para el cálculo de unidades de diversidad y equitatividad taxonómica (Lyman, 2008). Este índice es equivalente al conteo del elemento anatómico de mayor abundancia en la muestra para cada taxón, considerando diferencias en sexo, edad y lateralidad para el cálculo (Mengoni-Golañons, 2010). En el caso de este estudio, la unidad analítica mínima a considerar para realizar el cálculo de MNI será el de transecta y no el de sitio, considerando la disposición ascendente de los sitios consignados, existe la posibilidad de que en uno o varios sitios por transecta aparezcan los restos de un mismo individuo desperdigados a lo largo del buffer de la transecta.

Para comprender la representación de segmentos esqueléticos incorporados a la muestra se utilizará la unidad animal mínima (MAU) (Binford 1984; Lyman, 1994) calculado a partir del MNE dividido por el número total de instancias en las cuales tales elementos se hayan presentes en los individuos en vida. Este valor al ser estandarizado en porcentajes relativos al MAU de mayor número por taxón (%MAU) refleja la proporción general de los segmentos esqueléticos más representados, este índice es capaz de homologar y comparar muestras de diferentes tamaños y taxones de acuerdo a que segmentos aparecen mayormente representados en la muestra (Lyman, 2008). %MAU permite además medir la correlación dentro de la muestra entre los segmentos óseos registrados con variables de interés como la densidad mineral ósea de los conjuntos (BMD) (Lyman et al. 1992).

3.3 Estructura y composición taxonómica

El análisis de representatividad taxonómica de la muestra se determinará por su “redundancia muestral” la cual se calculará en base a la consideración acumulativa de las especies identificables, se calculará entonces el número de taxones representados total (NTAXA), cuando esta información se divide por las especies que se espera encontrar en un ecosistema dado y el resultado es cercano a 1, la muestra se considera redundante al asegurar la inclusión de al menos un espécimen de cada taxón y por tanto representa al universo muestral (Lyman, 2008). También

se calculará de acuerdo con Grayson (1984), la correlación entre la diversidad de taxones y el tamaño de las muestras por transecta recorrida, por geomorfología asociada y por piso vegetacional, para poder establecer el grado de confianza en las comparaciones entre muestras con tamaños disímiles (Mengoni-Golañons, 2010).

NTAXA permitirá además evaluar la riqueza taxonómica de la muestra, esto es el valor decimal asignado a la muestra en la relación de especies esperadas/observadas ($NTAXA_{es}/NTAXA_{obs}$). Con esto podemos comparar diferentes muestras en torno a la riqueza de especies que habrían concentrado. Se compilará además la relación entre $NTAXA/\Sigma NISP$ para cada taxón, que estandariza la muestra total y permite estimar las diferencias composicionales entre ecotopos y a diferentes latitudes de forma gráfica. Complementario a sortear el problema de la sobrerrepresentación, se calcularán niveles de diversidad y equitatividad de taxones en la muestra utilizando los índices de Shannon-Weaver y de Shannon-Weaver de equitatividad respectivamente. Estos índices se calcularán en base al MNI de cada taxón, con la formula ($H' = -\sum p_i \ln p_i$) para el índice de diversidad, donde p_i representa la frecuencia relativa del MNI del taxón dado en el conjunto total y con la formula ($e = H'/\ln S$) para el índice de equitatividad, donde S representa NTAXA. En el caso de H' los valores van desde 0 para una población sin diversidad y ascendiendo en la medida que se integren mayor cantidad de especies en la muestra, sin discriminar en cuanto a sus proporciones particulares, en el caso de e los valores van desde 0 a 1, siendo 0 un conjunto completamente representado por una especie y siendo 1 un conjunto distribuido de manera perfectamente equitativa (Lyman, 2008; Mengoni-Golañons, 2010).

4. Análisis Tafonómico

Se identificarán trazas tafonómicas en cada elemento óseo mediante la examinación macroscópica a ojo desnudo y con lupa de aumento (x10 y x20), a partir de la cual cada traza individual identificada en el elemento se ingresará de acuerdo al listado propuesto por Fernández-Jalvo y Andrews (2016), que comprende cuatro componentes principales de clases de traza: [1] Modificaciones superficiales, [2] Modificaciones morfológicas, [3] Modificaciones penetrantes del tejido y [4] Modificaciones por pérdida de tejido. A continuación, se indicará para cada clase y categoría de traza los indicadores (N=42) a observar (Anexo 2 y 3).

4.1 Modificaciones superficiales

Marcas lineales: Marcas cuyo largo sea cuatro veces mayor a su ancho o mayores, corresponden a ranuras penetrando el tejido ya sea por incisión o por solución

química. Su asignación a un proceso tafonómico dado depende de atributos como morfología, tamaño, frecuencia, proporcionalidad y modificaciones asociadas de presencia/ausencia.

Sus indicadores son: Morfología en sección (En “V”, en “U” o “cubeta”), Frecuencia total de marcas discretas, Largo total (individual o promedio en mm), Presencia de ramificaciones (Si, No), Presencia de conos hertzianos (Si, No), *Shoulder effect* (Si, No), Relación entre ancho y profundidad (1:1, otra), Posición anatómica (epífisis, diáfisis, tuberosidad, etc.), Eje marca (dirección exacta respecto del largo máximo para elemento anatómico), Concentración (focal, dispersa), Morfología en planta (recta, curva, sinuosa), Atributos de la base del surco (estriado, plano, irregular) (Andrews y Fernández-Jalvo 1997; Bromage y Boyde, 1984; d'Errico et al. 1984; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Fernández-Jalvo, 1992; Hackett, 1981; Jans et al. 2004; Jans, 2008; Lyman, 2008, 1994; Molleson y Cox, 1993; Mondini, 2002).

Hoyuelos y perforaciones: Los hoyuelos son marcas superficiales en la corteza de los huesos mientras que las perforaciones son marcas que penetran involucrando diferentes clases de tejido óseo. Cuyo largo no excede cuatro veces su ancho. No poseen una morfología consistente, los hoyuelos quedan definidos por cualquier indentación perforante en el hueso, mientras que las punturas pueden ser distinguidas de acuerdo con la forma general de la topología de la alteración, entre coniforme y cubiforme, además de regulares e irregulares en sección transversal.

Sus indicadores son: Morfología y posición anatómica (Andrews y Fernández-Jalvo, 1997; modificado por el autor) (A = Hoyuelos en diáfisis de hueso largo; A1 = Perforaciones en diáfisis de hueso largo; A2 = Perforaciones en diáfisis de hueso plano; C = Perforaciones en bordes articulares; D = Perforaciones en bordes de fractura espiral; E = Perforaciones en borde de fracturas transversas; F = Perforaciones en bordes de huesos partidos; G = Perforaciones compuestas; H = Perforaciones en bordes anatómicos o crestas; I = Perforaciones de arco dobles en bordes crenulados), Diámetro (individual o promedio en mm), Frecuencia total de marcas discretas, Profundidad (individual o promedio en mm), Composición de la marca (simple, compuesta), Morfología en sección (cónica, cúbica); Fractura compresiva asociada (Si, No), Textura del perímetro (sinuosa, suave, abrupta), Morfología del perímetro (semicircular, pseudovalada) (Andrews, 1990; Andrews y Whybrow 2005; Andrews y Fernández-Jalvo 1997; Blumenschine y Selvaggio, 1991; Blumenschine, 1986; Capaldo y Blumenschine, 1994; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Mondini, 2002; Raven et al. 1986).

Descoloración y tinción: Alteraciones a la coloración natural de la matriz ósea, producto de agentes químicos particulares o adherencias. La principal categoría de

diagnóstico es el tono e intensidad de la coloración y la morfología de la descoloración o mancha.

Sus indicadores son: Color (negro, café, rojo, blanco, verde), Intensidad de la cobertura/"mascara" (*sensu* Lopez-Gonzalez et al. 2006) (leve = 1, uniforme = 2, intensa = 3), Área de la cobertura (Lopez-Gonzalez et al. 2006) (<10%, 10-50%, 50-90%, 90-100%), Morfología de la cobertura (dendrítica, en parche, mixta), Excepción en articulaciones o inserciones (Si, No), Grado de penetración de la tinción (superficial, parcial, completa), Asociación a microfracturas/descamación transversal (Si, No), Degradé tonal (Si, No), Asociación a trazas lineales o hoyuelos (Si, No) (Argáez et al. 2011; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Hopkinson et al. 2008; López-González et al. 2006; Molleson et al. 2005; Molleson y Andrews, 1996; Schmidt y Uhlig, 2012; Shipman et al. 1984; Wreschner, 1980).

4.2 Modificaciones morfológicas

Abrasión y redondeamiento: Alteración morfológica que afecta la superficie del hueso mediante episodios de abrasión o pulimentación de los restos, hace referencia a la interacción de los especímenes con su entorno depositacional y atrición producto de este. Se clasifican de acuerdo con el grado de la abrasión, presencia o ausencia de pulimentado, brillo y localización de la abrasión.

Sus indicadores son: Estado de abrasión (*sensu* Cook y Trueman, 2009) (0, 1, 2, 3, 4), Área de la cobertura (<10%, 10-50%, 50-90%, 90-100%), Distribución de la traza (localizada, aleatoria/generalizada), Patrón de la traza (uniforme, sub-paralelo, aleatorio), Presencia de brillo/bruñido (Si, No) (Barham et al. 2000; Lyman, 1994; Fernández-Jalvo, 1992; Fernández-Jalvo y Andrews, 2003, 2016; Cook y Trueman, 2009; Bromage y Boyde, 1984; Denys et al. 2007; Madgwick, 2014).

4.3 Modificaciones penetrantes del tejido

Descamación y agrietamiento: El agrietamiento puede ser definido por la apertura de particiones o grietas penetrando la superficie ósea, sin incluir pérdida notable de tejido, la descamación queda descrita como la exfoliación de parches que exponen el tejido cortical en diferentes grados.

Sus indicadores son: Estado de afectación (*sensu* Behrensmeyer, 1978 y Andrews, 1990) (0, 1, 2, 3, 4, 5), Dirección del agrietamiento (paralelo, perpendicular/oblicuo), Morfología perimetral de la grieta (abrupta, curvada), Área de afectación de la pieza (completa, parcial, focal "en proyecciones y tuberosidades"), Intensidad de la descamación (superficial, profunda), Forma de las escamas (abruptas, curvadas)

(Andrews, 1990; Behrensmeyer, 1978; Cáceres et al. 2002; Fernández-Jalvo y Marin-Monfort, 2008; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Fernández-Jalvo, 1992).

Corrosión y digestión: Pérdida de tejido por acción de agentes químicos. La corrosión generalmente asociada a agentes inorgánicos y la digestión a entidades orgánicas, el diagnóstico de uno u otro se lleva a cabo en base a la identificación de patrones morfológicos de penetración en el tejido, frecuencia, área de corrosión y coloración asociada.

Sus indicadores son: Lugar y distribución (completo, una cara, epifisiaria, focal), Grado de afectación (ligera, moderada, severa, extrema), Profundidad de afectación (superficial/cortical, profundo/trabecular) (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo et al. 2010; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

4.4 Modificaciones por pérdida de tejido

Fractura y deformación: Patrones de fractura y fragmentación de los elementos esqueléticos, discriminados principalmente en torno a la morfología de las fracturas. La fragmentación se define por el número y los tipos de fragmentos en los cuales los elementos se han dividido. Deformación refiere a los elementos que no preservan su integridad morfológica anatómica original.

Sus indicadores son: Morfología de la fractura (longitudinal, transversal, oblicua, helicoidal, mariposa, columnar), Angulo de la fractura (recto, oblicuo), Borde de la fractura (liso, rugoso), Deformación de bordes articulares o diáfisis (Si, No), *Fracture Freshness Index* (FFI) (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6), *Fracture History Profile* (FHP) (fresco, fresco y seco, seco, seco y mineralizado, mineralizado) (Villa y Mahieu, 1991; Andrews et al. 2005; Andrews y Fernández-Jalvo, 2003; Andrews, 1990; Cáceres et al. 2011; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Lyman 1994; Mengoni-Golañons, 2010; Mondini, 2002; Pobiner et al. 2007; Villa y Mahieu, 1991; Outram, 2001; Johnson et al. 2016).

Desarticulación y completitud: Grado de completitud e integridad anatómica al momento de la recuperación *in situ*. No es de por sí una traza discreta para comprender un espécimen individual, sino más bien una forma de adjuntar la dimensión analítica espacial al análisis de conjuntos óseos, por tanto, los indicadores a observar en cuanto a los especímenes óseos individuales solo describirán el estado general de completitud de la pieza en cuanto a su referente anatómico en vida.

Respecto de los indicadores de desarticulación a observar estos varían de acuerdo a los atributos morfológicos de cada especie y se analizan en conjunto al identificar *in situ* piezas óseas cuyas características permitan presuponer la pertenencia a un individuo, debido a esto hay una ausencia de criterios universales para definir procesos de desarticulación para todas las especies de tetrápodos. Es por esta razón que los datos recabados en esta categoría no se incluirán junto con el conjunto de variables descritas anteriormente sino como un resumen general acerca de los estadios de articulación generales (*sensu* Borella y Borrero, 2010). El principal indicador a observar para los conjuntos identificados es una adaptación general de los parámetros de Andrews et al. (2005), sobre grados de articulación en cuerpos humanos en base a un mix de conteo de elementos y porciones anatómicas (fragmento, elemento, 3-10 elementos, 11-20, cráneo y 2 elementos, todo excepto 2 apéndices, todo excepto cráneo, todo excepto autopodio, todo), información que se complementará con la orientación promedio del conjunto (S, SE, E, NE, N, NW, W, SW), Distribución general del conjunto (subparalela, aleatoria, anatómica) y la elaboración de índices de desarticulación adaptados a cada especie en particular (*sensu* Borella y Borrero, 2010; Borrero, 1988) ($N^{\text{observado}}/N^{\text{esperado}}$ expresado entre 0 y 1) (Borrero, 1988; L'Heureux y Borrero, 2002; Borrero et al. 2005; Borrero, 1990; Mondini, 2011; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

4.5 Inferencia de procesos tafonómicos que afectaron la muestra actualística

De las diferentes categorizaciones descritas para los atributos de traza se procede a desglosar a modo de síntesis, ejemplos de configuraciones de variables que permiten inferir procesos considerados como causantes de la afectación tafonómica como aparecen descritos en diversas fuentes bibliográficas (Anexo 3). No todos los procesos descritos son posibles de distinguir en un análisis macroscópico de laboratorio ya que algunos de estos solo son distinguibles al utilizar equipo de microscopía electrónica (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

La interpretación de los tipos de traza se amparan en numerosos indicadores derivados de estudios experimentales y actualísticos, estos permiten que a partir de una clase general de traza, se haga una lectura del tipo específico de traza como los mencionados anteriormente. Desde estas trazas es posible discriminar la clase de proceso asociado a la formación de estas y mediante la lectura de los indicadores discriminar con relativo detalle el tipo de proceso asociado a las trazas (Anexo 3).

4.6 Atrición mediada por densidad

De acuerdo al modelo de análisis tafonómico multivariado de Bar-Oz y Munro (2004) posterior a la examinación macroscópica de los restos se considerará la posibilidad

de atrición mediada por densidad (Orton, 2012) en la totalidad del conjunto y sus eventuales subconjuntos, mediante la correlación ρ de Spearman entre el %MAU y el BMD (Lyman et al. 1992) para cada especie cuyos índices de BMD sean conocidos. En el caso de esta investigación *Lama guanicoe* (Stahl, 1999), *Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis* (Borella et al. 2007), *Ovis aries*, *Capra hircus* y *Bos taurus* (Ioannidou, 2003) son considerados, además de *Lycalopex spp.* y *Canis lupus familiaris* con especies homólogas (Novecosky y Popkin, 2005).

5. Pruebas estadísticas

5.1 Taxonomía de interacción entre variables (*Classical Clustering*, *Correspondence Analysis* y ANOSIM)

Para identificar categorías típicas y atípicas de trazas tafonómicas se aplicarán sobre la muestra análisis de correspondencia (CA) y análisis de clúster en sus modos Q (enfocado en variables) y R (enfocado en casos). Para la elaboración de estas pruebas la matriz de datos actualística será normalizada a porcentajes de frecuencia relativa y los casos a analizar serán los sitios de recolección de material, para facilitar su comparación directa con los contextos arqueológicos que serán igualmente normalizados. El análisis de clúster en sus modos Q y R se elaborará con el método UPGMA y sus resultados se calcularán en la distancia euclidiana, la cual también se considerará para los análisis de correspondencia (CA) (Araujo-Junior et al. 2017).

Siguiendo el ejemplo de Araujo-Junior et al. (2017) en el modo Q los sitios serán agrupados según el grado de similitud de sus trazas, con el fin de agrupar sitios con similares contextos tafonómicos. En el modo R las categorías de traza serán agrupadas en cuanto a la similitud de sus porcentajes relativos por caso revelando como la ocurrencia de trazas se comporta en toda la costa y como se subdivide en diferentes modos de configuración.

Para evaluar la significancia estadística y validar las similitudes desprendidas de esta taxonomía de relaciones se utilizará un análisis de similitud (*one-way ANOSIM*) entre los grupos obtenidos. Este análisis entrega un valor de R que varía en rango entre -1 y 1, donde valores cercanos a 1 son iguales a grupos cuyos son más similares entre sí que con cualquier otra muestra del conjunto de datos (Clarke y Warwick, 2001).

5.2 Caracterización de variables predictivas en la muestra (NPMANOVA)

Debido al gran número y diferentes características de las variables a considerar (49)

se utilizará un análisis no paramétrico multivariado de varianza (NPMANOVA), para testear la hipótesis de que las trazas tafonómicas varían en configuración de acuerdo con su proveniencia geográfica. Se utilizará la variante no paramétrica del test MANOVA debido a que el set de datos generados al tratarse de una “muestra de descubrimiento” (Nance, 1983 en Lyman, 2008), poseerá la tendencia a inflar de valores nulos la base de datos al incorporar variables con poca abundancia las cuales difícilmente puedan ser normalizables (Anderson, 2001).

NPMANOVA tiene la cualidad de permitir la utilización de cualquier medida de disimilitud entre objetos, no solo distancias euclidianas, además de tolerar el empleo de variables no independientes, tales como diferentes medidas o atributos de trazas que son dependientes de la ausencia/presencia de otros criterios u unidades taxonómicas operativas como clústeres vs sitios. Aun así, NPMANOVA opera bajo el supuesto de que los objetos en el set de datos son intercambiables bajo la hipótesis nula de que no habría variación entre grupos, esto implica dos cosas [1] que sitios/casos/observaciones siempre serán variables independientes y [2] que estos objetos de análisis tienen similares dispersiones multivariadas (Anderson, 2001). Esto presenta la limitación de que NPMANOVA no ofrece un panorama claro de las correlaciones entre variables y eventuales agrupamientos, situación que se solventa parcialmente con los análisis anteriormente planteados.

En concreto para la muestra a tratar en este trabajo, calcularemos las distancias euclidianas entre elementos óseos individuales según su conjunto de variables de traza y variables zooarqueológicas, para comparar su variación intra e inter-grupos (*sensu* Otárola-Castillo et al. 2017)

Los análisis mencionados hasta este punto se realizarán con ayuda del software PAST (Hammer et al. 2001).

5.3 Modelamiento de interacción entre variables (*Naive Bayes classifier*)

Para incorporar la multiplicidad de variables generadas y generar parámetros comprensivos para interpretar el resultado de los análisis descritos, la porción final del ejercicio estadístico se llevará desde el paradigma estadístico Bayesiano (Buck y Litton, 1999). En términos generales, desde un cuerpo de conocimiento previo, cotejado con la nueva evidencia, se genera un porcentaje de probabilidad de distribuciones o relación entre las variables propuestas, considerando para esta estimación solo las observaciones pertenecientes a la muestra recuperada sin intentar definir relaciones no observadas (Etz et al. 2018). En nuestro caso, permitiría identificar por medio de modelamiento matemático la probabilidad de que para cada conjunto dado de trazas pertenezca a un segmento específico de

posicionamiento regional, siendo en teoría posible identificar *settings* tafonómicos sensibles a atributos de posición geográfica a través del cálculo de la probabilidad real de observar un conjunto de variables en cualquiera de las variantes especificadas de posición (Araujo-Junior et al. 2017; Borrero, 2001a, 2001b; Belardi y Carballo, 2003).

Los modelos bayesianos comienzan con creencias expresadas en distribuciones *a priori*, y se actualizan para describir distribuciones *a posteriori*, las cuales son la base para las interpretaciones. Su mayor virtud para nuestro caso es su capacidad de generar predicciones, mediante la relación entre la incertidumbre *a priori* con la distribución *a posteriori* (Buck y Litton, 1999; Etz et al. 2018). Esto implica construir tres valores específicos, la distribución de variables *a priori*, la *verosimilitud* (*likelihood*), y la distribución *a posteriori* (Buck y Litton, 1999). Esta última se puede entender como el porcentaje de credibilidad que podemos asignar a configuraciones específicas de distribución ante los parámetros de comportamiento desconocido luego de incorporar los datos nuevos al campo de expectativas.

Este último paso provee un mecanismo coherente, iterativo y replicable (Etz et al. 2018) para obtener información en base al continuo de acumulaciones de conocimiento acerca de un fenómeno que involucra variables cuya interacción no comprendemos o no es posible conocer del todo debido a sesgos muestrales inevitables (como el reciclaje de material biológico *sensu* Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000). En arqueología, donde la jerarquización de la interdependencia entre variables provenientes de un rango amplio de disímiles líneas de evidencia es una labor implícita, el método bayesiano no es más que un marco de referencia explícito de combinar esas líneas de evidencia para ofrecer interpretaciones que reflejen. Lo mejor posible el conocimiento presente al momento de las inferencias, sin asumir parámetros previos de relación entre estas líneas de evidencia (Etz et al. 2018; Buck y Litton, 1999).

Como este ejercicio es el primero en su tipo y no existe precedente de trabajos similares en la literatura, hemos optado por modelar a través del algoritmo de *machine learning* supervisado *Naive Bayes Classifier* (Otárola-Castillo y Torquato, 2018) con una distribución *a priori* uniforme no informativa, tal como otros autores han utilizado para explorar tendencias en la discriminación de marcas lineales en contextos experimentales (Harris et al. 2017; Otárola-Castillo et al. 2017), esta clasificación se presenta como la más *ad hoc* ante escenarios de distribución desconocida al depender completamente de los parámetros ingresados para elaborar las interpretaciones y no asumir asociaciones entre las variables a menos que sean especificadas (Etz et al. 2018).

En último lugar, la información tafonómica contenida en el material proveniente de sitios arqueológicos se recuperará de dos formas, la primera mediante un reanálisis de las capas cronológicas de interés sobre los sitios depositados en las dependencias de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile, conformados por los sitios ZAP, PMA y HdeC. La segunda forma de recuperar información consistirá en la expansión de los atributos ya recopilados en bases de datos asociados a informes detallados y sus respectivas observaciones individualizadas por espécimen, de acuerdo a las categorías definidas en este capítulo, los sitios en esta categoría son PN9, AD, CB y 224-A (Olguín, 2011; Power, 2015; Sandoval, 2018)

VI. RESULTADOS

1. Caracterización general del material actualístico

Se analizaron un total de 209 acumulaciones óseas o “sitios” distribuidas a lo largo de las costas de Taltal y Paposo, de las 64 transectas realizadas un 51,56% presentó material osteológico visible en un *buffer* de 50m (Fig. 6).

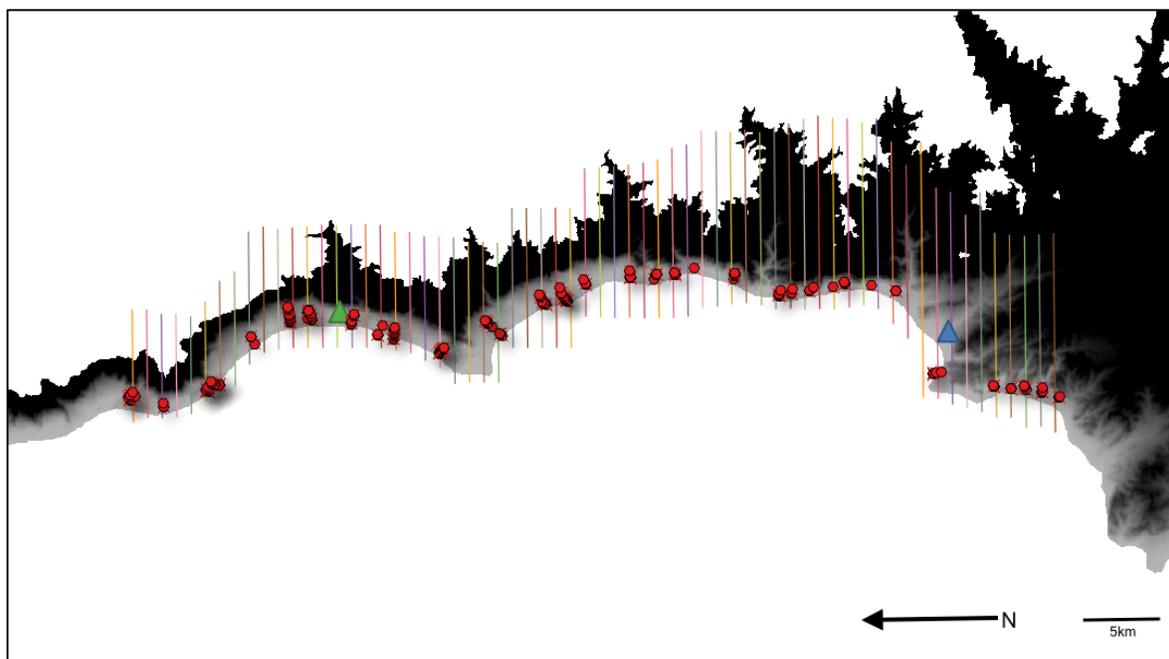


Figura 6. Mapa de la zona de estudio. Las líneas verticales representan los tramos de las transectas recorridas, los hexágonos rojos representan los sitios de recolección, los triángulos verde y azul representan las ciudades de Paposo y Taltal respectivamente.

La totalidad de los sitios se encontraron en el piso vegetacional MGpHp, el cual se extiende desde los 0 a los 300 msnm, no existiendo acumulaciones óseas visibles para el piso MEIEi ni el MOuGf. Del total de sitios, 73 se encontraron en la geoformación descrita como Farellón Costero y 136 en la Cordillera de la Costa (Fig. 7).

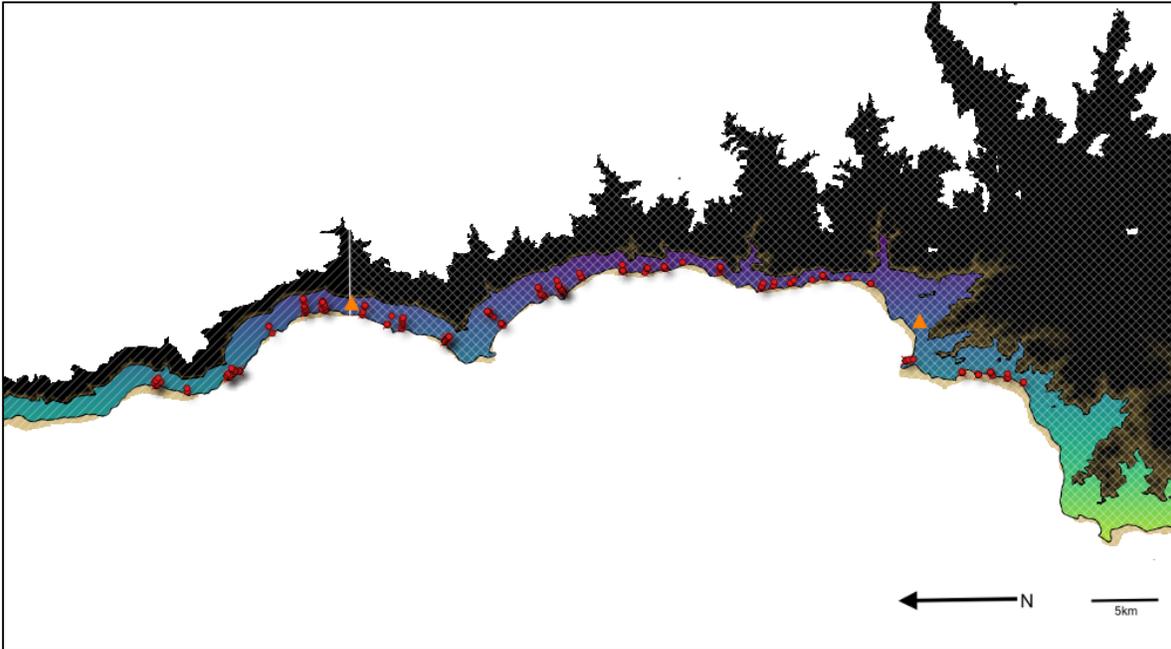


Figura 7. Mapa de la zona de estudio. En achurado diagonal se aprecia la formación Farellón Costero, en achurado cruzado la Cordillera de la costa. El área coloreada en degradé representa el piso vegetacional MGpHp, los hexágonos rojos representan los sitios de recolección, los triángulos naranja representan las ciudades de Paposó y Taltal.

La riqueza taxonómica en virtud de $NTAXA_{es}/NTAXA_{obs}$ alcanzada para el conjunto actualístico total es de 0,14 considerando las 26¹ especies encontradas en el conjunto total del registro versus las 174 especies esperables de aparecer (Tabla 3).

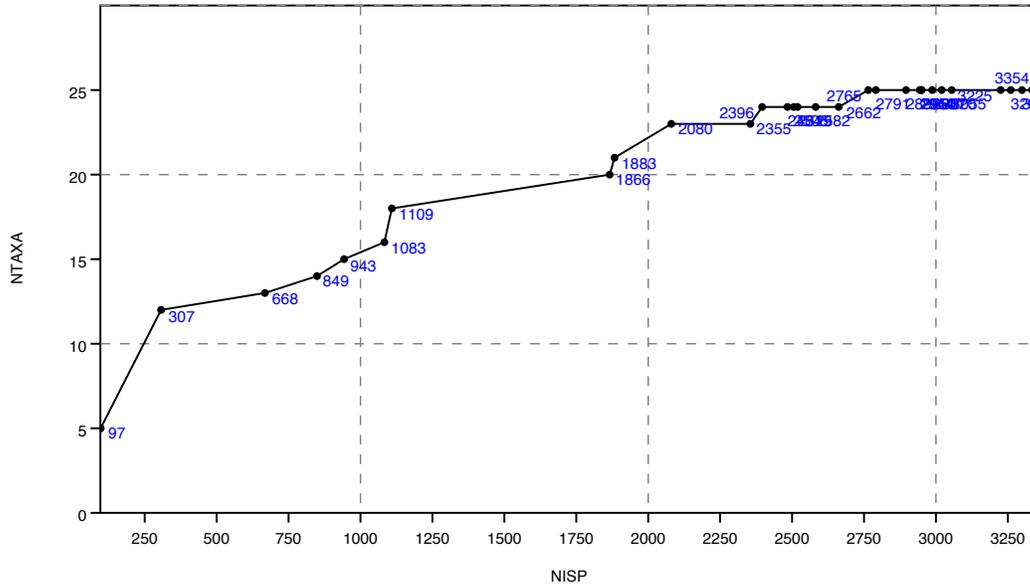
¹ La familia Delphinidae y el parvorden Mysticeti se consideran en los conteos de MNI como géneros ya que no presentan individuos identificados a nivel de especie o familia y presentan escasos restos.

	Taxa																NISP	NTAXA	NISP Acumulativa	NTAXA Acumulativa									
	<i>Arctcephalus australis</i>	<i>Bos taurus</i>	<i>Canis lupus familiaris</i>	<i>Capra hircus</i>	Delphinoidea*	<i>Equus asinus</i>	<i>Equus caballus</i>	<i>Felis catus</i>	<i>Gallus gallus domesticus</i>	<i>Lama guanicoe</i>	<i>Larus dominicanus</i>	<i>Lycalopex culpaeus</i>	<i>Lycalopex griseus</i>	Macronectes sp.	Mysticeti *	<i>Numenius sp.</i>					<i>Otaria flavescens</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Pelecanus thagus</i>	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	<i>Phyllotis darwini</i>	<i>Spheniscus humboldtii</i>	<i>Sula variegata</i>
A1	3		7		1											81								4	96	5	96	5	
A3																1										1	1	97	5
A6	2	4			1	145			27				3		15	8	3								2	210	10	307	12
B1	6					150										167	5						6	27	361	6	668	13	
B3			181																							181	1	849	14
B6	24		1		6				1							48								3	11	94	7	943	15
C1			89		38																4				9	140	4	1083	16
C4			1		1					3	1					1				14					5	26	7	1109	18
C6	9		340		119											104	11	65		43			6	60	757	9	1866	20	
D1	1		4		7			1																4	17	5	1883	21	
D4	6	1	6		8	3			3					8	42	2		1	11	91			1	14	197	14	2080	23	
E2		2	3		12										6								90	162	275	6	2355	23	
E5			4		9			1				16	1								6	3		1	41	8	2396	24	
E6			2		18			6	47				1	14											88	6	2484	24	
F2		4			16										2										22	3	2506	24	
F5															13										13	1	2519	24	
F6		1										38												24	63	3	2582	24	
G2	2								2						27	1			1		1	1	46	80	7	2662	24		
G3							103																		103	1	2765	25	
G6		1	18		1																		6		26	4	2791	25	
H3				9															11	85					105	3	2896	25	
H4																							48		48	1	2944	25	
H5					3														3						6	2	2950	25	
I1																									0	0	2950	25	
I2	20		5																	12					37	3	2987	25	
I4															3					30					33	2	3020	25	
I5															35										35	1	3055	25	
J2	18					1									117	1	33								170	5	3225	25	
J6											13									22					35	2	3260	25	
K1															6	4				29					39	3	3299	25	
K2	3																			32					35	2	3334	25	
K3	1						1							5	6	1								6	20	6	3354	26	
K4																									0	0	3354	26	

Tabla 3. Valores de NISP acumulativas por especie identificada y transecta de recolección en la zona de estudio. Taxas con asterisco (*) se consideran en los conteos como “especie” ya que no presentan individuos identificados a nivel de especie

Aún considerando el bajo porcentaje de especies registradas en virtud de las posibles de encontrar, al aumentar la cantidad de sitios incorporados la relación NTAXA/ΣNISP expresa una curva, lo que señala que la muestra recolectada en el ejercicio actualístico puede considerarse representativa de las especies a encontrar

depositadas en el ambiente para la zona de estudio (Lyman, 2008, pp 146-149) (Fig. 8)



TAXA	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	%MNI
<i>Arctocephalus australis</i>	95	2,05	48	1,41	17	6,80
Artiodactyla	10	0,22	7	0,20		
<i>Bos taurus</i>	13	0,28	8	0,23	6	2,40
Canidae	19	0,41	19	0,56		
<i>Canis lupus familiaris</i>	635	13,71	309	9,05	10	4,00
<i>Capra hircus</i>	35	0,76	16	0,47	12	4,80
Caprinae	27	0,58	20	0,59		
Charadriidae	13	0,28	12	0,35		
Charadriiformes	4	0,09	4	0,12		
Delphinoidea*	1	0,02	1	0,03	1	0,40
<i>Equus asinus</i>	534	11,53	322	9,43	28	11,20
<i>Equus caballus</i>	3	0,06	1	0,03	1	0,40
Equus sp.	10	0,22	8	0,23		
<i>Felis catus</i>	104	2,24	91	2,66	2	0,80
<i>Gallus gallus domesticus</i>	9	0,19	7	0,20	5	2,00
<i>Lama guanicoe</i>	78	1,68	47	1,38	6	2,40
Lama sp.	6	0,13	4	0,12		
Laridae	3	0,06	3	0,09		
<i>Larus dominicanus</i>	5	0,11	3	0,09	2	0,80
Larus sp.	3	0,06	3	0,09		
<i>Lycalopex culpaeus</i>	14	0,30	13	0,38	2	0,80
<i>Lycalopex griseus</i>	54	1,17	40	1,17	2	0,80

TAXA	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	%MNI
<i>Macronectes sp.</i>	3	0,06	3	0,09	1	0,40
Mammalia	3	0,06	3	0,09		
Mysticeti*	10	0,22	5	0,15	2	0,80
Numenius sp.	5	0,11	1	0,03	1	0,40
Odontoceti	1	0,02	1	0,03		
<i>Otaria flavescens</i>	688	14,85	491	14,38	49	19,60
Otariidae	344	7,42	286	8,37		
<i>Ovis aries</i>	10	0,22	10	0,29	3	1,20
<i>Pelecanus thagus</i>	95	2,05	78	2,28	14	5,60
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	140	3,02	124	3,63	5**	
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	58	1,25	42	1,23	5**	
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	226	4,88	202	5,92	5**	
<i>Phalacrocorax spp.**</i>	789	17,03	649	19,00	55	22,00
<i>Phyllotis darwini</i>	63	1,36	51	1,49	4	1,60
Procellariiformes	4	0,09	1	0,03		
Procellariidae	42	0,91	29	0,85		
Rodentia	1	0,02	1	0,03		
<i>Spheniscus humboldtii</i>	101	2,18	99	2,90	5	2,00
<i>Sula variegata</i>	364	7,86	351	10,28	20	8,00
<i>Sus scrofa</i>	11	0,24	2	0,06	2	0,80
TOTAL	4633	100	3415	100	250	100

Tabla 4. Conteo general de la muestra actualística de valores NISP, MNE y MNI además de sus respectivos porcentajes proporcionales para cada taxón en diferentes niveles de identificación *Individuos calculados en base a elementos aislados. **Contenidos en la categoría de Genero *Phalacrocorax spp.* Para cada columna, la gradiente roja a verde expresa los menores y mayores valores para cada columna.

En términos de NISP, podemos observar que un 60% de la muestra total se encuentra compuesta por mamíferos mientras que el porcentaje restante está representado por aves. Para los mamíferos, la familia taxonómica mayormente representada es Otariidae (24,5%) integrada por *Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*, seguidos por Canidae (15,7%). Donde se encuentran *Canis lupus f.*, *Lycalopex culpaeus* y *Lycalopex griseus*, en tercer lugar, Equidae (11,9%) con *Equus asinus* y *Equus caballus*, seguidos en bajas cantidades por Felidae (2,2%), Bovidae (1,8%), Camelidae (1,8%), Sigmodontinae (1,3%), Suidae (0,2%) y Delphinidae (0,02%) (Tabla 4)

En cuanto a el 40% representado por aves, un 26,3% está representado por Phalacrocoracidae conteniendo las especies *Phalacrocorax gaimardi*, *P. bougainvillii* y *P. brasilianus*, seguidos por Sulidae con un 7,9% representado por *Sula variegata*, Spheniscidae con un 2,1% representado por *Spheniscus humboldtii*, Pelecanidae con un 2% representado por *Pelecanus thagus*, Procellariidae con un 0,9% conteniendo a *Macronectes sp.*, Laridae con un 0,2% conteniendo a *Larus*

dominicanus, Phaisanidae con un 0,1% representado por *Gallus gallus domesticus* y Scolopacidae con un 0,1% representado por *Numenius* sp. (Tabla 4).

Respecto a los elementos anatómicos representados en términos de MNE se observan proporciones similares para las categorías descritas (Tabla 5), donde tanto Otariidae (24,3%) como Phalacrocoracidae (29,9%) son los grupos más abundantes seguidos por Canidae (11,2%), Sulidae (10,3%) y Equidae (9,7%), para luego descender a menos de 3% en los grupos Spheniscidae, Felidae, Pelecanidae, Bovidae, Camelidae y Sigmodontinae, y por último menos de 1% para los grupos Procellariidae, Charadriidae, Laridae, Phaisanidae, Suidae, Scolopacidae y Delphinidae.

Sobre los individuos identificados³ en la muestra actualística para las especies identificadas se aprecian ciertas variaciones respecto de las proporciones observadas para NISP y MNE. Otariidae se perfila como la familia más abundante con un 26,6% del total de individuos, seguido por Phalacrocoracidae con un 22,1% y Equidae con un 11,6%, Bovidae (8,4%) y Sulidae (8%) aparecen mayormente representados que Canidae (5,6%) el cual aparece en proporciones similares a Pelecanidae (5,6%). Otras familias como Camelidae (2,4%) y Spheniscidae (2%) ocupan mucho menores porcentajes similares a los obtenidos por Phaisanidae (2%), mientras que Sigmodontinae (1,6%), Felidae (0,8%), Suidae (0,8%), Laridae (0,8%), Procellariidae (0,4%), Scolopacidae (0,4%) y Delphinidae (0,4%) ocupan los lugares más bajos con escasos individuos representados para cada familia. Charadriidae no presenta individuos identificables (Tabla 5).

FAMILIA	NISP	%NISP	MNE	%MNE	MNI	%MNI
Delphinidae	1	0,0217	1	0,0295	1	0,4032
Scolopacidae	5	0,1087	1	0,0295	1	0,4032
Phaisanidae	9	0,1957	7	0,2063	5	2,0161
Suidae	11	0,2391	2	0,0589	2	0,8065
Laridae	11	0,2391	9	0,2653	2	0,8065
Charadriidae	13	0,2826	12	0,3537	0	0
Procellariidae	45	0,9783	32	0,9431	1	0,4032
Sigmodontinae	63	1,3696	51	1,5031	4	1,6129
Camelidae	84	1,8261	51	1,5031	6	2,4194
Bovidae	85	1,8478	54	1,5915	21	8,4677
Pelecanidae	95	2,0652	78	2,2989	14	5,6452
Spheniscidae	101	2,1957	99	2,9178	5	2,0161
Felidae	104	2,2609	91	2,682	2	0,8065
Sulidae	364	7,913	351	10,345	20	8,0645
Equidae	547	11,891	331	9,7554	29	11,694
Canidae	722	15,696	381	11,229	14	5,6452
Otariidae	1127	24,5	825	24,315	66	26,613
Phalacrocoracidae	1213	26,37	1017	29,973	55	22,177

³ No se incluye para este desglose a Mysticeti ya que no presenta identificabilidad a nivel de Familia, lo que explica la inconsistencia entre la Tabla 4 y 5 respecto de los 2 individuos Mysticeti.

Tabla 5. Conteo general para las Familias identificadas de la muestra en valores NISP, MNE y MNI además de sus respectivos porcentajes. Para cada columna, la gradiente roja a verde expresa los menores y mayores valores para cada columna.

Respecto de la composición taxonómica de la muestra actualística en términos de riqueza, diversidad y equitatividad de las especies representadas. Se aprecian algunas diferencias en la distribución de especies en las diferentes transectas estudiadas, como también se observan grandes variaciones en cuanto a la riqueza taxonómica representada en cada transecta, donde la más rica en especies presenta casi la mitad de las 27 especies encontradas a lo largo de la muestra total y las menos ricas solo presentan una especie. Respecto de la diversidad taxonómica casi la mitad de las muestras se inserta dentro del rango 3,5-1,5, valores considerados de diversidad normal en estudios ecológicos (Lyman, 2008), la otra mitad, sin embargo, presenta valores menores que develan una menor diversidad apreciada en términos de riqueza y equitatividad. Los valores expresados en las muestras de equitatividad taxonómica se expresan generalmente como conjuntos equitativos en cuanto a distribución de especies, con todos los conjuntos⁴ salvo B1 ($e=0,69$) presentando valores mayores a 0,7 (Lyman, *op cit*) (Tabla 6).

Transectas	NTAXA (S)	Diversidad (H)	Equitatividad (E)	Transectas	NTAXA (S)	Diversidad (H)	Equitatividad (E)
A1	6	1,62	0,84	G2	8	1,73	0,70
A3	2	0,69	1	G3	2	0,69	1
A6	11	2,29	0,90	G6	4	1,39	1,00
B1	7	1,58	0,69	H3	4	1,33	0,95
B3	2	0,64	0,94	H4	2	0,69	1
B6	8	2,03	0,95	H5	2	0,64	0,94
C1	5	1,49	0,89	I2	4	1,39	1
C4	8	2,04	0,96	I4	2	0,69	1
C6	10	2,21	0,91	I5	1	0	1
D1	6	1,73	0,94	J2	6	1,63	0,85
D4	14	2,46	0,84	J6	3	0,90	0,82
E2	7	1,86	0,92	K1	4	1,39	1
E5	9	2,16	0,97	K2	3	1,06	0,96
E6	7	1,77	0,84	K3	7	1,91	0,96
F2	4	1,39	1	K4	1	0	1
F5	2	0,60	0,91	General	27	2,63	0,51
F6	4	1,33	0,94				

Tabla 6. Composición y estructura taxonómica en términos de Riqueza (S), Diversidad taxonómica (H) y Equitatividad (e).

⁴ Obviando los dos casos con riqueza 1

Respecto de la representación de partes esqueléticas de cada una de las especies registradas, se pudo observar gráficamente que los valores de %MAU expresados por diferentes especies y familias sugieren diferentes tipos de configuraciones de preservación de restos en el entorno actualístico.

Gran parte de las especies representadas en la muestra actualística presentan una representación esquelética relativamente completa en términos de %MAU. En este sentido se puede dividir el grado de representatividad anatómica de las especies encontradas en tres grupos.

El primero de los escasamente representados, abarcando a especies como *Macronectes* sp., *Gallus gallus domesticus*, *Equus caballus* y *Bos taurus* que se ven representados únicamente por segmentos del estilopodio y metapodio representando articulaciones depositadas de forma aislada o *Numenius* sp. y *Sus scrofa* los cuales solo se ven representados por elementos del cráneo (Tabla. 7).

El segundo de los medianamente representados con presencia de al menos un elemento para cada grupo esquelético ya sea axial, apendicular anterior o apendicular posterior, cuya proporción relativa entre segmentos se aprecia asimétrica en cuanto a diferencias porcentuales importantes entre el %MAU más alto y aquellos más bajos. Dentro de este grupo podemos incluir a *Capra hircus*, *Ovis aries*, *Lycalopex* spp. y *Larus* sp. (Tabla. 7).

Finalmente, el tercer grupo integra aquellas especies con mayores grados de representatividad esquelética, sin necesariamente obtener altos valores %MAU para todos los elementos al menos representan cuantitativamente parte de esqueletos semicompletos. En esta categoría se consideran *Phalacrocorax* spp., *Sula variegata*, *Spheniscus humboldti*, *Pelecanus thagus*, *Phyllotis darwini*, *Otaria flavescens*, *Arctocephalus australis*, *Lama guanicoe*, *Equus asinus*, *Canis lupus familiaris* y *Felis catus* (Tabla. 7).

ELEMENTO	Especies con alto MAU (naranja)										Especies con MAU variable (verde)															
	<i>Arctocephalus australis</i>	<i>Bos taurus</i>	<i>Canis lupus familiaris</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Equus asinus</i>	<i>Equus caballus</i>	<i>Felis catus</i>	<i>Gallus gallus domesticus</i>	<i>Lama guanicoe</i> ¹	<i>Larus sp.</i>	<i>Lycalopex culpaeus</i>	<i>Lycalopex griseus</i>	<i>Macronectes sp.</i>	<i>Numenius sp.</i>	<i>Otaria flavescens</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Pelecanus thagus</i>	<i>Phalacrocorax bougainvill</i>	<i>Phalacrocorax brasilianu</i>	<i>Phalacrocorax gaimarc</i>	<i>Phalacrocorax spp. *</i>	<i>Phyllotis darwin</i>	<i>Spheniscus humboldti</i>	<i>Sula variegat</i>	<i>Sus scrofa</i>	
Craneo	100	60	100	63		71		40					100	88	67	29	50	50	100	12	100	33	30	100		
Cuadrado																	50	50	5,9			33	25			
Mandibula	88		90	17	44			60		100	83			44		57	50	38	7,4	50	33	30				
Atlas	25		60	33	38		71			100				8		29		50	25	8,8	33	33	20			
Axis			80	33	50		71	40						8		29		50	25	2,9	33	33	20			
Cervicales	5		44	13	43		71							27		25	12	23	30	9,4	33	33	30			
Torácicas	13		18		34		83	10			56			43			33		95	39	36	33	38			
Lumbares	15		44		38		100				100			38							40		6			
(Sin)Sacro	25		80		63		71				83			56	67	29	50		38	44	17	33	60			
Coxal	38		70	17	63		71	40			83			80								33				
Costillas	2,1		65		25		48	5	25	45				27												
Furcula																	29		38	18		33	100			
Coracoides																	86	50	63	66		100	65			
Esternon			20		13		100							40		29	50		75	26		67	80			
Escapula	13		80		56		71	40		100	42			100	33	71	50		63	34	17	67	60			
Humero	38		70	17	88		25	80	100	100	83			64	33	71	75	75	63	100	17	33	95			
Radio(ulna)	38		100	50	100		71	60						64	100	86	50	75	75	32	17	33	60			
Ulna	13		80				36							84		100	50	100	75	71	17	33	75			
Carpos			10		13			20						16		43	38		50	5,9		33	45			
(Carpo)Metacarpo		100	28		44	100	29	80	50					9,6		57	38	100	38	28		33	60			
Femur	13		50		56		71	100	100	50	42			48	33	14	50	50	50	44	33	33	50			
Patella			10		6,3			20						16			13	25	50	4,4		33	20			
Tibia(tibiotarso)	13		50	17	63		71	60	50					84	33	29	63	50	63	56	50	33	40			
Fibula	13		20				71							36				25	63	12	17					
Astrágalo			10		56		36	20						32												
Calcaneo			40		31		36	60						32												
Tarsos			10		13		36	20						20												
(Tarso)Metatarso			35		56		63	40			100			14		43	75	50	75	37		33	40			
Falange 1		33	20	4	31		24					25		9,2			41	13	34	11		33	26			
Falange 2		0	15		6,3		22	10				33		6			33	8,3	58	10		44	28			
Falange 3			14		16		7,9							2			8,3	16	2,2			25	18			
Falange 4																					5,9					
Falange 5																					5,9					
Falange 1 (ala)								17									24	38	33	29	4,9	33	43			
Falange 2 (ala)																	29	25	50	38	1,5	33	40			

Tabla 7. Representación esquelética en términos de %MAU por especie. Se expresan los valores en gradiente verde desde el más claro representando los valores menores hasta verde oscuro los más altos. En naranja se distinguen, *Lama guanicoe* incluye los elementos *Lama sp.* y *Phalacrocorax spp.* engloba todas las especies del género *Phalacrocorax* identificadas para un conteo general de %MAU.

Analizando la variabilidad en términos de familia taxonómica de los segmentos anatómicos mayormente representados, observamos que solo existen diferencias particulares a las familias que engloban especies de altos valores MAU, como Canidae y Otariidae, las que poseen distribuciones similares a sus exponentes de

mayores representaciones. La familia Charadriidae, no descrita en el ordenamiento anterior al no exhibir especies claramente identificables refleja proporciones similares a Procellariidae (Tabla. 8).

ELEMENTO	Bovina	Camelidæ	Canida	Caprina	Charadriidæ	Delphinoid	Equida	Felida	Larida	Otariidæ	Pelecanidæ	Phaisanidæ	Phalacrocoracit	Procellariid	Scolopacidæ	Sigmodontin	Spheniscidæ	Suidæ	Sulidæ
Craneo	40	50	66	100		63	71			100	29		12	50	100	100	33	100	30
Cuadrado													5,9				33		25
Mandibula	60	100	16			44			30	57			7,4			50	33		30
Atlas		83	33			37	71		13	29			8,8	50		33	33		20
Axis	40	66	67			50	71		9	29			2,9	50		33	33		20
Cervicales		47	20			45	71		18	25			9,4	3		33	33		30
Torácicas	10	24	2		100	35	83		31				39	7		36	33		38
Lumbares		60				37	100		19							40			6
(Sin)Sacro		83	33	100		63	71	100	25	29			44	100		17	33		60
Coxal	40	75	16			63	71		36				25		33				
Costillas	5	71	11			25	48		24										
Furcula										29			18				33		100
Coracoides				50						86			66				100		65
Esternon			17			13			53	29	100	26	50				67		80
Escapula	40	91		50		56	71		42	71			34			17	67		60
Humero	80	91	50	75		94		100	47	71	25	100	50		17	33			95
Radio(ulna)	60	83	100			100	71		36	86			32	75		17	33		60
Ulna		67		50			36		42	100			71	100		17	33		75
Carpos	20	8				13			6	43			5,9				33		45
(Carpo)Metacarpo	100	80	23	50		50	29	50	6	57			28				33		60
Femur	100	50	33			63	71	50	23	14	100	44	25		33	33			50
Patella	20	8				6			6				4,4				33		20
Tibia(tibiotarso)	60	42	33			63	71	50	48	29			56	25		50	33		40
Fibula		17					71		20				12		17				
Astrágalo	20	8				56	36		13										
Calcaneo	60	33				31	36		13										
Tarsos	20	17				13	36		8										
(Tarso)Metatarso	40	29				56	63		7	43			37	50			33		40
Falange 1	33		17	12		31	24		5				11	6			33		26
Falange 2	0	10	12			6	22		4				10	8			44		28
Falange 3			12	8		16	7,9		1				2,2				25		18
Falange 4													5,9						
Falange 5													5,9						
Falange 1 (ala)									17		24		4,9				33		43
Falange 2 (ala)											29		1,5				33		40

Tabla 8. Representación esquelética en términos de %MAU por familia (super y sub según corresponda). Se expresan los valores en gradiente verde desde el más claro representando los valores menores hasta verde oscuro los más altos.

1.2 Caracterización tafonómica

Se calculó el grado de atrición mediada por densidad en la muestra general utilizando las especies *Arctocephalus australis*, *Otaria flavescens* (Borella et al. 2007), *Lama guanicoe* (Stahl, 1999), *Canis lupus familiaris*, *Lycalopex culpaeus* y *Lycalopex griseus* en base a valores de *Vulpes vulpes* y *Vulpes velox* respectivamente (Novacosky y Popkin, 2005) ya que no existen a la fecha cálculos para estas especies. Para las especies domésticas *Bos taurus* y *Ovis aries* se utilizó los cálculos de Ioannidou (2003), *Capra hircus* fue comparado con valores de *Ovis aries*.

Las pruebas estadísticas realizadas en casi todos los casos no obtuvieron valores p inferiores al valor α establecido de 0,05. Solo el conjunto de valores de %MAU representando a *Lycalopex griseus* obtuvo una correlación significativa y moderadamente positiva con los valores de BMD para *Vulpes velox*, indicativo de la posibilidad de alteración de las proporciones esqueléticas representadas en la muestra mediada por factores de densidad mineral ósea para esta especie de zorro (Tabla. 9). Es necesario recalcar la limitación que posee esta afirmación ante la necesidad de compararlo con datos pertenecientes a otra especie⁵. En general y salvo este caso en particular la muestra parece no haberse visto afectada por sesgos representativos mediados por densidad, cabe considerar que las muestras según lo observado en la sección 1 del presente capítulo fueron consideradas representativas y por tanto la no significatividad de las pruebas realizadas se atribuye a la no relación entre las variables antes que a problemas de representatividad muestral⁶.

⁵ Ver Ioannidou (2003) o (Novacosky y Popkin, 2005) para una discusión acerca de las limitaciones de la utilización de valores BMD para el cálculo de la atrición de especies distintas a las de los valores calculados.

⁶ Aun considerando los comentarios de Wolverton et al. (2014)

Atrición mediada por densidad mineral ósea			
	<i>rho</i>	<i>p</i>	Valores BMD
<i>Lama guanicoe</i>	-0,4	0,15	Stahl 1999
<i>Canis lupus familiaris</i>	0,05	0,81	Novecosky y Popkin 2005
<i>Lycalopex culpaeus (Vulpes vulpes)</i>	0,07	0,93	Novecosky y Popkin 2005
<i>Lycalopex griseus (Vulpes velox)</i>	0,65	0,04	Novecosky y Popkin 2005
<i>Bos taurus</i>	0,8	0,83	Iannidou 2003
<i>Capra hircus (Ovis aries)</i>	0,35	0,8	Iannidou 2003
<i>Ovis aries</i>	0,71	0,4	Iannidou 2003
<i>Arctocephalus australis</i>	0,15	0,59	Borella et al. 2007
<i>Otaria flavescens</i>	0,28	0,19	Borella et al. 2007

Tabla 9. Valores de rho de Spearman y p de las pruebas estadísticas realizadas, en rojo se observa resaltado el valor significativo obtenido.

1.3 Tipos de traza identificadas

Fueron identificadas todas las 49 variables tafonómicas consideradas, subdivididas en 161 categorías. Todas las variables pudieron ser relevadas en la muestra recuperada al menos a nivel de sitio, no quedando una sola categoría de variable sin ser registrada al menos una vez (Tablas 10-13).

Estas 161 categorías (Anexo 4) se aprecian en diferentes porcentajes sobre la muestra total de elementos, para facilitar su descripción, se categorizarán según su distribución en la muestra en cuatro categorías, la primera aquellas con mayor presencia en el registro (100-50% del total), la segunda aquellas con presencia considerable (50-10% del total), tercero las trazas con presencia baja (10-1% del total) y finalmente aquellas trazas apenas apreciables en el registro actualístico (1-0% del total). Aún entendiendo que varias de estas categorías son interdependientes se asume que su porcentaje relativo guarda relación con su ubicuidad o eventual rareza de cada tipo de traza tafonómica.

Once son las variables observadas en casi la totalidad de la muestra (79,03-50%), la mayoría relacionadas a atributos del tipo de traza **Descoloración y tinción** además de **Descamación y agrietamiento** (Anexo 2). Estas describen a *grosso modo* que más de la mitad de las expresiones de descoloración abarcan entre un 90-100% del área de cobertura total en cada elemento, no poseen degradés tonales, asociación directa a otras trazas o excepciones de cobertura, son de penetración leve y morfología en parche y mayormente de coloración blanca. Se aprecia también que más de la mitad de la muestra presenta atributos de descamación comúnmente

asociados a meteorización como descamaciones abruptas acompañadas de agrietamientos paralelos de morfología perimetral también abrupta (Tabla. 10).

Variable de traza	%MNE
Asociacion a trazas lineales o perforaciones (no)	79,03
Morfologia de la cobertura (en parche)	68,40
Color (blanco)	60,59
Grado de penetración de la tinción (1)	60,47
Intensidad de la cobertura (1)	60,20
Excepcion en articulaciones o inserciones (no)	56,52
Degrade tonal (no)	51,89
Area de la cobertura (4)	51,27
Direccion del agrietamiento (paralelo)	52,30
Forma de las escamas (abruptas)	51,92
Morfología perimetral de la grieta (abrupta)	51,01

Tabla 10. Trazas tafonómicas con mayor presencia en el registro actualístico (100-50%), a la derecha se aprecian los porcentajes del MNE total alcanzados para cada categoría. En colores los tipos de traza, azul claro Descoloración y tinción, en naranja pardo Descamación y agrietamiento.

En la categoría de trazas con presencia considerable (50-10%), observamos atributos de traza asociadas a **Descoloración y tinción, Descamación y agrietamiento, Fractura y deformación, Hoyuelos y perforaciones y Abrasión y redondeamiento**. En cuanto a coloración apreciamos que aquí se integran en partes iguales aquellas trazas asociadas y ausentes de relación con descamación, de colores café y negro, con mas de un quinto de la muestra no exhibiendo tinción en articulaciones o inserciones, de intensidad media y áreas de cobertura entre los 90-50% y 50-10% casi en iguales proporciones. En cuanto a descamación vemos que el estado de afectación en grado leve (símil a estadio de meteorización 1) la intensidad de la descamación también leve y áreas de cobertura de entre 90 y 50% dominan cerca del 30% de la muestra, por su parte estados de afectación nivel 2 coinciden con mayores intensidades de descamación y menores áreas de afectación (50-10%). Le siguen atributos de fractura y deformación, con características asociadas a fracturas mineralizadas (*sensu* Johnson et al. 2016), como perfiles rectos de fractura y bordes rugosos de morfología transversal, coincidente con estos atributos aparecen en esta categoría los valores de *Fracture Freshness Index* (FFI) (Anexo 2) en su expresión más alta, le siguen una menor proporción atributos de fractura asociados a fracturas frescas como perfiles oblicuos de fractura de bordes lisos. Los atributos asociados a hoyuelos y perforaciones más numerosos están asociados a la presencia de fracturas compresivas asociadas a

las perforaciones, de agrupaciones compuestas, perfiles abruptos y secciones cónicas semicirculares en planta, todos atributos asociados comúnmente a perforaciones producto de la acción masticatoria de depredadores o carroñeros. Finalmente, los atributos asociados a abrasión o redondeamiento más frecuentes son la distribución generalizada en grado leve de trazas de abrasión de patrón uniforme (Tabla. 11).

Variable de traza	%MNE	Variable de traza	%MNE
Asociación a microfracturas/descamación (si)	40,29	Borde de la fractura (rugoso)	16,81
Asociación a microfracturas/descamación (no)	39,59	Angulo de la fractura (recto)	16,72
Color (café)	35,31	Morfología de la fractura (transversal)	14,64
Degrade tonal (si)	27,94	Fracture history profile (FHP) (mineralizado)	14,38
Excepción en articulaciones o inserciones (si)	23,31	Fracture Freshness Index (FFI) (6)	11,80
Color (negro)	19,97	Fracture history profile (FHP) (fresco)	11,42
Intensidad de la cobertura (2)	16,40	Angulo de la fractura (oblicuo)	11,22
Area de la cobertura (2)	12,71	Borde de la fractura (liso)	11,13
Area de la cobertura (3)	11,71	Fractura compresiva asociada	14,32
Intensidad de la descamación (1)	32,80	Textura del perímetro (abrupta)	14,23
Area de afectación de la pieza (3)	31,98	Morfología en sección (cónica)	14,14
Estado de afectación (1)	27,73	Composición de la marca (compuesta)	13,76
Area de afectación de la pieza (2)	19,94	Morfología del perímetro (semicircular)	10,42
Intensidad de la descamación (2)	19,77	Patrón de la traza (uniforme)	13,38
Estado de afectación (2)	17,51	Distribución de la traza (generalizada)	10,98
		Estado de abrasión (1)	10,48

Tabla 11. Trazas tafonómicas con presencia considerable (50-10%) en el registro actualístico, a la derecha se aprecian los porcentajes del MNE total alcanzados para cada categoría. En colores los tipos de traza, azul claro Descoloración y tinción, en naranja pardo Descamación y agrietamiento, azul Fractura y Deformación, beige Hoyuelos y Perforaciones y verde Abrasión y Redondeamiento.

Para las trazas con presencia baja (10-1%) observamos que aparecen numerosos atributos asociados a todos los tipos de traza analizados. **Descoloración y tinción** exhibe en esta categoría tinción de profundidad parcial y profunda, morfologías de cobertura mixta a dendrítica, de alta saturación y baja cobertura, además de las escasas apariciones de tinción verde (Tabla 12; Anexo 2).

En cuanto a **Perforaciones** en esta categoría se aprecian diferentes frecuencias desde 1 a 15, de diámetros variando entre los 3 a 12mm, de perímetro pseudovalado, en las posiciones A1, A2, C, H e I (Andrews y Fernández-Jalvo, 1997), de profundidad 1mm y en menor medida de composición simple (Tabla 12; Anexo 2).

Para las **Fracturas** es apreciable en estas proporciones la presencia de deformaciones postdeposicionales, perfiles de fractura secos, morfologías

longitudinales, helicoidales y oblicuas, además de los otros 6 estadios menores de FFI (Johnson et al. 2016). **Abrasión**, exhibe todos sus tamaños de cobertura del más bajo al más alto, estadios medios de afectación y distribuciones focales (Tabla 12; Anexo 2).

Descamación en sus niveles 3 y 4 son apreciables además de la aparición de las trazas con grietas curvadas asociadas a daño por inmersión. **Marcas lineales** exhiben una multiplicidad de atributos en este nivel, como la morfología en planta recta, ejes entre los 45° y 134°, direccionalidad semiparalela y paralela, concentraciones dispersas y focales, bases estriadas, planas e irregulares, de sección en cubeta, V y U, de largos entre 1 y 6mm, de entre 1 a 20 marcas lineales y en menor medida aquellos elementos exhibiendo más de 100 y con presencia de conos hertzianos y *shoulder effect*. (Tabla 12; Anexo 2).

Aparecen por primera vez bajo el 2% del total de los casos analizados trazas de **Corrosión y digestión**, exhibiendo en esta categoría afectación superficial, de grado leve y distribuciones de pieza completa (*sensu* Andrews, 1990) (Tabla 12; Anexo 2).

Variable de traza	%MNE	Variable de traza	%MNE
Grado de penetración de la tinción (2)	9,87	Area de la cobertura (2)	7,47
Morfología de la cobertura (mixta)	8,05	Area de la cobertura (3)	2,55
Grado de penetración de la tinción (3)	7,35	Distribucion de la traza (focal)	2,55
Area de la cobertura (1)	2,08	Estado de abrasión (2)	1,84
Morfología de la cobertura (dendritica)	1,23	Area de la cobertura (1)	1,76
Color (verde)	1,14	Area de la cobertura (4)	1,76
Intensidad de la cobertura (3)	1,08	Estado de afectación (3)	5,74
Fracture history profile (FHP) (seco)	8,87	Morfología perimetral de la grieta (curvada)	1,70
Deformacion de bordes	7,58	Estado de afectación (4)	1,43
Morfología de la fractura (longitudinal)	6,91	Morfología en planta (recta)	4,74
Fracture Freshness Index (FFI) (0)	6,33	Eje marca (90-134º)	4,30
Morfología de la fractura (oblicua)	3,48	Direccionalidad entre marcas (semiparalelas)	3,66
Morfología de la fractura (helicoidal)	3,28	Concentracion (dispersa)	3,07
Fracture Freshness Index (FFI) (1)	2,23	Concentracion (focal)	2,75
Fracture Freshness Index (FFI) (3)	2,20	Atributos de la base del surco (plano)	2,52
Fracture Freshness Index (FFI) (5)	2,17	Morfología en sección (cubeta)	2,43
Fracture Freshness Index (FFI) (2)	1,99	Largo maximo marcas lineales (1-3mm)	2,37
Fracture Freshness Index (FFI) (4)	1,23	Frecuencia total de marcas lineales (1-10)	2,28
Frecuencia total de perforaciones (1-5)	8,87	Morfología en sección (V)	2,05
Diametro (3-4mm)	4,80	Largo maximo marcas lineales (4-6mm)	2,02
Morfología del perímetro (pseudovalada)	4,36	Atributos de la base del surco (estriado)	1,90
Frecuencia total de perforaciones (6-10)	3,63	Direccionalidad entre marcas (paralelas)	1,73
Morfología y posicion anatómica (A2)	3,48	Presencia de conos hertzianos	1,61
Morfología y posicion anatómica (H)	3,16	Frecuencia total de marcas lineales (11-20)	1,52
Diametro (9-10mm)	2,96	Morfología en sección (U)	1,52
Morfología y posicion anatómica (C)	2,49	Atributos de la base del surco (irregular)	1,46
Diametro (5-6mm)	2,31	Shoulder effect	1,43
Morfología y posicion anatómica (A1)	1,79	Eje marca (45-89º)	1,14
Diametro (7-8mm)	1,67	Frecuencia total de marcas lineales (>100)	1,11
Profundidad (1mm)	1,41	Profundidad de afectacion (1)	1,43
Diametro (11-12mm)	1,35	Lugar y distribución (completo)	1,35
Morfología y posicion anatómica (I)	1,29	Grado de afectacion (1)	1,32
Frecuencia total de perforaciones (11-15)	1,20		
Composicion de la marca (simple)	1,05		

Tabla 12. Trazas tafonómicas con presencia baja (10-1%) en el registro actualístico, abajo se aprecian los porcentajes del MNE total alcanzados para cada categoría. En colores los tipos de traza, azul claro Descoloración y tinción, azul Fractura y Deformacion, beige Hoyuelos y Perforaciones, verde Abrasión y Redondeamiento, naranja pardo Descamación y agrietamiento, rojo Marcas lineales y amarillo Corrupción y Digestión.

Finalmente 53 atributos de traza se encuentran apenas apreciables. La **Abrasión** aparece en su grado más alto en estas bajas proporciones, con patrones subparalelos y aleatorios, pulimentados o bruñidos en la superficie. **Descamación** en su estado más alto, bajas áreas de afectación, escamas curvadas y agrietamientos perpendiculares. Para **Marcas lineales** morfología curva y sinuosa,

largos entre los 7 y >15mm, de direccionalidad aleatoria y perpendicular, de frecuencias entre las 21 y 99 marcas, de direccionalidad aleatoria y perpendicular, frecuencias entre las 21 y 99 marcas y finalmente ejes entre los 135° y 44°. **Hoyuelos y perforaciones** aparecen más profundas abarcando desde los 2 a 5mm y más, diámetros bajos (1-2mm) y muy grandes (13->15mm) también aparecen en estas proporciones, las posiciones en las que aparecen estas trazas quedan descritas por las zonas A, D, E y F (Andrews y Fernández-Jalvo, 1997), por último lugar aparecen en este nivel perforaciones de sección cúbica, perímetros suaves y textura sinuosa comúnmente asociados a procesos inorgánicos. Respecto a las variables de **Descoloración y tinción**, acá se exhiben las tinciones directamente asociadas a trazas lineales y perforaciones además de la poco común coloración roja en los tejidos. **Corrosión** por su parte en su mayoría se exhibe en estas proporciones, apareciendo aquí los daños de carácter profundo, en sus grados moderado, alto y extremo, de distribuciones focal, de una cara y epifisarias. Las **Fracturas** en este nivel bajo observadas corresponden a las de morfología columnar y “mariposa” (Tabla 13).

Variable de traza	%MNE	Variable de traza	%MNE
Estado de abrasión (3)	0,97	Morfología en planta (curva)	0,82
Presencia de brillo/bruñido	0,79	Largo maximo marcas lineales (10-12mm)	0,70
Estado de afectación (5)	0,91	Largo maximo marcas lineales (7-9mm)	0,44
Area de afectacion de la pieza (1)	0,67	Direccionalidad entre marcas (aleatoria)	0,41
Forma de las escamas (curvadas)	0,67	Frecuencia total de marcas lineales (21-30)	0,32
Direccion del agrietamiento (perpendicular)	0,41	Frecuencia total de marcas lineales (31-40)	0,32
Morfología y posicion anatómica (G)	0,91	Morfología en planta (sinuosa)	0,29
Profundidad (3mm)	0,79	Frecuencia total de marcas lineales (51-99)	0,23
Diametro (1-2mm)	0,76	Largo maximo marcas lineales (>15mm)	0,23
Diametro (13-15mm)	0,73	Eje marca (0-44°)	0,20
Morfología y posicion anatómica (A)	0,73	Largo maximo marcas lineales (13-15mm)	0,18
Morfología en sección (cubica)	0,64	Eje marca (135-179°)	0,15
Morfología y posicion anatómica (D)	0,56	Frecuencia total de marcas lineales (41-50)	0,12
Textura del perímetro (suave)	0,56	Direccionalidad entre marcas (perpendiculares)	0,03
Frecuencia total de perforaciones (>50)	0,53	Asociacion a trazas lineales o perforaciones (si)	0,79
Morfología y posicion anatómica (E)	0,41	Color (rojo)	0,26
Frecuencia total de perforaciones (16-20)	0,32	Profundidad de afectacion (2)	0,73
Profundidad (2mm)	0,29	Lugar y distribución (epifisaria)	0,56
Frecuencia total de perforaciones (21-50)	0,26	Grado de afectacion (3)	0,47
Diametro (>15mm)	0,23	Grado de afectacion (2)	0,29
Profundidad (5mm)	0,20	Lugar y distribución (una cara)	0,15
Profundidad (>5mm)	0,06	Lugar y distribución (focal)	0,12
Morfología y posicion anatómica (F)	0,03	Grado de afectacion (4)	0,09
Profundidad (4mm)	0,03	Morfología de la fractura (columnar)	0,38
Textura del perímetro (sinuosa)	0,03	Morfología de la fractura (mariposa)	0,12
		Estado de abrasión (4)	0,23
		Patron de la traza (aleatorio)	0,09
		Patron de la traza (subparalelo)	0,06

Tabla 13. Trazas tafonómicas con presencia extremadamente baja (1-0%) en el registro actualístico, abajo se aprecian los porcentajes del MNE total alcanzados para cada categoría.

1.4 Tipos de trazas y procesos asociados

A continuación los atributos serán expresados en términos de su tipo de traza y el conjunto de procesos interpretados para explicar su presencia en el registro, se destacarán además aquellos casos que se consideren poco usuales o que no hayan sido previamente documentados en la literatura zooarqueológica de la zona.

Para el tipo de traza de **Marcas lineales**, es posible apreciar un conjunto de características asociables a diferentes procesos de alteración tafonómica tanto orgánicos como inorgánicos, donde la presencia de caracteres diagnósticos de tipos de traza asociados a mordeduras, pisoteo y radiculados. La posición anatómica donde fueron encontradas mayor cantidad de marcas lineales fueron las diáfisis de huesos largos, seguido de epífisis y también afectando piezas completas, otras locaciones de afectación fueron solo zonas particulares como articulaciones. La direccionalidad de las marcas muestra una marcada tendencia hacia ángulos perpendiculares y diagonales respecto del eje central de los huesos (Fig. 11). Atributos claramente asociables a mordidas de roedor fueron identificados principalmente por perfiles rectos de menos de 4mm, con altas frecuencias totales, ordenamiento semiparalelo focal y generalizado, de sección en cubeta y bases planas y planta recta (Fig. 10), también fueron apreciables mordidas de animales carroñeros de diferentes tamaños, cuya característica diagnóstica más concreta descansó en secciones del surco en forma de U, bases irregulares además de direccionalidad semiparalela y aleatoria, los largos máximos varían bastante entre los 40 y 2mm, además de su concentración y frecuencia (Fig.11 y 12).



Figura 10. Elementos con marcas lineales asociadas a mordeduras de roedor resaltadas en rojo

Fueron identificadas en gran parte del conjunto acciones de pisoteo o arrastre de huesos, el conjunto de rasgos diagnóstico de estos procesos, consistió de marcas de con sección en V, conos hertzianos, bases estriadas y *shoulder effect*, atributos comúnmente asociados a huellas de corte antrópicas. Sin embargo otros, atributos como largos bajo los 10mm, frecuencias variables y una direccionalidad completamente paralela en casi la totalidad del conjunto de trazas identificadas, provocada por el arrastre de la pieza completa en una o varias direcciones específica en cada instancia, pudiendo generar además trazas lineales de plantas rectas y curvas descartando completamente la posibilidad de un origen antrópico (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016, pp 25-100). Muy pocas instancias de radículas fueron registradas, caracterizadas principalmente por plantas de traza sinuosa (dos inflexiones) longitudes y frecuencias bajas y bases irregulares de perfil en U (Fig. 13 y 14).

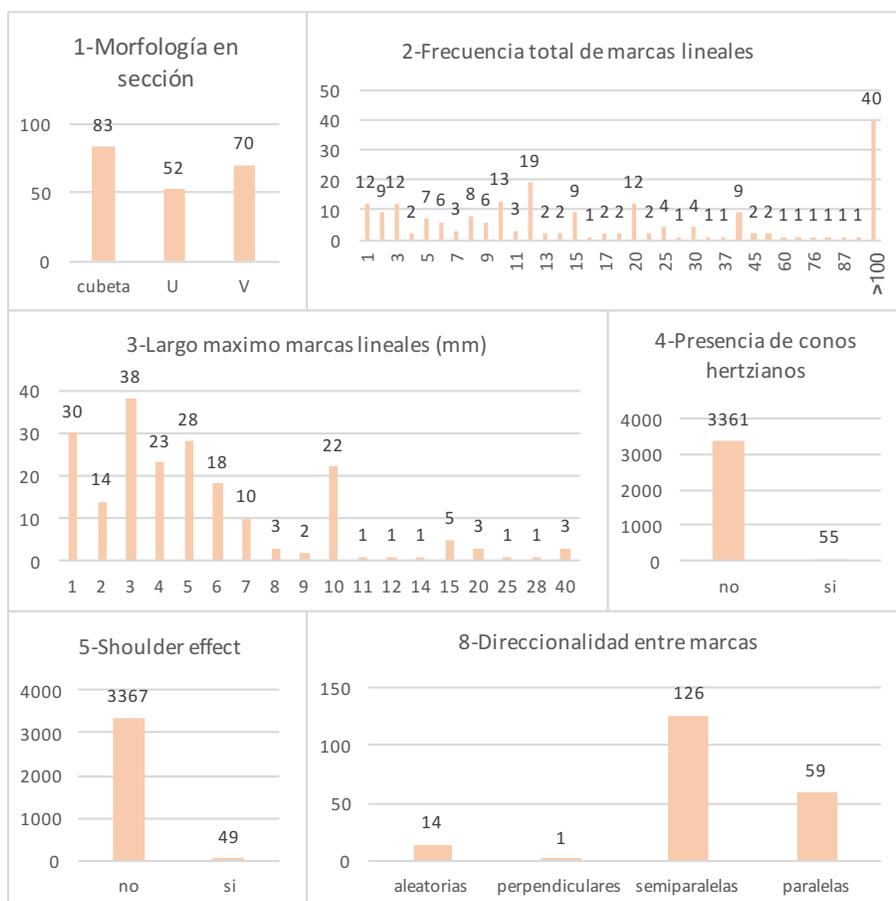


Figura 11. Caracterización de atributos de Marcas lineales, el eje de la izquierda representa el numero de observaciones en cada categoría (atributos 1-5 y 8 ver Anexo 2).

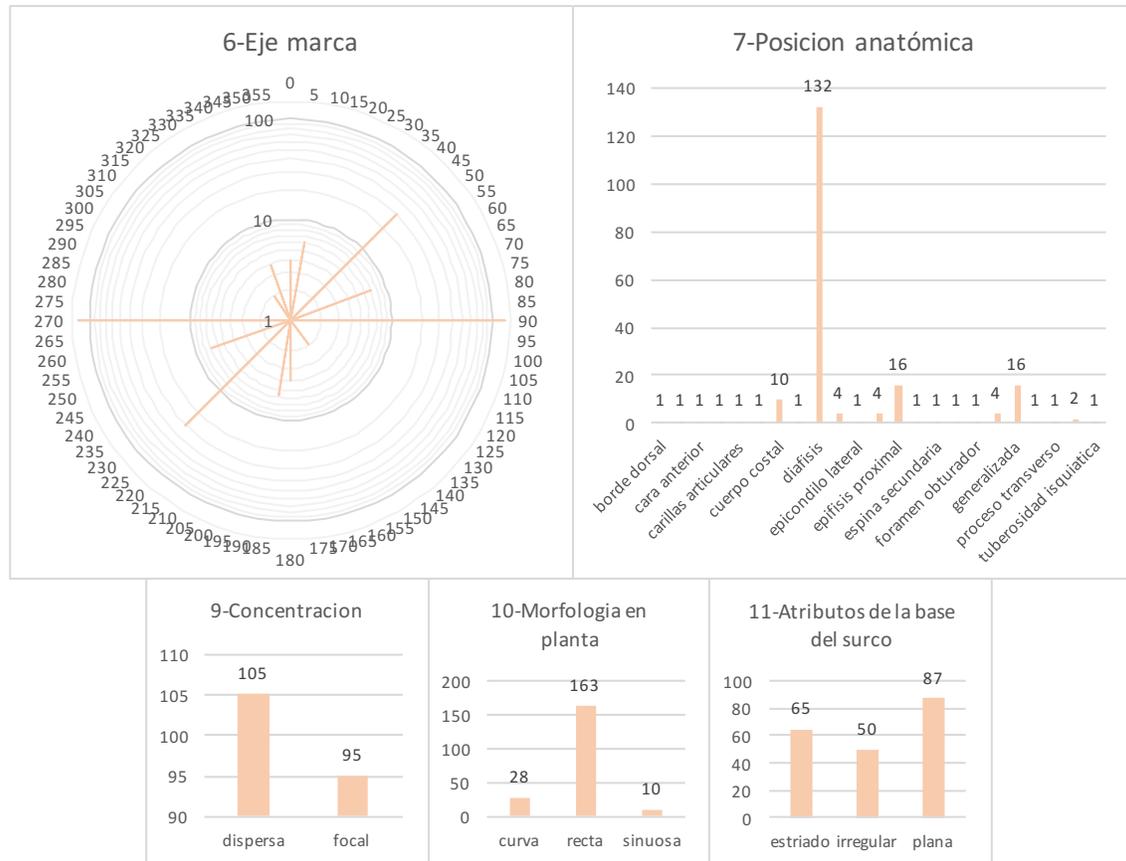


Figura 12. Gráfico de rosa y rango de variación de características de Marcas lineales, el eje de la izquierda representa el numero de observaciones en cada categoría (atributos 6, 7 y 9-11 ver Anexo 2)

Para el tipo de traza **Hoyuelos y perforaciones**, destaca la presencia de caracteres diagnósticos asociados a mordeduras de diferentes potenciales agentes, abrasión y erosión hídrica. Pocos casos de perforaciones por abrasión hídrica fueron observados, caracterizado principalmente por perímetros de texturas sinuosas o suavizadas, de sección cúbica, frecuencias de perforación de más de 100 instancias, de tamaños de 2mm o inferiores, composición compuesta y generalmente posicionados en zonas de diáfisis de huesos planos (“A2”) (Andrews y Fernández-Jalvo, 1997). Las perforaciones interpretadas como mordeduras presentaron como factor común la asociación a fracturas compresivas y texturas abruptas, en cuanto a otras variables se observó gran variabilidad tanto en la posición de las perforaciones, la composición, el número total y la morfología del

perímetro, destacando sobre todo la variación en profundidad y diámetro de perforación (Fig. 13).

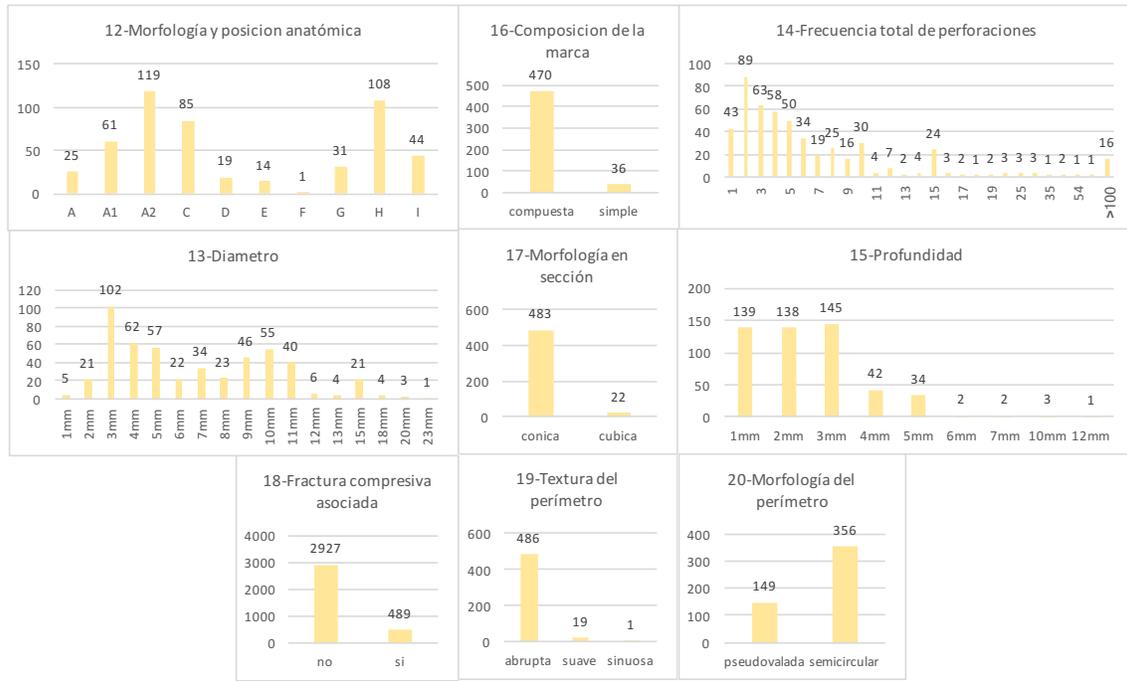


Figura 13. Rango de variación de características de Hoyuelos y perforaciones, el eje de la izquierda representa el número de observaciones en cada categoría (atributos 12-20 ver Anexo 2)

Los valores de diámetro y profundidad permitieron interpretar procesos de alteración asociables tanto a carroñeros pequeños, carnívoros medianos y grandes (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016), rangos entre los 0-5mm de diámetro y profundidades de 1-3mm. Se asocian a pequeños carnívoros como *Lycalopex* spp. o *Felis catus* con cierto traslape con especímenes pequeños de *Canis lupus familiaris*, diámetros entre los 6-12mm y de profundidades entre 1-15mm en la categoría de carnívoros medianos solo pueden ser interpretados como *Canis lupus familiaris*, finalmente aquellas perforaciones entre los 10-23mm de diámetro y profundidades entre los 5-12mm son interpretados como posible producto de actividad de *Puma concolor* (Kaufmann et al. 2018; Gutiérrez et al. 2018) (Fig. 14).

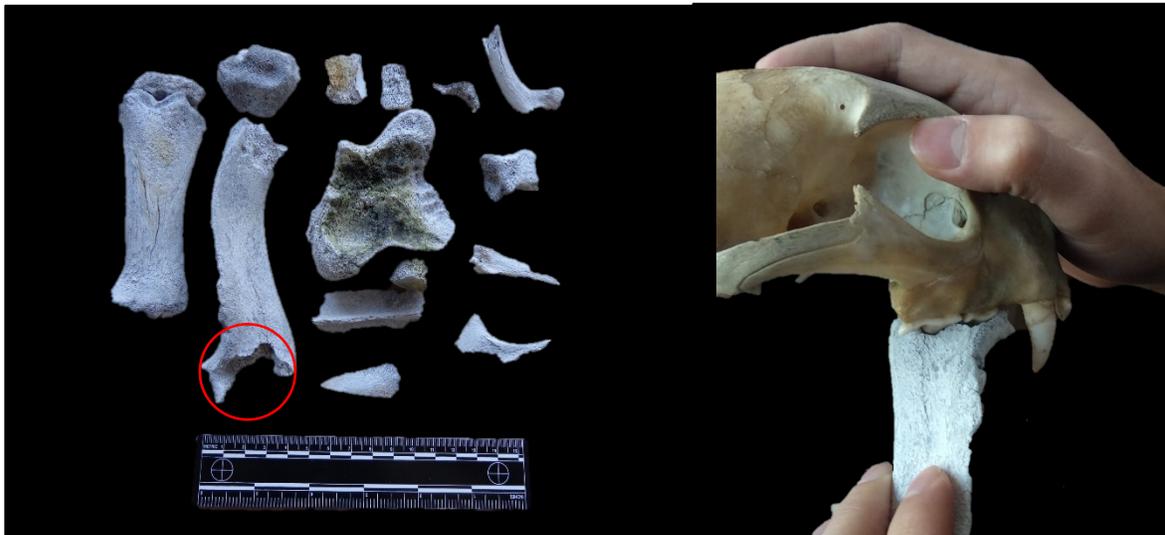


Figura 14. A la izquierda un conjunto con perforaciones asociadas a mordeduras de Puma concolor, a la derecha la perforación resaltada en rojo es alineada con las piezas dentales P4 y M1 de un ejemplar juvenil de Puma concolor.

Si bien el rango de tamaños de diámetro y profundidad sobre los restos entre las categorías de mediano y gran carnívoro presenta cierto grado de traslape (ver Fernández-Jalvo y Andrews, 2016, pp. 101-108), consideramos que las características morfológicas anexas como la posición anatómica y características de fracturas asociadas son suficientes para sostener la presencia de actividad de grandes carnívoros, en concordancia con numerosos estudios sobre tafonomía actualística sobre el tema (Martin y Borrero, 1997; Borrero et al. 2005; Mondini y Muñoz, 2008; Muñoz et al. 2008; Stiner et al. 2012; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Borrero et al. 2018; Kaufmann et al. 2018)

El tipo de traza **Descoloración y tinción** como ha sido mencionado anteriormente, estuvo presente en gran parte de la muestra actualística, donde la descoloración blanca, de baja intensidad, baja penetración y gran área de cobertura en parche es la tónica. A estas variables se asocian microfracturas y descamaciones, resultado de procesos de meteorización en distinto grado, las cuales se emplazan irregularmente sobre los elementos evitando articulaciones e inserciones y presentando degradé tonal. En cuanto a coloración por su parte, presenta los colores café y negro en considerable número, asociados a patrones de cobertura mixtos, en parche y dendríticos, de coberturas variables entre leve a intensa cobertura y áreas de cobertura variables entre 100 y >10% del total, la presencia abundante de degradé tonal y penetración de superficial a profunda (Fig. 15).

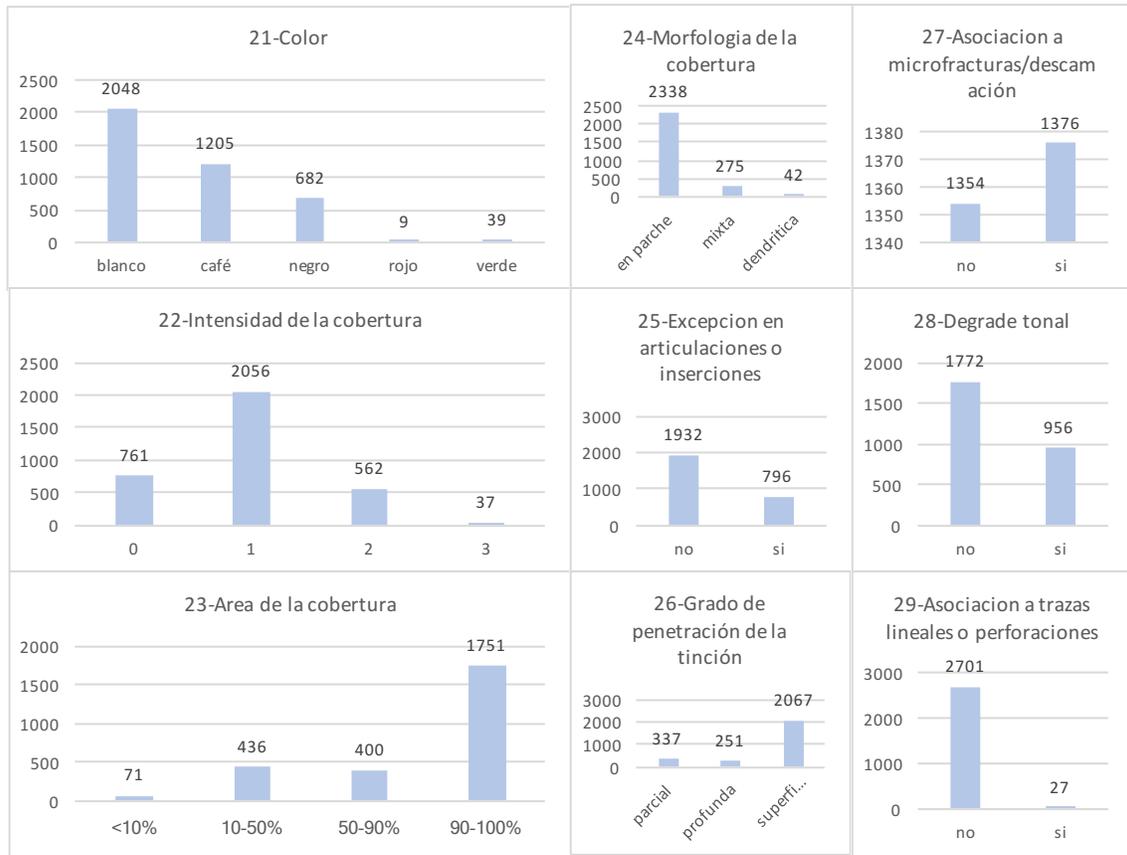


Figura 15. Rango de variación de características de Descoloración y tinción, el eje de la izquierda representa el número de observaciones en cada categoría (atributos 21-29 ver Anexo 2)

Las escasas apariciones de coloración roja y verde se encuentran asociadas a marcas lineales o perforaciones, potencialmente estas trazas están asociadas a inmersión y abrasión hídrica para la tinción verde y al ataque por parte de radículas para la tinción roja.

Las trazas de abrasión y redondeamiento presentan dos modalidades que reflejan diferentes procesos de afectación. La primera y menos abundante, constituye la abrasión producto de abrasión en medios hídricos, caracterizada por afectación generalizada, pulimentado o bruñido, áreas completas de cobertura uniforme y estadios de abrasión 3-4 (Fig. 16).



Figura 16. Elementos con abrasión y redondeamiento asociado a transporte hídrico.

El segundo proceso inferido refiere a evidencias de abrasión producto de arrastre coluvial de las piezas y si bien varían considerablemente en sus atributos de estadio, área, distribución y patrón, se caracterizan por carecer completamente de evidencias de bruñido o pulimentado aún presentando claras evidencias de redondeamiento (Fig. 17)

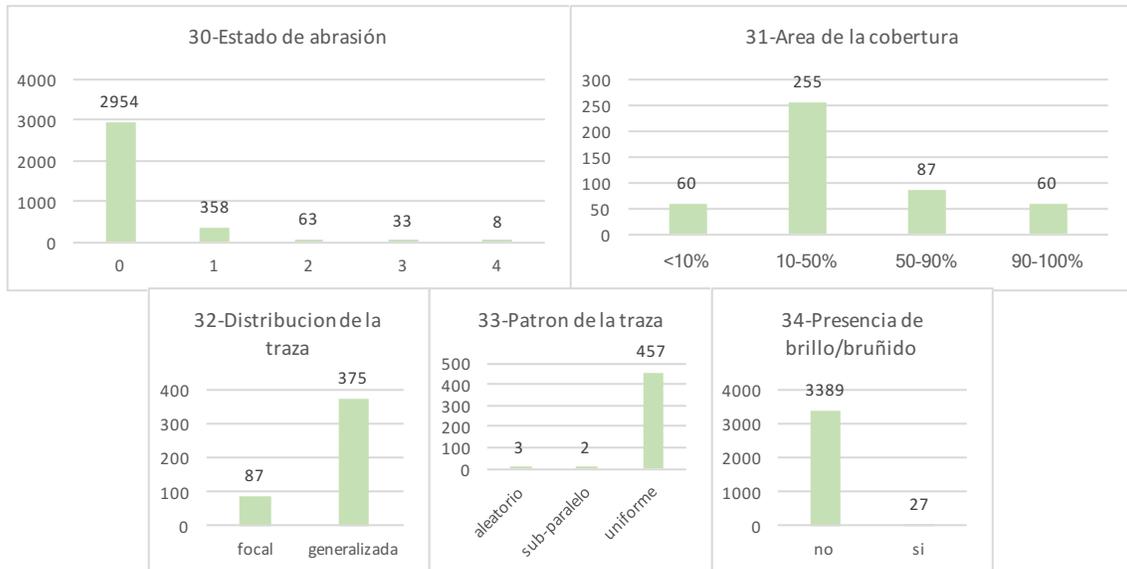


Figura 17. Rango de variación de características de Abrasión y redondeamiento, el eje de la izquierda representa el numero de observaciones en cada categoría (atributos 30-34 ver Anexo 2)

El tipo de trazas de **Descamación y agrietamiento** concentran evidencias de procesos asociados a meteorización y a descamación y agrietamiento por inmersión. Las trazas interpretadas como evidencias de procesos de alteración por inmersión responden principalmente a la aparición de agrietamientos curvados y también descamación de morfología curvada, las estas trazas asociadas a inmersión se presentan paralelas y perpendiculares al eje de las piezas, generalmente afectando piezas completas y estados de afectación entre estadíos 1 y 3. Por su parte las trazas interpretables como producto de procesos de meteorización presentan gran variabilidad, con todo el rango de estadíos de afectación (1-5), afectación desde focal, parcial y completa, además de descamación leve e intensa, otros atributos como la direccionalidad del agrietamiento, morfología y forma de escamas se encontraron en ordenamientos paralelos y bordes abruptos como han sido numerosas veces definidos para esta clase de procesos de alteración (Bochenski y Tomek, 1997) (Fig. 18)

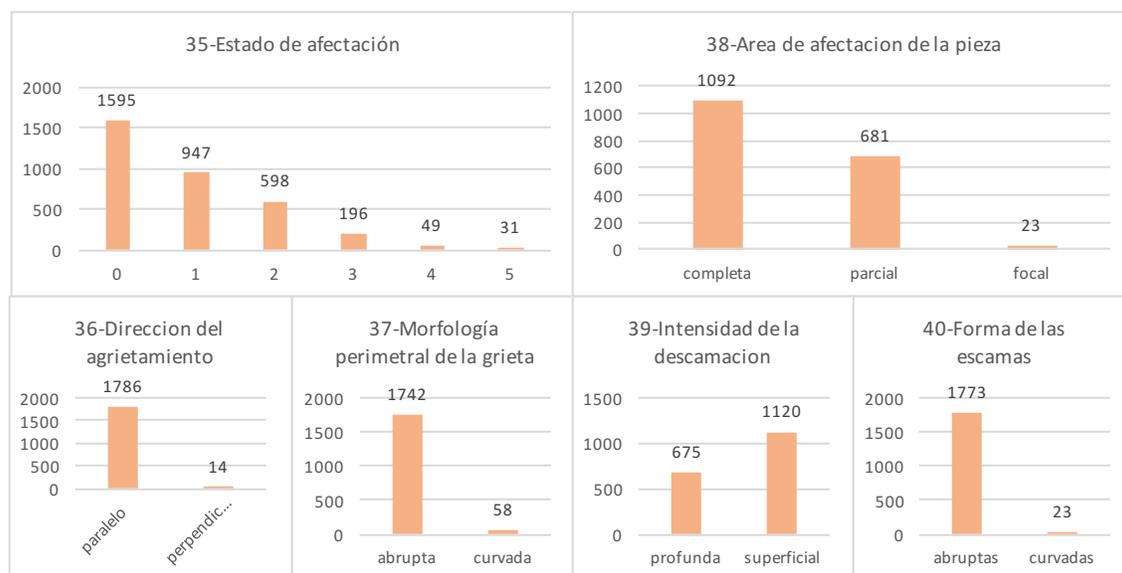


Figura 18. Rango de variación de características de Descamación y agrietamiento, el eje de la izquierda representa el número de observaciones en cada categoría (atributos 35-40 ver Anexo 2)

Las evidencias existentes de procesos de corrosión y digestión, fueron interpretadas como producto de digestión gástrica y corrosión sedimentaria. El único indicador diagnóstico para distinguir evidencias de digestión leve de corrosión sedimentaria es la distribución de la afectación y la profundidad, donde en el caso de la corrosión es esperable afectación parcial focalizada en los puntos de contacto con el sedimento, mientras que la inmersión asociada a la digestión genera patrones de afectación generalizado o que afecta selectivamente secciones menos densas de

los elementos óseos (Andrews, 1990). En el caso de digestión fueron observables todos los estadios de afectación sugiriendo procesos mediados por diferentes agentes (Fig. 19)

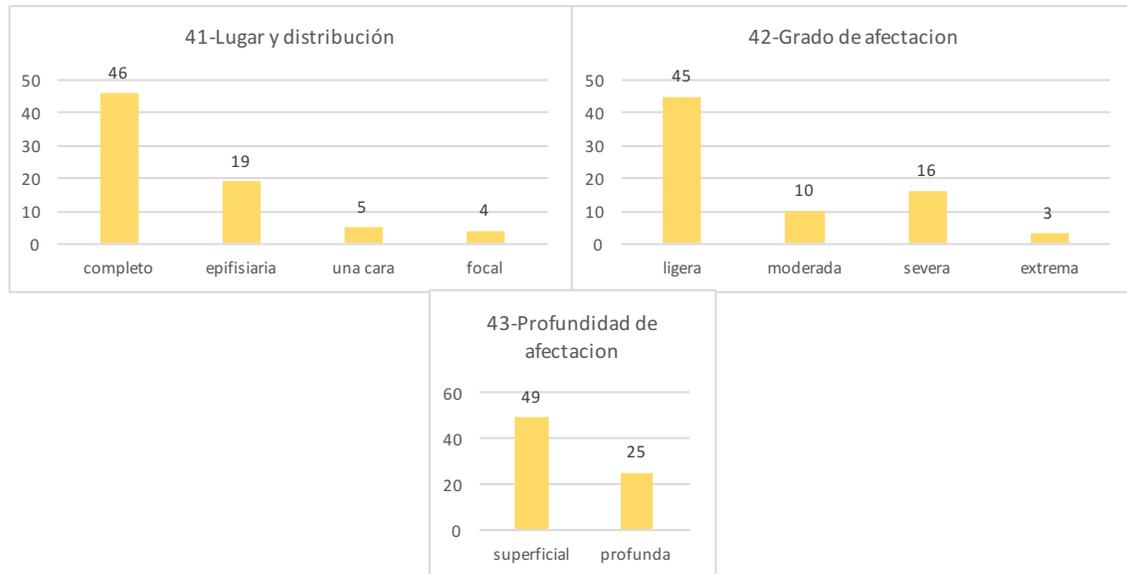


Figura 19. Rango de variación de características de Corrosión y digestión, el eje de la izquierda representa el numero de observaciones en cada categoría (atributos 41-43 ver Anexo 2)

Para el tipo de traza de **Fractura y deformación**, fueron procesos de alteración post depositacionales, además de fracturas producidas previas a la depositación o generadas en instancias cercanas a la muerte biológica de los especímenes colectados. En algunas instancias de fractura postdepositacional se observó la deformación de segmentos óseos planos. Los procesos de fractura postdepositacionales se asocian mayoritariamente a fracturas transversales, longitudinales y columnares (asociadas a agrietamientos/descamación), bordes rugosos y ángulos de fractura rectos. Por otro lado, las fracturas perimortem o “en fresco” observadas se caracterizan por fracturas helicoidales, oblicuas y “mariposa”, ángulos oblicuos de fractura y bordes lisos (Fig. 20).

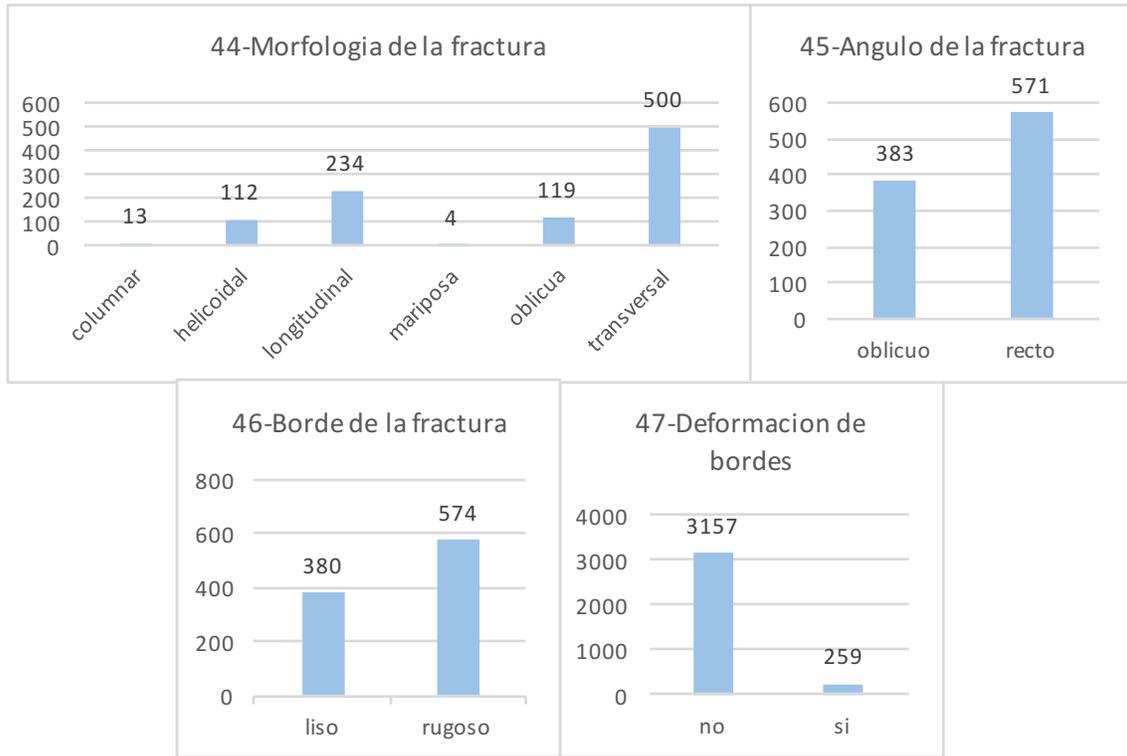


Figura 20. Rango de variación de características de Fractura y deformación, el eje de la izquierda representa el numero de observaciones en cada categoría (atributos 44-47 ver Anexo 2)

Hemos seguido los lineamientos propuestos tanto por Outram (2002), así como las sugerencias para interpretar los contextos fracturados de Johnson y colaboradores (2016). De acuerdo a los índices FFI y el perfil FHP, es apreciable que la muestra presenta elevadas cantidades de restos fracturados en los extremos del espectro, indicando que hay procesos tafonómicos de diversa naturaleza. Si bien los resultados de Johnson et al. (*op cit*) no consideran datos de entornos no antrópicos, las tendencias de FHP no coinciden con patrones de fractura experimental de extracción de médulas o contextos antrópicos de consumo. Sostenemos por tanto, que estos resultados develan interacciones entre carnívoros/carroñeros y posterior meteorización/agrietamiento de los restos con períodos largos de inactividad entre procesos, lo que explicaría la baja cantidad de restos entre los niveles 2-4 de FFI así como la baja cantidad de fracturas secas y sus variantes en relación a las fracturas mineralizadas y frescas (Fig. 21).

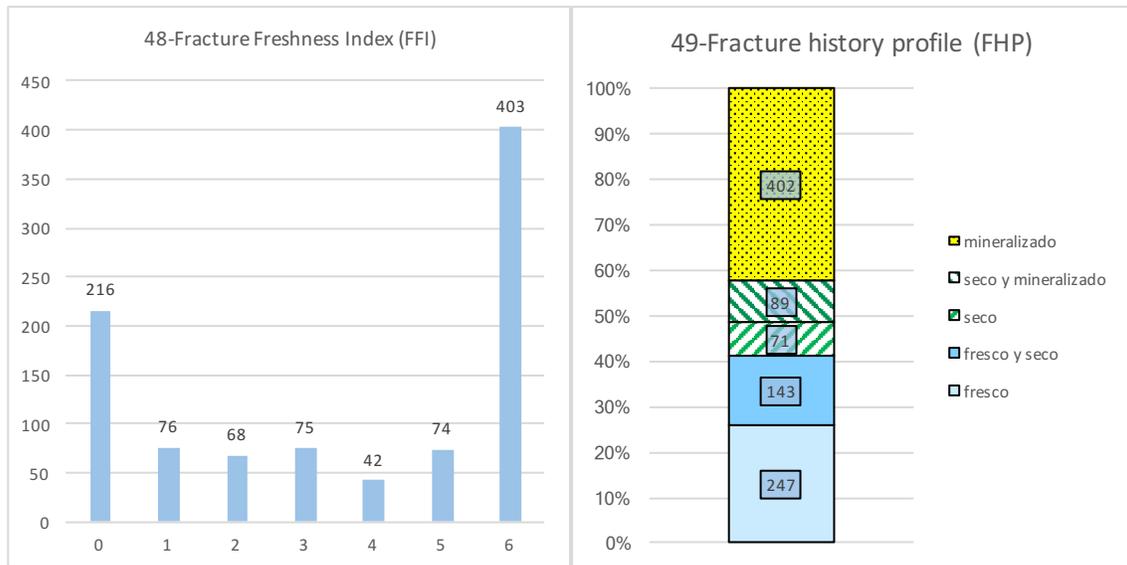


Figura 21. Rango de variación de características de Fractura y deformación, sensu Johnson et al. 2016 se exhiben tanto los valores de FFI como de FHP del total de la muestra (atributos 48-49 ver Anexo 2)

2. Distribución de atributos

Cada tipo de traza presenta diferentes atributos como los mencionados anteriormente, si bien muchos no se distribuyen homogéneamente a lo largo del territorio, ciertos tipos de atributo son apreciables casi en la totalidad de los sitios analizados. Coincidente con lo establecido en las paginas anteriores los atributos de descoloración y tinción se aprecian transversalmente afectando casi la totalidad de los sitios, aun cuando aparecen en diferentes porcentajes, de forma similar se puede observar que atributos de descamación y agrietamiento se observan también distribuidos a lo largo de la muestra. Otros atributos como fractura y perforaciones se observan también en alta cantidad de sitios, pero presentan un patrón intermitente de afectación a lo largo de los sitios, situación que puede estar relacionada a variables altitudinales (Fig. 22).

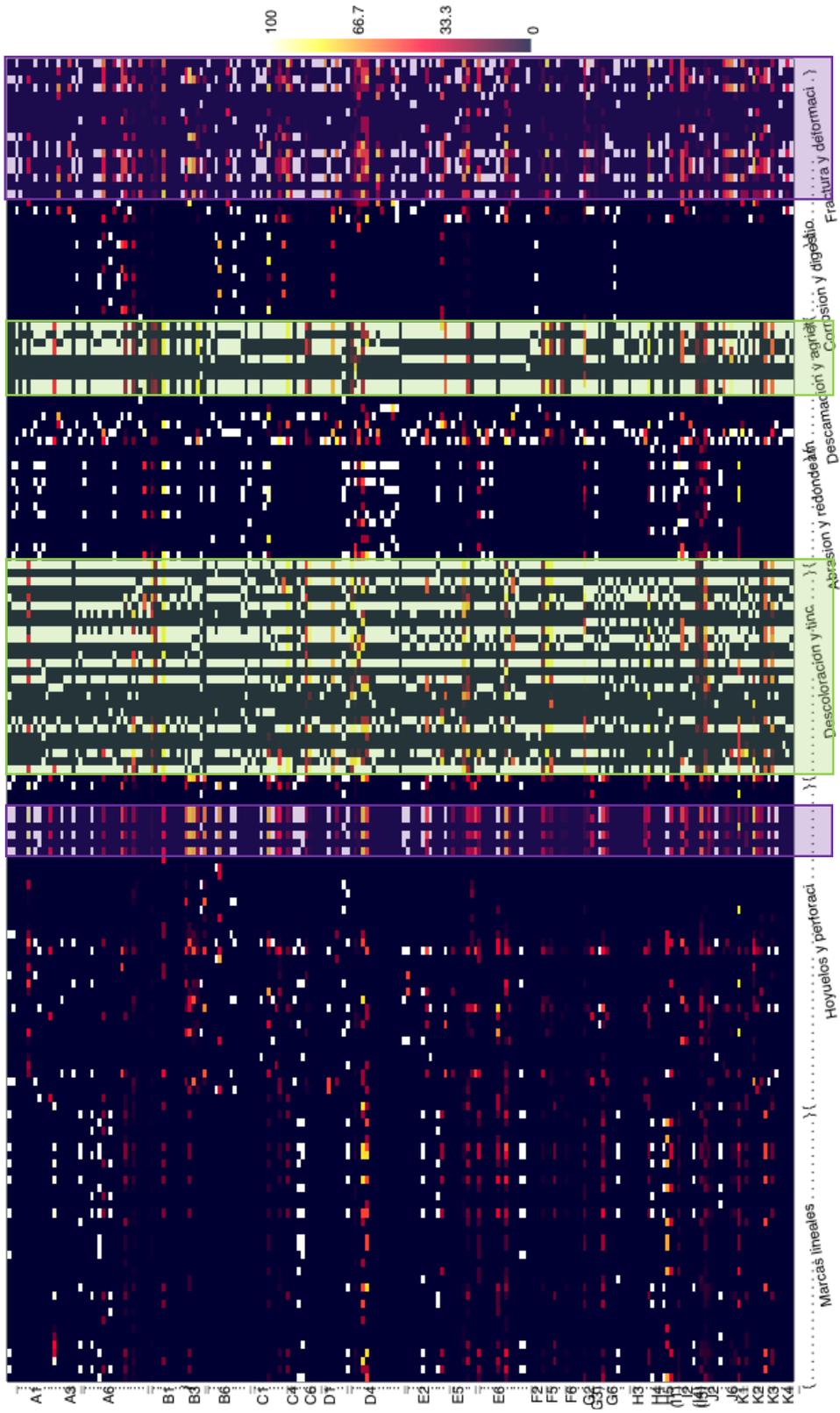


Figura 22. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación por atributo versus sitios analizados. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada sitio. Enmarcados en rectángulos verdes se aprecian conjuntos de atributos de alta distribución, en morado se aprecian atributos de distribución intermitente (ver Anexo 4).

2.1 Distribución geomorfológica

Es posible apreciar que, entre las dos geomorfologías estudiadas Farellón Costero y Cordillera de la Costa, no existen diferencias destacables en una primera instancia, al menos en cuanto a la proporción total de afectación de trazas. Similar a lo observado en las proporciones de afectación para sitios individuales, se aprecia una tendencia general de afectación relacionada a tinción y descoloración, además de evidencias de descamación y agrietamiento. Sin embargo, al comparar las proporciones observables entre las transectas individuales de recolección de N a S, es visible una relativa prevalencia de evidencias de abrasión, perforaciones y marcas lineales en un grupo de transectas provenientes del sector Cordillera de la Costa. Salvo estas particularidades las transectas se comportan de forma heterogénea en cuanto a la intensidad de las proporciones observadas para las evidencias de afectación en general (Fig. 23).

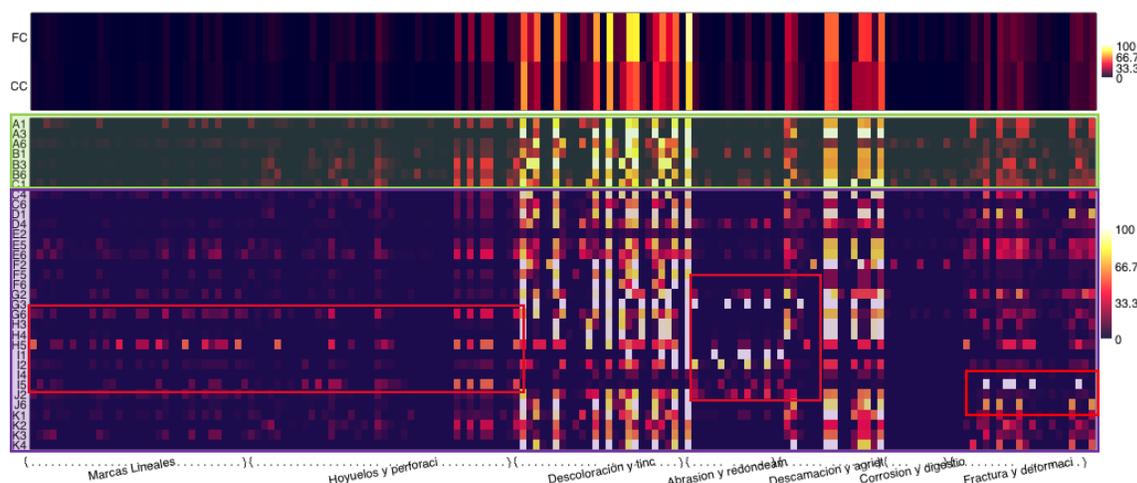


Figura 23. Gráficos de matriz de porcentajes de afectación versus geomorfología de proveniencia (arriba) y transecta de proveniencia (abajo). De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada posición. En el grafico inferior el rectángulo verde transectas dentro de Farellón costero y en morado transectas dentro de Cordillera de la Costa (CC). Los rectángulos rojos ilustran variables de marcas lineales, perforaciones y abrasión destacables en CC por presentar representaciones sobre los 50% (ver Anexo 4).

2.2 Distribución altitudinal

Como fue reportado al inicio de este capítulo, solo se identificaron acumulaciones en el piso **MGpHp**. Por lo que para rescatar la potencial variabilidad altitudinal de afectación tafonómica en el registro se establecieron intervalos de 20m para subdividir la muestra. De este ejercicio se identificó de forma general que los restos

en alturas mayores a los 60 msnm. presentan altas cantidades de restos afectados por procesos de agrietamiento, fracturas mineralizadas y coloración blanca. Es notable también la incidencia menor pero considerable de trazas de perforación para el conjunto sobre los 60 msnm, así como la aparición de evidencias de corrosión sobre los 80 msnm. En general los conjuntos bajo los 60 msnm. se presentan heterogéneos respecto de indicadores que reflejen tendencias generales de afectación (Fig. 24).

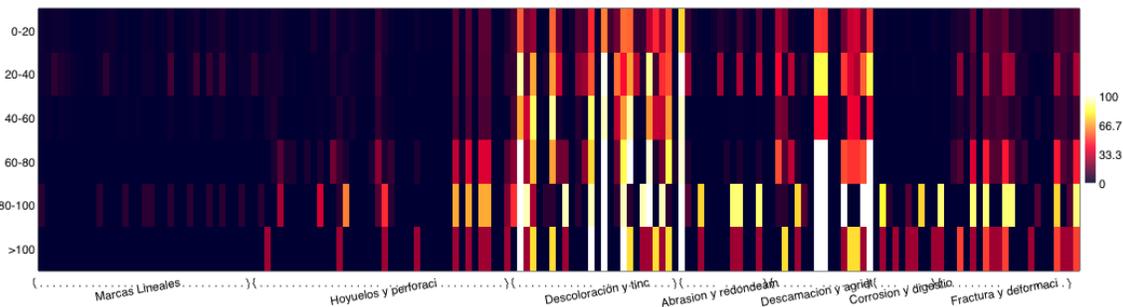


Figura 24. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación versus intervalo altitudinal en msnm. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada posición. Arriba se aprecian los sitios más cercanos al nivel del mar y abajo aquellos más elevados (ver Anexo 4).

2.3 Distribución en relación a la línea de costa

Se encontraron sitios a múltiples distancias del borde costero, desde escasos metros hasta más de un kilómetro, por lo que se dividió el conjunto en intervalos de 100 metros hasta los 500, para luego incluir todos los sitios desde los 500m hasta 1km en un solo conjunto y los sobre 1km en otro conjunto final. Esta división responde a la cantidad de sitios incluidos en cada categoría, donde los dos intervalos mayores poseen en promedio la misma cantidad de sitios que los intervalos más cercanos a la costa.

En general se aprecia que al igual que en otros atributos de posición todos los sitios exhiben altas cantidades relativas de trazas asociadas a descamación y tinción. Sin embargo, en referencia a su cercanía a la costa es posible apreciar ciertas diferencias notables en las intensidades relativas de este tipo de trazas, donde destaca el paulatino incremento de la intensidad de coloraciones blancas a medida de que los sitios se alejan de la línea costera llegando casi al 100% en sitios alejados más de 1km. Así mismo las trazas de descamación asociadas a meteorización si bien no se presentan necesariamente más frecuentes a medida que se alejan de la costa, los estadios observables en cada conjunto si se aprecian progresivamente

más heterogéneos, desde los sitios cercanos a la costa que exhiben principalmente estadios 1 y 2, hasta los sitios sobre 1km que presentan restos en toda la gama de estadios de afectación del 1 al 5, (*sensu* Bochensky y Tomek, 1997) (Fig. 25).

Otros atributos que destacan por su mayor presencia relativa en el registro a medida que aumenta la distancia de la costa, son las marcas lineales, perforaciones y atributos de fractura. Si bien no presentan una tendencia general que permita asociar estas trazas a procesos tafonómicos específicos es posible sostener que los sitios aparentan estar sometidos a procesos de perforación, fractura y marcas lineales en mucho mayor frecuencia a medida que se presentan alejados de la costa, inclusive considerando trazas de abrasión o corrupción química, las cuales no parecen estar relacionadas a la distancia con la costa (Fig. 25).

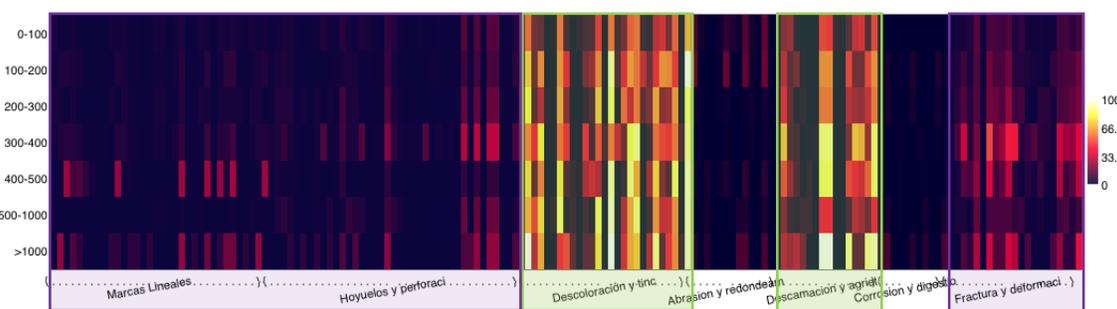


Figura 25. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación versus intervalo de distancia de la línea costera en metros. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada posición. Arriba se aprecian los sitios más cercanos al nivel del mar y abajo aquellos más elevados. En rectángulos verdes las trazas de coloración y descamación, en morado las trazas de marcas lineales, perforaciones y fractura respectivamente (ver Anexo 4).

3. Caracterización general del material arqueológico

El material arqueológico considerado para su comparación con la muestra actualística ascendió a 4885 fragmentos (NISP), los cuales alcanzan diferentes niveles de identificación taxonómica. Casi un tercio de la muestra arqueológica no pudo ser determinada a un nivel taxonómico más específico quedando en las categorías Mammalia indeterminado (24%) o Aves indeterminado (7%). El conjunto de NISP en este caso conforma un MNE que ascendió a 2523 elementos. Por último, 48 individuos fueron identificables para los valores MNI. La gran mayoría del volumen del conjunto arqueológico proviene de los sitios en la zona norte del área de estudio (75% NISP/ 83,5% MNE). Seguidos por la zona centro (16% NISP/ 9,9% MNE) y por último la zona sur (8,7% NISP/ 7,6% MNE) (Tabla. 14 y 15).

Características de sitios analizados

	Atributos del sitio					Ocupaciones registradas			
	Tipo	Saqueo	Geomorfología	Altura	D. Costa	Arcaico 4	Arcaico 5	Arcaico 6	PIT
Zapatero	Conchal	No	Farellón	100-200	0-20	x	x	x	x
Paposo N 9	Alero	No	Farellón	300-400	20-40	x	x	x	x
Agua Dulce	Conchal	No	C. Costa	0-100	0-20			x	x
Caleta Bandurrias	Conchal	Si	C. Costa	0-100	0-20	x			
224-A	Alero	No	C. Costa	100-200	0-20	x		x	
Paso Malo Arcaico	Cielo abierto	No	C. Costa	0-100	0-20	x		x	
Hornos de Cal	Conchal	No	C. Costa	0-100	0-20	x	x	x	x

Tabla 14. Sitios arqueológicos, sus características de posición geográfica y secuencia ocupacional.

En términos de especies y su NISP, podemos observar que un 90,5% de la muestra total se encuentra compuesta por mamíferos mientras que solo un 9,5% está compuesto por aves. Para los mamíferos, la familia taxonómica mayormente representada es Otariidae (25,6%) la cual integra a Otariidae no identificado (24,2%), *Otaria flavescens* (1%) y *Arctocephalus australis* (0,4%), seguidos por Camelidae (16,4%) conteniendo a Camelidae no identificado (4,4%), *Lama* sp. (6,7%) y *Lama guanicoe* (5,4%), siguiente en representación están un conjunto de familias agrupadas bajo el orden Rodentia (2,8%), seguidos de cerca por Canidae (2,8%) conteniendo a Canidae indeterminado (2,7%) y *Lycalopex* sp. (0,1%), para luego pasar a Mustelidae (1,03%), los parvordenes Mysticeti (1,1%) y Odontoceti (1,1%) y por último Felidae (0,02%). El resto del conjunto pertenece a especímenes de mamíferos no identificables (39,6%) (Tabla. 15).

En cuanto a el 9,5% representado por aves, un 1,1% está representado por *Pelecanus thagus*, un 1,1% de Passeriformes no identificados, luego un 0,2% de *Phalacrocorax* sp., un 0,2% de *Macronectes* sp., un 0,1% de *Larus* sp. y finalmente un 0,1% representando a *Sula variegata* (Tabla. 15).

El MNE obtenido para la muestra arqueológica presenta proporciones diferentes a las de NISP debido a la no inclusión de Mammalia y Aves en este conteo, acá Otariidae (37,9%) y Camelidae (29,3%) aparecen como los grupos más abundantes seguidos por Canidae (5,51%) y Rodentia (5,2%). Para luego descender a una representación de menos del 3% en los grupos Mysticeti, Passeriformes, *Pelecanus thagus*, Odontoceti y *Lontra felina*. Y, por último, bajo el 1% los grupos *Phalacrocorax* sp., *Macronectes* sp., *Larus* sp., *Sula variegata* y Felidae.

Sobre los individuos identificados (MNI), *Lama guanicoe* aparece como la especie mejor representada con un tercio del total del conjunto de individuos. Otariidae en conjunto aparecen con alrededor de un 15%, seguidos de cerca por *Lontra felina*

con un 12,5%, *Lycalopex sp.* aparece en proporciones similares a *Pelecanus thagus* (10,4%), bajo el 10% aparecen las especies *Abrocoma sp.*, *Larus sp.*, *Macronectes sp.*, *Phalacrocorax sp.* y *Sula sp.* (Tabla. 15).

Cuantificación zooarqueológica por sitios estudiados

Sitio	Taxa																			Total							
	<i>Abrocoma sp.</i>	<i>Arctophthalmus australis</i>	Aves	Camelidae	Canidae	Chinchillidae	Citellidae	Felidae	<i>Lama guanicoe</i>	<i>Lama sp.</i>	<i>Larus sp.</i>	<i>Lontra felina</i>	<i>Lycalopex sp.</i>	<i>Macronectes sp.</i>	Mammalia	Mysticeti	Otodontidae	Odontoceti	<i>Otaria flavescens</i>		Otariidae	Passeriformes	<i>Pelecanus thagus</i>	<i>Phalacrocorax sp.</i>	Rodentia	<i>Sula variegata</i>	
ZAP	NISP	19	262	214	124			1	49		7	32	2	4	96	9		16	49	916	44	56	12	10	5	1927	
	%	1,0	14	11	6,4			0,1	2,5		0,4	1,7	0,1	0,2	5,0	0,5		0,8	2,5	48	2,3	2,9	0,6	0,5	0,3	100	
	MNE	19	162	124				1	49		7	11	2	4		9		16	49	638	44	50	12	7	5	1209	
	%	1,6	13	10				0,1	4,1		0,6	0,9	0,2	0,3		0,7		1,3	4,1	53	3,6	4,1	1,0	0,6	0,4	100	
	MNI	2							2		2	2	1	1					6				5	3	1	25	
%	8							8		8	8	4	4					24				20	12	4	100		
PN9	NISP	4			4	6	1		127	243		4	2		1181	3	3			63					101	1742	
	%	0,2			0,2	0,3	0,1		7,3	14		0,2	0,1		68	0,2	0,2			3,6					5,8	100	
	MNE	4			4	6	1		127	243		4	2			3	3			63					101	561	
	%	0,7			0,7	1,1	0,2		23	43		0,7	0,4			0,5	0,5			11					18	100	
	MNI	1							7				1													9	
%	11							78				11													100		
CB	NISP		60		2				26				1		239	12		6		12	9					367	
	%		16		0,5				7,1				0,3		65	3,3		1,6		3,3	2,5					100	
	MNE		2		2				26				1		12	12		6		12	9					68	
	%				2,9				38				1,5		18	18		8,8		18	13					100	
	MNI								2				1													3	
%								67				33													100		
AD	NISP		1						3						2					1						7	
	%		14						43						29					14						100	
	MNE								3											1						4	
	%								75											25						100	
	MNI								1																	1	
%								100																	100		
224A	NISP		5	2					6	82		6	2		236	3				69						419	
	%		1,2	0,5					1,4	20		1,4	0,5		56	0,7				16						100	
	MNE			1					6	82		6	2			3				69						177	
	%			0,6					3,4	46		3,4	1,1			1,7				39						100	
	MNI								1			2	1													4	
%								25			50	25													100		
PMA	NISP								14			6			43			8		1					1	73	
	%								19			8,2			59			11		1,4					1,4	100	
	MNE								3			5						2		1					1	12	
	%								25			42						17		8,3					8,3	100	
	MNI											2														2	
%											100														100		
HdeC	NISP				1				37				1		139	25		26		120					1	350	
	%				0,3				11				0,3		40	7,1		7,4		34					0,3	100	
	MNE				1				37				1		25	26		26		120					1	211	
	%				0,5				18				0,5		12	12		12		57					0,5	100	
	MNI								3				1													4	
%								75				25													100		
TOTAL	NISP	4	19	328	216	131	6	1	1	262	325	7	48	8	4	1936	52	3	56	49	1182	53	56	12	121	5	4885
	%	0,1	0,4	6,7	4,4	2,7	0,1	0,0	0,0	5,4	6,7	0,1	1,0	0,2	0,1	40	1,1	0,1	1,1	1,0	24	1,1	1,1	0,2	2,5	0,1	100
	MNE	4	19	163	131	6	1	1	1	251	325	7	26	8	4		52	3	50	49	904	53	50	12	118	5	2523
	%	0,2	0,8	6,5	5,2	0,2	0,0	0,0	0,0	9,9	13	0,3	1,0	0,3	0,2		2,1	0,1	2,0	1,9	36	2,1	2,0	0,5	4,7	0,2	100
	MNI	1	2							16		2	6	5	1					6				5	3	1	48
%	2,1	4,2							33		4,2	13	10	2,1					13				10	6,3	2,1	100	

Tabla 15. Cuantificación zooarqueológica de la muestra arqueológica en términos de NISP, MNE y MNI además de sus respectivos porcentajes proporcionales para cada categoría.

Los atributos de afectación tafonómica para la muestra arqueológica presentan menor variabilidad de trazas que la muestra actualística, donde las trazas lineales, perforaciones, abrasión y corrupción química aparecen poco representadas. Las trazas de fractura y coloración sin embargo, destacan al aparecer en todos los sitios

de forma frecuente y ubicua, pero de configuración heterogénea, asociado a estos atributos es posible apreciar en algunos sitios gran prevalencia de atributos de descamación y agrietamiento (Fig. 26).

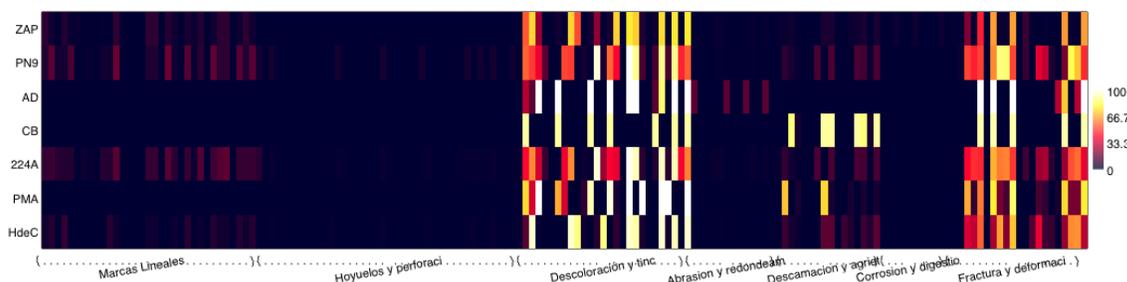


Figura 26. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación por sitio arqueológicos de N a S. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada sitio (ver Anexo 4).

4. Contrastación de resultados

Considerando ambos conjuntos totales y sus porcentajes relativos, es posible apreciar una serie de diferencias entre los conjuntos en primer lugar se observa una ausencia relativa de trazas lineales y una leve pero patente existencia de perforaciones en el conjunto actual, a diferencia de la muestra arqueológica donde podemos apreciar la situación inversa. En cuanto a trazas de coloración ambas muestras presentan altas frecuencias relativas de afectación, pero destaca para el conjunto arqueológico que sus intensidades son más bien bajas y su asociación a otros tipos de traza no es clara, además de presentar una similitud mayor entre las posibles coloraciones alcanzadas entre el café, blanco y negro. El conjunto actual por su parte se aprecia una tendencia hacia el color blanco, con diversas intensidades de coloración y mayores asociaciones directas entre coloración y otras tipologías de traza.

Considerando los conjuntos totales para ambos segmentos actual y arqueológico, las trazas de abrasión y corrupción química son casi invisibles, en el conjunto actual las trazas de abrasión aparecen levemente más representadas, pero en porcentajes negligibles. Sobre atributos de descamación y fractura observamos nuevamente un patrón inverso de afectación donde en el conjunto actual se ve fuertemente afectado por la descamación y agrietamiento asociado a la meteorización y en el arqueológico en cambio se observa una concentraccción de atributos de fractura (Fig. 27).

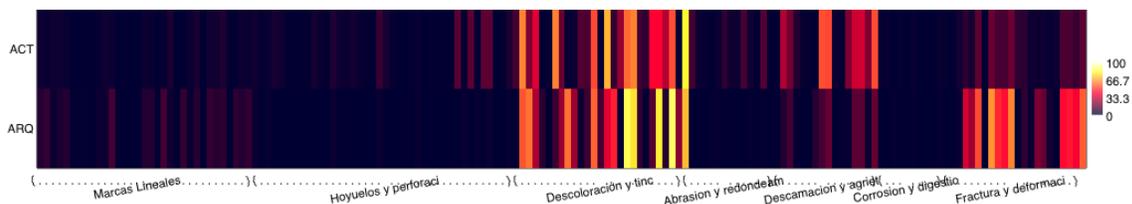


Figura 27. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación total por cronología de sitio. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada segmento. ACT representa a los sitios actuales, ARQ a los arqueológicos (ver Anexo 4).

Sobre la mediación de la proveniencia geomorfológica de los conjuntos arqueológicos versus los actuales podemos observar que las diferencias entre las muestras se comportan de forma relativamente similar a lo apreciado para los conteos totales. Con la salvedad de la existencia de mayores evidencias de descamación y agrietamiento para el segmento CC en los sitios arqueológicos, en general la diferencia entre geomorfología de proveniencia y cronología no parece influir en las diferencias observadas entre ambos tipos de sitio (Fig. 28)

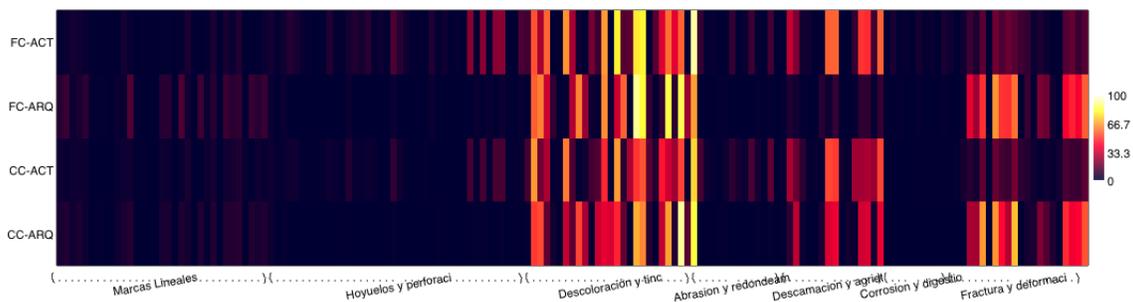


Figura 28. Gráficos de matriz de porcentajes de afectación versus geomorfología de proveniencia para sitios actuales y arqueológicos. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada posición. ACT representa a los sitios actuales, ARQ a los arqueológicos (ver Anexo 4).

Respecto de diferencias apreciables asociadas a la altura de proveniencia y las frecuencias relativas de afectación tafonómica, podemos observar que, salvo las mayores frecuencias de descamación en el conjunto actual, ambas muestras exhiben un comportamiento similar en cuanto a las trazas apreciables desde los 0 a 40msnm, salvo por la presencia de perforaciones en el conjunto actual y mayores intensidades de descamación. Cabe considerar que los sitios arqueológicos no presentan alturas mayores a los 40msnm y no es posible asegurar que de existir observaciones no exhibirían el comportamiento que el conjunto actual presenta

desde los 60msnm, por lo que no es posible una comparación sistemática de este atributo a través de la examinación de simples frecuencias relativas (Fig. 29).

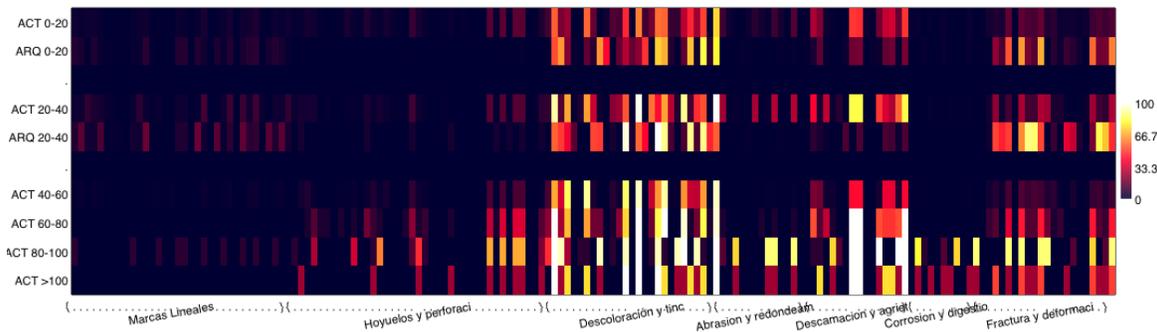


Figura 29. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación versus intervalo altitudinal en msnm para sitios arqueológicos y actuales. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada posición. ACT representa a los sitios actuales, ARQ a los arqueológicos (ver Anexo 4).

A diferencia del conjunto actual que presenta más tipos y concentraciones de trazas a medida que los sitios se alejan de la costa, en el conjunto arqueológico no hay una tendencia clara de relación entre distancia de la costa con los tipos de afectación tafonómica, es posible apreciar un leve aumento de atributos de marcas lineales y fracturas en sitios más alejados de la costa. Curiosamente las trazas de descamación y agrietamiento son más aparentes solo en los sitios inmediatos a la costa, aun cuando los atributos de fractura general sugieren algo diferente para los sitios alejados de la costa. Cabe considerar también que los sitios arqueológicos solo llegan hasta el intervalo de lejanía de 300 a 400m de distancia (Fig. 30).

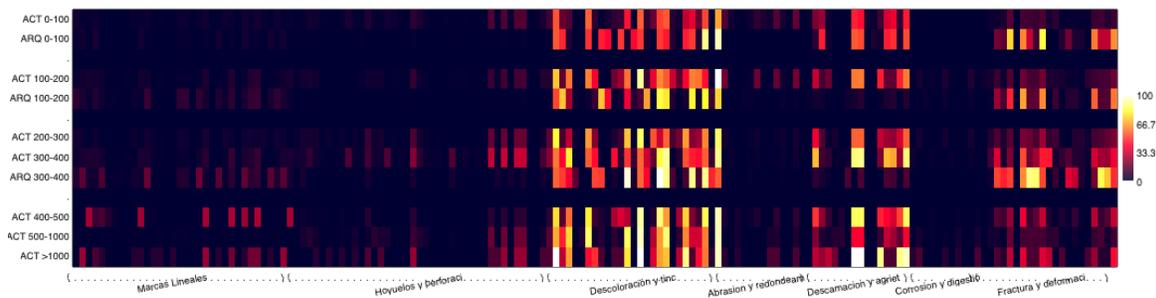


Figura 30. Gráfico de matriz de porcentajes de afectación versus intervalo de distancia de la línea costera en metros para sitios actuales y arqueológicos. De negro a blanco se observan aquellas variables registradas porcentualmente en cada posición. ACT representa a los sitios actuales, ARQ a los arqueológicos (ver Anexo 4).

4.1 Cluster, ANOSIM y CA.

A través de una clusterización jerárquica clásica se procesó la información de trazas relativas entre las acumulaciones óseas actuales y los sitios arqueológicos analizados. De este ejercicio se obtuvo un panorama general bastante heterogéneo donde las acumulaciones actuales no se presentan agrupadas según su proveniencia latitudinal, sin embargo, presentan diferentes grados de similitud entre sí, conformando numerosas agrupaciones de las cuales aparecen 3 grandes conjuntos diferenciados. El primero presenta casi la totalidad de los sitios arqueológicos muy similares a los sitios de recolección del extremo norte y sur del área de estudio. El segundo separa al sitio Caleta Bandurrias (CB) y lo agrupa dentro de un conjunto de sitios de diversos segmentos latitudinales del área de estudio, el tercero finalmente, agrupa solamente sitios actuales provenientes de todas partes del área de estudio. Esta configuración de similitudes sugiere que por una parte, los tipos de afectación tafonómica probablemente no estarían influidas por variables latitudinales y por otra, las condiciones tafonómicas que afectan a los sitios arqueológicos no son las mismas para todo el conjunto además de no ser exclusivas a contextos antrópicos (Fig. 31).

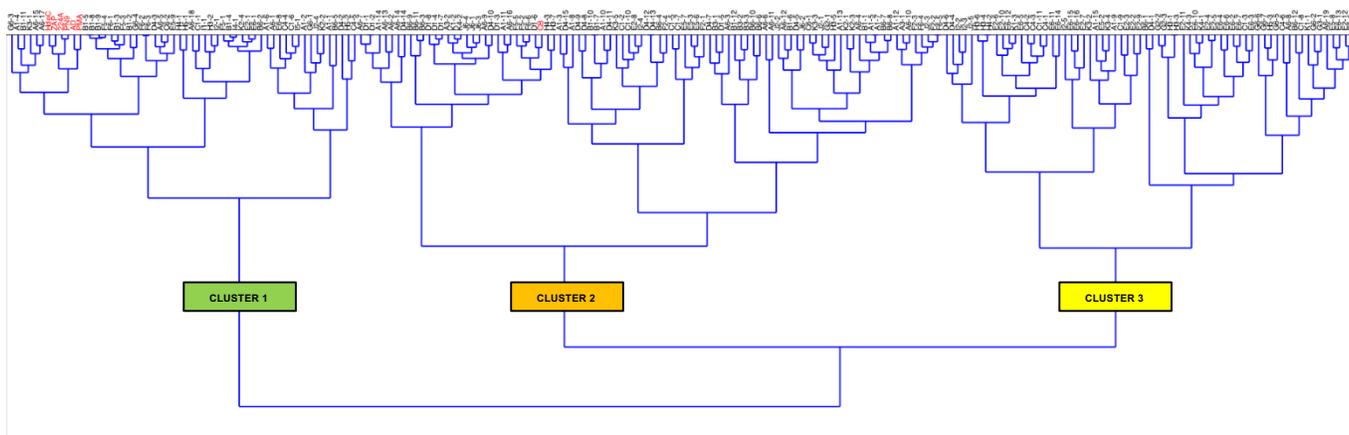


Figura 31. Dendrograma de las similitudes entre sitios arqueológicos y sitios de recolección actuales. En negro los sitios actuales, en rojo los arqueológicos. Cuadros de texto representan los clústeres conformados.

Para comprender con mayor detalle estas relaciones entre posición latitudinal entre sitios arqueológicos y actuales, fueron comparadas transectas contra sitios arqueológicos. Observamos que se mantiene la presencia de tres grupos donde se aprecia más claramente la distancia entre el entorno tafonómico asociado a sitios arqueológicos y el conjunto actual. CB por su parte, continúa presentándose similar al conjunto actual. Esta distancia presentada por CB y el resto del conjunto

posiblemente esté relacionada al patrón de afectación relativamente intenso presentado por CB de coloraciones intensas blancas, descamación asociada y fracturas, que se diferencia del resto del conjunto que presenta actividad tafonómica mucho más moderada y heterogénea. Dicho esto, aún así los sitios arqueológicos presentan una distancia menor con el conjunto actual que no incluye a CB, lo que confirma las tendencias observadas anteriormente (Fig.32).

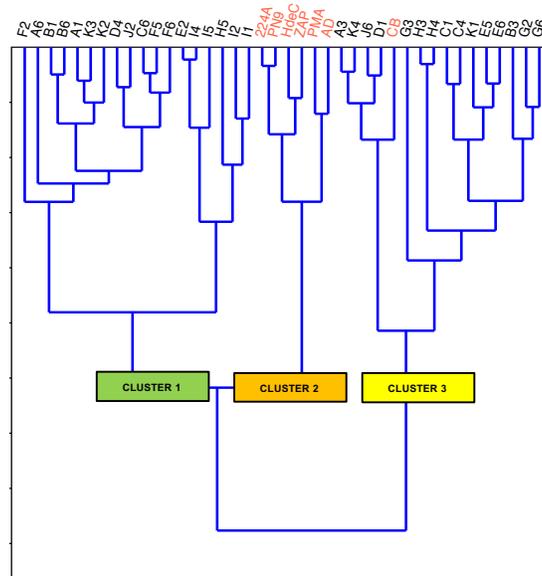


Figura 32. Dendrograma de las similitudes entre sitios arqueológicos y totales de afectación de las transectas actuales. En negro las transectas actuales, en rojo los sitios arqueológicos. Cuadros de texto representan los clústeres conformados.

Al utilizar los atributos de tipo de trazas como variable a comparar según su representación en cada sitio, al igual que en los casos anteriores se aprecia que conforman tres principales grupos. Destacan dos de los tres grupos que expresan conjuntos de traza más bien acotados, los cuales asocian entre si variables como coloración café y blanca con atributos de fractura mineralizada no fresca e índices de coloración y agrietamiento altos, contrapuesto al conjunto donde se aprecian asociaciones entre coloración negra, bajas intensidades de agrietamiento y coloración, perforaciones cónicas y fracturas en fresco. Estos grupos ofrecen un vistazo a potenciales *settings* tafonómicos diferenciados por tipos de traza específicos, en este caso el color de la tinción y su intensidad y su asociación a trazas de meteorización y perforaciones. El último conjunto presenta el resto de las variables en configuraciones heterogéneas de relaciones difíciles de precisar (Fig. 33).

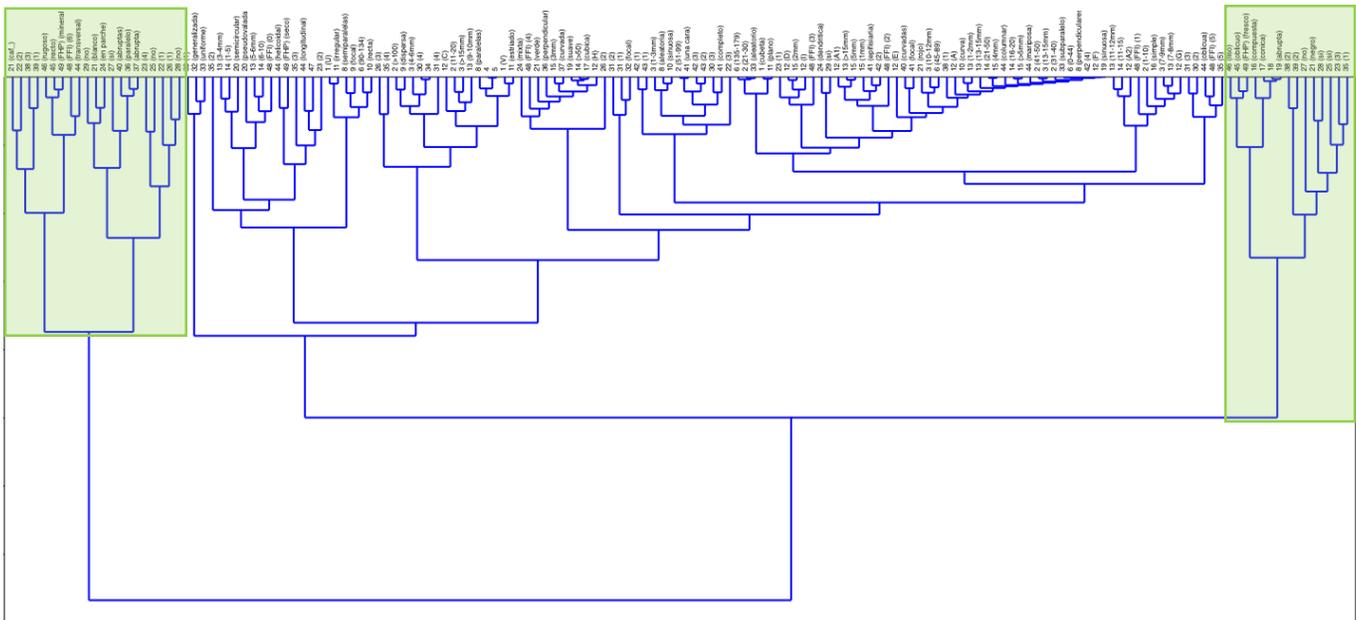


Figura 33. Dendrograma de las similitudes entre tipos de traza tafonómica. En rectángulos verdes se aprecian los conjuntos discutidos.

Para comprender el grado de distancia entre los grupos apreciados en el ejercicio de clusterización se empleó el test ANOSIM de una vía que mide el grado de disimilitud entre e intra grupos y lo expresa de forma numérica en un valor R. Este realizado utilizando como referencia la clusterización entre transectas y sitios arqueológicos arrojó que los clúster 1 y 2 (Fig. 32) expresan disimilitudes mayores en cuanto a rangos de atributos entre sí, mientras que el clúster 3 presenta una diferencia intra e inter grupo significativa, que lo separa de los clúster 1 y 2 que poseen mayor similitud intragrupo (Fig. 34). La lectura de esta prueba sugiere que tanto los clústeres 1 y 2 aparentan representar *settings* tafonómicos particulares mientras que el 3 engloba configuraciones heterogéneas (Araujo-Junior et al. 2017).

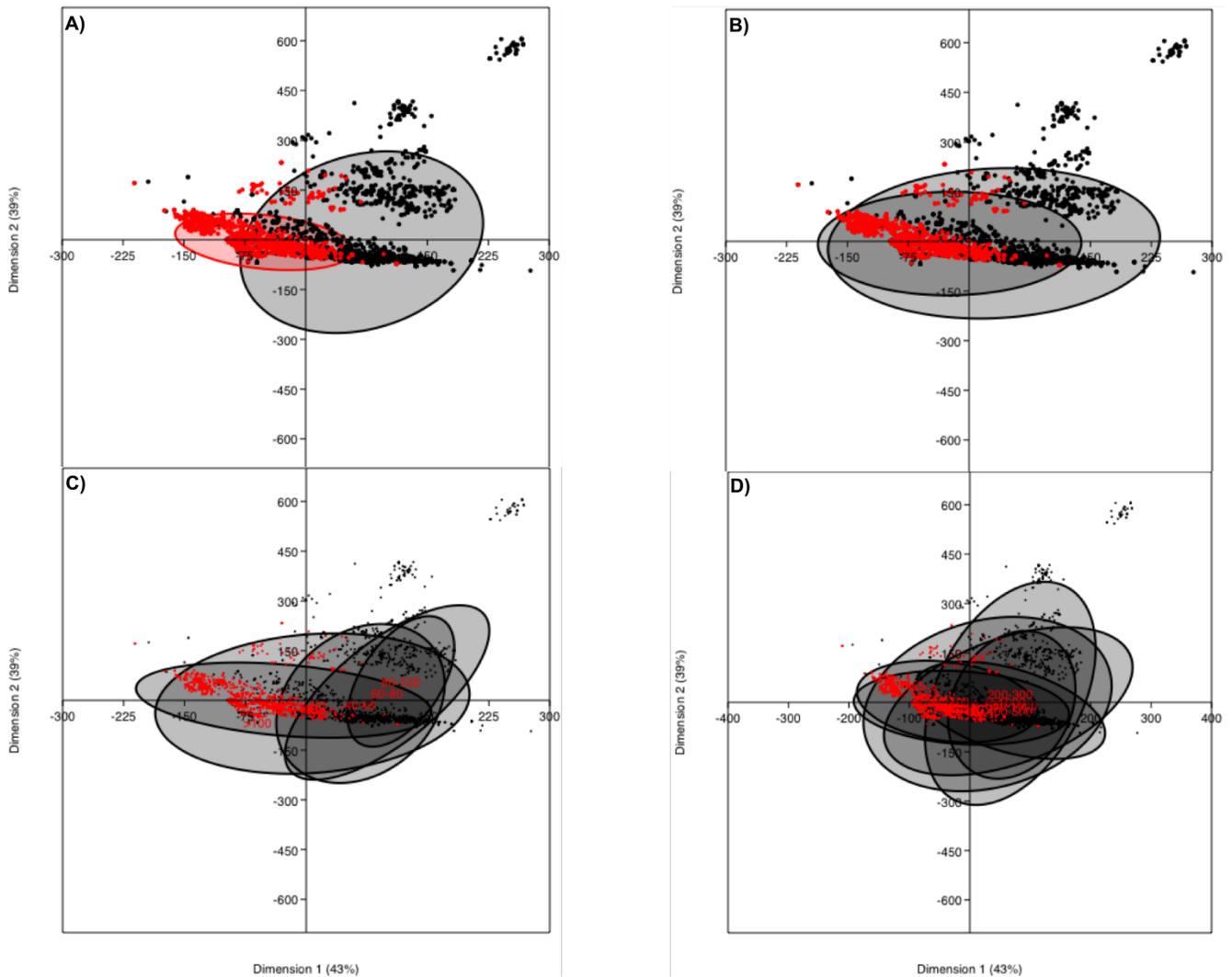


Figura 35. CA de asignación cronológica (A), asociación geomorfológica (B), posición altitudinal (C) y distancia de la costa (D). En negro los elementos actuales, en rojo los elementos arqueológicos. Las dimensiones consideradas representan acumulativamente un 82% de la varianza total del conjunto.

Al graficar las columnas utilizadas en el CA, observamos cuales variables se presentan como las más discriminantes para distinguir casos individuales. Podemos observar de forma bastante concreta que el grupo de variables relacionadas a atributos de perforación y marcas lineales destacan por su alto grado de utilidad para la discriminación de casos además de presentarse asociados positivamente. Su posición relativa al origen de los datos sugiere además que cada una de estas variables actúa como predictor de las demás, esto implica que de existir una de las variables de perforación y marcas lineales muy posiblemente el conjunto presente las demás, situación esperable al ser variables de descripción de atributos de la

misma traza en numerosos casos. Otras categorías de variable como coloración y fractura ofrecen un panorama similar, pero de menor resolución y potencial explicativo, destaca la asociación inversa leve entre atributos de fractura con atributos de coloración (Fig. 36).

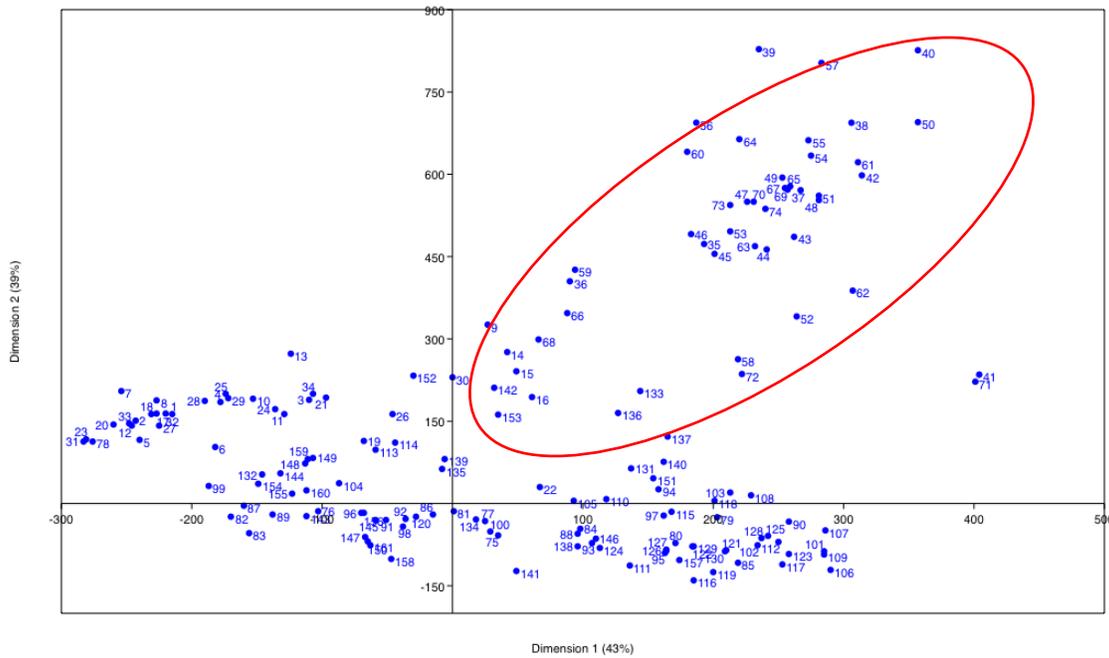


Figura 36. CA de variables de traza utilizados para determinar la diferenciación. Las dimensiones consideradas representan acumulativamente un 82% de la varianza total del conjunto. En ovalo rojo se aprecian las variables de mayor potencial discriminatorio (ver Anexo 4 para detalle de las trazas representadas)

4.2 NPMANOVA

Considerando los valores y tendencias obtenidos en las pruebas anteriores, se complementó la información obtenida con un análisis multivariado no paramétrico de la varianza, para testear la hipótesis de que los elementos óseos analizados individuales se agrupan en conjuntos distintivos de acuerdo con atributos de proveniencia espacial (Otárola-Castillo et al. 2017).

Se encontró que las diferencias expresadas por todos los grupos son significativas en términos de NPMANOVA. De acuerdo con estos resultados la diferencia exhibida por todos los grupos los hace candidatos favorables para utilizarlos como parámetro en herramientas de discriminación de casos individuales mediante herramientas de clasificación como *Naive Bayes Classifier*, contrastando con lo observado en los

análisis de correspondencia que expresan que al agrupar los conjuntos se pierde potencial explicativo de la variabilidad del conjunto (Tabla. 16).

Valores NPMANOVA		
	p	F
actual/arqueo	0,0001	8,173
geomorfología	0,0001	3,299
altura msnm	0,0001	1,152
distancia costa	0,0001	1,16

Tabla 16. Valores p y F de las pruebas estadísticas realizadas.

4.3 Naive Bayes Classifier

Con el objetivo de buscar una forma de clasificación entre el conjunto arqueológico y el actual que al mismo tiempo incorpore las observaciones anteriormente descritas se recurrió a un algoritmo *Naive Bayes Classifier* (Etz et al. 2018; Otárola-Castillo y Torquato, 2018), el cual considera cada atributo independiente de sus potenciales correlaciones como referencia para asignar un caso a un grupo específico. En este contexto se utilizó para discriminar entre los elementos óseos analizados, aquellos pertenecientes al conjunto actual de aquellos provenientes de las muestras arqueológicas. Es por ello que se calculó previamente que el conjunto de agrupaciones de Geomorfología, Altura msnm y Distancia de la costa no estuviesen correlacionadas con el agrupamiento por Cronología, para evitar sesgos propios de estas relaciones con los resultados de la herramienta de clasificación. En síntesis, el resultado de este ejercicio sugiere que no existe correlación positiva fuerte entre ninguna de estas categorías y la de asignación cronológica de los restos.

Se utilizó el conjunto total de 7815 elementos óseos tanto arqueológicos como actuales, el cual se dividió en un 75% para entrenamiento del algoritmo clasificatorio y el otro 25% restante se utilizó como prueba para la capacidad de predicción del clasificador. Se consideraron 104 variables incluyendo la asignación cronológica Actual o Arqueológica, las 3 variables de agrupamientos de proveniencia geográfica de Geomorfología, Altura msnm y Distancia de la línea costera y finalmente 100 columnas de atributos tafonómicos separados en frecuencias, categorías binarias de ausencia y presencia, además de rankings. De este ejercicio se obtuvo un clasificador automático que distingue con un éxito del 92,5% entre elementos óseos con alteraciones tafonómicas de sitios arqueológicos de aquellos de contextos de depositación no antrópica para el subconjunto de entrenamiento. Para el subconjunto de prueba por su parte, el mismo algoritmo presenta un éxito de

clasificación menor con un 92,2%. Estos % sugieren que al menos para el área de estudio y las variables consideradas existe la posibilidad de distinguir fielmente al menos en el 90% de los casos si un elemento óseo pertenece o no al registro arqueológico solo en base a atributos tafonómicos y atributos simples de proveniencia geográfica (Tabla 17).

Matriz de confusión Naive Bayes				
Predicción	Modelo		Prueba	
	Condición real			
	ACT	ARQ	ACT	ARQ
Actual	2557	365	640	103
Arqueológico	160	3158	38	774
Sensibilidad	0.9411		0.9440	
Especificidad	0.8964		0.8826	
Exactitud (PPV)	0.8751		0.8614	
NPV	0.9518		0.9532	
Falso positivo	0.1036		0.1174	
False discovery	0.1249		0.1386	
Falso negativo	0.0589		0.0560	
Precisión (Acc)	0.9159		0.9093	
MCC	0.8322		0.8205	

Tabla 17. Clasificación de casos según proveniencia para subconjuntos de Entrenamiento y Prueba, en verde los casos clasificados con éxito y en rojo los errores de clasificación. Los valores expresados abajo describen un modelo significativo y de alto valor predictivo.

Obtenidos estos resultados se procedió a evaluar el potencial porcentaje de sesgo presente en los sitios arqueológicos individuales utilizando como medida de referencia el porcentaje de error obtenido para el subconjunto de prueba, esto es, cualquier resultado con errores de predicción mayores a 9,06%. Considerando este porcentaje podemos observar que los restos en los sitios Zapatero, Paposos Norte 9, Alero 224-A, y Hornos de Cal quedan casi en su totalidad clasificados correctamente de acuerdo con su proveniencia arqueológica, donde los especímenes clasificados como similares al patrón actual están dentro del rango de error aceptable y no debiesen ser considerados necesariamente como elementos óseos intrusivos. Estos resultados sugieren que el patrón de afectación tafonómica de estos sitios desde los 5000 años cal. A. P. hasta sus últimas ocupaciones sería propia de un entorno excepcional de modificación como lo es la acción antrópica. Por otro lado, los sitios Agua Dulce, Caleta Bandurrias y Paso Malo Arcaico todos

presentan rangos de error de clasificación muy superiores al establecido. Esto no necesariamente implica que los elementos contenidos en estos sitios no sean producto de ocupaciones humanas, sino que el repertorio de alteraciones tafonómicas al cual se vieron expuestos los hace lo suficientemente diferentes del patrón arqueológico como para asociarse más de cerca con el patrón actual (Tabla 18).

Matriz de confusión de predicción para sitios individuales

Zapatero			Alero 224-A			Agua Dulce			Paso Malo Arcaico		
Prediccion	Real		Prediccion	Real		Prediccion	Real		Prediccion	Real	
	ACT	ARQ		ACT	ARQ		ACT	ARQ		ACT	ARQ
Actual	0	28	Actual	0	18	Actual	0	7	Actual	0	27
Arqueológico	0	1461	Arqueológico	0	400	Arqueológico	0	0	Arqueológico	0	0
Error	1,88%		Error	4,30%		Error	100,00%		Error	100,00%	
Paposo Norte 9			Hornos de Cal			Caleta Bandurrias			Total sitios		
Prediccion	Real		Prediccion	Real		Prediccion	Real		Prediccion	Real	
	ACT	ARQ		ACT	ARQ		ACT	ARQ		ACT	ARQ
Actual	0	3	Actual	0	18	Actual	0	379	Actual	0	468
Arqueológico	0	1749	Arqueológico	0	332	Arqueológico	0	15	Arqueológico	0	3932
Error	0,17%		Error	5,14%		Error	96,19%		Error	10,63%	

Tabla 18. Clasificación de casos según proveniencia para sitios arqueológicos, en verde los casos clasificados con éxito y en rojo los errores de clasificación. En violeta los porcentajes de error de los sitios que no cumplieron con los requisitos necesarios para ser clasificados de patrón de alteración arqueológico (Anexo 5).

VII. DISCUSION

Se discutirán los resultados de los objetivos planteados al inicio de esta investigación para ilustrar la forma en la cual un estudio tafonómico regional multivariado orientado describir trazas es valioso para discriminar y comparar conjuntos en regiones o ecosistemas particulares.

Mediante la recuperación y registro de un conjunto óseo moderno mediante transectas de prospección (Gutiérrez et al. 2018), se logró caracterizar la muestra de acuerdo a su asociación a unidades geomorfológicas (*sensu* Belardi y Carballo, 2003), ubicación altitudinal y distancia de la línea costera. Se realizó además, una descripción general del conjunto actual en cuanto a su variabilidad taxonómica, etaria y anatómica. A partir de este ejercicio se logró identificar una gran diversidad de especies las cuales se estima representan de forma fiel el repertorio de taxones posibles de encontrar en forma de osamentas a lo largo de la costa hiperárida desértica de Taltal, al menos considerando como indicador la curva expresada por la sumatoria acumulada de especies en relación a la cantidad de instancias de recuperación de restos (Lyman, 2008). Se constata que la cantidad de especies

identificadas presenta una correlación positiva con el NISP observado para la muestra general tanto en sus valores netos como sus Log. Esto implica que las mayores representaciones de especies guardan relación positiva con las acumulaciones óseas de mayores conteos, se identifica aquí un potencial sesgo de infrarrepresentación de especies mediado por la cantidad de elementos recuperados en los conjuntos, esta situación sin embargo, es abordable al considerar el conjunto actualístico como un todo a comparar considerando las variables de proveniencia como atributo antes que como instancias muestrales.

Esta muestra a su vez se compuso tanto de aves como mamíferos en proporciones similares, destacando la abundante presencia relativa de especies nativas como el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*), cormoranes de varias especies (*Phalacrocorax* spp.) y piqueros peruanos (*Sula variegata*), además de las especies introducidas como el burro (*Equus asinus*) y el perro (*Canis lupus familiaris*). Consideramos que las especies introducidas en este caso a pesar de su ausencia en contextos arqueológicos poseen valor en tanto expresan el repertorio de trazas que pudieran afectar a sus respectivas categorías de peso de ungulado mediano y mesocarnívoro respectivamente (Gutiérrez et al. 2018), las cuales poseen representantes en la fauna nativa con *Lama guanicoe* y *Lycalopex* spp (Iriarte et al. 2011). Específicamente las especies introducidas se sabe que comparten y en instancias compiten activamente por nichos ecológicos con las nativas como se ha demostrado para las interacciones entre burros y vicuñas en la Puna Salada (Malo et al. 2016) y el desplazamiento de zorros chilla por perros en el sur de Chile (Silva-Rodríguez et al. 2010). En suma, las particulares condiciones del ecosistema en el que se inserta la zona de estudio nos hace pensar que estas especies efectivamente reemplazan en cierta medida parte del rol que en períodos arqueológicos cumplirían las especies nativas, por lo que su actividad como agentes no antrópicos puede ser homologable (Kaufmann et al. 2018).

Los indicadores de composición taxonómica de la muestra indican que posee una diversidad normal y una distribución equitativa de especies, esto complementado por la información de la relación entre $NTAXA/\sum NISP$, sugiere que la muestra recolectada es representativa y por tanto útil, para elevar inferencias sobre el ecosistema que se desenvuelve en el desierto costero de Taltal. Aun considerando las limitaciones de la representación de solo un porcentaje del potencial de especies a encontrar en este ecosistema, especialmente en cuanto al repertorio de especies de aves, se considera que la muestra generada incorpora un porcentaje importante de las especies posibles de encontrar depositadas como osamentas (Lyman, 2008; Milideo, 2015). En este sentido se confirman las expectativas que varios autores han elevado acerca de la riqueza taxonómica del registro óseo en zonas costeras (Alunni et al. 2017; Gutiérrez et al. 2018; Scheifler et al. 2020; Marchionni et al. 2020).

Si bien es posible observar diversas instancias y grados de articulación, la tendencia del conjunto general es la preservación de carcacas completas o semicompletas, además de no presentar evidentes sesgos de representación esquelética salvo para el caso de *Lycalopex griseus*. Los valores de BMD utilizados en este caso corresponden a los calculados para *Vulpes velox* y el resultado señala una correlación media entre representación y densidad mineral ósea para esta especie, sin embargo, esta correlación solo se observa una especie con baja representación en el registro, por lo que no se considera para las subsecuentes interpretaciones. Es necesario considerar además, el potencial sesgo en el cálculo en base a una especie diferente aún cuando sea homóloga en talla (Ioannidou, 2003).

La representación esquelética de las especies registradas es disímil en términos de %MAU. Las con mayor grado de integridad, poseen una representación esquelética total con concentraciones de valores altos para elementos apendiculares. Aquí se agrupan cormoranes (yeco, lile y guanay), piqueros peruanos, pingüinos de Humboldt, pelícanos peruanos, ratones oliváceos, lobos marinos de uno y dos pelos, guanacos, burros, perros domésticos y gatos. El otro grupo de especies incluye a cabras, ovejas, zorros culpeo y chilla y gaviotas, posee elementos intermitentes en cada grupo esquelético, en su mayoría axiales. El último grupo de especies como zarapito, petrel gigante, gallinas, cerdo, caballo y vaca, solo aparecen representados por segmentos de estilopodios y metapodios, articulaciones aisladas y cráneos. Estas tres modalidades de representación esquelética son interpretadas como producto de distintos momentos y configuraciones de escenarios de consumo y transporte (*sensu* Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000) por parte de múltiples especies carroñeras y carnívoras. La gradiente de representación esquelética en este caso, haría referencia al estadio de reciclaje biológico en el cual se encuentran, las carcacas a estadios iniciales y las de menor representación se asocian a estadios finales caracterizados por las actividades de carroñeo y aprovechamiento de segmentos de utilidad económica baja como son los autopodios (Mondini, 1995, 2002, 2017; Ballejo, 2016).

Las instancias en las que aparecen, los ungulados en general son similares a las expectativas elevadas por Ballejo et al. (2016) de dispersión de elementos apendiculares distales y axiales aislados por aves carroñeras (Cathartidos). Por su parte las representaciones de *Lycalopex* spp. son coincidentes con patrones de dispersión reportados para de *Canis lupus* (Esteban-Nadal et al. 2010; Esteban-Nadal, 2012) y eventualmente puma (Martin y Borrero, 1997; Borrero et al. 2018) en instancias de consumo de mamíferos pequeños. Las representaciones de gaviotas por su parte y aves en general, guardan relación con lo observado para consumo de aves por *Lycalopex* spp. en entornos de puna (Mondini, 1995, 2002), instancias que directamente se relacionan con la dispersión de elementos apendiculares o axiales individualizados. En el caso de las representaciones esqueléticas completas

o semicompletas, considerando las especies representadas y las proporciones de cada una de ellas debemos contemplar un escenario mixto de muertes naturales, varamientos (Gifford-Gonzalez et al. 2004; Borella y Borrero, 2010; Massigoge et al. 2015; Peña-Villalobos, 2016), depredación (Mondini y Muñoz, 2008; Kaufmann et al. 2018; Borrero et al. 2018; Mondini, 2018; Marchionni et al. 2020) y carroñeo (Mondini, 1995 2002; Ballejo et al. 2016; Ballejo, 2016). Estas interpretaciones se sostienen en parte por las proporciones esqueléticas observadas junto con el conjunto de trazas características que se discutirán a continuación. Para la zona de estudio, observamos que tanto jotes, caranchos, petreles gigantes, perros domésticos, zorros, gatos y pumas poseen potencial de haber generado los conjuntos estudiados al menos en lo que respecta a las condiciones de representación esquelética observadas, situación que de forma indirecta sugiere que en entorno depositacional de la costa Taltalina los procesos de sedimentación serían lo suficientemente lentos como para dejar actuar a estos agentes en diferentes instancias sobre las mismas carcasas a lo largo de extensos períodos de tiempo (Ferring, 1986). Ésta situación que aparece evidenciada también en otras trazas como la meteorización de los restos y procesos de abrasión mecánica complementada con las discutidas instancias de desarticulación (Massigoge et al. *op cit*; Marchionni et al. 2020)

Casi la totalidad de la muestra recuperada, presenta atributos descoloración en piezas completas y meteorización previa a las instancias de desarticulación, concordante con lo mencionado anteriormente sobre la desarticulación en términos de %MAU, lo que sugiere que gran parte de la muestra se vio afectada a procesos de meteorización de forma temprana en su proceso de modificación. Esta interpretación se complementa con evidencias como la descamación abrupta y agrietamientos paralelos en restos articulados (Bochenski y Tomek, 1997; Alunni et al. 2017; Massigoge et al. 2015).

En menos de la mitad de los casos, con una representación considerable, se registra la coloración en directa asociación con los procesos de descamación lo que implica instancias más avanzadas de meteorización (estadios 1-2). Aparecen también la tinción café y negra en menor medida, sugiriendo que las instancias de deposición y tinción sedimentaria serían considerablemente menores. Estas presentan mayores intensidades y menores coberturas asociadas al contacto parcial entre las piezas y el sedimento, lo que coincide con menores coberturas de tinción blanca y meteorización parcial de estadio bajo. Fracturas mineralizadas también son visibles en estas frecuencias moderadas (*sensu* Johnson et al. 2016), de formas rectas y perfiles rugosos, los valores de FFI (Outram, 2002). Una parte importante del conjunto presenta valores altos coincidiendo con perfiles de fractura muy distanciados de la muerte de los individuos. Curiosamente, este mismo índice también presenta sus menores valores en estas frecuencias asociado a fracturas

muy “frescas”, o de perfiles oblicuos y bordes liso. Estos últimos se asocian a las trazas de perforación, que también se presentan en proporciones similares, caracterizadas por fracturas compresivas concéntricas, secciones cónicas y perímetros abruptos sugerentes de acción masticatoria (Mondini, 1995; Martin y Borrero, 1997). La abrasión también está presente en un segmento considerable de la muestra, la cual aparece abarcando piezas completas, pero en leves expresiones uniformes, coincidente con abrasión por transporte coluvial (Cook y Trueman, 2009; Fernández-Jalvo y Andrews, 2003)

En baja frecuencia se aprecian diferentes expresiones de perforaciones, de diámetros entre 3 y 12mm, pseudovaladas, en posiciones A1, A2, C, H e I (*sensu* Andrews y Fernández-Jalvo, 1997), tipo *pitting* (Lyman, 1994). Junto con estas trazas de baja frecuencia se aprecian deformaciones postdepositacionales, y fracturas secas longitudinales, helicoidales y oblicuas, además de los otros 6 estadíos menores de FFI (Outram, 2002). La abrasión expresa coberturas en todos sus grados, estadíos medios y expresiones de afectación focales. La descamación toma niveles altos, además de presentar una morfología curva, asociada a la inmersión de los huesos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). La mayoría de las marcas se ubican en este segmento de frecuencias en casi todo su rango de variabilidad, de plantas rectas, orientación semiparalela/paralela, dispersas y focales, bases estriadas, planas e irregulares, de sección en cubeta, V y U, de largos entre 1 y 6mm, entre 1 a 20 y >100, presencia de conos hertzianos y *shoulder effect*. Este conjunto de atributos de trazas sugieren tanto evidencias de pisoteo/arrastre como surcos producto de mordidas de roedor y carnívoros en frecuencias similares (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Las trazas de corrosión y digestión aparecen muy escasas, principalmente de afectación superficial, leve y piezas completas que no permiten asignar precisamente el origen probable del proceso responsable de su aspecto (*sensu* Andrews, 1990).

Por último, entre las trazas asociadas a procesos muy poco comunes aparecen las evidencias de abrasión en alto grado, subparalela o aleatoria y huesos bruñidos por abrasión intensa en medios hídricos (Cook y Trueman, 2009; Fernández-Jalvo y Andrews, 2003; Madgwick, 2014). Destaca la escasa ubicuidad de esta clase de trazas considerando los hallazgos en las costas de otras latitudes donde la abrasión sedimentaria o hídrica sirve de parámetro o expectativa general para identificar elementos alterados en entornos costeros (Alunni et al. 2017; Gutiérrez et al. 2018). Otras trazas como escamas curvadas y agrietamientos perpendiculares asociadas a perforaciones de sección cúbica, perímetros suaves y textura sinuosa comúnmente asociados a procesos inorgánicos de destrucción en inmersión (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016), coinciden con evidencias antes mencionadas de abrasión por transporte hídrico. Los grados altos de meteorización se observan en este caso asociados a grados de sedimentación parcial. Largas marcas lineales

de morfología curva y sinuosa, aleatorias y perpendiculares, de gran frecuencia sugieren un muy poco común actuar de radículas y pisoteo directo, asociado a esto algunos elementos presentan tinción de coloración roja en los tejidos, asociada a radículas. También muy poco comunes resultan las perforaciones muy profundas (2-5mm) y de gran diámetro (13-15mm) en posiciones asociadas a fracturas por masticación cuyo tamaño y disposición las hacen atribuibles a carnívoros de gran tamaño como el puma (Andrews y Fernández-Jalvo, 1997; Borrero et al. 2005; Mondini y Muñoz, 2008; Stiner et al. 2012; Borrero et al. 2018; Kaufmann et al. 2018; Mondini, 2018). De las expresiones de corrosión se observa en casi todos sus niveles, en afectación profunda, intensidades moderada, alta y extrema, focales, de una cara y epifisiarias. No se encuentran presentes en micromamíferos por lo que no fue posible establecer un proceso o agente particular de modificación más allá de sugerir que la presencia de conjuntos escatológicos de carnívoros de categoría 2 a 5 serían muy esporádicos en el entorno del desierto costero incluso en acumulaciones en aleros (Andrews, 1990) (Anexo 6).

Los resultados obtenidos permiten interpretar los procesos que afectaron la muestra actualística. Dentro de la categoría específica de marcas lineales, encontramos procesos asociados a mordeduras, pisoteo y radicado. Ubicadas mayoritariamente en las diáfisis. Las mordidas de roedor se caracterizaron por perfiles rectos de menos de 1-4mm, muy altas frecuencias, orientaciones semiparalelas, en concentraciones focales y generalizado, sección en cubeta, bases planas y de planta recta. Diferentes roedores son potencialmente responsables de esta clase de daño, al exhibir diferentes tamaños de marcas asociados (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Se infiere la presencia de surcos por mordida de carnívoros de diferentes tamaños, surcos en U, bases irregulares, direccionalidad semiparalela y aleatoria y los largos entre 2 y 40mm. Estos se presentan en general poco diagnósticos para esta muestra (Lyman, 1994; Andrews y Fernández-Jalvo, 1997; Mondini, 2002; Borrero et al. 2018; Kaufmann et al. 2018; Mondini, 2018; Mondini y Muñoz, 2008; Ballejo, 2016).

El pisoteo o arrastre de piezas es una de las trazas identificada con mayor frecuencia, observándose secciones en V, conos hertzianos, bases estriadas y *shoulder effect*, largos bajo los 10mm y frecuencias entre pocas líneas a más de 100. El rasgo diagnóstico que permite diferenciarlas de otras huellas y sobre todo a las muy similares huellas de corte antrópicas es la direccionalidad completamente paralela entre las líneas, producto del arrastre de las piezas en una o varias direcciones generando trazas lineales de plantas rectas y curvas (Bromage y Boyde, 1984; d'Errico et al. 1984; Harris et al. 2017; Otárola-Castillo et al. 2017). Pocas instancias de radículas fueron registradas, con plantas de forma sinuosa (dos inflexiones) longitudes cortas y bases irregulares de perfil U, las que se identificaron

principalmente gracias a la tinción rojiza asociada y sus formas sinuosas (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016)

Las perforaciones por abrasión hídrica fueron observadas con muy baja frecuencia, caracterizadas por texturas sinuosas o suavizadas, de sección cúbica, y altas frecuencias de perforación, de tamaños muy pequeños y posicionados en huesos planos y frágiles (Andrews y Fernández-Jalvo, 2003). Por lejos las perforaciones más abundantes fueron aquellas interpretadas como mordeduras cuyo factor diagnóstico clave fueron las fracturas compresivas y perímetros abruptos. El diámetro y profundidad de las perforaciones sugiere la existencia de procesos de masticación de carroñeros pequeños, carnívoros medianos y grandes (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Campmas et al. 2018), las huellas pequeñas y poco profundas, pero más abundantes fueron interpretadas como *Lycalopex* spp, no solo en base a huellas de perforación sino también al alto grado de fractura y desarticulación observada para los restos con este tamaño de perforaciones (Mondini, 1995, 2002, 2017; Borrero et al. 2018), considerando un posible traslape con especímenes pequeños de *Canis lupus familiaris*. Las perforaciones de talla mediana en este caso solo pueden ser interpretados como *Canis lupus familiaris* (Esteban-Nadal 2012; Esteban-Nadal et al. 2010) o especímenes juveniles de *Puma concolor* (Kaufmann et al. 2018). Aquellas perforaciones de gran tamaño y profundidad inequívocamente fueron interpretadas como como producto de actividad de *Puma concolor*. Los pumas generalmente no comen hueso pero existen numerosas evidencias de su capacidad de modificar piezas óseas en contextos de estrés ambiental o en la captura de presas de edad infantil produciendo en general marcas irregulares con daño en forma de cizalla y enormes punturas entre los 12 y 25mm (Stiner et al. 2012; Martin y Borrero, 1997; Mondini y Muñoz, 2008; Muñoz et al. 2008)

En cuanto a coloración, por un lado gran parte de la muestra presenta descoloración blanca, en baja intensidad, penetración y con grandes coberturas en parche, asociado a microfracturas. Se interpreta inequívocamente este tipo de coloración a el resultado de procesos de meteorización en distintos grados (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016), la cual a su vez al estar asociado a excepción en articulaciones e inserciones y poseer en una parte importante del conjunto degradados tonales y coocurrencia con otras coloraciones, es sugerente de un patrón depositacional lento donde las carcasas se esqueletizan y dispersan previas a su depositación (Massigoge et al. 2015; Marchionni et al. 2020). Las coloraciones café y negro se asociaron a procesos de sedimentación, las cuales en todas las instancias fueron parciales o mínimas, evidenciados en patrones de cobertura mixtos, leves a intensos con abundante degradé (López-Gonzalez et al. 2006) complementando las nociones del carácter parcial o nulo de sedimentación en el ambiente costero en la zona (Alunni et al. 2017). Las escasas apariciones de coloración roja y verde se

registran siempre asociadas a marcas lineales o perforaciones, las cuales podrían asociarse a crecimientos de algas y radículas, destacando su asociación a la abrasión hídrica para la tinción verde y al ataque por parte de radículas para la tinción rojiza (Cáceres et al. 2002; López-Gonzalez et al. 2006; Pokines y Symes, 2013; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

La abrasión más frecuente se interpretó como producto de arrastre coluvial, sus atributos se presentaron poco regulares destacando solamente su redondeamiento carente de brillo y asociación a pisoteo (Fernández-Jalvo y Andrews, 2003). La abrasión hídrica por su parte presentó afectación generalizada, bruñido o “brillo” (Madgwick, 2014), coberturas uniformes y estadios de abrasión o redondeamiento muy avanzado (3-4 *sensu* Cook y Trueman, 2009)

La descamación y fisura de elementos se interpretó como producto de dos procesos diferentes, el más frecuente se asocia a la meteorización que presenta todo el rango de estadios de afectación (1-5), desde focal, parcial y completo, y descamación leve a intensa (Behrensmeyer, 1978; Andrews, 1990; Bochenski y Tomek, 1997). El otro proceso se asocia a alteración por inmersión con agrietamientos curvados y descamaciones curvadas, afectando piezas completas y con descamación similar a estadios de afectación 1 y 3 en la escala de Behrensmeyer (1978) (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016)

Las evidencias de corrupción química pueden ser consideradas como indicadores diagnósticos para distinguir digestión leve de corrosión sedimentaria, la distribución y profundidad del daño químico. A pesar de que se encontró muy pocas evidencias de ambos procesos. Fue posible observar todos los estadios de afectación sugiriendo procesos mediados por agentes de diferentes categorías de acuerdo a Andrews (1990). La mayoría de los restos con digestión fueron fragmentos de ungulados o cánidos, lo que hace que desde zorros (Mondini, 2002), gatos (Campmas et al. 2018), perros (Esteban-Nadal et al. 2010; Esteban-Nadal, 2012), jotes (Ballejo, 2016; Ballejo et al. 2016), petreles (Van Den Hoff y Newbery, 2006) y pumas (Arilla et al. 2019; Stiner et al. 2012; Martin y Borrero, 1997; Mondini y Muñoz, 2008; Kaufmann et al. 2018; Mondini, 2018; Borrero et al. 2018) aparezcan como eventuales candidatos, en la producción de estas trazas de digestión, pudiendo todos estar involucrados si se considera el histograma de valores de intensidad de digestión (Campmas et al. *op cit*). El único patrón de digestión diagnóstico lo presentan las acumulaciones de esqueletos de roedores semicompletos, los cuales al presentar altos grados de articulación y leves intensidades de digestión sugieren que las rapaces responsables de su depositación habrían sido Strigiformes a pesar de la ausencia de egagrópilas (Montalvo et al. 2014; Montalvo y Tallade, 2009; Rudzik et al. 2015; Comay y Dayan, 2018; Royer et al. 2019). Estas evidencias a pesar de su escasa representación en

el registro permiten concluir que múltiples agentes consumidores y repartidores de restos se presentan activos en el ecosistema Taltalino (Moss y Erlandson, 2002; Rick et al. 2006; Gutiérrez et al. 2018).

La deformación de segmentos óseos planos se atribuyó a procesos de meteorización y pérdida de masa por segmentos de baja densidad mineral ósea, sin embargo, su baja frecuencia hizo difícil comprender este tipo de traza (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Las fracturas *postmortem* se caracterizaron por morfologías mayoritariamente transversales, longitudinales y columnares (asociadas a agrietamientos/descamación). El carácter *postmortem* se identificó en bordes rugosos y ángulos de fractura rectos y por consiguiente, altos valores de FFI y FHP de seco a mineralizado. Las fracturas *perimortem* o “en fresco”, caracterizadas por formas helicoidales, oblicuas y “mariposa”, con ángulos oblicuos de fractura y bordes lisos se asociaron principalmente a procesos de consumo por agentes carroñeros. Los niveles de fragmentación elevados y la presencia de evidencias de actuar masticatorio por pumas en ciertos esqueletos podrían sugerir estrés ambiental en el contexto actual de depositación en Taltal, ya que los pumas y felinos en general se caracterizan por la escasa intervención masticatoria sobre piezas óseas (Muñoz et al. 2008; Stiner et al. 2012). Mas allá de estas situaciones puntuales el accionar de cánidos es evidente a lo largo del conjunto, tanto para zorro como perros domésticos (Esteban-Nadal et al. 2010; Esteban-Nadal, 2012; Campmas et al. 2018) y por tanto gran parte del conjunto de fracturas en fresco ha de atribuirse a la acción de carroñeros antes que a Pumas (Kaufmann et al. 2018; Borrero et al. 2018). En general la muestra presenta elevadas cantidades de restos fracturados en los extremos del espectro, procesos tafonómicos de diversa naturaleza activos simultáneamente. Esto muy posiblemente es producto de interacciones entre carnívoros/carroñeros y posterior meteorización/agrietamiento de los restos con períodos largos de inactividad entre procesos, sugerido por la baja cantidad de restos entre los niveles 2-4 de FFI, así como pocas fracturas secas (Outram, 2002; Johnson et al. 2016; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Las evidencias registradas se asemejan a las observaciones de alto potencial de palimpsesto y promediado temporal en ambientes superficiales costeros producto de ecosistemas muy activos de bajas tasas de sedimentación (Massigoge et al. 2015; Marchionni et al. 2020; Scheifler et al. 2020).

A una escala regional, se observan diversos patrones de afectación, sustentados en la relación entre la posición geográfica y los patrones de trazas registrados. Específicamente se observó la mayor variabilidad en el conjunto en relación con su posición altitudinal y su distancia de la línea costera.

No existió forma de comprobar diferencias de afectación en distintos pisos vegetacionales/ecotopos debido al posicionamiento de la totalidad de las unidades

analizadas en el piso vegetacional MGpHp. A su vez no se logró establecer un parámetro de distinción claro respecto de la geomorfología asociada (*sensu* Belardi y Carballo, 2003), salvo en algunos casos aislados en la Cordillera de la Costa donde prevalecen, abrasión y perforaciones en un grupo acotado de sitios. Es posible, al considerar a la costa en general como unidad del paisaje, permite confirmar para la zona de estudio el conjunto de expectativas generadas por otros autores acerca del dinamismo y la potencial cantidad de actores involucrados en la formación del registro y alteración ósea en ambientes costeros (Erlandson y Moss, 2001; Moss y Erlandson, 2002; Rick et al. 2006; Borella y Borrero, 2010; Gutiérrez et al. 2018; Scheifler et al. 2020; Marchionni et al. 2020). En cuanto al análisis de sitios individuales, se aprecia igualmente una tendencia general de afectación tafonómica relacionada a la descoloración, además de evidencias de descamación y agrietamiento, sin embargo, al disminuir la escala de análisis aparecen muchas configuraciones de heterogéneas de traza. Esta situación es concordante con las expectativas para trazas tafonómicas excepcionales sugeridas por Milideo (2015), donde en escalas de análisis regionales muchas trazas excepcionales no son visibles en estudios tafonómicos multivariados.

Al utilizar agrupamientos estadísticos como el clúster jerárquico y el análisis de correspondencia en búsqueda de tendencias que expresen particularidades geomorfológicas para el conjunto no se observan indicadores relevantes para discriminar entre conjuntos arqueológicos de actualísticos, por lo que se considera un indicador no adecuado para explicar la varianza del conjunto. Esto aun cuando NPMANOVA expresa valores significativos indicando su utilidad para discriminar conjuntos.

Respecto a variabilidad en términos de altura se observa que a partir de elevaciones posteriores a los 50 metros comienza a apreciarse una gradiente de aumento en las proporciones de agrietamiento, fracturas mineralizadas y coloración blanca, trazas asociadas a procesos de meteorización, además del aumento de perforaciones y evidencias de corrosión sobre los 80 metros. Los conjuntos a la altura del nivel del mar no presentan un patrón claro de afectación. No se observaron agrupamientos aparentes en el ejercicio de clusterización entre intervalos de altura, sin embargo, del análisis de correspondencia se observó que los niveles sobre los 50 metros presentan casos que los distinguen del segmento cercano a la costa, esta distinción solo permite diferenciar el segmento inmediato a la costa del conjunto en altura, a pesar que entre sí los subconjuntos en altura no serían diferenciables en términos de análisis de correspondencia. NPMANOVA por su parte, al igual que en la categoría anterior, expresa significatividad entre las varianzas del conjunto multivariado, confirmando su utilidad como parámetro de discriminación.

En lo que respecta a distancia de la línea costera, al igual que para la variable altitudinal se aprecia un incremento de la intensidad de decoloración blanca a al alejarse de la costa con casi 100% de blanqueado y agrietamientos en sitios de más de 1km de distancia. Los estadios de meteorización en si se aprecian en todos los conjuntos con la salvedad de que cercano a la costa solo hay estadios bajos mientras que a medida que se alejan presentan toda la gradiente del 1 al 5, (Bochenski y Tomek, 1997). Las marcas lineales, perforaciones y atributos de fractura aparecen relacionadas también a la distancia de la costa. Sin presentar una tendencia general, los sitios más alejados de la costa engloban gran parte de las evidencias de perforación, fractura y marcas lineales. Curiosamente, la abrasión y corrupción química no parecen estar relacionadas a la distancia con la costa. Al igual que para altura, el análisis de clúster no entrega información fina acerca del agrupamiento observado en frecuencias relativas y el análisis de correspondencia confirma tendencias similares a las observadas para las variables de altura donde los valores extremos se alejan categóricamente de los intervalos cercanos a la línea costera. NPMANOVA también confirma la utilidad de este parámetro como discriminador entre conjuntos.

De las tendencias observadas podemos inferir que existe un patrón general de meteorización, depositación lenta y dispersión de elementos apendiculares por múltiples agentes. Respecto a estas características, creemos que esto coincide parcialmente con patrones costeros en otras áreas de estudio, donde se registra un predominio de elementos del esqueleto apendicular en las muestras actualísticas. Sin embargo, contrastando con el registro generado por este trabajo, en otras zonas costeras la meteorización no se presenta como criterio diagnóstico para distinguir el sesgo tafonómico ya que los conjuntos actualísticos se distinguen mejor en base a criterios de abrasión hídrica (Massigoge et al. 2015; Alunni et al. 2017). Consideramos que para Taltal la meteorización si posee potencial discriminatorio entre ambientes y por tanto para diferenciar sitios arqueológicos de contextos no antrópicos, lo anterior no se refiere necesariamente para distinguir la incorporación de osamentas actuales en contextos arqueológicos, sino más bien por la consideración de la presencia continua de conjuntos promediados de huesos de depositación lenta en todo el ecosistema local (Ferring, 1986), considerando además la poca ubicuidad de las evidencias de abrasión hídrica/sedimentaria en el conjunto actual registrado (Scheifler et al. 2020; Marchionni et al. 2020). Destaca también que se confirma la expectativa que asocia marcas lineales y perforaciones producidas por agentes carroñeros y carnívoros mediante análisis de correspondencia, esta prueba estadística además sugiere que estas variables conforman un criterio discriminatorio muy fiable para medir el grado de sesgo presente en los sitios en Taltal (Kaufmann et al. 2018; Lyman, 1994). Es de esperar que al tratarse las costas de ambientes altamente dinámicos en términos

tafonómicos, las expectativas generadas para ambientes costeros patagónicos difieran sustantivamente de ambientes costeros hiperdesérticos (Gutiérrez et al. 2018), considerando la baja disponibilidad comparativa de recursos vegetales, ausencia de cursos de agua permanentes y múltiples especies en competencia en un nicho ecológico limitado (Silva-Rodríguez et al. 2010; Iriarte et al. 2011; Malo et al. 2016).

Si bien la consideración de presencia de elementos con evidencias de intervención de carnívoros y carroñeros en el registro arqueológico como indicador de sesgo parece una obviedad, es necesario destacar que el conjunto de atributos que definen estas intervenciones no se limitan a las perforaciones y punturas, considerando que no es posible separar a actores en ambos extremos del espectro de modificación como el zorro y el puma por la lentitud depositacional que se desarrolla en el ambiente de plataforma costera. Creemos que se puede considerar más diagnóstico de su presencia las evidencias de desarticulación reflejadas en proporciones de representación esquelética en sumatoria a la gradiente de alteración por meteorización (Borella y Borrero, 2010; Massigoge et al. 2015; Scheifler et al. 2020). Si tomamos en consideración los pocos especímenes semienterrados en la muestra generada para Taltal, cuyos niveles de meteorización en varios estadios y de distribuciones de cobertura completos a parciales sugieren una larga permanencia en superficie, lleva a pensar que las interpretaciones de rápida depositación para explicar la ausencia de trazas de meteorización en contextos de conchal estarían en lo correcto (Olguín, 2011; Power, 2015, 2017; Sandoval, 2018; Yrarrázaval et al. 2019) y sugeriría, que los registros con altos niveles de restos meteorizados ya sea por descoloración o fisuras/descamación podrían presentar instancias de palimpsesto por promediado de los conjuntos óseos antrópicos/no antrópicos o en el mejor de los casos abandonos súbitos de las ocupaciones (Kaufmann et al. 2018; Marchionni et al. 2020; Scheifler et al. *op cit*)

Al contrastar los patrones de afectación tafonómica de la muestra actualística con el material proveniente de sitios paradigmáticos del período Arcaico Medio y Arcaico Tardío, es posible señalar que la alteración tafonómica actual en las costas de Taltal se caracteriza por una presencia casi total de descamación y agrietamiento, y en menor medida fractura, marcas lineales y perforaciones. Por su parte la alteración en contextos arqueológicos se caracteriza por muy escasa representación relativa de trazas lineales y perforaciones donde las fracturas mineralizadas y la tinción sedimentaria destacan como las más frecuentes y ubicuas.

Al realizar el ejercicio de comparación directa entre los contextos arqueológicos y el registro actualístico, se observa que aquellos sitios arqueológicos con prevalencia de trazas de abrasión o agrietamiento, valores FHP muy tendientes hacia mineralizado, con pocas marcas lineales, y coloración blanca muy frecuentes (sitios

Agua dulce (AD), Caleta Bandurrias (CB) y Paso Malo Arcaico (PMA)), se asemejan a los contextos actuales en configuración de trazas, situación que se interpretó como potencial sesgo por ingreso de material procedente de actividades por agentes no antrópicos. La utilización del clasificador *naive* bayesiano buscó explotar estas similitudes para evaluar el potencial grado de sesgo para los sitios arqueológicos que poseen estas similitudes al caracterizar al conjunto total en base a su asignación cronológica como actual o arqueológica.

Del ejercicio se obtuvo que al menos los sitios AD, PMA y CB poseen suficientes similitudes con el conjunto actualístico como para ser asociados al patrón de alteración tafonómica actual, esto implica que existe una posibilidad considerable de que estos sitios presenten un sesgo para sus conjuntos desde el 5000 cal. A.P. en adelante, sobre todo considerando que los otros sitios presentan muy altos niveles de asignación correcta de su patrón de afectación tafonómica.

Estos resultados parecieran ir de la mano con la expectativa de que los sitios mas cercanos a la costa presentan un alto dinamismo en cuanto a alteración tafonómica y por consiguiente serían mas vulnerables a sesgos mediados por agentes no antrópicos (Massigoge et al. 2015; Gutiérrez et al. 2018). Si bien los sitios cercanos a la costa presentan una menor variabilidad de trazas según lo observado por el ejercicio actualístico de este trabajo, estas se presentan en mayores intensidades que para los sitios mas alejados del mar tanto en altura como distancia. Sobre las descripciones de sitio como conchal, alero o cielo abierto, no parecería en primera instancia haber relación entre esta condición y el potencial sesgo asociado. Es mas, los patrones observados mediante los análisis de correspondencia sugieren que los sitios arqueológicos a mayores distancias de la costa y mayores alturas sobre el nivel del mar son mas fácilmente diferenciables de los conjuntos actualísticos no antrópicos. Vemos esto confirmado por los sitios AD, CB y PMA los cuales se ubican bajo los 20msnm y a menos de 100m de la línea costera y cuyos atributos de alteración tafonómica los hacen similares al patrón actualístico. HdeC por su parte, comparte estas características pero no presenta alteraciones que lo asocien al patrón actualístico, obteniendo valores de interpretación de su patrón de trazas tafonómicas similares a ZAP, PN9 y 224A, los cuales en su totalidad están a mas de 100m de la línea costera y para el caso de PN9 sobre los 20msnm (Tabla 14). Lamentablemente estas diferencias son demasiado pequeñas entre sí para definir un patrón particular de valor interpretativo, sobretodo considerando que no existen sitios en alturas mayores a los 150msnm como contrastar y/o verificar las tendencias en el conjunto actualístico.

La presencia de *huaqueo*, no parece ser un factor determinante en el error de asignación ya que todos los sitios mencionados lo presentan en algún grado (Borie y Soto, 2011). Sin embargo no podemos dejar de mencionar que uno de los sitios

de mayores densidades de material que fue incorrectamente clasificado (Caleta Bandurrias), presenta evidencias de saqueo subactual en las capas analizadas, esto nos obliga a considerar la posibilidad de que la similitud de los patrones de alteración de aquel conjunto con el actual se deba al ingreso intrusivo o migración vertical de osamentas subactuales producto de las actividades de saqueo y no a factores particulares de alteración asociados a la ocupación o al emplazamiento (Salazar com. pers).

Sobre diferencias en el patrón ocupacional, es destacable que la totalidad de los sitios con secuencias ocupacionales continuas post 5000 cal. A.P. (ZAP, PN9 y HdeC), son los que presentan menor probabilidad de sesgo, esta característica confirma en parte las expectativas de depositación rápida de restos en estos sitios de secuencias largas, considerando la velocidad en los procesos de meteorización observado en la muestra actualística (Anexo 7) y considerando los ejemplos en otras áreas de estudio (Rick et al. 2006; Massigoge et al. 2015; Milideo, 2015; Gutiérrez et al. 2018; Marchionni et al. 2020). La ausencia de sesgo aparente en 224A se condice con esta interpretación, ya que a pesar de no poseer una secuencia ocupacional continua al estar emplazado en un sitio de alero es esperable que existan condiciones que favorezcan la sedimentación o al menos la protección de los restos óseos ante el efecto de la meteorización (Pokines y Symes, 2013; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

En síntesis, aparentemente los sitios menos vulnerables al impacto de sesgos tafonómicos no antrópicos estarían asociados a su distancia de la costa ya sea sobre el nivel del mar o a distancias de la línea costera. Otro aspecto que influye en la probabilidad de presentar sesgo es la continuidad de las ocupaciones, donde sitios con continuidad ocupacional presentan menores probabilidades de palimpsestos con actividades no antrópicas, esto inferido a partir del mayor potencial de sedimentación producto de estas ocupaciones. Por último, los sitios en alero parecieran estar asociados a menores probabilidades de interferencia no antrópica al menos en lo que respecta a agentes inorgánicos. Este último punto, sin embargo, se toma con precaución debido a la conocida prevalencia de agentes no antrópicos dentro de los espacios de abrigos rocosos (Mondini, 1995, 2002; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Al menos para el caso de la información recuperada en este estudio la ausencia de trazas de meteorización y fracturas asociadas a esta parecen ser criterio suficiente para descartar un sesgo importante en los sitios arqueológicos.

El nombrar ambos patrones como **Actual vs Arqueológico** no es más que una nomenclatura conveniente para diferenciar ambos conjuntos, en concreto no describe nada de su cronología particular, lo que significa que si bien los restos asignados al grupo actual podrían provenir de una lluvia tafonómica actual (Borrero,

2001a), no necesariamente provienen de contextos depositacionales actuales o modernos, sino que engloban características de intervención no antrópica que hacen que el algoritmo clasificatorio los asocie a un contexto de generación muy diferente a lo esperado para un sitio arqueológico, expectativa que a su vez se define a partir de los otros sitios y sus similitudes y diferencias con la intervención moderna de huesos. Esto en última instancia hace pensar que los sitios o bien están disturbados por palimpsestos modernos o que están dotados de un patrón depositacional muy distinto al de los sitios como Zapatero, Paposo Norte 9, Alero 224-A o Hornos de Cal, los cuales aún tener un mismo patrón ocupacional presentan un grado de similitud tal en sus trazas tafonómicas que es posible separarlos de la totalidad del conjunto actualístico.

El porcentaje de error obtenido para los sitios Zapatero, Paposo Norte 9, Alero 224-A, y Hornos de Cal y la cantidad de elementos óseos mal clasificados por el algoritmo son negligibles a la luz del error clasificatorio que exhibe Caleta Bandurrias particularmente. Si bien Paso Malo Arcaico y Agua Dulce poseen mayores porcentajes de error, el bajo número de casos que se asocia a estos dos sitios y la ausencia de interpretaciones relevantes para estos segmentos ocupacionales sugiere que la posibilidad de un sesgo tafonómico en estos sitios sea poco relevante para las interpretaciones acerca de la subsistencia en las costas Taltalinas. Por otro lado, Caleta Bandurrias y su conjunto de más de 300 elementos, sostienen interpretaciones sobre ocupaciones desde los 5000 años cal. A. P. en adelante, de carácter efímero a causa de su potencia estratigráfica, cuyos patrones de abastecimiento local o inmediato de moluscos y peces habrían estado complementados con consumo de tetrápodos, específicamente la caza de pinnípedos en desmedro de otras especies de tetrápodos (Power, 2015; Salazar et al. 2015). Esta interpretación en particular, peligra al tratarse de un conjunto muy posiblemente sesgado al presentar un patrón de alteración tan similar a lo observable hoy disperso y acumulado sobre las playas en contextos asociados a caza, carroñeo, muertes naturales y disturbación general de restos que poco o nada tienen que ver con la agencia humana. Existe una posibilidad no menor de que el registro presente restos alterados por múltiples agentes no antrópicos, al punto de obscurecer el patrón de afectación humana, o que las ocupaciones humanas fueron realmente tan esporádicas que no lograron generar la sedimentación veloz que creemos responsable de las diferencias tafonómicas observadas para los sitios arqueológicos en la zona, estudios de carácter geoarqueológico podrían ofrecer soluciones prácticas para abordar la problemática que expresa este sitio en cuanto a sus atributos tafonómicos y ofrecer una respuesta clara sobre si estas diferencias son producto de condiciones de depositación en momentos ocupacionales o a disturbaciones modernas (Storchi-Lobos, 2018).

VIII. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

Evaluar el potencial sesgo tafonómico en sitios arqueológicos es de por sí un concepto problemático; por una parte, requiere de un entendimiento cabal de la apariencia “por defecto” de la variabilidad tafonómica en los sitios arqueológicos y, por otro lado, estudios previos del ambiente de modificación en el que se emplazan los sitios. Así es posible conocer el patrón de alteración de los restos que conforman la “lluvia de huesos” que alteraría potencialmente los sitios arqueológicos, ya sea por palimpsestos contemporáneos o incorporaciones posteriores de elementos (Borrero 2001a, 2001b).

Los autores en general, ante esta situación compleja, abogan por un abandono de la inocencia en la interpretación zooarqueológica; interpretaciones que por ejemplo, consideran la mera presencia de fracturas frescas como evidencias de “extracción de médulas” sin consideración de sus atributos concretos de fractura (Outram, 2002; Johnson et al. 2016) y evidencias de termoalteración sin la consideración del conjunto de atributos discretos que indican quemados intencionales (Stiner et al. 1995; Bennett, 1999; Gutiérrez et al. 2018). En el caso de la zona de estudio, no es raro ver esta clase de interpretaciones de trazas de alteración rutinariamente utilizadas como evidencias concretas no solo del origen antrópico de los conjuntos, sino como indicador de actividades específicas de subsistencia y estrategias de consumo de alimentos (Castillo, 2014). Como también sucede con las proporciones esqueléticas de las especies registradas en conjuntos arqueológicos, las que se interpretan muchas veces sin considerar (Bahamondes, 2014) la alta mortandad natural y el perfil de mortandad esperable para cada especie en entornos “naturales” (Stiner, 1990; Gifford-Gonzalez et al. 2004; Borella y Borrero, 2010; Peña-Villalobos, 2016; Yrarrázaval et al. 2019) y sus patrones de dispersión (Mondini, 1995, 2002).

Consideramos que comprender el verdadero potencial transformador de la agencia humana en los ambientes donde se desarrollaron ocupaciones va necesariamente de la mano de estudiar las instancias de aprovechamiento y depositación general no relacionadas a la actividad antrópica, sobre todo en ambientes costeros considerados como uno de los ecosistemas más activos en términos tafonómicos (Gutiérrez et al. 2018; Scheifler et al. 2020; Marchionni et al. 2020) a lo que podemos agregar su alta productividad biológica (Mohtadi et al. 2004) y dinámicas cadenas de reciclaje biológico (Behrensmeyer, Kidwell y Gastaldo, 2000).

Las dinámicas de interacción humano-fauna, para las costas de Taltal están relativamente bien estudiadas en lo que respecta a ambientes de explotación marítimos (Llagostera, 1989; Olguín, 2011, 2014; Power, 2015; Rebolledo, 2014; Olguín, Flores y Salazar, 2015; Salazar et al. 2015; Rebolledo et al. 2016; Béarez et al. 2016; Salazar et al. 2018). A la fecha, no existe para tetrápodos esta clase de estudios centrados en comprender el rol de las especies en sus ecosistemas y el

potencial que presentan para el desarrollo de ocupaciones humanas, como si existe para conjuntos malacológicos e ictiológicos. Así quedan las interacciones entre humanos y pinnípedos, mamíferos terrestres y aves subordinadas a expectativas vagas de presencia y comportamiento no corroboradas por evidencia empírica ya sea con evidencia actual o paleontológica. Creemos en este sentido que el estudio de sitios arqueológicos debe ir de la mano con la búsqueda de sitios sincrónicos con los períodos de ocupación arqueológica, pero sin actividad antrópica, ya sea por medio de acumulaciones en aleros de egagrópillas, acumulaciones de carroñeros, letrinas de carnívoros, madrigueras con packrats, etc. (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Mondini, 2018; Royer et al. 2019).

El presente trabajo busca ser un primer acercamiento actualístico a la variabilidad tafonómica expresada en la zona de estudio, no intenta necesariamente resolver completamente la problemática de discriminar entre patrones de modificación entre humanos y agentes no antrópicos. Lo que busca es principalmente sistematizar la variabilidad del conjunto de alteraciones tafonómicas e ilustrar potenciales procesos de alteración para determinar que variables se replican con mayores frecuencias para ambientes de modificación no antrópicos (Kaufmann et al. 2018; Gutiérrez et al. 2018; Royer et al. 2019). También se busca elaborar una expectativa del repertorio de especies y sus atributos en términos de representaciones esqueléticas depositadas en el entorno costero (Mondini, 2018; Scheifler et al. 2020) y finalmente expresar las diferencias en el patrón de modificación de acumulaciones óseas en categorías de utilidad para la interpretación arqueológica, con la intención de separar ambientes con menor o mayor potencial de presentar registros promediados (Borrero et al. 2018). El conocimiento y delimitación de estos ambientes es importante para entender como interactúan e inciden en las interpretaciones y comparaciones entre sitios (Borrero, 2001a, 2001b).

Las numerosas pruebas estadísticas empleadas nos permiten ampliar la calidad explicativa del conjunto tafonómico actualístico, más allá de simplemente mencionar que está relativamente más pisoteado, mordido, fracturado y meteorizado que el conjunto arqueológico. Nos permitieron establecer con grados de confianza consistentes (Milideo, 2015; Royer et al. 2019) que las trazas asociadas a las acumulaciones y dispersiones óseas actuales guardan estrecha relación con la intervención de carroñeros y carnívoros sobre las carcasas de animales, evidenciado tanto en representaciones esqueléticas, punturas y trazas lineales que denotan diferentes grados de intervención y transporte. Complementada con coloración y descamación esta información sugiere que estas intervenciones diferentes se desarrollarían en un lapso de tiempo extenso, cuya precisión requeriría mayores estudios enfocados en la evolución de los estadios de meteorización, pero que fácilmente se extienden en el rango de varios años considerando la baja

intervención observada para una carcasa en el lapso de un año completo (Bochenski y Tomek, 1997; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Del ejercicio de clasificación asistida por estadística bayesiana, se obtuvieron resultados que sugieren un gran potencial para distinguir con precisión entre categorías de interés arqueológico, que no solo se limitan a discriminar conjuntos según su adscripción cronológica o patrón de afectación, sino que es relevante para cualquier rango de atributos de sistematización similar ya sea para conjuntos zooarqueológicos, atributos del patrón de asentamiento, artefactos y fragmentería lítica, etc. (ver Anexo 5 para el código) (Otárola-Castillo y Torquato, 2018). Si bien consideramos que la clasificación logró el objetivo de evaluar el grado de sesgo tafonómico a nivel regional en los sitios arqueológicos, no logra de por sí explicar satisfactoriamente las razones detrás de este sesgo. Es aquí donde cobra importancia la fidelidad estratigráfica de los conjuntos para asegurar su integridad. En el caso de los sitios clasificados fuera del patrón arqueológico, en su totalidad se encuentran intervenidos por procesos postdepositacionales de saqueo e intervención subactuales, situación que tentativamente podría explicar el origen de los patrones tafonómicos observados al incorporar a los sitios osamentas modernas (Olguín, 2011; Power, 2015).

El excesivamente fraccionado conjunto de trazas tafonómicas consideradas para el estudio y la comparación de las variables analizadas demostró que un gran repertorio de tipologías de traza no necesariamente aporta mejor a dilucidar las diferencias entre los conjuntos, sino que más bien fueron la sistematicidad y consistencia en los meta-análisis (Milideo, 2015) y la consideración desde su diseño como información para ser comprendida mediante pruebas estadísticas (Royer et al. 2019) las herramientas más útiles a la hora de definir características ubicuas y particulares de la alteración tafonómica entre diferentes ambientes (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Gutiérrez et al. 2018). De esta forma y como sugerencia para estudios posteriores y parámetro estándar de comparación se ofrece una configuración simplificada de las variables de traza utilizadas en este estudio que podrá ser comparada directamente con los resultados de este trabajo y con otros de menores grados de información de variables tafonómicas ya sea en esta zona costera u otras de similares características (ver Anexo 2).

La ausencia de restos semienterrados en el conjunto actualístico hizo imposible constatar el rol de la sedimentación en la importancia de la "lluvia tafonómica en estas costas, a diferencia de lo observado para zonas de Argentina (Scheifler et al. 2020), sin embargo, al monitorear un caso de muerte accidental y su dispersión a lo largo del lapso de un año completo (ver Anexo 7), además de casi no observar restos semienterrados, creemos tener suficiente información como para afirmar que la sedimentación no parece ser un gran factor en los procesos de palimpsesto al

menos en esta región. Por lo que relegar solo a la sedimentación y migración vertical de elementos óseos la posibilidad de incorporar huesos de alteración no antrópicas en el registro arqueológico nos parece incorrecto (Scheifler et al. op cit). La permanencia prolongada de huesos en las playas y su dispersión/acumulación por agentes locales, conforma una verdadera “poza tafonómica”, la cual puede permanecer activa permanentemente o por períodos muy prolongados de tiempo y debería por tanto presentarse básicamente a lo largo de toda la secuencia temporal sincrónica a las ocupaciones humanas. Esto implica que una serie de acumulaciones podría malinterpretarse como producto de ocupaciones humanas efímeras, esto considerando los parámetros utilizados normalmente para la identificación de sitios (Borie y Soto, 2011). Estos parámetros que destacan la presencia de artefactos y emplazamientos de conchal o alero, en sí no serían un problema de no existir las carencias interpretativas del conjunto zooarqueológico que hemos intentado ilustrar a lo largo de este trabajo. Es así como creemos que es mejor reservar el pronóstico del patrón regional de sesgo tafonómico a un conjunto de expectativas de trazas de alteración particulares antes que a una mayor o menor incidencia de la “lluvia tafonómica” en determinado ambiente mediada por el grado de sedimentación de los restos (Scheifler et al. op cit) (ver Anexo 7).

Por la naturaleza altamente variable de los conjuntos producidos por agentes no antrópicos sobre los restos óseos y su similitud con variadas instancias de modificación humana (Mondini, 2018), aún a pesar de los resultados favorables para evaluar el sesgo obtenidos en esta investigación, se recomienda atender a la recomendación de considerar para el estudio de patrones de aprovechamiento y consumo humano solamente aquellos conjuntos inequívocamente asociados a actividades humanas tales como huellas de corte que reflejen conductas de consumo o patrones de termoalteración coherentes con el consumo de proteína animal. Debe evitarse asumir de antemano la agencia humana en el estado final del conjunto óseo inclusive en contextos claramente asociados a actividad humana (Gutiérrez et al. 2018, Erlandson y Moss, 2001; Moss y Erlandson, 2002, Rick et al. 2006). Las variables tafonómicas observadas demostraron ser sensibles a las escalas de análisis regionales, por lo que entender estas señales a escala de sitios individuales no tendría sentido como indicador de su grado de sesgo por intervención no antrópica (Milideo, 2015). Esto sugiere un panorama de alteración tafonómica mucho más variable y heterogéneo del que se había considerado para la zona hasta el momento (Marchionni et al. 2020). Esfuerzos futuros podrán dilucidar con mayor detalle, patrones específicos de alteración que develen en detalle el repertorio de actores responsables de la conformación de la historia tafonómica que afecta a los restos acumulados la costa desértica Taltalina.

Esta investigación busca aportar con un cuerpo de datos actualístico para entender cuáles son los mecanismos ecológicos que gobiernan la acumulación y/o

destrucción ósea para generar expectativas sobre acciones que afecten la integridad de los restos óseos en los sitios arqueológicos (Gutiérrez et al. 2018; Royer et al. 2019).

A pesar de las limitaciones que esta clase de estudios posee, como la potencial diferencia entre procesos de alteración modernos y pretéritos mediado por cambios en los ecosistemas y las condiciones paleoambientales generales, se considera que la contribución de los esfuerzos actualísticos al aislar, caracterizar y amplificar las variables naturales exceden las limitaciones al proveer una vía sistemática de identificar la potencial mezcla de restos arqueológicos con intervenciones no antrópicas, discriminar contextos de preservación diferencial a nivel regional, caracterizar patrones específicos de procesos de alteración tafonómica y producir criterios diagnósticos para discriminar acumulaciones óseas no antrópicas y distinguirlas entre y dentro de contextos arqueológicos (Gutiérrez et al. 2018). Estos estudios abren una vía para resolver en parte la problemática originalmente emplazada por Borrero (1988; 2001a; 2001b), sobre las limitaciones en estudiar la tafonomía en sitios arqueológicos desde la misma unidad analítica del sitio (Dunnell y Dancey, 1983) en cuanto a la representación parcial del ecosistema en el que se inserta y el consiguientemente sesgado entendimiento del repertorio de agentes involucrados en su producción (Rick et al. 2006; Erlandson y Moss, 2001; Moss y Erlandson, 2002).

Sin embargo, otra dificultad presentada por los esfuerzos de caracterización de los contextos de alteración tafonómica recae en la equifinalidad de trazas y acumulaciones producidas por diferentes agentes tanto no antrópicos como antrópicos (Gifford-Gonzalez et al. 2004; Mondini, 2018; Gutiérrez et al. 2018; Kaufmann et al. 2018) y esta problemática no queda resuelta a menos que se genere un cuerpo de datos e instancias experimentales lo suficientemente acabada y vasta como para poder distinguir entre variables tales como estacionalidad, agentes productores de las trazas, intensidad mediada por condiciones climáticas/ecológicas o casos de alteración excepcionales, que por lo general toman varios años en conformarse (Mondini, *op cit*; Gutiérrez et al. *op cit*; Borrero et al. 2018) o en su defecto requieren de esfuerzos investigativos interdisciplinarios de alta complejidad (Esteban-Nadal et al. 2010; Esteban-Nadal, 2012; Storchi-Lobos, 2018; Royer et al. 2019).

Es ante este escenario que se toma la decisión de utilizar la traza tafonómica como unidad de análisis guía de este trabajo (Gifford-Gonzalez, 1991). Esto sin perjuicio del potencial de la muestra actualística generada de describir conjuntos de alteraciones producidas por agentes o procesos tafonómicos particulares tales como caracterizar acumulaciones óseas en abrigos por carnívoros pequeños, dispersiones óseas en ungulados de tamaño medio en el lapso de un año,

asociaciones entre trazas de consumo/carroñeo y representaciones esqueléticas recuperadas, rangos etarios asociados a trazas específicas, entre otras (ver Anexo 6 para un resumen de las instancias particulares registradas). Se optó deliberadamente por descomponer y caracterizar la muestra solo en base a los atributos físicos de trazas observadas. Todo esto con el fin de atender las necesidades de sistematicidad y la incorporación de múltiples líneas de evidencia para el estudio tafonómico, ya sea mediante el aumento de casos, incorporación de mayor cantidad de variables contextuales o como el presente caso, una mayor variedad y claridad en las observaciones a considerar para discriminar conjuntos (Milideo, 2015; Gutiérrez et al. 2018; Royer et al. 2019; Otárola-Castillo et al. 2017; Harris et al. 2017; Merritt, 2019; Byeon et al. 2019).

IX. BIBLIOGRAFÍA

Adams, B., & Crabtree, P. (2011). Comparative osteology: a laboratory and field guide of common North American animals. Academic Press.

Aguilar, C., Lehr, E., Quiroz Rodriguez, A., Perez, J., Balta, K., Mella, J., Ruiz de Gamboa, M., Espejo, P., Nunez, H. & Marambio, Y. (2015). *Phyllodactylus gerrhopygus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015*

Alunni, D. V., Zangrando, A. F., & Gutiérrez, M. A. (2017). Natural accumulation and distribution of guanaco bones in the southernmost tip of Tierra del Fuego (Argentina): taphonomic analysis and archaeological implications. *Journal of Taphonomy*, 15(1-3), 59-76.

Anderson M (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26: 32–46.

Andrews, P. (1990). *Owls, caves and fossils*. London: Natural History Museum, and Chicago: University of Chicago Press.

Andrews, P., & Fernández-Jalvo, Y. (1997). Surface modifications of the Sima de los Huesos fossil humans. *Journal of Human Evolution*, 33, 191–217.

Andrews, P., & Fernández-Jalvo, Y. (2003). Cannibalism in Britain: Taphonomy of the Cresswellian (Pleistocene) faunal and human remains from Gough's cave (Somerset, England). *Bulletin of the Natural History Museum, London*, 58, 59–81.

Andrews, P., & Whybrow, P. (2005). Taphonomic observations on a camel skeleton in a desert environment in Abu Dhabi. *Palaeontologia Electronica*, 8(1), 1- 17.

Andrews, P., Molleson, T., & Boz, B. (2005). The human burials at Çatalhöyük. In I. Hodder (Ed.), *Inhabiting Catalhoyuk: Reports from the 1995–1999 seasons* (pp. 263–489). Cambridge: Cambridge University Press.

Araújo-Júnior, H., de Oliveira Porpino, K., & Bergqvist, L. P. (2017). Origin of bonebeds in Quaternary tank deposits. *Journal of South American Earth Sciences*, 76, 257-263.

Araújo-Júnior, H.I., Porpino, K.d.O., Bergqvist, L.P., Origin of bonebeds in quaternary tank deposits, *Journal of South American Earth Sciences* (2017), doi: 10.1016/j.jsames.2017.03.012.

Argáez, C., Batta, E., Mansilla, J., Pijoan, C., & Bosch, P. (2011). The origin of black pigmentation in a sample of Mexican prehispanic human bones. *Journal of Archaeological Science*, 38(11), 2979-2988.

- Arilla, M., Rufà, A., Rosell, J., & Blasco, R. (2019). Small carnivores' cave-dwelling: neo-taphonomic study of a badger (*Meles meles*) sett and its archaeological implications. *Historical Biology*, 1-15.
- Avilés, R., Garin, C., Nunez, J., Ortiz, J.C., Sallabery, N., Tala, C., Victoriano, P. & Vidal, M. (2016a). *Philodryas chamissonis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016.
- Avilés, R., Garin, C., Nunez, J., Ortiz, J.C., Sallabery, N., Victoriano, P. & Vidal, M. (2016b). *Microlophus atacamensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016
- Bahamondes, M. (2014). *Informe arqueozoológico de los restos faunísticos de Zapatero*. Anexo XII, Informe de Avance Año 3, Proyecto Fondecyt 1110196 titulado Cazadores-recolectores, pescadores y mineros del período Arcaico en la costa de Taltal (documento inédito).
- Bailey, G. (2007). Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of anthropological archaeology*, 26(2), 198-223.
- Ballejo, F. (2016). Ecología trófica y tafonomía del jote cabeza negra, *Coragyps atratus* (Cathartidae) y su comparación con otros cathartidae del noroeste de la Patagonia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Ballejo, F., Fernández, F. J., Montalvo, C. I., & De Santis, L. J. (2016). Taphonomy and dispersion of bones scavenged by New World vultures and caracaras in Northwestern Patagonia: implications for the formation of archaeological sites. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 8(2), 305-315.
- Ballester, B., & Gallardo, F. (2011). Prehistoric and historic networks on the Atacama Desert coast (northern Chile). *Antiquity*, 85(329), 875-889.
- Ballester, B., & Gallardo, F. (2011). Prehistoric and historic networks on the Atacama Desert coast (northern Chile). *Antiquity*, 85(329), 875-889.
- Ballester, B., Gallardo, F., & Aguilera, P. (2015). Representaciones que navegan más allá de sus aguas: una pintura estilo El Médano a más de 250 km de su sitio homónimo. *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, 45, 81-94.
- Ballester, B., Jackson, D., Carré, M., Maldonado, A., Méndez, C., y Seguel, R. (2012). An Early Holocene task camp (~ 8.5 ka cal BP) on the coast of the semi- arid north of Chile. *Antiquity*, 86(331), 88-98.

- Ballester, B., Labarca, R., & Calas, E. (2018). Relaciones entre tortugas marinas y seres humanos en la costa de Atacama: Dos ejemplos arqueológicos. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 23(2), 143-162.
- Bar-Oz, G., & Munro, N. D. (2004). Beyond cautionary tales: a multidimensional taphonomic approach for identifying subpatterns in ungulate body-part data. *Journal of Taphonomy*, 2, 201-220.
- Barham, L., Pinto Llona, A., & Andrews, P. (2000). The Mumbwa caves behavioural record. In L. Barham (Ed.), *The Middle Stone Age of Zambia, South Central Africa* (pp. 81–148). Bristol: Western Academic and Specialist Press.
- Baumel, J., & Witmer, L. Osteology (1993) Handbook of avian anatomy: Nomina anatomica avium. JJ Baumel, AS King, JE Breazile, amp, 45-132.
- Béarez, P., Fuentes-Mucherl, F., Rebolledo, S., Salazar, D., & Olguín, L. (2016). Billfish foraging along the northern coast of Chile during the Middle Holocene (7400–5900 cal BP). *Journal of Anthropological Archaeology*, 41, 185-195.
- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecological information from bone weathering. *Paleobiology*, 4, 150–162.
- Behrensmeyer, A. K., Kidwell, S. M., & Gastaldo, R. A. (2000). Taphonomy and paleobiology. *Paleobiology*, 26(sp4), 103-147.
- Belardi, J. B., & Carballo, F. (2003). Tafonomía regional en la cuenca media del río Coyle (Santa Cruz, Patagonia Argentina). *Intersecciones en antropología*, (4), 59-73.
- Bello, S., & Andrews, P. (2006). The intrinsic pattern of preservation of human skeletons and its influence on the interpretation of funerary behaviours. In C. Knusel & R. Gowland (Eds.), *The social archaeology of funerary remains* (pp. 1– 13). Oxford: Oxbow Books.
- Benavente, M. A., Adaro, L., Gecele, P., & Cunazza, C. (1993). Contribución a la determinación de especies animales en arqueología: Familia Camelidae y Taruca del Norte. Serie Programas de Desarrollo, 3.
- Bennett, J. L. (1999). Thermal alteration of buried bone. *Journal of Archaeological Science*, 26(1), 1-8.
- Berta, A., Sumich, J. L., & Kovacs, K. M. (2005). *Marine mammals: evolutionary biology*. Elsevier.

- Bertelli, S., y Giannini, N. P. (2005). A phylogeny of extant penguins (Aves: Sphenisciformes) combining morphology and mitochondrial sequences. *Cladistics*, 21(3), 209-239.
- Binford, L. R. (1980). Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American antiquity*, 45(1), 4-20.
- Binford, L. R. (1981). *Bones: ancient men and modern myths*. New York Press.
- Binford, L. R. (1984). *Faunal Remains from Klasies River Mouth: Monograph*. Academic Press.
- Binford, L. R. (1988). Fact and fiction about the Zinjanthropus floor: data, arguments, and interpretations.
- Binford, L. R., & Sabloff, J. A. (1982). Paradigms, systematics, and archaeology. *Journal of Anthropological Research*, 38(2), 137-153.
- Blumenschine, R. (1986). Carcass consumption sequences and archaeological distinction of scavenging and hunting. *Journal of Human Evolution*, 15, 639-659.
- Blumenschine, R. J., & Selvaggio, M. M. (1991). On the marks of marrow bone processing by hammerstones and hyenas: Their anatomical patterning and archaeological implications. In J. D. Clark (Ed.), *Cultural beginnings* (pp. 17-32). Bonn: Dr. R. Habelt GMBH.
- Bocheński, Z. M., & Tomek, T. (1997). Preservation of bird bones: erosion versus digestion by owls. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(4), 372-387.
- Borella, F. (2004). *Tafonomía regional y estudios arqueofaunísticos de cetáceos en Tierra del Fuego y Patagonia meridional* (Vol. 1257). British Archaeological Reports.
- Borella, F., & Borrero, L. A. (2010). Observaciones tafonómicas acerca de la desarticulación de carcasas de pinnípedos en ambientes litorales, el caso de Islote Lobos (Golfo San Matías, Río Negro). *Zooarqueología a principios del siglo XXI: aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio*, 371-379.
- Borella, F., Gutiérrez, M. A., Foderé, H. R., & Merlo, J. F. (2007). Estudio de densidad mineral ósea para dos especies de otáridos frecuentes en el registro arqueofaunístico patagónico (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*). *Desenterrando Huesos, recolectando piedras, develando arcanos... VI Jornadas de Arqueología de Patagonia*.

- Borella, F., Vales, D. G., Grandi, F., & García, N. A. (2018). Rasgos diagnósticos en elementos postcraneales de dos especies de otáridos para su identificación en el registro zooarqueológico. *Magallania (Punta Arenas)*, 46(2), 187-203.
- Borie, C. y C. Soto. 2011. Prospecciones arqueológicas en la costa norte de Taltal. *Taltalia* 4: 85-101.
- Borrero, L. A. (1988). Tafonomía Regional. De Procesos, Contextos y Otros Huesos. ICA. Sección Prehistoria, FFyL-UBA, Buenos Aires, 9-15.
- Borrero, L. A. (1990). Taphonomy of guanaco bones in Tierra del Fuego. *Quaternary Research*, 34(3), 361-371.
- Borrero, L. A. (2001a). Regional taphonomy. The scales of application to the archaeological record. *Animals and man in the past*, 41, 17-20.
- Borrero, L. A. (2001b). Regional taphonomy: background noise and the integrity of the archaeological record. *Ethnoarchaeology of Andean South America. Contributions to archaeological method and theory*, 243-254.
- Borrero, L. A. (2014). Regional taphonomy. *Encyclopedia of Global Archaeology. Springer Reference, New York*, 723.
- Borrero, L. A., Martin, F. M., & Prevosti, F. J. (2018). Taphonomy and the role of pumas (*Puma concolor*) in the formation of the archaeological record. *Quaternary international*, 466, 157-164.
- Borrero, L. A., Martin, F. M., & Vargas, J. (2005). Tafonomía de la interacción entre pumas y guanacos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Magallania (Punta Arenas)*, 33(1), 95-114.
- Bromage, T. G., & Boyde, A. (1984). Microscopic criteria for the determination of directionality of cutmarks on bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 65, 359-366.
- Brothwell, D. R., & Jones, R. (1978). The relevance of small mammal studies to archaeology. *Research Problems in Zooarchaeology, Occasional Publications*, 3, 47-57.
- Buck, C. E., & Litton, C. D. (1990). A computational Bayes approach to some common archaeological problems. *Computer applications and quantitative methods in archaeology*, 93-9.
- Byeon, W., Domínguez-Rodrigo, M., Arampatzis, G., Baquedano, E., Yravedra, J., Maté-González, M. A., & Koumoutsakos, P. (2019). Automated identification and

deep classification of cut marks on bones and its paleoanthropological implications. *Journal of Computational Science*, 32, 36-43.

Cáceres, I., Bravo, P., Esteban, M., Expósito, I., & Saladié, P. (2002). Fresh and heated bones breakage. An experimental approach. In M. De Renzi, M. Pardo, M. Belinchón, E. Peñalver, P. Montoya & A. Márquez-Aliaga (Eds.), *Current topics on taphonomy and fossilization* (pp. 471–479) Valencia: Ayuntamiento de Valencia.

Cáceres, I., Esteban-Nadal, M., Bennàsar, M., & Fernández-Jalvo, Y. (2011). Was it the deer or the fox? *Journal of Archaeological Science*, 38, 2767–2774.

Cádegan, K. (2013). Anatomía comparada del esqueleto apendicular de dos especies de otáridos, *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) *Arctophoca australis gracilis* (Zimmerman, 1783). Universidad Austral de Chile, Chile.

Campmas, E., Stoetzel, E., & Denys, C. (2018). African carnivores as taphonomic agents: contribution of modern coprogenic sample analysis to their identification. *International Journal of Osteoarchaeology*, 28(3), 237-263.

Capaldo, S. D., & Blumenschine, R. J. (1994). A quantitative diagnosis of notches made by hammerstone percussion and carnivore gnawing on bovid long bones. *American Antiquity*, 59, 724–748.

Castelleti, J. (2007). Patrón de asentamiento y uso de recursos a través de la secuencia ocupacional prehispánica en la costa de Taltal. *Memoria para optar al*

Castillo, C. (2014). *Análisis arqueofaunístico de los sitios Morro Colorado, Alero 224-A, Alero 225, Alero Cascabeles y Quebrada Rincón, Costa de Taltal*. Anexo V, Informe de Avance Año 3, Proyecto Fondecyt 1110196 titulado Cazadores-recolectores, pescadores y mineros del período Arcaico en la costa de Taltal. (Documento inédito).

Causey, D., y Lefèvre, C. (2007). Diagnostic osteology and analysis of the Mid-to Late Holocene dynamics of shags and cormorants in Tierra del Fuego. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17(2), 119-137.

Claessens, L. P., Edwards, S., Martínez, R., Krzyzak, M., Eckardt, M., Leslie, G., y Grassi, K. (2009). Aves 3D: A new online resource for avian skeletal anatomy. In *integrative and comparative biology* (Vol. 49, pp. E213-E213) USA: Oxford.

Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine ecology Progress series*, 216, 265-278.

Cohen, A., & Serjeantson, D. (1996). A manual for the identification of bird bones from archaeological sites.

Comay, O., & Dayan, T. (2018). Taphonomic signatures of owls: new insights into micromammal assemblages. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 492, 81-91.

Cook, E. y Trueman, C. (2009). Taphonomy and geochemistry of a vertebrate microremains assemblage from the Early Triassic karst deposits at Czatkowice 1, southern Poland. *Palaeontologia Polonica*, 65, 17-30.

Cruz, I. (2007). *Avian taphonomy: observations at two Magellanic penguin (Spheniscus magellanicus) breeding colonies and their implications for the fossil record. Journal of Archaeological Science*, 34(8), 1252–1261. doi:10.1016/j.jas.2006.10.016

d'Errico, F., Giacobini, G., & Puech, P. F. (1984). Varnish replicas: A new method for the study of worked bone surfaces. *OSSA*, 9–11, 29–51.

Dénes, F. V., y Silveira, L. F. (2007). Cranial osteology and taxonomy of albatrosses of genus *Diomedea* linneaus, 1758 and *Thalassarche* reichenbach, 1853 (procellariiformes: Diomeidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 47(3), 43-61.

Denuncio, P., Mandiola, M. A., Bastida, R., & Rodríguez, D. (2011). Patrón de cierre sutural y sus variaciones en el cráneo del lobo marino de dos pelos *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783). *Natura Neotropicalis*, 42, 5-20.

Denys, C., Schuster, M., Guy, F., Mouchelin, G., Vignaud, P., Viriot, L., et al. (2007). Taphonomy in present day desertic environment: The case of the Djourab (Chad) Plio-Pleistocene deposits. *Journal of Taphonomy*, 5, 177–204.

Díaz, S., Lobos, G., Marambio, Y., Mella, J., Ortiz, J.C., Ruiz de Gamboa, M. & Valladares, P. 2017. *Callopiestes maculatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017

Dincauze, D. F. (2000). *Environmental archaeology: principles and practice*. Cambridge University Press.

Dunnell, R. C., & Dancey, W. S. (1983). The siteless survey: a regional scale data collection strategy. In *Advances in Archaeological Method and Theory, Volume 6* (pp. 267-287).

eBird. (2019) eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application]. eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Available: <http://www.ebird.org>. (Fecha de acceso [Abril 10, 2019]).

Erlandson, J. M., & Moss, M. L. (2001). Shellfish feeders, carrion eaters, and the archaeology of aquatic adaptations. *American Antiquity*, 413-432.

Esteban-Nadal, M. (2012). Can Archaeozoology and Taphonomy contribute to knowledge of the feeding habits of the Iberian wolf?. *Journal of archaeological science*, 39(10), 3208-3216.

Esteban-Nadal, M., Cáceres, I., & Fosse, P. (2010). Characterization of a current coprogenic sample originated by *Canis lupus* as a tool for identifying a taphonomic agent. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 2959-2970.

Etz, A., Gronau, Q. F., Dablander, F., Edelsbrunner, P. A., & Baribault, B. (2018). How to become a Bayesian in eight easy steps: An annotated reading list. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(1), 219-234.

Favier-Dubois, C. (2009). Geoarqueología: explorando propiedades espaciales y temporales del registro arqueológico. *Perspectivas actuales en arqueología Argentina*, 35-54.

Fernández-Jalvo, Y., & Andrews, P. (2003). Experimental effects of water abrasion on bone fragments. *Journal of Taphonomy*, 1, 147– 163.

Fernández-Jalvo, Y., & Andrews, P. (2016). *Atlas of taphonomic identifications: 1001+ images of fossil and recent mammal bone modification*. Springer.

Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P., Pesquero, D., Smith, C., Marin-Monfort, Sánchez, B., et al. (2010). Early bone diagenesis in temperate environments, Part I: Surface features and histology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 288, 62–81.

Fernández-Jalvo, Y. (1992). Small mammal Taphonomy at the Karstic complex of Atapuerca (Burgos)/Tafonomía de Microvertebrados del Complejo Cárstico de Atapuerca (Burgos). PhD dissertation, Complutense University of Madrid.

Fernández-Jalvo, Y., & Marin-Monfort, M. D. (2008). Biostratinomy in museums: Preparation protocols and methods for vertebrate collections of Natural History

Fernández-López, S. R. (2000). Temas de tafonomía. *Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid*, 167.

Fernández, F. J., Ballejo, F., Moreira, G. J., Tonni, E. P., & De Santis, L. J. M. (2011). Roedores cricétidos de la provincia de Mendoza.

Fernández, F.; Rudzik, S.; Neme, G.; y De Santis, L. (2015). *Micromamíferos, Tafonomía Y Ambientes Durante Los Últimos 3.800 Años A.P. En El Valle Medio Del Río Grande, Mendoza, Argentina*. *Chungará (Arica)*, 47(2), 267-285.

Ferring, C. Reid. "Rates of fluvial sedimentation: implications for archaeological variability." *Geoarchaeology* 1.3 (1986): 259-274.

Flores, C., Figueroa, V., & Salazar, D. (2016). Middle Holocene production of mussel shell fishing artifacts on the coast of Taltal (25 Lat South), Atacama Desert, Chile. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 11(3), 411-424.

Flores, C., Gayo, E. M., Salazar, D., & Broitman, B. R. (2018). $\delta^{18}O$ of *Fissurella maxima* as a proxy for reconstructing Early Holocene sea surface temperatures in the coastal Atacama desert (25° S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 499, 22-34.

Fogelin, L. (2007). Inference to the best explanation: a common and effective form of archaeological reasoning. *American Antiquity*, 72(4), 603-626.

France, D. L. (2009). *Human and nonhuman bone identification: a color atlas*. CRC Press.

Gabucio, M. J., Cáceres, I., Rivals, F., Bargalló, A., Rosell, J., Saladié, P., ... & Carbonell, E. (2018). Unraveling a Neanderthal palimpsest from a zooarcheological and taphonomic perspective. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10(1), 197-222.

Gaete, Nelson; Ximena Navarro; María Loreto Vargas y otros. (2003). Plan de Rescate Arqueológico Ruta 1 Sector Taltal-Punta Viento, sitios "Morro Colorado, Punta Morada y Pozo Bahamondes". Ms. Convenio MOP-CMT. Consejo de Monumentos Nacionales, Chile.

Gajardo, R. (1994). *La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria. Universidad de Chile. Santiago.

Gándara Vázquez, M. (2008). *El análisis teórico en ciencias sociales: Aplicación a una teoría del origen del Estado en Mesoamérica* (Doctoral dissertation, Tesis doctoral. Escuela Nacional de Antropología e Historia, INAH, México).

Gaudioso, P. J., Díaz, M. M., & Barquez, R. M. (2017). Morphology of the axial skeleton of seven bat genera (Chiroptera: Phyllostomidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3), 2341-2358.

Gifford-Gonzalez, D. (1991). Bones are not enough: analogues, knowledge, and interpretive strategies in zooarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 10(3), 215-254.

Gifford-Gonzalez, D., Newsome, S., Koch, P., Guilderson, T., Snodgrass, J., & Burton, R. (2004). Archaeofaunal insights on pinniped-human interactions in the northeastern Pacific (No. UCRL-BOOK-202274). Lawrence Livermore National Lab.(LLNL), Livermore, CA (United States).

Gilbert, B. M. (1980). Mammalian osteology. Columbia: Missouri Archaeological Society.

Gonzalez Marin, M. A., & Hernando, A. B. (2013). Notes on the postcranial osteology of the sand lizard *Liolaemus azarai* (Squamata: Liolaemidae).

Gowlett, J. A. J. (1997). High definition archaeology: ideas and evaluation. *World Archaeology*, 29(2), 152-171.

Grayson, D. K. (1984). Quantitative zooarcheology. *Academic, New York*.

Grosjean, M., Santoro, C. M., Thompson, L. G., Núñez, L., & Standen, V. G. (2007). Mid-Holocene climate and culture change in the South Central Andes. In *Climate Change and Cultural Dynamics* (pp. 51-115). Academic Press.

Gutiérrez, M. A., Rafuse, D. J., Álvarez, M. C., Massigoge, A., González, M. E., Scheifler, N. A., & Kaufmann, C. A. (2018). Ten years of actualistic taphonomic research in the Pampas region of Argentina: Contributions to regional archaeology. *Quaternary International*, 492, 40-52.

Hackett, C. J. (1981). Microscopical focal destruction (tunnels) in excavated human bones. *Medical Science Law*, 21, 243–265.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

Hanot, P., y Bochaton, C. (2018). New osteological criteria for the identification of domestic horses, donkeys and their hybrids in archaeological contexts. *Journal of Archaeological Science*, 94, 12-20.

Harris, J. A., Marean, C. W., Ogle, K., & Thompson, J. (2017). The trajectory of bone surface modification studies in paleoanthropology and a new Bayesian solution to the identification controversy. *Journal of human evolution*, 110, 69-81.

Herrera, C., & Custodio, E. (2014). Origin of waters from small springs located at the northern coast of Chile, in the vicinity of Antofagasta. *Andean Geology*, 41(2).

Hopkinson, K. A., Yeats, S. M., & Scott, G. R. (2008). For whom the coin tolls: green stained teeth and jaws in medieval and post-medieval Spanish burials. *Dental Anthropology*, 21(1), 12-17.

Ioannidou, E. (2003). Taphonomy of animal bones: species, sex, age and breed variability of sheep, cattle and pig bone density. *Journal of Archaeological Science*, 30(3), 355-365.

Iriarte, A. (2008). Mamíferos de Chile. *Lynx Edicions. Barcelona, España*, 220-221.

Iriarte, A., Lagos, N., & Villalobos, R. (2011). Los mamíferos de la Región de Antofagasta. *Ediciones Flora y Fauna. Santiago, Chile*.

Jaksic, F. M., Torres-Mura, J. C., Cornelius, C., & Marquet, P. A. (1999). Small mammals of the Atacama desert (Chile). *Journal of Arid Environments*, 42(2), 129-135.

Jans, M. M. (2008). Microbial bioerosion of bone—a review. In *Current developments in bioerosion* (pp. 397-413). Springer, Berlin, Heidelberg.

Jans, M. M. E., Nielsen-Marsh, C. M., Smith, C. I., Collins, M. J., & Kars, H. (2004). Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 31(1), 87-95.

Jaramillo, A. (2005). *Aves de Chile: incluye la península Antártica, las islas Malvinas y Georgia del Sur*. Lynx Edicions.

Jefferson, T. A., Webber, M. A., & Pitman, R. L. (1993). *Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification*. Elsevier.

Jew, N. P., Braje, T. J., & Erlandson, J. M. (2016). Pinnipeds and Paleocoastal Middens: A Case Study From Point Bennett, San Miguel Island, California. *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 11(2), 294-303.

Johnson, E. V., Parmenter, P. C., & Outram, A. K. (2016). A new approach to profiling taphonomic history through bone fracture analysis, with an example application to the Linearbandkeramik site of Ludwinowo 7. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 623-629.

Kaufmann, C. A. (2009). Estructura de edad y sexo en guanaco: estudios actualísticos y arqueológicos en Pampa y Patagonia. *Sociedad Argentina de Antropología*.

Kaufmann, C. A., Rafuse, D. J., González, M. E., Álvarez, M. C., Massigoge, A., Scheifler, N. A., & Gutiérrez, M. A. (2018). Carcass utilization and bone modifications

on guanaco killed by puma in northern Patagonia, Argentina. *Quaternary International*, 466, 165-177.

Kaufmann, C., Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, & Sociedad Argentina de Antropología. (2004). La fusión ósea como indicador de edad y estacionalidad en guanaco (*Lama guanicoe*). *Contra viento y marea. Arqueología de la Patagonia*, 477-487.

Kaufmann, C., Martínez, G., Berón, M., Gutiérrez, M., Madrid, P., & Curtoni, R. (2004). Dispersión potencial de huesos de guanaco (*Lama guanicoe*) en medios fluviales y lacustres. *Aproximaciones Contemporáneas a la Arqueología Pampeana: Perspectivas Teóricas, Metodológicas, Analíticas y Casos de Estudio*, 129-citation_lastpage.

Keller, C., & Krause, L. (1986). The appendicular skeleton of *Liolaemus occipitalis* (Sauria, Iguanidae).

Kintigh, K. W. (2005). Writing archaeology. Analyses and archaeological argumentation. *The SAA Archaeological Record*, 33-35.

L'Heureux, G. L., & Borrero, L. A. (2002). Pautas para el reconocimiento de conjuntos óseos antrópicos y no antrópicos de guanaco en Patagonia. *Intersecciones en antropología*, (3), 29-41.

Latorre, C., González, A. L., Quade, J., Fariña, J. M., Pinto, R., & Marquet, P. A. (2011). Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 116(G3).

Lemus, M. L., y Torres-Mura, J. C. (2011). Esternón de aves chilenas: Struthioniformes a Piciformes. *Bol Mus Nac Hist Nat (Chile)*, 60, 67-102.

León, T. (2014). Geología marina de la Bahía de Taltal e implicancias para la prospección arqueológica submarina. Memoria para optar al Título de Geólogo, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

León, T., Vargas, G., Salazar, D., Goff, J., Guendon, J. L., Andrade, P., & Alvarez, G. (2019). Geo-archaeological records of large Holocene tsunamis along the hyperarid coastal Atacama Desert in the major northern Chile seismic gap. *Quaternary Science Reviews*, 220, 335-358.

Lobos, G., Marambio, Y., Ruiz de Gamboa, M. & Valladares, P. (2015). *Homonota gaudichaudii*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015*:

Lobos, G., Marambio, Y., Valladares, P. & Ruiz de Gamboa, M. 2016. *Liolaemus atacamensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016.

López-González, F., Grandal-d'Anglade, A., & Ramón Vidal-Romaní, J. (2006). Deciphering bone depositional sequences in caves through the study of manganese coating. *Journal of Archaeological Science*, 33, 707–717.

Loza, C. M., Soibelzon, L. H., Tarnawski, B. A., del Corro, M. E., Negrete, J., & Ciancio, M. (2016). Determinación de edades en Otariidae y Phocidae (Carnivora) sobre piezas dentarias, técnicas alternativas. *Revista del Museo de La Plata*, 1(1), 39-56.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile*. Editorial Universitaria. Universidad de Chile. Santiago.

Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate taphonomy*. Cambridge University Press.

Lyman, R. L. (2008). *Quantitative paleozoology*. Cambridge University Press.

Lyman, R. L., Houghton, L. E., & Chambers, A. L. (1992). The effect of structural density on marmot skeletal part representation in archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 19(5), 557-573.

Llagostera, A. (1989). Caza y pesca marítima (9.000 a 1.000 aC). *Culturas de Chile. Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*. Santiago, 57-79.

Madgwick, R. (2014). What makes bones shiny? Investigating trampling as a cause of bone abrasion. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 6(2), 163- 173.

Maldonado, A., De Porras, M. E., Zamora, A., Rivadeneira, M., & Abarzúa, A. M. (2016). El escenario geográfico y paleoambiental de Chile. *Prehistoria en Chile Desde sus Primeros Habitantes hasta los Incas*. Santiago: Editorial Universitaria, 23-70.

Malo, J. E., González, B. A., Mata, C., Vielma, A., Donoso, D. S., Fuentes, N., & Estades, C. F. (2016). Low habitat overlap at landscape scale between wild camelids and feral donkeys in the Chilean desert. *Acta oecologica*, 70, 1-9.

Mann, G. (1987). Los pequeños mamíferos de Chile: marsupiales, quirópteros, edentados y roedores.

Marambio, Y., Avilés, R., Espejo, P., Garin, C., Nunez, J., Ortiz, J.C., Sallabery, N., Victoriano, P. & Vidal, M. (2016). *Liolaemus platei*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016.

- Marchionni, L., Hermo, D. O., Mosquera, B. H., Magnín, L. A., Miotti, L. L., & Añino, E. G. (2020). Actualistic Taphonomy in the Northeast of the Santa Cruz Plateau (Argentina). Advances and Archaeological Implications. In Actualistic Taphonomy in South America (pp. 169-191). Springer, Cham.
- Martín, F. M. (1998). Madrigueras, dormideros y letrinas: Aproximación a la tafonomía de zorros. *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)*, 73-96.
- Martin, F. M., & Borrero, L. A. (1997). A puma lair in Southern Patagonia: implications for the archaeological record. *Current Anthropology*, 38(3), 453-461.
- Martin, G. M. (2009). Sobre la identidad de *Thylamys* (Marsupialia, Didelphidae) del oeste pampeano y centro-sur del espinal, Argentina. *Mastozoología neotropical*, 16(2), 333-346.
- Martínez, D., & González, G. (2004). *Las aves de Chile: Nueva guía de campo*. Ediciones del Naturalista.
- Martínez, S., Rojas, A. y Cabrera, F. (2019). Actualistic Taphonomy in South América, *Topics in Geobiology*: 48, Springer Nature. Switzerland.
- Massigoge, A., Rafuse, D. J., Álvarez, M. C., González, M. E., Gutiérrez, M. A., Kaufmann, C. A., & Scheifler, N. A. (2015). Beached penguins on the Atlantic Coast in the Pampas region of Argentina: Taphonomic analysis and implications for the archaeological record. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 436, 85-95.
- Mengoni-Goñalons, L. (2010). Zooarqueología en la práctica: algunos temas metodológicos. *Xama*, 19, 83-113.
- Merritt, S. R. (2019). An experimental investigation of changing cut mark cross-sectional size during butchery: Implications for interpreting tool-assisted carcass processing from cut mark samples. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 25, 184-194.
- Milideo, L. E. (2015). Actualistic and statistical approaches to taphonomic interpretations in Quaternary environments.
- Miller, M. E., Christensen, G. C., & Evans, H. E. (1965). Anatomy of the Dog. *Academic Medicine*, 40(4), 400.
- Mohtadi, M. y Hebbeln, D. (2004): Bulk components and planktonic foraminifera of the Chilean continental margin. PANGAEA.

- Molina-Schiller, D., y Pinedo, M. C. (2004). Growth and skull development in the South American fur seal, *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783)(Carnivora: Otariidae), from Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 3(2), 95-105.
- Molleson, T., & Andrews, P. (1996). Trace element analyses of bones and teeth from Çatalhöyük. In I. Hodder (Ed.), *On the Surface: Çatalhöyük 1993–1995* (pp. 265–270). British Institute of Archaeology at Ankara.
- Molleson, T., & Cox, M. (1993). *The Spitalfield Project, Volume 2. The Anthropology*. CBA Research Report 86.
- Molleson, T., Andrews, P., & Boz, B. (2005). Reconstruction of the Neolithic people at Çatalhöyük. In I. Hodder (Ed.), *Inhabiting Catalhoyuk: Reports from the 1995–1999 seasons* (pp. 279–531). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mondini, M. (2002). Formación del registro arqueofaunístico en abrigos rocosos de la Puna Argentina: Tafonomía de carnívoros.
- Mondini, M. (2011). Tafonomía de carnívoros en los Andes centro-sur. Madrigueras actuales y sus implicaciones para el registro arqueofaunístico. *Temas de Arqueología: Estudios Tafonómicos y Zooarqueológicos (II)*, 67-105.
- Mondini, M. (2018). Carnivore taphonomy in South America: a review of actualistic studies and their implications in the southern Neotropics. *Historical Biology*, 30(6),
- Mondini, M., & Munoz, A. S. (2008). Pumas as taphonomic agents: a comparative analysis of actualistic studies in the Neotropics. *Quaternary International*, 180(1), 52-62.
- Mondini, N. M. (1995). Artiodactyl Prey Transport by Foxes in Puna Rock Shelters. *Current Anthropology*, 36(3), 520–524. doi:10.1086/204391
- Montalvo, C. I., Fernández, F. J., Liébana, M. S., Santillán, M., & Sarasola, J. H. (2014). Taphonomic analysis of rodent bone accumulations produced by the White-tailed Kite (*Elanus leucurus*, Accipitriformes) in Central Argentina. *Journal of archaeological science*, 52, 354-362.
- Montalvo, C., & Tallade, P. O. (2009). Taphonomy of the accumulations produced by *Caracara plancus* (Falconidae): Analysis of prey remains and pellets. *Journal of Taphonomy*, 7(2), 235-248.
- Moss, M. L., & Erlandson, J. M. (2002). Animal agency and coastal archaeology. *American antiquity*, 367-369.

Moss, M. L., & Erlandson, J. M. (2002). Animal agency and coastal archaeology. *American antiquity*, 67(2), 367-369.

Muñoz, A. S., & Savanti, F. (1998). Observaciones tafonómicas sobre restos avifaunísticos de la costa noreste de Tierra del Fuego. In *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (8a Parte)*, *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael* (Vol. 20, p. 1).

Muñoz, A. S., Mondini, M., Durán, V., & Gasco, A. (2008). Los pumas (*Puma concolor*) como agentes tafonómicos. Análisis actualístico de un sitio de matanza en los Andes de Mendoza, Argentina. *Geobios*, 41(1), 123-131.

Nance, J. D. (1983). Regional sampling in archaeological survey: the statistical perspective. In *Advances in Archaeological Method and Theory*, Volume 6 (pp. 289-356).

Novecosky, B. J., & Popkin, P. R. (2005). Canidae volume bone mineral density values: an application to sites in western Canada. *Journal of Archaeological Science*, 32(11), 1677-1690.

Núñez, H., y Veloso, A. (2001). Distribución geográfica de las especies de lagartos de la Región de Antofagasta, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile*, 50, 109-120.

Olguín, L. (2011). Historia de un conchal: procesos de formación y secuencia ocupacional del sitio arqueológico Agua Dulce, costa arreica del Desierto de Atacama, comuna de Taltal, región de Antofagasta. *Santiago: Universidad de Chile*.

Olguín, L. (2014). El rol económico de los recursos malacológicos durante el holoceno medio en la Costa Arreica del Norte de Chile: sitio agua dulce. *Revista Chilena de Antropología*, (29).

Olguín, L., Flores, C., & Salazar, D. (2015). Aprovechamiento humano de moluscos marinos en conchales arqueológicos del Holoceno Temprano y Medio (12.000–5.000 años cal AP). Costa meridional del Desierto de Atacama. Chile. *Arqueomalacología: abordajes metodológicos y casos de estudio en el Cono Sur*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires, 13-34.

Olguín, L., Salazar, D., & Jackson, D. (2014). Tempranas evidencias de navegación y caza de especies oceánicas en la costa pacífica de Sudamérica (Taltal, ~ 7.000 años cal. ap). *Chungará (Arica)*, 46(2), 177-192.

Orquera, L. A., & Piana, E. L. (2000). Composición de conchales de la costa del canal Beagle (Tierra del Fuego, República Argentina)-Primera Parte. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 25.

- Orton, D. C. (2012). Taphonomy and interpretation: An analytical framework for social zooarchaeology. *International Journal of Osteoarchaeology*, 22(3), 320-337.
- Otárola-Castillo, E., & Torquato, M. G. (2018). Bayesian statistics in archaeology. *Annual Review of Anthropology*, 47, 435-453.
- Otárola-Castillo, E., Torquato, M. G., Hawkins, H. C., James, E., Harris, J. A., Marean, C. W., ... & Thompson, J. C. (2018). Differentiating between cutting actions on bone using 3D geometric morphometrics and Bayesian analyses with implications to human evolution. *Journal of Archaeological Science*, 89, 56-67.
- Outram, A. K. (2001). A new approach to identifying bone marrow and grease exploitation: why the “indeterminate” fragments should not be ignored. *Journal of archaeological science*, 28(4), 401-410.
- Outram, A. K. (2002). Bone fracture and within-bone nutrients: an experimentally based method for investigating levels of marrow extraction. McDonald Institute for Archaeological Research.
- Pacheco, J. R., Altamirano, A. J., & Guerra, E. S. (1979). Guía osteológica de camélidos sudamericanos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Gabinete de Arqueología. Colegio Real. Serie Investigaciones, (4), 37.
- Paskoff, R. (1996). *Atlas de las formas de relieve de Chile*. Santiago de Chile: IGM.
- Peña-Villalobos, I. (2016) Informe análisis avifauna, Sitios Zapatero, Alero Bandurrias, Paso Malo, Paposo norte, Plaza indios norte, Morro colorado y Alero 224A. Proyecto fondecyt 1151203. (documento inédito)
- Peña-Villalobos, I. (2018) Informe análisis avifauna, Sitios Zapatero, Paposo Norte, Morro Colorado, Los Bronces, Alero 224A, San Pedro 2, Hornos de cal, Agua dulce, Cascabeles 225-b, Alero Bandurrias, Las Conchas. Proyecto fondecyt 1151203. (documento inédito)
- Pobiner, B. L., DeSilva, J., Sanders, W. J., & Mitani, J. C. (2007). Taphonomic analysis of skeletal remains from chimpanzee hunts at Ngogo, Kibale National Park, Uganda. *Journal of Human Evolution*, 52, 614–636.
- Pokines, J., & Symes, S. A. (Eds.). (2013). *Manual of forensic taphonomy*. CRC Press.
- Popesko, P., & Getty, R. (1971). Atlas of topographical anatomy of the domestic animals, volumes I-III. Atlas of topographical anatomy of the domestic animals, volumes I-III.
- Post, L. (2004). Pinniped projects: Articulating seal and sea lion skeletons. L. Post.

Power, X. (2015). *Función y estructura del sitio Caleta Bandurrias (Taltal, II Región de Antofagasta). Una evaluación sobre las poblaciones costeras de los "círculos de piedra"*. Memoria para optar al Título de Arqueóloga, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Power, X. (2017). Propuesta teórico-metodológica para el estudio intrasitio de yacimientos del arcaico tardío de Taltal, Norte de Chile. Tesis para optar al grado de magíster en antropología. Universidad Católica del Norte – Universidad de Tarapacá.

Preucel, R., y I. Hodder. 1996. *Contemporary Archaeology in Theory: A Reader*, editado por R. Preucel y I. Hodder. Blackwell Publishers, Oxford.

Ralebitso-Senior, T. K., & Pyle, M. K. (2018). Implications of the Investigative Animal Model. In *Forensic Ecogenomics* (pp. 87-111). Academic Press.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (1986). *Biology of plants*. New York: Worth Publishers.

Rebolledo, S. (2014). Arcaico Medio en la costa arcaica: estrategias de caza y pesca costero-marítima en el sitio Zapatero.

Rebolledo, S., Béarez, P., Salazar, D., & Fuentes, F. (2016). Maritime fishing during the Middle Holocene in the hyperarid coast of the Atacama Desert. *Quaternary International*, 391, 3-11.

Reitz, E. J., & Wing, E. S. 2008. *Zooarchaeology*. Cambridge University Press.

Rick, T. C., Erlandson, J. M., & Vellanoweth, R. L. (2006). Taphonomy and site formation on California's Channel Islands. *Geoarchaeology*, 21(6), 567-589.

Rivas-Martinez, S. & Rivas-Saenz S. (2017). Antofagasta (Chile). *Worldwide Bioclimatic Classification System* (1996-2019), Phytosociological Research Center, Spain. <http://www.globalbioclimatics.org>

Royer, A., Montuire, S., Gilg, O., & Laroulandie, V. (2019). A taphonomic investigation of small vertebrate accumulations produced by the snowy owl (*Bubo scandiacus*) and its implications for fossil studies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 514, 189-205.

Rudzik, S. M., Fernández, F. J., & Carrera, J. D. (2015). Taphonomic analysis of micromammal remains from striped owl (*Pseudoscops clamator*) pellets in northeastern Buenos Aires province, Argentina: implications for archaeological sites formation. *International Journal of Osteoarchaeology*, 25(4), 550-563.

- Ruiz de Gamboa, M., Marambio, Y. & Lobos, G. (2017). *Liolaemus nigromaculatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2017*.
- Salazar, D., Arenas, C., Andrade, P., Olguín, L., Torres, J., Flores, C., ... & Silva, C. (2018). From the use of space to territorialisation during the Early Holocene in Taltal, coastal Atacama Desert, Chile. *Quaternary International*, 473, 225-241.
- Salazar, D., Figueroa, V., Andrade, P., Salinas, H., Olguín, L., Power, X., Rebolledo, S., Urrea, J. (2015). Cronología y organización económica de las poblaciones arcaicas de la costa de Taltal. *Estudios Atacameños*, (50), 7-46.
- Salazar, D., Jackson, D., & Troncoso, A. (2008). Introducción: hacia una teoría de la teoría arqueológica. En *Puentes hacia el pasado*, 9-22.
- Salazar, D., Jackson, D., Guendon, J. L., Salinas, H., Morata, D., Figueroa, V., ... & Castro, V. (2011). Early evidence (ca. 12,000 BP) for iron oxide mining on the Pacific coast of South America. *Current Anthropology*, 52(3), 463-475.
- San Francisco, A., Ballester, B., Sepúlveda, J., Lasnibat, M., & Sepúlveda, A. (2009). Flor de Chile. Vida y salitre en el Cantón de Taltal. *Cuadernos de Historia Marxista*, 1(3).
- Sandoval, C. (2018) Informe Análisis Arqueofaunístico, Sitios Alero 225, Alero Cascabeles 225-B, Alero 224-A, Las Conchas, Los Bronces, Morro Colorado, San Ramon Alto. Proyecto Fondecyt 1151203. (documento inédito)
- Scheifler, N. A., Massigoge, A., Kaufmann, C. A., Rafuse, D. J., González, M. E., Gutiérrez, M. A., & Álvarez, M. C. (2020). Modern Bone Distribution in the Pampas of Argentina: Taphonomic Implications for the Regional Archaeological Record. In *Actualistic Taphonomy in South America* (pp. 193-220). Springer, Cham.
- Schiffer, M. (1972). Archaeological Context and Systemic Context. *American Antiquity*, 37(2), 156-165.
- Schiffer, M. B. (1983). Toward the identification of formation processes. *American Antiquity*, 48(4), 675-706.
- Schiffer, M. B. (1988). The structure of archaeological theory. *American Antiquity*, 53(3), 461-485.
- Schmidt, C. W., & Uhlig, R. (2012). Light microscopy of microfractures in burned bone. In L. S. Bell (Ed.), *Forensic microscopy for skeletal tissues* (pp. 227-234). Gosport: Springer, Humana Press.
- Seijas, S., & Trejo, A. (2011). Clave para la identificación de los passeriformes del noroeste patagónico en base a la osteología craneal. *El hornero*, 26(2), 129-147.

Shanks, M., & Tilley, C. Y. (1987). *Social theory and archaeology*. Cambridge: Polity Press.

Shipman, P., Foster, G., & Schoeninger, M. (1984). Burnt bones and teeth: An experimental study of color, morphology, crystal structure and shrinkage. *Journal of Archaeological Science*, 11, 307–325.

Sierpe, V. G. (2015). *Atlas osteológico del guanaco (lama guanicae)*. Universidad de Magallanes.

Silva-Rodríguez, E. A., Ortega-Solís, G. R., & Jiménez, J. E. (2010). Conservation and ecological implications of the use of space by chilla foxes and free-ranging dogs in a human-dominated landscape in southern Chile. *Austral Ecology*, 35(7), 765-777.

Simões-Lopes, P., y Krause, L. (1988). Osteologia do sincranio de *Liolaemus occipitalis* Boulenger, 1885 (Sauria, Iguanidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 5(4), 491-508.

Smith, M. E. (2015). How can archaeologists make better arguments. *The SAA Archaeological Record*, 15(4), 18-23.

Stahl, P. W. (1999). Structural density of domesticated South American camelid skeletal elements and the archaeological investigation of prehistoric Andean ch'arki. *Journal of archaeological science*, 26(11), 1347-1368.

Stewart, J. R., y Carrasquilla, F. H. (1997). The identification of extant European bird remains: a review of the literature. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(4), 364-371.

Stiner, M. C. (1990). The use of mortality patterns in archaeological studies of hominid predatory adaptations. *Journal of anthropological archaeology*, 9(4), 305-351.

Stiner, M. C., Kuhn, S. L., Weiner, S., y Bar-Yosef, O. (1995). Differential burning, recrystallization, and fragmentation of archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 22(2), 223-237.

Stiner, M. C., Munro, N. D., & Sanz, M. (2012). Carcass damage and digested bone from mountain lions (*Felis concolor*): implications for carcass persistence on landscapes as a function of prey age. *Journal of Archaeological Science*, 39(4), 896-907.

Storchi-Lobos, D. (2018). Estudio geoarqueológico y tafonómico de palimpsestos en las dunas de la localidad Sayape (San Luis, Argentina).

Stucchi, M. (2011). Atlas osteológico del piquero peruano *Sula variegata*. *Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad*, 20.

Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D., & Kelling, S. (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142(10), 2282-2292.

Thomas DB, Annan G, Rayner MJ, Scofield RP (2019). *Fauna Toolkit: Bird bones. Bones from living and extinct bird species*. Auckland, New Zealand. URL

Trigger, B. G. (1989). *A history of archaeological thought*. Cambridge University Press.

Van Den Hoff, J., y Newbery, K. (2006). Southern giant petrels *Macronectes giganteus* diving on submerged carrion. *Marine Ornithology*, 34, 61-64.

Vargas, G., Rutllant, J., & Ortlieb, L. (2006). ENSO tropical–extratropical climate teleconnections and mechanisms for Holocene debris flows along the hyperarid coast of western South America (17–24 S). *Earth and Planetary Science Letters*, 249(3-4), 467-483.

Villa, P., & Mahieu, E. (1991). Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution*, 21, 27–48.

Walton, D. W., & Walton, G. M. (1970). Post-cranial osteology of bats. In *About bats: a chiropteran symposium* (pp. 93-126). Dallas: Southern Methodist University Press.

Williston, S. W (1925). The osteology of the reptiles (Vol. 13, p. 300). Cambridge: Harvard University Press.

Wreschner, E. E., Bolton, R., Butzer, K. W., Delporte, H., Häusler, A., Heinrich, A., & Ronen, A. (1980). Red ochre and human evolution: a case for discussion [and comments and reply]. *Current Anthropology*, 21(5), 631-644.

Wylie, A. (2002). *Thinking from things: Essays in the philosophy of archaeology*. Univ of California Press.

Yrarrázaval, S., Power, X., Salazar, D. (2019) "A House By The Beach". Zooarchaeological And Taphonomical Insights Into Depositional And Economic Change In Midholocene Coastal Occupations From Taltal, Atacama Desert, Chile. DOI: 10.13140/RG.2.2.15610.03523, Conference: 8th Postgraduate ZooArchaeology Forum - (2019) - Yerevan, Armenia.

Yravedra, J. (2006). *Tafonomía aplicada a Zooarqueología*. UNED ediciones, Madrid.

Zlatar, V. 1983. Replanteamiento sobre el problema Caleta Hue- lén 42. Chungara. Revista de Antropología Chilena 10: 21-28.

X. ANEXOS

Anexo 1. Aves y reptiles en el ecosistema de taltal.

AVES				
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Bibliografía
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote	eBird, 2019
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus cinereus</i>	Vari	eBird, 2019
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	eBird, 2019
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	eBird, 2019
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Águila mora	eBird, 2019
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	eBird, 2019
Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	eBird, 2019
Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte	eBird, 2019
Apodiformes	Trochilidae	<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor común	eBird, 2019
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i> *	Paloma	eBird, 2019
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	eBird, 2019
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Palomita de alas blancas	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepiedras	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmado	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris virgata</i>	Playero de las rompientes	eBird, 2019
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	eBird, 2019
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiae magellanica</i>	Becacina	eBird, 2019
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	eBird, 2019
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de franklin	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	eBird, 2019
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Pollito de mar rojizo	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus lobatus</i>	Pollito de mar boreal	eBird, 2019

Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	eBird, 2019
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo antártico	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	Rayador	eBird, 2019
Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius chilensis</i>	Salteador chileno	eBird, 2019
Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador chico	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula lorata</i>	Gaviotín chico	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	eBird, 2019
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	Perdicita cojon	eBird, 2019
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	eBird, 2019
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero grande	eBird, 2019
Charadriiformes	Laridae	<i>Xema sabini</i>	Gaviota de sabine	eBird, 2019
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carancho	eBird, 2019
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	eBird, 2019
Galliformes	Phasianidae	<i>Gallus gallus domesticus</i> *	Pollo	eBird, 2019
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	eBird, 2019
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero pálido	eBird, 2019
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	eBird, 2019
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	eBird, 2019
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	eBird, 2019
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fiofío	eBird, 2019
Passeriformes	Scleruridae	<i>Geositta maritima</i>	Minero chico	eBird, 2019
Passeriformes	Hirundidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	eBird, 2019
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	eBird, 2019
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	Dormilona tontita	eBird, 2019
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	eBird, 2019
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	eBird, 2019
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i> *	Gorrión europeo	eBird, 2019
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	eBird, 2019
Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de gay	eBird, 2019
Passeriformes	Hirundidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	eBird, 2019
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	eBird, 2019
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus flacklandii</i>	Zorzal	eBird, 2019
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	eBird, 2019
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba egretta</i>	Garza grande	eBird, 2019
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	eBird, 2019
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	eBird, 2019

Pelecaniiformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	eBird, 2019
Pelecaniiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	eBird, 2019
Pelecaniiformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	eBird, 2019
Pelecaniiformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano	eBird, 2019
Pelecaniiformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	eBird, 2019
Pelecaniiformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	eBird, 2019
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	eBird, 2019
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Ardenna grisea</i>	Fardela sombría	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Daption capense</i>	Petrel damero	eBird, 2019
Procelariiformes	Diomedeidae	<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros real meridional	eBird, 2019
Procelariiformes	Diomedeidae	<i>Diomedea exulans</i>	Albatros viajero	eBird, 2019
Procelariiformes	Oceanitidae	<i>Fregetta tropica</i>	Golondrina de mar de vientre negro	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Fulmarus glacialoides</i>	Petrel plateado	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante antártico	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Macronectes halli</i>	Petrel gigante subantártico	eBird, 2019
Procelariiformes	Oceanitidae	<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de mar chica	eBird, 2019
Procelariiformes	Oceanitidae	<i>Oceanites oceanicus</i>	Golondrina de mar	eBird, 2019
Procelariiformes	Hydrobatidae	<i>Hydrobates markhami</i>	Golondrina de mar negra	eBird, 2019
Procelariiformes	Hydrobatidae	<i>Hydrobates tethys</i>	Golondrina de mar peruana	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Pachyptila belcheri</i>	Petrel-paloma de pico delgado	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Pachyptila desolata</i>	Petrel-paloma antártico	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Fardela negra grande	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Pterodroma defilippiana</i>	Petrel de masatierra	eBird, 2019
Procelariiformes	Procelariidae	<i>Pterodroma externa</i>	Petrel de Juan Fernández	eBird, 2019
Procelariiformes	Diomedeidae	<i>Thalassarche bulleri</i>	Albatros de Buller	eBird, 2019
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	eBird, 2019
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus magellanicus</i>	Tucúquere	eBird, 2019
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium nana</i>	Chuncho	eBird, 2019
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba/furcata</i>	Lechuza	eBird, 2019
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	eBird, 2019
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	eBird, 2019
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	eBird, 2019
Suliformes	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	Piquero peruano	eBird, 2019

REPTILIA

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Bibliografía
Testudines	Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivácea	Ballester et al. 2018
Testudines	Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba	Ballester et al. 2018
Testudines	Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	Ballester et al. 2018

					Mondini, 2002; Lyman, 1994.	
			Acción entomológica	morfología tubular, asociación a bordes y fracturas, baja frecuencia, tamaño nanométrico	Molleson y Cox, 1993	
			Radiculado	sección en "U", fondo cóncavo de gradiente suave, curvilíneas o semicurvas, ramificadas, alta frecuencia o alta focalidad, posicionamiento aleatorio, descoloración asociada	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Jans et al., 2004.	
			Acción de microorganismos	morfología tubular, asociación a descoloración, tamaño nanométrico, asociación a digestión por bacterias	Hackett, 1981; Jans et al, 2004, 2008; Fernández-Jalvo, 1992	
Hoyuelos y perforaciones	Inorgánicos		Perforaciones por abrasión	morfología de "cometa", sección cúbica, suavidad perimetral asociada, superficie regular, fondo regular plano, forma general de "cometa"	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016;	
			Hoyuelos y perforaciones por tecnología antrópica	morfología pseudoovalada, sección cúbica, superficie irregular, perforaciones profundas, asociación a fracturas, alta focalidad, perímetro abrupto	Blumenschine y Selvaggio, 1991; Capaldo y Blumenschine, 1994	
			Perforaciones por pisoteo	morfología pseudoovalada, sección cúbica, superficie irregular, escasa profundidad, dispersas, perímetro abrupto	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016	
	Orgánicos		Hoyuelos y perforaciones por masticación	morfología semicircular sección cónica, hoyuelos en diáfisis, perforaciones en epífisis, rango de diámetros uniformemente distribuidos (lognormal, normal, etc.), fractura compresiva asociada, morfología abrupta del perímetro	Andrews and Whybrow 2005; Andrews y Fernández-Jalvo 1997; Mondini, 2002; Blumenschine, 1986	
			Hoyuelos y perforaciones por rapaces	morfología semicircular, sección cónica, perforaciones focalizadas, emplazamiento en crestas y huesos planos, diámetro >15mm, asociación a marcas lineales de fondo plano	Andrews, 1990	
			Perforaciones por acción entomológica	morfología semicircular sección cónica, hoyuelos, diámetros muy pequeños, sinuosidad perimetral asociada,	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016	
			Perforaciones por raíces	morfología semicircular, sección cónica, diámetro >10mm, suavidad perimetral asociada	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016	
			Perforaciones por acción de microorganismos	morfología semicircular, sección cónica, diámetro microscópico, suavidad perimetral asociada	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Raven et al. 1986	
	Descoloración y tinción	Inorgánicos		Tinción por infiltración de agua	color negro/café, sin degradé tonal, bordes claros, morfología en parche/dendrítica, intensidad leve a intensa, tinción superficial	López-González et al. 2006; Argáez et al. 2011
				Tinción por deposición de minerales	color café/verde/rojo, sin degradé tonal, bordes claros, morfología en parche, intensidad leve, tinción superficial	López-González et al. 2006; Argáez et al. 2011; Hopkinson et al. 2008
			Descoloración o tinción por termoalteración	color café/negro/blanco, degradé tonal presente, asociación a microfracturas, penetración parcial/completa, morfología en parche, intensidad leve a intensa	Shipman et al. 1984; Schmidt y Uhlir, 2012	
			Descoloración y tinción por acidez sedimentaria	color café, degradé tonal presente, morfología en parche, intensidad leve, tinción superficial	Argáez et al. 2011; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016	
Orgánicos			Tinción por actividad antrópica (pigmentación)	color rojo, degradé tonal presente, morfología en parche, intensidad leve a intensa, tinción superficial	Molleson y Andrews, 1996; Molleson et al. 2005; Wreschner, 1980	

			Descoloración y tinción por crecimiento de raíces	color café/negro, asociación a trazas lineales, morfología en parche, intensidad leve a uniforme	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
			Descoloración y tinción por ataque microbiano	color café/negro/blanco, sin degradé tonal, asociación a hoyuelos, morfología en parche, intensidad leve a uniforme	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
Modificaciones morfológicas	Abrasión y redondeamiento	Inorgánicos	Abrasión por acción de tecnología antrópica	Estado de abrasión 0-5, área de cobertura de <10 a 50%, distribución localizada, patrón uniforme, posible presencia de bruñido	Barham et al. 2000; Lyman, 1994		
			Redondeamiento por transporte hídrico	Estado de abrasión 3-5, área de cobertura de <10 a 100%, distribución aleatoria, patrón aleatorio, sin presencia de bruñido	Fernández-Jalvo y Andrews, 2003; Cook y Trueman, 2009; Bromage, 1984		
			Abrasión y redondeamiento por transporte coluvial	Estado de abrasión 0-2, área de cobertura de <10 a 100%, distribución aleatoria, patrón aleatorio, sin presencia de bruñido	Fernández-Jalvo y Andrews, 2003; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Bromage, 1984		
			Redondeamiento por erosión eólica	Estado de abrasión 0-3, área de cobertura de <10 a 50%, distribución aleatoria, patrón aleatorio, posible presencia de bruñido	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Denys et al. 2007; Bromage, 1984		
			Abrasión por pisoteo	Estado de abrasión 3-5, área de cobertura <10 a 50%, distribución aleatoria, patrón sub-paralelo, posible presencia de bruñido	Madgwick, 2014; Bromage, 1984		
		Orgánicos	Abrasión por masticación	Estado de abrasión 0-5, área de cobertura <10%, distribución localizada, patrón sub-paralelo, sin presencia de bruñido	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
			Abrasión por bioturbación o digestión	Estado de abrasión 0-3, área de cobertura de <10 a 50%, distribución aleatoria, patrón aleatorio, sin presencia de bruñido	Fernández-Jalvo y Andrews, 2003; Bromage, 1984		
			Redondeamiento por bioerosión acuática	Estado de abrasión 4-5, área de cobertura de 50 a 100%, distribución aleatoria, patrón aleatorio, sin presencia de bruñido	Fernández-Jalvo, 1992; Bromage, 1984		
		Clase traza	Tipo traza	Clase proceso	Tipo proceso	Indicadores	Bibliografía
		Modificaciones penetrantes del tejido	Descamación y agrietamiento	Inorgánicos	Descamación y agrietamiento por meteorización	Estado de afectación de 1 a 5, dirección paralela, morfología perimetral abrupta, área de afectación completa a parcial, descamación profunda, escamas de morfología abrupta	Behrensmeyer, 1978; Andrews, 1990
Descamación y agrietamiento por termoalteración	Estado de afectación variable, dirección de paralela a perpendicular, morfología perimetral abrupta, área de afectación parcial y focal, intensidad de la descamación de superficial a profunda, escamas de morfología abrupta, asociación a cambios en coloración				Cáceres et al. 2002		
Descamación y agrietamiento por cocción	Estado de afectación variable, dirección de paralela a perpendicular, morfología perimetral curvada, área de afectación parcial y focal, descamación superficial, escamas de morfología curvada, asociación a cambios en coloración				Fernández-Jalvo y Marin-Monfort, 2008		
Agrietamiento por humedad	Afectación de 1 a 3, dirección paralela, morfología perimetral curvada, área de afectación completa, sin asociación a descamación.				Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
Descamación por alcalinidad	Ausencia de agrietamiento, afectación de parcial a completa, descamación superficial, escamas abruptas				Fernández-Jalvo, 1992		
Orgánicos	Descamación por digestión				Agrietamientos microscópicos de apariencia "jironeada"	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016	
	Descamación y agrietamiento por marcas de raíces			Agrietamientos microscópicos de apariencia "jironeada" asociados a marcas lineales	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		

	Corrosión y digestión	Inorgánicos	Corrosión por inmersión en agua	Corrosión en pieza completa o en epifisis, leve, superficial	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
			Corrosión por ambiente de alero	Corrosión en pieza completa, moderada, profunda	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Fernández-Jalvo et al. 2010		
			Corrosión por exposición a alcalinidad sedimentaria	Corrosión en pieza completa, moderada, profunda	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Fernández-Jalvo et al. 2010		
		Orgánicos	Digestión por jugos gástricos	Digestión en pieza completa, de leve a extrema, profunda, asociación a coprolitos, en piezas dentales compromiso de la dentina	Andrews, 1990		
			Digestión por hongos y algas	Bordes sinuosos del área de afectación, una cara o focalizado, leve, profundo	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
			Digestión por musgo y líquen	Bordes sinuosos del área de afectación, una cara o focalizado, leve, superficial	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
			Digestión por bacterias	No hay datos suficientes para discriminar fehacientemente este proceso, asociación a perforación y descoloración bacteriana	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Fernández-Jalvo et al. 2010		
		Modificaciones por pérdida de tejido	Fractura y deformación	Inorgánicos	Fractura y deformación por tecnología antrópica	Morfología helicoidal/mariposa/longitudinal, ángulo oblicuo, borde liso, sin deformación de bordes o diáfisis	Villa y Mahieu, 1991
					Fractura y deformación por presión sedimentaria	Morfología columnar/transversal/longitudinal, ángulo recto, borde rugoso, distorsión morfológica en diáfisis y huesos planos	Villa y Mahieu, 1991; Andrews et al. 2005
					Fractura y deformación por pisoteo	Morfología columnar/oblicua/transversal, ángulo recto, borde rugoso, sin distorsión	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016
Orgánicos	Fractura y deformación por mordedura de carnívoros			Morfología transversal/oblicua/helicoidal, ángulo oblicuo, borde liso, deformación en bordes articulares (bordes "crenados" o "ahuecados")	Villa y Mahieu, 1991; Andrews, 1990; Andrews et al. 2005; Lyman 1994; Mondini, 2002		
	Deformación por mordedura antrópica			Morfología transversal, ángulo oblicuo, borde liso, deformación presente en bordes articulares de elementos (forma achatada o patrón de "doblado")	Pobiner et al. 2007; Andrews y Fernández-Jalvo, 2003		
	Fractura y deformación por mordedura de herbívoros			Morfología transversal, ángulo oblicuo, borde liso, deformación presente en bordes articulares de elementos (forma de "tenedor")	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Cáceres et al. 2011		
	Fractura y deformación por acción de rapaces			Morfología longitudinal/oblicua/transversal, ángulo recto, borde liso, sin distorsión	Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016		
Desarticulación y completitud	Inorgánicos			Desarticulación por enterramiento antrópico	Diámetro de dispersión acotado, orientación anatómica del conjunto, segmentos completos mayormente representados, índice de desarticulación cercano a 0	Bello y Andrews, 2006	
				Desarticulación por transporte coluvial	Gran diámetro de dispersión, orientación subparalela del conjunto, segmentos representados variablemente alta posibilidad de esqueleto apendicular, índice de desarticulación cercano a 1	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Borrero, 1990	
				Desarticulación por pisoteo	Gran diámetro de dispersión, orientación aleatoria del conjunto, segmentos representados variablemente alta posibilidad de esqueleto apendicular, índice de desarticulación cercano a 1	Borrero, 1990	
		Desarticulación por transporte acuático	Gran diámetro de dispersión, orientación subparalela del conjunto, segmentos representados variablemente alta posibilidad de esqueleto	L'Heureux y Borrero, 2002; Kaufmann y Gutiérrez, 2004			

			apendicular, índice de desarticulación cercano a 1	
	Orgánicos	Desarticulación por predación	Diámetro de dispersión acotado, orientación anatómica/aleatoria del conjunto, segmentos completos/cintura escapular/axial craneal/axial medial/cintura pélvica mayormente representados, índice de desarticulación cercano a 0	Mondini, 2011; Borrero et al. 2005; Borrero, 1990; Villa y Mahieu, 1991
		Desarticulación por carroñeo	Diámetro de dispersión acotado, orientación anatómica/aleatoria del conjunto, segmentos craneal/cintura escapular/axial caudal/ apendicular distal mayormente representados, índice de desarticulación cercano a 0	Mondini, 2011; Borrero et al. 2005; Borrero, 1990; Villa y Mahieu, 1991
		Desarticulación por descomposición bacteriana	No hay datos suficientes para discriminar fehacientemente este proceso, asociación a perforación y descoloración bacteriana	Fernández-Jalvo y Andrews, 2016

Anexo 4. Variables de traza y codigos

Tipo traza	Variable de traza	Abreviacion	Codigo CA
Marcas lineales	Morfología en sección (V)	1 (V)	1
Marcas lineales	Morfología en sección (U)	1 (U)	2
Marcas lineales	Morfología en sección (cubeta)	1 (cubeta)	3
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (1-10)	2 (1-10)	4
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (11-20)	2 (11-20)	5
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (21-30)	2 (21-30)	6
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (31-40)	2 (31-40)	7
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (41-50)	2 (41-50)	8
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (51-99)	2 (51-99)	9
Marcas lineales	Frecuencia total de marcas lineales (>100)	2 (>100)	10
Marcas lineales	Largo maximo marcas lineales (1-3mm)	3 (1-3mm)	11
Marcas lineales	Largo maximo marcas lineales (4-6mm)	3 (4-6mm)	12
Marcas lineales	Largo maximo marcas lineales (7-9mm)	3 (7-9mm)	13
Marcas lineales	Largo maximo marcas lineales (10-12mm)	3 (10-12mm)	14
Marcas lineales	Largo maximo marcas lineales (13-15mm)	3 (13-15mm)	15
Marcas lineales	Largo maximo marcas lineales (>15mm)	3 (>15mm)	16
Marcas lineales	Presencia de conos hertzianos	4	17
Marcas lineales	Shoulder effect	5	18
Marcas lineales	Eje marca (0-44º)	6 (0-44º)	19
Marcas lineales	Eje marca (45-89º)	6 (45-89º)	20

Marcas lineales	Eje marca (90-134º)	6 (90-134º)	21
Marcas lineales	Eje marca (135-179º)	6 (135-179º)	22
Marcas lineales	Direccionalidad entre marcas (aleatoria)	8 (aleatoria)	23
Marcas lineales	Direccionalidad entre marcas (paralelas)	8 (paralelas)	24
Marcas lineales	Direccionalidad entre marcas (semiparalelas)	8 (semiparalelas)	25
Marcas lineales	Direccionalidad entre marcas (perpendiculares)	8 (perpendiculares)	26
Marcas lineales	Concentracion (dispersa)	9 (dispersa)	27
Marcas lineales	Concentracion (focal)	9 (focal)	28
Marcas lineales	Morfología en planta (recta)	10 (recta)	29
Marcas lineales	Morfología en planta (curva)	10 (curva)	30
Marcas lineales	Morfología en planta (sinuosa)	10 (sinuosa)	31
Marcas lineales	Atributos de la base del surco (estriado)	11 (estriado)	32
Marcas lineales	Atributos de la base del surco (irregular)	11 (irregular)	33
Marcas lineales	Atributos de la base del surco (plano)	11 (plano)	34
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (A)	12 (A)	35
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (A1)	12 (A1)	36
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (A2)	12 (A2)	37
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (C)	12 (C)	38
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (D)	12 (D)	39
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (E)	12 (E)	40
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (F)	12 (F)	41
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (G)	12 (G)	42
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (H)	12 (H)	43
Hoyuelos y perforaciones	Morfología y posicion anatómica (I)	12 (I)	44
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (1-2mm)	13 (1-2mm)	45
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (3-4mm)	13 (3-4mm)	46
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (5-6mm)	13 (5-6mm)	47
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (7-8mm)	13 (7-8mm)	48
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (9-10mm)	13 (9-10mm)	49
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (11-12mm)	13 (11-12mm)	50
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (13-15mm)	13 (13-15mm)	51
Hoyuelos y perforaciones	Diametro (>15mm)	13 (>15mm)	52
Hoyuelos y perforaciones	Frecuencia total de perforaciones (1-5)	14 (1-5)	53
Hoyuelos y perforaciones	Frecuencia total de perforaciones (6-10)	14 (6-10)	54
Hoyuelos y perforaciones	Frecuencia total de perforaciones (11-15)	14 (11-15)	55
Hoyuelos y perforaciones	Frecuencia total de perforaciones (16-20)	14 (16-20)	56
Hoyuelos y perforaciones	Frecuencia total de perforaciones (21-50)	14 (21-50)	57
Hoyuelos y perforaciones	Frecuencia total de perforaciones (>50)	14 (>50)	58
Hoyuelos y perforaciones	Profundidad (1mm)	15 (1mm)	59

Hoyuelos y perforaciones	Profundidad (2mm)	15 (2mm)	60
Hoyuelos y perforaciones	Profundidad (3mm)	15 (3mm)	61
Hoyuelos y perforaciones	Profundidad (4mm)	15 (4mm)	62
Hoyuelos y perforaciones	Profundidad (5mm)	15 (5mm)	63
Hoyuelos y perforaciones	Profundidad (>5mm)	15 (>5mm)	64
Hoyuelos y perforaciones	Composicion de la marca (compuesta)	16 (compuesta)	65
Hoyuelos y perforaciones	Composicion de la marca (simple)	16 (simple)	66
Hoyuelos y perforaciones	Morfología en sección (conica)	17 (conica)	67
Hoyuelos y perforaciones	Morfología en sección (cubica)	17 (cubica)	68
Hoyuelos y perforaciones	Fractura compresiva asociada	18	69
Hoyuelos y perforaciones	Textura del perímetro (abrupta)	19 (abrupta)	70
Hoyuelos y perforaciones	Textura del perímetro (sinuosa)	19 (sinuosa)	71
Hoyuelos y perforaciones	Textura del perímetro (suave)	19 (suave)	72
Hoyuelos y perforaciones	Morfología del perímetro (pseudovalada)	20 (pseudovalada)	73
Hoyuelos y perforaciones	Morfología del perímetro (semicircular)	20 (semicircular)	74
Descoloración y tincion	Color (blanco)	21 (blanco)	75
Descoloración y tincion	Color (negro)	21 (negro)	76
Descoloración y tincion	Color (café)	21 (café)	77
Descoloración y tincion	Color (rojo)	21 (rojo)	78
Descoloración y tincion	Color (verde)	21 (verde)	79
Descoloración y tincion	Intensidad de la cobertura (1)	22 (1)	80
Descoloración y tincion	Intensidad de la cobertura (2)	22 (2)	81
Descoloración y tincion	Intensidad de la cobertura (3)	22 (3)	82
Descoloración y tincion	Area de la cobertura (1)	23 (1)	83
Descoloración y tincion	Area de la cobertura (2)	23 (2)	84
Descoloración y tincion	Area de la cobertura (3)	23 (3)	85
Descoloración y tincion	Area de la cobertura (4)	23 (4)	86
Descoloración y tincion	Morfologia de la cobertura (dendritica)	24 (dendritica)	87
Descoloración y tincion	Morfologia de la cobertura (en parche)	24 (en parche)	88
Descoloración y tincion	Morfologia de la cobertura (mixta)	24 (mixta)	89
Descoloración y tincion	Excepcion en articulaciones o inserciones (si)	25 (si)	90
Descoloración y tincion	Excepcion en articulaciones o inserciones (no)	25 (no)	91
Descoloración y tincion	Grado de penetración de la tinción (1)	26 (1)	92
Descoloración y tincion	Grado de penetración de la tinción (2)	26 (2)	93
Descoloración y tincion	Grado de penetración de la tinción (3)	26 (3)	94
Descoloración y tincion	Asociacion a microfracturas/descamación (si)	27 (si)	95
Descoloración y tincion	Asociacion a microfracturas/descamación (no)	27 (no)	96
Descoloración y tincion	Degrade tonal (si)	28 (si)	97

Descoloración y tincion	Degrade tonal (no)	28 (no)	98
Descoloración y tincion	Asociacion a trazas lineales o perforaciones (si)	29 (si)	99
Descoloración y tincion	Asociacion a trazas lineales o perforaciones (no)	29 (no)	100
Abrasión y redondeamiento	Estado de abrasión (1)	30 (1)	101
Abrasión y redondeamiento	Estado de abrasión (2)	30 (2)	102
Abrasión y redondeamiento	Estado de abrasión (3)	30 (3)	103
Abrasión y redondeamiento	Estado de abrasión (4)	30 (4)	104
Abrasión y redondeamiento	Area de la cobertura (1)	31 (1)	105
Abrasión y redondeamiento	Area de la cobertura (2)	31 (2)	106
Abrasión y redondeamiento	Area de la cobertura (3)	31 (3)	107
Abrasión y redondeamiento	Area de la cobertura (4)	31 (4)	108
Abrasión y redondeamiento	Distribucion de la traza (generalizada)	32 (generalizada)	109
Abrasión y redondeamiento	Distribucion de la traza (focal)	32 (focal)	110
Abrasión y redondeamiento	Patron de la traza (aleatorio)	33 (aleatorio)	111
Abrasión y redondeamiento	Patron de la traza (uniforme)	33 (uniforme)	112
Abrasión y redondeamiento	Patron de la traza (subparalelo)	33 (subparalelo)	113
Abrasión y redondeamiento	Presencia de brillo/bruñido	34	114
Descamación y agrietamiento	Estado de afectación (1)	35 (1)	115
Descamación y agrietamiento	Estado de afectación (2)	35 (2)	116
Descamación y agrietamiento	Estado de afectación (3)	35 (3)	117
Descamación y agrietamiento	Estado de afectación (4)	35 (4)	118
Descamación y agrietamiento	Estado de afectación (5)	35 (5)	119
Descamación y agrietamiento	Direccion del agrietamiento (perpendicular)	36 (perpendicular)	120
Descamación y agrietamiento	Direccion del agrietamiento (paralelo)	36 (paralelo)	121
Descamación y agrietamiento	Morfología perimetral de la grieta (abrupta)	37 (abrupta)	122

Descamación y agrietamiento	Morfología perimetral de la grieta (curvada)	37 (curvada)	123
Descamación y agrietamiento	Area de afectacion de la pieza (1)	38 (1)	124
Descamación y agrietamiento	Area de afectacion de la pieza (2)	38 (2)	125
Descamación y agrietamiento	Area de afectacion de la pieza (3)	38 (3)	126
Descamación y agrietamiento	Intensidad de la descamacion (1)	39 (1)	127
Descamación y agrietamiento	Intensidad de la descamacion (2)	39 (2)	128
Descamación y agrietamiento	Forma de las escamas (abruptas)	40 (abruptas)	129
Descamación y agrietamiento	Forma de las escamas (curvadas)	40 (curvadas)	130
Corrosión y disgestion	Lugar y distribución (completo)	41 (completo)	131
Corrosión y disgestion	Lugar y distribución (una cara)	41 (una cara)	132
Corrosión y disgestion	Lugar y distribución (epifisaria)	41 (epifisaria)	133
Corrosión y disgestion	Lugar y distribución (focal)	41 (focal)	134
Corrosión y disgestion	Grado de afectacion (1)	42 (1)	135
Corrosión y disgestion	Grado de afectacion (2)	42 (2)	136
Corrosión y disgestion	Grado de afectacion (3)	42 (3)	137
Corrosión y disgestion	Grado de afectacion (4)	42 (4)	138
Corrosión y disgestion	Profundidad de afectacion (1)	43 (1)	139
Corrosión y disgestion	Profundidad de afectacion (2)	43 (2)	140
Fractura y deformación	Morfologia de la fractura (columnar)	44 (columnar)	141
Fractura y deformación	Morfologia de la fractura (helicoidal)	44 (helicoidal)	142
Fractura y deformación	Morfologia de la fractura (longitudinal)	44 (longitudinal)	143
Fractura y deformación	Morfologia de la fractura (oblicua)	44 (oblicua)	144
Fractura y deformación	Morfologia de la fractura (transversal)	44 (transversal)	145
Fractura y deformación	Morfologia de la fractura (mariposa)	44 (mariposa)	146
Fractura y deformación	Angulo de la fractura (recto)	45 (recto)	147
Fractura y deformación	Angulo de la fractura (oblicuo)	45 (oblicuo)	148
Fractura y deformación	Borde de la fractura (liso)	46 (liso)	149
Fractura y deformación	Borde de la fractura (rugoso)	46 (rugoso)	150
Fractura y deformación	Deformacion de bordes	47	151
Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (0)	48 (FFI) (0)	152
Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (1)	48 (FFI) (1)	153
Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (2)	48 (FFI) (2)	154
Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (3)	48 (FFI) (3)	155
Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (4)	48 (FFI) (4)	156
Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (5)	48 (FFI) (5)	157

Fractura y deformación	Fracture Freshness Index (FFI) (6)	48 (FFI) (6)	158
Fractura y deformación	Fracture history profile (FHP) (fresco)	49 (FHP) (fresco)	159
Fractura y deformación	Fracture history profile (FHP) (seco)	49 (FHP) (seco)	160
Fractura y deformación	Fracture history profile (FHP) (mineralizado)	49 (FHP) (mineralizado)	161

Anexo 5. Código R Naive Bayes

```
#cargar paquetes, de no estar instalados instalar todos los paquetes mencionados
operar el siguiente comando borrando el símbolo # del código de abajo

# install.packages(c("naivebayes", "dplyr", "ggplot2", "psych", "openxlsx"))

#cargar paquetes a utilizar
library(naivebayes)
library(dplyr)
library(ggplot2)
library(psych)
library(openxlsx)

#abrir archivo de datos escogiéndolo del directorio
bayes <- read.xlsx(file.choose())

#modificar variables de grupo de numéricas (asignación automática) a nominales
según el nombre que posean las columnas, en este caso interesa modificar
Cronología, Geomorfología, Altura y Distancia de valores numéricos a categorías
nominales.
bayes$Cronologia <- as.factor (bayes$Cronologia)
bayes$Geomorfologia <- as.factor (bayes$Geomorfologia)
bayes$Altura <- as.factor (bayes$Altura)
bayes$Distancia <- as.factor (bayes$Distancia)

#corregir con el código anterior cualquier variable que sea ranking de "num" a
"factor" y de "chr" a "num" según corresponda"

#comprobar que las columnas de categorías aparezcan como "factor" en vez de "num"
str(bayes)

#visualización de rankings de interés, modificar los números 1:4 según las
columnas que se deseen representar, en nuestro caso las columnas del 1 a la 4
representan las variables antes mencionadas
pairs.panels(bayes[, c(1:4)])

#ejemplo de distribución de valores de observaciones de una variable
bayes %>%
  group_by(Cronologia) %>%
  ggplot(aes(x=Cronologia, y=`Distancia`, fill=Cronologia)) +
  geom_boxplot()

#configuración de conjunto de entrenamiento y prueba para Naive Bayes Classifier
set.seed(1234)?
ind <- sample(2,nrow(bayes),replace=TRUE, prob=c(0.8,.2))
train <- bayes[ind==1,]
test <- bayes[ind==2,]
```

```

#naive bayes

model <- naive_bayes(Cronologia ~ ., data = train)
model
plot(model)

#prediccion

p <- predict(model, train, type= 'prob')
head(cbind(p, train))

# %error - asignación de casos data de entrenamiento

p1 <- predict(model, train)
(tab1 <- table(p1, train$Cronologia))
1 - sum(diag(tab1))/ sum(tab1)

# %error - asignación de casos data de prueba

p2 <- predict(model, test)
(tab2 <- table(p2, test$Cronologia))
1 - sum(diag(tab2))/ sum(tab2)

# separar datos arqueologicos en objetos aparte

ZAP <- (bayes[6327:7815,])
PN9 <- (bayes[4585:6326,])
AD <- (bayes[3834:3840,])
CB <- (bayes[3814:4207,])
A224 <- (bayes[3416:3833,])
PMA <- (bayes[4558:4584,])
HdeC <- (bayes[4208:4557,])
ARQtot <- (bayes[3416:7815,])

# %error - asignacion de casos data arqueologica por sitio

pZAP <- predict(model, ZAP)
(tabZAP <- table(pZAP, ZAP$Cronologia))
1 - sum(diag(tabZAP))/ sum(tabZAP)

pPN9 <- predict(model, PN9)
(tabPN9 <- table(pPN9, PN9$Cronologia))
1 - sum(diag(tabPN9))/ sum(tabPN9)

pAD <- predict(model, AD)
(tabAD <- table(pAD, AD$Cronologia))
1 - sum(diag(tabAD))/ sum(tabAD)

pCB <- predict(model, CB)
(tabCB <- table(pCB, CB$Cronologia))
1 - sum(diag(tabCB))/ sum(tabCB)

pA224 <- predict(model, A224)
(tabA224 <- table(pA224, A224$Cronologia))
1 - sum(diag(tabA224))/ sum(tabA224)

pPMA <- predict(model, PMA)
(tabPMA <- table(pPMA, PMA$Cronologia))
1 - sum(diag(tabPMA))/ sum(tabPMA)

pHdeC <- predict(model, HdeC)
(tabHdeC <- table(pHdeC, HdeC$Cronologia))
1 - sum(diag(tabHdeC))/ sum(tabHdeC)

```

```
pARQtot <- predict(model, ARQtot)
(tabARQtot <- table(pARQtot, ARQtot$Cronologia))
1 - sum(diag(tabARQtot))/ sum(tabARQtot)
```

Anexo 6. Descripción de casos individualizados

Transecta	Código	Inclinación	Orientación	Orientación gral	Comentario
A1	A1-1	7,1	87	e-w	
	A1-2	32,6	29	ne-sw	
	A1-3	8,5	318	nw-se	
	A1-4	13,5	9	n-s	
	A1-5	5	45	nw-se	conjunto
	A1-6	4 - 10	50	nw-se	conjunto (5 puntos poligono)
	A1-7	15	90	e-w	conjunto
	A1-8	5	9	n-s	
	A1-9	13,5	90	e-w	
	A1-10	14,3	83	e-w	
	A1-11	3	90 - 166	e-w	conjunto
	A1-12	6,6	145	se-nw	conjunto
	A1-13	0	0	n-s	conjunto
	A1-14	6	70	ne-sw	
	A1-15	9	119	e-w	
A6	A6-1	9,9	45	ne-sw	
	A6-2	15	132	e-w	
	A6-3	14	0	n-s	
	A6-4	12	145	se-nw	
	A6-5	0	45	ne-sw	
	A6-6	13	20	n-s	
	A6-7	41	81	e-w	

	A6-8	30	156	sw-ne	
	A6-9	10	0	n-s	
	A6-10	6	180	s-n	
	A6-11	10	132	se-nw	
	A6-12	5	90	e-w	
	A6-13	33	145	se-nw	
	A6-14	7	150	se-nw	
	A6-15	0	???	???	alero los zorritos 1
	A6-16	5	90	e-w	
	A6-17	4	90	e-w	alero los zorritos 2
	A6-18	0	ver foto	hacer dibujo de planta	BURRO ZAPATERO
	A6-19	6	55	nw-se	
B1	B1-1	12	10 - 90	n-s/e-w	
	B1-2	0	90	e-w	
	B1-3	???	???	???	bahia craneos
	B1-4	???	???	???	bahia craneos
	B1-5	10	136	se-nw	pajaro articulado
	B1-6	0	???	n-s	burro corrupcion quimica
	B1-7	3	140	se-nw	
	B1-8	0	0	n-s	
	B1-9	0	90	e-w	
	B1-10	12	33	ne-sw	
	B1-11	13	104	e-w	
	B1-12	0	ver foto	???	burro
B6	B6-1	0	???	e-w	hueso en el agua
	B6-2	3	180	s-n	
	B6-3	0	0	n-s	
	B6-4	11	10	n-s	

	B6-5	3	45	ne-sw	
	B6-6	0	135	se-nw	
	B6-7	22	63	ne-sw	
	B6-8	9	150	se-nw	
	B6-9	1	100	e-w	
	B6-10	7	90	e-w	
	B6-11	10	0	n-s	
	B6-12	2	100	e-w	
C1	C1-1	35	78	e-w	
	C1-2	0	140	se-nw	
	C1-3	0	0	n-s	
	C1-4	1	170	s-n	
	C1-5	10	20	n-s	
	C1-6	6	50	ne-sw	
	C1-7	9	95	e-w	
	C1-8	15	100	se-nw	burro, gran area de dispersion
	C1-9	10	45	ne-sw	
	C1-10	5	140	se-nw	cormoran
	C1-11	15	70 - 100	e-w	zorro disperso en quebrada
C4	C4-1	0	150	se-nw	
	C4-2	0	0	n-s	
	C4-3	8	90	e-w	
	C4-4	2	90	e-w	
	C4-5	7	145	se-nw	
	C4-6	6,6	130	se-nw	
C6	C6-1	7	???	e-w	gran acumulacion
	C6-2	3,3	90	e-w	canido
D1	D1-1	0	45	ne-sw	
	D1-2	1,5	124	se-nw	
	D1-3	1,1	145	se-nw	
	D1-4	4	45	ne-sw	
	D1-5	7	110	e-w	
	D1-6	5	60	ne-sw	
	D1-7	3	60	ne-sw	

	D1-8	8	0	n-s	
	D1-9	10	135	se-nw	
D4	D4-1	9,6	180	s-n	
	D4-2	0	90	e-w	
	D4-3	0	0 - 45	n-s/ne-sw	poligono
	D4-4	9	45	ne-sw	
	D4-5	12	70 - 90	e-w	
	D4-6	8	45	ne-sw	
	D4-7	0	170	s-n	
	D4-8	5	90	e-w	
	D4-9	10	90	e-w	
	D4-10	15	45	ne-sw	
	D4-11	10	135	se-nw	
	D4-12	15	0	n-s	
	D4-13	9	100	e-w	
	D4-14	13	???	???	ballena, poligono
	D4-15	???	???	???	
E2	E2-1	17,6	66	ne-sw	pajaros completos
	E2-2	0	60	ne-sw	
	E2-3	5	120	se-nw	
	E2-4	5	20	n-s	
	E2-5	7	45	ne-sw	
	E2-6	5	20	n-s	
	E2-7	10	145	se-nw	
	E2-8	2	60	ne-sw	
	E2-9	9	85	e-w	
	E2-10	15	100	e-w	
	E2-11	10	140	n-s	
	E2-12	11	90	e-w	
E5	E5-1	3	30	ne-sw	
	E5-2	5	60	ne-sw	

	E5-3	7	80	e-w	
	E5-4	8	60	ne-sw	
	E5-5	11	140	se-nw	
	E5-6	40	100	se-nw	
	E5-7	10	170	s-n	
	E5-8	5	90	e-w	
	E5-9	9	???	???	
	E5-10	10	90	e-w	
E6	E6-1	0	0	n-s	
	E6-2	5	45	ne-sw	
	E6-3	4	130	se-nw	
	E6-4	10	160	se-nw	
	E6-5	6	0 - 45	n-s	
	E6-6	0	80	e-w	
	E6-7	0	45	ne-sw	
	E6-8	???	???	???	alero con fecas y acumulacion alero zorro alero zorro GUANACO DEPREDADO POR PERROS
	E6-9	???	???	???	
	E6-10	???	???	???	
	E6-11	???	???	???	
	E6-12	0	45	ne-sw	
	E6-13	5	20	n-s	
	E6-14	0	60	ne-sw	
	E6-15	7	45	ne-sw	
	E6-16	45	90	e-w	
F2	F2-1	0	90	e-w	
	F2-2	0	170	s-n	
	F2-3	7	45	ne-sw	
	F2-4	10	???	ver foto	
F5	F5-1	45	0 - 45	n-s	dispersion
	F5-2	7	165	se-nw	dispersion
	F5-3	10	90	e-w	ave articulada

	F5-4	9	0	n-s	
	F5-5	10	0	n-s	
F6	F6-1	10	0	n-s	
	F6-2	15	135	se-nw	
	F6-3	12	130	se-nw	
	F6-4	10	80	ne-sw	
	F6-5	8	90	e-w	
	F6-6	5	45	ne-sw	
G2	G2-1	???	???	???	poligono
	G2-2	5	90	e-w	
	G2-3	6	40	ne-sw	
G3	G3-1	0	175	se-nw	zorrito
H3	H3-1	0	135	se-nw	
	H3-2	0	135	se-nw	
	H3-3	7	90	e-w	
	H3-4	12	???	e-w	
	H3-5	3	170	s-n	
	H3-6	4	160	se-nw	
	H3-7	0	90	e-w	
G6	G6-1	5	135	se-nw	
	G6-2	0	110	e-w	
	G6-3	10	180	s-n	
	G6-4	11	45	ne-sw	
	G6-5	10	135	se-nw	
	G6-6	60	175	s-n	
	G6-7	10	80	e-w	
H4	H4-1	5	80	e-w	
	H4-2	4	60	ne-sw	
	H4-3	10	170	se-nw	
H5	H5-1	25	90	e-w	
	H5-2	10	70	ne-sw	
	H5-3	12	45	ne-sw	
I1	I1-1	5	45	ne-sw	
I2	I2-1	3	48	ne-sw	poligono
	I2-2	???	???	???	sin foto
	I2-3	40	110	e-w	pelicano
	I2-4	12	110	e-w	

	I2-5	10	90	e-w	
I4	I4-1	10	10	n-s	
I5	I5-1	???	???	???	poligono
K4	K4-1	5	45	ne-sw	
	K4-2	10	???	n-s	
	K4-3	25	45	ne-sw	
K3	K3-1	5	10	n-s	
	K3-2	0	170	s-n	
	K3-3	0	0	n-s	dispersion
	K3-4	10	90	e-w	
	K3-5	2	60	ne-sw	zarapito
K2	K2-1	3	45	ne-sw	
	K2-2	3	???	???	acumulacion
	K2-3	5	90	e-w	
	K2-4	0	30	ne-sw	
K1	K1-1	sin registro	sin registro	sin registro	posiblemente en oficina, solo registro GPS
	K1-2	sin registro	sin registro	sin registro	posiblemente en oficina, solo registro GPS
	K1-3	sin registro	sin registro	sin registro	posiblemente en oficina, solo registro GPS
J6	J6-1	3	90	e-w	
	J6-2	???	???	???	dispersion osea canido
	J6-3	13	60	ne-sw	
	J6-4	25	90	e-w	
J2	J2-1	3	???	???	poligono
	J2-2	18	60	ne-sw	poligono
	J2-3	10	0	n-s	
	J2-4	0	110	e-w	
	J2-5	3	45	ne-sw	
A3	A3-1	7	45	ne-sw	
	A3-2	???	???	???	
B3	B3-1	5	10	n-s	
	B3-2	4	90	e-w	
	B3-3	0	???	ver foto	

Anexo 7. Observación *Equus asinus* lapso de 1 año



Día 1. Vista general E.



Día 1. Intervención por *Cathartes aura*, gentileza de Pedro Andrade.



Día 180. Vista general E.



Día 180. Detalle distancia cráneo de acumulación.



Día 360. Vista general E del conjunto al momento de su recolección.



Día 360. Vista cenital del conjunto al momento de su recolección.