

# Trabajos geoarqueológicos en el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego:

## Suelos y ocupaciones humanas

Autor:

Ozán, Ivana

Tutor:

Tchilinguirían, Pablo

2015

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Doctor de la Universidad de Buenos Aires en Antropología

Posgrado



# TRABAJOS GEOARQUEOLÓGICOS EN EL NORTE DE LA ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO: SUELOS Y OCUPACIONES HUMANAS

IVANA LAURA OZÁN

Tesis doctoral

Director: Pablo Tchilinguirián

Co-Director/Consejero: Luis Alberto Borrero

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

- MAYO 2015 -

*A Ela.*





## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo agradecer a Luis Borrero. Desde que soy estudiante ha inspirado enormemente mi trabajo, desde lo metodológico, lo teórico y lo epistemológico. Él transmite mucha pasión, esfuerzo y libertad con su trabajo, hecho que me provoca una gran admiración y ganas de mejorar más y más. Siento que ha sido un privilegio inmenso para mí haber transitado estos años con sus observaciones sobre mi trabajo y tantos otros temas no arqueológicos detrás de los cuales sigue apareciendo la misma curiosidad, emoción y búsqueda. Gracias infinitas Luis!

Charly French has been a key person in this process as well. In 2009 he gave me the opportunity to visit the McBurney Lab, in Cambridge, where I began to learn soil micromorphology, and also tons of other things which not only strongly contributed to my personal life, but also enhanced my academic profile. Travelling, meeting people from all over the world and discussing my ideas with researchers with absolutely different backgrounds challenged me even more. This was just possible because Charly answered “yes” to my misspelled letter saying that I wanted to do “geoarchaeology”, somehow. Recuerdo con gratitud que Dánae Fiore, Victoria Horwitz, Ramiro Barberena y Luis Borrero me hicieron cartas de recomendación para mis estadias en Cambridge. The Department of Archaeology of the University of Cambridge has funded part of my fieldwork, the thin section lab cost and my participation in the International Workshop on Archaeological Soil Micromorphology, in Basel.

La ayuda de Pablo Tchilinguirián ha sido fundamental: me permitió ajustar terminologías y conceptos, ver procesos en otras escalas y me hizo preguntas que un arqueólogo no se hubiera planteado jamás que me hicieron ver antiguos errores y nuevas ideas. Asimismo, Pablo me permitió entrar al Departamento de Ciencias Geológicas de la UBA, donde encontré gente clave que mencionaré en unos instantes. Otra persona sin la cual esta investigación no hubiera sido posible es la colega chilena Flavia Morello, con quien compartí dos temporadas en el campo. Flavia me dedicó mucho tiempo, me explicó cientos de cosas y agarró la pala como nadie. Gracias a ella, obtuve las autorizaciones para trabajar en Chile. Nunca olvidaré su carrera detrás de una mediasombra (“malla rachel” en chileno) que estaba siendo transportada en suspensión por los westerlies de verano... ella la alcanzó de un salto olímpico y ganó mi admiración por siempre. Como si todo esto fuera poco, subsidios dirigidos por Flavia (FONDECYT 1140939) costearon gastos de envío de muestras a

Inglaterra, una datación radiocarbónica y –junto con dinero otorgado por el Consejo de Monumentos Nacionales- la logística de las campañas en Chile.

Con Karen Borrazzo he discutido muchísimos aspectos de esta tesis. Su entusiasmo, inteligencia, generosidad, humildad y calidez la vuelven una compañera perfecta, pese a sus mates tan dulces. Karen me ha dicho cosas como: “...*A mí me emociona ver "crecer" el conocimiento (...) Avanzá sin temor a criticar o disentir!!!!*”; qué más puedo pedir... hasta me tejó un eco-morral! Además la logística de la segunda temporada de campo también fue costeadada con un subsidio dirigido por ella (PICT2011-2317) y otro por Luis (PIP 11220110100262).

Mi colega, amiga y hermana Cecilia Pallo ha sido realmente multi-función en mi doctorado; me es imposible imaginarme sin ella. Junto con la querida Dolores Carniglia (víctima de mis discapacidades culinarias y de los largos días de verano en latitud 53°S) han accedido a acompañarme al campo y ayudarme con los aproximadamente 40 sondeos que creí oportuno realizar en tiempo record. Ceci, además, me ha aconsejado y contenido en cada instante que lo necesité, manteniéndome en el camino de “las buenas costumbres” (río), con la tesis y con la vida. Otra colega super-amiga y testigo de tesis a quien quiero enormemente es la memoriosa, trabajadora y valiente Natalia Cirigliano. No olvido que las charlas con Victoria Fernández, Ariadna Svoboda, Mariana Ocampo y Clara Otaola también han tenido un efecto en mis ideas.

Los amigos del instituto me han enseñado mucho de todo y han hecho de Once un barrio colorido y amable: Judith Charlin, Jimena Alberti (gracias y perdón por mi ignorancia administrativa crónica que tuviste que apuntalar!), Lorena L’Heureux, Karen Borrazzo, Silvana Buscaglia, Marcelo Cardillo, Cecilia Pallo y Federico Scartascini. Hermosas personas y excelentes investigadores. Buscaré cualquier excusa para tenerlos cerca siempre! En el instituto, el apoyo de Ariel Guance, la ayuda de Javier Deleón y el soporte técnico de Daniel Hereñú fueron –sin duda- fundamentales.

El tiempo que no estuve en el instituto lo pasé en el Departamento de Ciencias Geológicas. Allí toqué muchas puertas que siempre se abrieron con una generosidad rotunda: he aquí la verdadera interdisciplina. Agradezco a Pablo Leal por enseñarme y luego tutoriarme con la identificación mineralógica de mis láminas delgadas. Rita Tófaló también se ha sentado al lado mío a observar algunas de ellas, así como lo hizo Pablo Cordenons. María Julia Orgeira, Carlos Vásquez y Tomás Luppo me han presentado el maravilloso mundo de las propiedades magnéticas, brindándome un espacio de trabajo, instrumentos de medición y –

sobre todo- el conocimiento necesario para hacer algo útil con todo ello. Por su lado, Diego Winocur y Alfonsina Tripaldi me han ayudado con cuestiones de geomorfología y sedimentología; estoy muy agradecida por todo ello! Como si esto fuera poco, Cecilia Laprida, Josefina Mercau y Sofía Plastani me han prestado una valiosa mufla e indicado cómo medir carbono total de mis muestras; mientras que Alcira Trinelli me enseñó que los químicos deben tener una resistencia especial a permanecer demasiadas horas parados en sus asuntos.

I would specially like to thanks Sayantani Neogi (Manti) and Sean Taylor who taught me lots of things at the McBurney Lab (and also outside it!). They have seen my slides and explained me each single property of them. In my last visit, Manti and her husband hosted me during my stay in Cambridge and I do not have words to express my gratitude. She also edited (or re-wrote) the abstract of the next pages (apologise for the poor English quality of these paragraphs Manti!). Sean explained me how to test texture by feel, took me to the field to learn how to describe soils and gave me incredible tips to skipping rope, running and staff like that. With Manti I also experienced what a spicy food sensation is! I am very pleased with Tonko Rajkovaca, who made me lots of thin sections and gave me tons of advices during my first and second visit (sorry Tonko, I could never eat meat at breakfast, but I tried it!).

Me gustaría aprovechar este espacio para agradecerle a Fabiana Martin, cuya camioneta utilizamos tras los problemas técnicos que tuvimos con el vehículo oficial. Pensando en la misma escena, debo agradecer a Manuel San Román, quien nos vino a rescatar cuando quedamos varadas camino a la Segunda Angostura. When I tragically forgot my sleeping bag in Punta Arena, Rob Scaif also became a hero by giving me his polar fleece, the best present I have ever received in my life.

En estos años me he puesto en contacto por diferentes asuntos con una larga lista de colegas como Cristian Favier Dubois (INCUAPA), Ximena Suárez Villagrán (Eberhard Karls Universität Tübingen), Héctor Morrás (y otros miembros del INTA Castelar como Lucas Moretti y Emiliano Bressan), Gastón Kreps (CADIC), Gabriela Musaubach (Museo Etnográfico), Ruth Shahack-Gross (Weizmann Institute of Science), Carolina Mallo (Universidad de La Laguna), Rosa Poch (Universitat de Lleida), Kristin Ismail-Meyer (University of Basel), Ricardo Villalba (IANIGLIA), Federico Isla (IIMYC), Federico Vilas (Universidad de Vigo), Marcelo Morales (IBBEA), Francisco Zangrando (CADIC), María José Saletta (AIA) y Heidi Hammond (UNLP). Todos ellos, junto con los evaluadores anónimos y editores de los artículos realizados en el marco de mi tesis, me han permitido dar pasos más firmes en mi investigación.

Una mención especial merece Christine Pümpin (University of Basel) quien me hospedó en su casa durante el Workshop de Micromorfología en Basel. Luego agradezco enormemente al colega amigo William Posada Restrepo (Universidad Nacional de Colombia) sin quien no hubiera podido viajar a Bogotá y disfrutar del curso que allí se dictó. Mi preciosa obsesión por el concepto de “intra-zonalidad” (ya verán!) se la debo un poco a él. Luego, Sebastián Oriolo fue mi *dealer* académico cuando desde Alemania supo pasarme decenas de papers “difíciles de conseguir” (sarà un grande viaggio!). Manuel Arroyo-Kalin (University College London) ha sido un poco el nexo mágico entre Charly y Tierra del Fuego. Manuel me ha pasado generosamente sus notas de campo y es, para mí, un referente.

Durante la investigación y escritura de la tesis, mi valiosísimo y surrealista espacio de arte, y su bellísima gente, ha sido fuente indiscutible de equilibrio e inspiración. Agradezco a mis vecinos de pasillo por cuidar mi jardín botánico durante mis viajes y darle sonido al instante. Amigos no-arqueólogos como Ana Clara, Sol, María, Marina, Juan Manuel y Juan Cruz contribuyeron indirectamente en esta tesis al entrenar, con charlas, mi capacidad para exponer ideas. Sin las atentas, profundas y preciosas miradas de Yerbita (y Pippo que se sumó en el último capítulo) las cosas hubiesen sido intransitables. Finalmente –y lo más importante– esta tesis comenzó y terminó por el apoyo, la confianza y el amor incondicional que siempre recibí de mi mamá Graciela Cavallaro, de mi papá Raúl Ozán y de mi hermana Ela.

Buenos Aires, 19 de mayo de 2015.



## RESUMEN

Desde un enfoque geoarqueológico, con énfasis en los suelos, esta tesis discute las modificaciones naturales de las propiedades del registro arqueológico a través de la comprensión de los factores del sistema ambiental. Este objetivo general es llevado a cabo en tres contextos arqueológicos del Holoceno Tardío del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego: Marazzi 2, Tres Arroyos y Cerros Sin Nombre, *loci* que cuentan con una larga historia de investigaciones. Desde lo metodológico, se integran resultados expresados en distintas escalas espaciales, utilizando micromorfología de suelos, estudios granulométricos, mineralogía, análisis geoquímicos, propiedades magnéticas, descripciones macroscópicas de perfiles de suelo y mapeos geomorfológicos.

En Marazzi 2 se analiza específicamente la estratigrafía de dos perfiles profundos (P1 y P2) para discutir procesos de formación e historia ocupacional. Se evalúa la distribución vertical del registro arqueológico; y se buscan parámetros no-arqueológicos sensibles para reconocer el grado de modificación antrópica de los suelos.

La información geomorfológica, edafológica y arqueológica del perfil P1 define cinco escenarios en la evolución de esta terraza y las ocupaciones humanas, que hoy se observan como palimpsestos. El primero estaría indicando ocupaciones efímeras, posiblemente asociadas a la planicie de inundación del río Torcido. Luego, habrían tenido lugar sucesivas ocupaciones en el marco de pedogénesis agradacionales, con un mayor énfasis en el consumo de moluscos. Posteriormente, se registra la firma antrópica más acentuada -con marcados picos en la señal magnética-, relacionada con la formación de un perfil de suelo probablemente desarrollado bajo condiciones más húmedas que las actuales. En los últimos escenarios disminuye la tasa de descarte de materiales, asociados a un nuevo perfil de suelo. La distribución vertical del registro, junto con algunas dataciones, permite establecer la temporalidad relativa de los eventos depositacionales. En contextos edafizados, no importa tanto a qué profundidad se encuentre el registro sino el horizonte de suelo de donde provenga.

El trabajo en Tres Arroyos busca comprender el origen de las depresiones circulares del talud del Cerro de los Onas y evaluar la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro subsuperficial. En este contexto se registra que, aún en suelos pobremente desarrollados, la dinámica pedogenética modifica las propiedades espaciales verticales del registro, que muestra un patrón unimodal con un pico en los horizontes superficiales, tal como ocurre en otros contextos con perfiles de suelos más evolucionados.

Aparte de la acción biomecánica, se registra la actuación de otra serie de procesos tales como la acción de animales fosoriales, cánidos y aves carroñeras; flujos laminares, pisoteo de ganado y acción eólica, entre otros. Desde una mirada geoarqueológica y tafonómica, se establece la velocidad, frecuencia, intensidad, extensión espacial, condicionantes e impacto de aquellos procesos en el registro arqueológico, aportando a la definición del modo tafonómico “talud vegetado” (Behrensmeyer y Hook 1992; Borrazzo y Borrero 2014).

En este trabajo se sostiene que las depresiones circulares interpretadas como improntas de viviendas (Massone *et al.* 1993) son de origen natural en base a la ausencia de diferencias en el tipo y frecuencia de materiales antrópicos dentro y fuera de estos rasgos; la existencia de depresiones sin materiales antrópicos en el sitio y en otras regiones cercanas; y la homogeneidad de los valores de susceptibilidad magnética dentro y fuera de las rasgos. Los indicadores edafológicos y sedimentarios no muestran contrastes acentuados dentro y fuera de las depresiones. Alternativamente, se postula que el origen de las mismas podría relacionarse con antiguos revolcaderos de guanacos y/u ovejas.

En el caso de Cerro Sin Nombre se evalúa la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro; se analizan los cambios morfológicos del alero; y se re-discute con nuevos datos la distancia del cerro respecto a la línea de costa. Una vez más, aquí se detecta una correspondencia entre las máximas frecuencias de registro arqueológico y los horizontes Ab, a excepción de sondeos ubicados en un sector de mayor sedimentación.

El estudio de la dispersión horizontal superficial de guijarros del alero indica una concentración en posiciones altas del talud, independientemente de los tamaños. Esto podría indicar que al menos parte del conjunto arqueológico del sondeo S4 (ubicado al pie del talud) no ha sido depositado por acción de la gravedad. Pendientes bajas ( $<12^\circ$ ) y edafizadas serían contextos de baja energía con un buen potencial de preservación arqueológica, hecho también respaldado por la baja meteorización del conjunto lítico y óseo.

La presencia de caídas de bloques del alero en algunos sondeos es interpretada como antiguas líneas de goteo. En efecto, las dimensiones de los reparos habrían sido superiores, y frentes que hoy se encuentran semi-enterrados habrían estado expuestos. Por encima de uno de los eventos de caída de bloques, en el sondeo S8, se encuentra la datación más antigua de CSN (2013-2079 cal. AP), que habría estado a unos 750 metros de la línea de costa actual.

Se destaca las altas densidades artefactuales por m<sup>3</sup> de este sitio, en comparación a los otros *loci*. Este hecho, junto a las ya referidas particularidades tecnológicas (Borrazzo 2010), está empezando a sugerir una jerarquía distintiva de éste *locus* en el panorama regional.

## ABSTRACT

This study attempts to discuss the natural modifications of archaeological record through the understanding of different factors of the environmental system. A geoarchaeological perspective, with a special emphasis on soil science, has hence been adopted and three Late Holocene archaeological contexts from the northern of Isla Grande de Tierra del Fuego has been chosen for the study. These sites are Marazzi 2, Tres Arroyos and Cerro Sin Nombre. This research has adopted a methodology which integrates data corresponding to different spatial scales by employing soil micromorphology, granulometry, mineralogy, geochemical analysis, magnetic properties, macroscopic characterization of soils and geomorphology.

At Marazzi 2, specific aims have been the stratigraphic analysis of two deep profiles (P1 and P2) in order to discuss their formation processes and occupational history; the evaluation of the vertical distribution of the archaeological record placed at different geomorphological positions; and the study of non-archaeological parameters to understand the degree of environment modifications by humans.

Geomorphological, edaphological and archaeological data from profile P1 defines five scenarios of fluvial terrace and human occupation evolution. The first one proposes the settlement of ephemeral occupations in Torcido river floodplain. This was followed by human occupations in a low fluvial terrace with evidences of aggradational pedogenesis when there was a specific emphasis on mollusc consumptions. Subsequently, there is a high human signal, attested by remarkably high magnetic signatures, related to a well developed soil profile, probably generated under wetter conditions. Thereafter, low intensity of human occupation could be marked associated with other soil profile which buried the previous ones. The distribution of archaeological material, along with absolute dates, allows the establishment of the relative temporality of depositional event. In edaphised contexts, the location of the archaeological material in one or other soil horizons is more relevant than its depth in the profile.

The work in Tres Arroyos aims to comprehend the origin of the circular depression distributed along the Cerro de los Onas talus, and the slope influence on the abundance and distribution of the buried record. A natural unimodal pattern with a peak on superficial horizons (A-AC) has been depicted from in here, as has been observed in other well developed soil profiles. Therefore, in spite of the poorly developed soil profiles, this context

has shown that the pedogenetic dynamic can modify the vertical distribution of the archaeological record. Apart from this, bio-mechanical action and other natural processes are also recorded in this site area. These include the action of the fosorial, canids and scavenger birds, laminar flows, cattle trampling and aeolian action, among others. Speed, frequency, intensity, spatial extension, constrains and in turn archaeological impact of these processes, contribute to the definition of the taphonomic mode of “vegetated talus” (Behrensmeyer y Hook 1992; Borrazzo y Borrero 2014).

This investigation also states that circular depressions often interpreted as hut floors (Massone *et al.* 1993) are natural features. This argument is based on the absence of any difference between the type and abundance of archaeological record in/outside such depressions. There is also a general paucity of cultural materials both in-site and in other similar depressions recorded in the region. Finally, the magnetic susceptibility values are also even through the site, both in/out the depressions. Edaphological and sedimentological indicators do not indicate clear differences in/outside these features. It is suggested that the origin of the depression could be related with guanaco and/or sheep old wallowing.

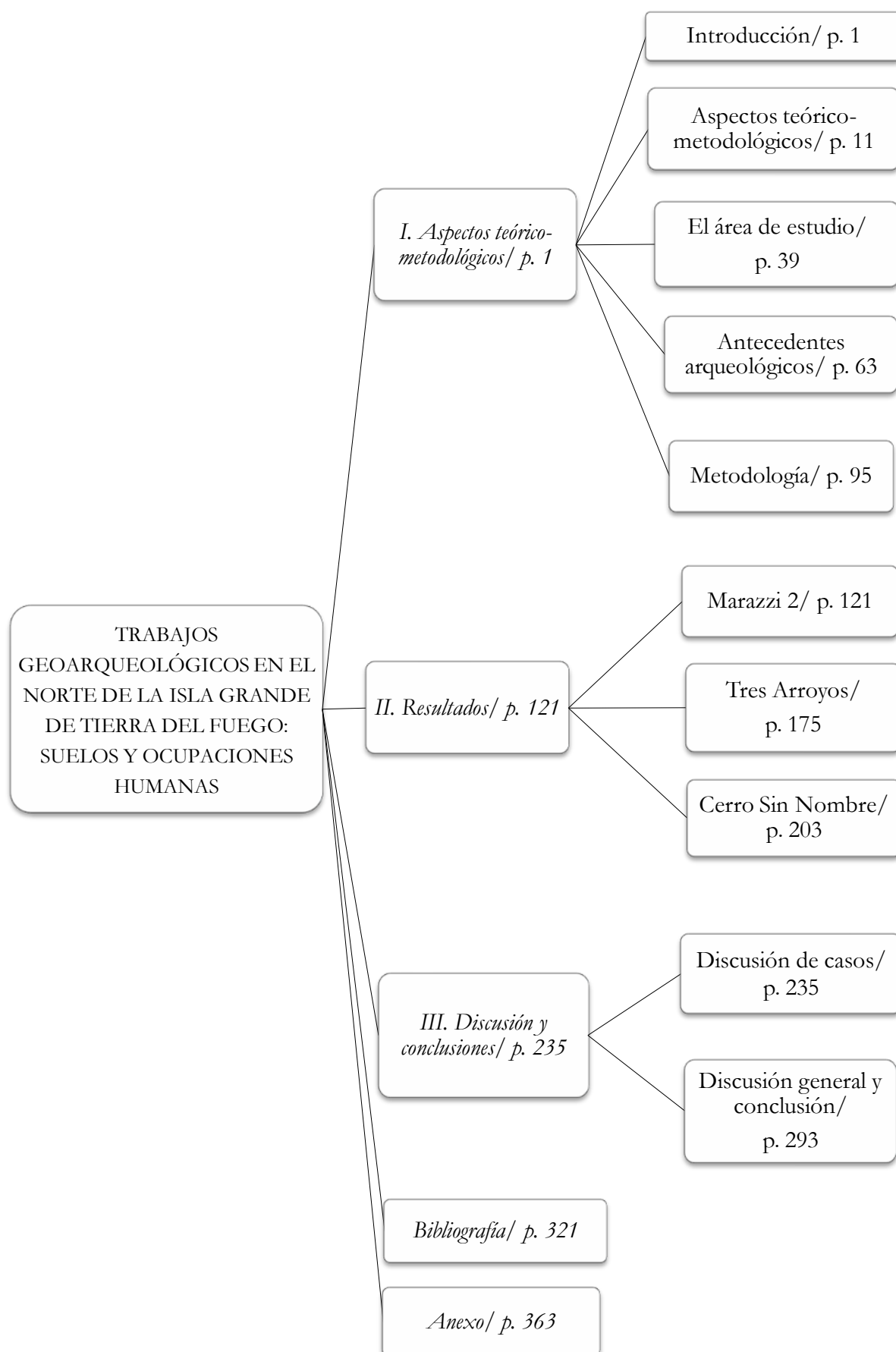
The Cerro Sin Nombre case study is focused on the slope influenced on the abundance and distribution of the record, as well as the shelter morphological changes and the re-evaluation of the coastal line distance through time. Again, this site yields correspondence between maximum archaeological material frequencies and Ab soil horizons with the exception of the stations placed in high sedimentation rate spots.

Superficial scatter along the talus of the sandstone gravel from the shelter indicates an upper talus concentration, without size trends. These results highlight the facts that at least part of the station S4 assemblages (places on the low talus) was not deposited by gravity action. Edaphised low slopes ( $<12^\circ$ ) suggest low energy contexts with a good archaeological preservation potential, also demonstrated by low weathering bone and lithic assemblages.

The rockfall events registered in some stations have been interpreted as old drip-lines. Therefore, dimensions of these would have been larger and some other shelters which today are semi-buried would have been suitable for human habitation. On one of the rockfall event, at the station S8, there is the older archaeological date of the site (2013-2079 cal. AP), from where the distance to the coast line would have been of *c.* 750 metres.

Finally, Cerro Sin Nombre has the highest recorded archaeological record  $m^3$  densities. This fact, along with its already noted singular technological assembles (Borrazzo 2010), is suggestive of a distinctive regional hierarchy of this *locus*.

## ÍNDICE GRÁFICO SINTÉTICO





# ÍNDICE

---

## PARTE I

### ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| <b>CAPÍTULO 1. <i>Introducción</i></b>                  | 3  |
| 1. Objetivos, preguntas y escalas                       | 7  |
| <b>CAPÍTULO 2. <i>Aspectos teórico-metodológico</i></b> | 13 |
| 1. Geoarqueología                                       | 13 |
| 2. Evolución, ecología y biogeografía                   | 16 |
| 2.1. Construcción de nicho y paisajes heredados         |    |
| 2.2. Biogeografía                                       |    |
| 3. Sistema ambiental                                    | 21 |
| 4. Suelos                                               | 23 |
| 4.1. Factores y procesos formadores de los suelos       |    |
| 4.2. Horizontes, propiedades físicas y taxonomía        |    |
| 4.3. Suelos y arqueología                               |    |
| 5. Micromorfología de suelos                            | 32 |
| 5.1. Breve reseña histórica                             |    |
| 6. En síntesis...                                       | 37 |
| <b>CAPÍTULO 3. <i>El área de estudio</i></b>            | 41 |
| 1. Geología                                             | 42 |
| 1.1. Los <i>loci</i>                                    |    |
| 2. Clima y suelos                                       | 50 |
| 3. Hidrografía                                          | 54 |
| 4. Fito-zoogeografía                                    | 55 |
| 5. Paleoclima                                           | 58 |
| <b>CAPÍTULO 4. <i>Antecedentes arqueológicos</i></b>    | 65 |
| 1. Información etnohistórica                            | 65 |



|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2. Antecedentes arqueológicos .....                                              | 68        |
| 2.1. Evolución espacio-temporal de las ocupaciones humanas de Magallania insular |           |
| 2.2. Caracterización general de las poblaciones de Magallania insular            |           |
| 3. Marazzi 2 .....                                                               | 79        |
| 4. Tres Arroyos .....                                                            | 84        |
| 5. Cerro Sin Nombre .....                                                        | 91        |
| <b>CAPÍTULO 5. Metodología .....</b>                                             | <b>97</b> |
| 1. Estrategia de muestreo .....                                                  | 97        |
| 2. Procedimientos analíticos .....                                               | 103       |
| 2.1. Mapeo geomorfológico                                                        |           |
| 2.2. Descripción macroscópica de los suelos                                      |           |
| 2.3. Micromorfología de suelos                                                   |           |
| 4.3.1. Mineralogía                                                               |           |
| 4.3.2. Componentes antropogénicos: cuantificación y microtafonomía               |           |
| 2.4. Estudios granulométricos                                                    |           |
| 2.5. Geoquímica: pH, carbonatos, carbono total y fósforo total                   |           |
| 2.6. Propiedades magnéticas                                                      |           |

## PARTE II

### RESULTADOS

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 6. Marazzi 2 .....</b>                    | <b>123</b> |
| 1. Geomorfología .....                                | 123        |
| 2. Caracterización macroscópica de los perfiles ..... | 126        |
| 2.1. Sondeos arqueológicos                            |            |
| 2.2. P1                                               |            |
| 2.3. P2                                               |            |
| 2.4. Perfiles naturales                               |            |
| 3. Micromorfología .....                              | 136        |
| 3.1. S2 (Sector 1)                                    |            |
| 3.2. Ch (Sector 1)                                    |            |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3. S3 (Sector 2)                                                              |            |
| 3.4. N13                                                                        |            |
| 3.5. P1                                                                         |            |
| 3.6. P2                                                                         |            |
| 3.7. Mineralogía                                                                |            |
| 3.8. Por lo tanto                                                               |            |
| 4. Estudios granulométricos .....                                               | 159        |
| 5. Geoquímica .....                                                             | 163        |
| 6. Propiedades magnéticas .....                                                 | 165        |
| 7. Registro arqueológico .....                                                  | 169        |
| 7.1. Componentes antropogénicos en secciones delgadas                           |            |
| <b>CAPÍTULO 7. <i>Tres Arroyos</i> .....</b>                                    | <b>177</b> |
| 1. Geomorfología .....                                                          | 177        |
| 2. Caracterización macroscópica de los perfiles .....                           | 181        |
| 3. Micromorfología .....                                                        | 183        |
| 3.1. S2 (fuera del sitio, dentro de la depresión)                               |            |
| 3.2. S4 (fuera del sitio, fuera de la depresión)                                |            |
| 3.3. S6 (dentro del sitio, fuera de la depresión)                               |            |
| 3.4. S7 (dentro del sitio, dentro de la depresión)                              |            |
| 3.5. S8 (dentro del sitio, dentro de la depresión)                              |            |
| 3.6. Mineralogía                                                                |            |
| 3.8. Por lo tanto                                                               |            |
| 4. Estudios granulométricos .....                                               | 193        |
| 5. Geoquímica y susceptibilidad magnética .....                                 | 195        |
| 6. Registro arqueológico .....                                                  | 197        |
| 6.1. Componentes antropogénicos en secciones delgadas                           |            |
| <b>CAPÍTULO 8. <i>Cerro Sin Nombre</i> .....</b>                                | <b>205</b> |
| 1. Geomorfología .....                                                          | 205        |
| 2. Caracterización macroscópica de los perfiles .....                           | 208        |
| 3. Micromorfología .....                                                        | 213        |
| 3.1. S1 - flanco noreste, pendiente 5°, sector alto del talud, dentro del sitio |            |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2. S2 – flanco este, pendiente 12°, sector alto del talud, dentro del sitio   |     |
| 3.3. S3 – flanco norte, pendiente 12°, sector alto del talud, fuera del sitio   |     |
| 3.4. S4 – flanco noreste, pendiente 0°, sector bajo del talud, dentro del sitio |     |
| 3.5. Mineralogía                                                                |     |
| 3.6. Por lo tanto                                                               |     |
| 4. Estudios granulométricos .....                                               | 220 |
| 5. Geoquímica .....                                                             | 224 |
| 6. Registro arqueológico .....                                                  | 225 |
| 6.1. Registro lítico                                                            |     |
| 6.2. Registro óseo                                                              |     |
| 6.3. Componentes antropogénicos en secciones delgadas                           |     |
| 7. El material superficial: las transectas en pendiente .....                   | 233 |

## PARTE III

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>CAPÍTULO 9. <i>Discusión de casos</i></b> .....                             | 237 |
| 1. Marazzi 2 .....                                                             | 238 |
| 1.1. Suelos y geomorfología                                                    |     |
| 1.2. Depositación de restos materiales en suelos: procesos de formación        |     |
| 1.3. Sitio vs. no-sitio: intensidad de ocupación humana                        |     |
| 1.4. Pedogénesis, combustión y pigmentos: propiedades magnéticas               |     |
| 1.5. Suelos, geomorfología e historias de ocupación humana: el caso de P1      |     |
| 2. Tres Arroyos .....                                                          | 259 |
| 2.1. El registro arqueológico en pendientes edafizadas palimpsestos verticales |     |
| 2.2. Depresiones naturales vs. improntas de vivienda                           |     |
| 3. Cerro Sin Nombre .....                                                      | 276 |
| 3.1. Suelos, sedimentos, tafonomía y procesos de formación                     |     |
| 3.2. Transectas superficiales                                                  |     |
| 3.3. El alero en el pasado                                                     |     |
| 3.4. La distancia a la costa                                                   |     |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>CAPÍTULO 10. <i>Discusión general y conclusión</i></b> .....       | 295 |
| 1. Transecta geoarqueológica Bahía Inútil - Bahía San Sebastián ..... | 295 |
| 1.2. Los casos de estudio en perspectiva regional                     |     |
| 2. Reflexiones metodológicas y perspectivas .....                     | 307 |
| 3. Síntesis y conclusión .....                                        | 310 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....                                             | 321 |
| <b>ANEXO</b> .....                                                    | 363 |



# **PARTE I**

*Aspectos teórico-metodológicos*

## **CAPÍTULO 1**

*Introducción*



## INTRODUCCIÓN

Esta tesis tiene como objetivo general comprender los procesos naturales vinculados a tres contextos arqueológicos del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego, con el propósito de discriminar qué propiedades del registro arqueológico son producto de la conducta humana y cuáles son consecuencia de factores naturales actuales y pasados. Es también objetivo general del presente trabajo diferenciar cómo cambiaron los factores del sistema ambiental. Finalmente, interesa aportar a la comprensión de los distintos escenarios que habitaron las poblaciones humanas pasadas.

Estos objetivos generales plantean continuidad con agendas de trabajo geoarqueológicas y tafonómicas de la región bajo estudio (Borrero 1990, 2001; 2007; Favier Dubois 2001; Borella 2004; Martin 2006; Borrazzo 2010), en el marco de una línea de trabajo que nace en la década del '80 con la labor de Luis A. Borrero (Borrero 1985).

La tesis se estructura en tres grandes partes. La Parte I (capítulo 1-5), presenta los objetivos, preguntas y escalas espacio-temporales de trabajo (ver abajo) y los aspectos teórico-metodológicos en las cuales se insertan las discusiones. Se presenta el enfoque geoarqueológico, su relevancia y sus conceptos claves para comprender, por ejemplo, procesos de formación de los sitios y paleoambiente. Dentro de las áreas temáticas que ofrecen las geociencias, un especial énfasis es puesto en los suelos debido a que éstos ofrecen un entendimiento del ecosistema en una escala espacio-temporal más compatible con la vida humana. Conectado al interés por el sistema ambiental y la ecología, se trae a la biogeografía como marco de referencia para pensar a las poblaciones humanas pasadas. Otros conceptos evolutivos como los de construcción de nicho y ambiente heredado también se integran en el background conceptual de la investigación.

En esta primera parte también se detallan las características del área de estudio, los antecedentes arqueológicos y las estrategias metodológicas elegidas para abordar los objetivos. Vale destacar aquí que las cuestiones metodológicas de esta tesis constituyen un objetivo en sí mismo. Las herramientas propuestas para resolver los problemas de investigación reflejan el enfoque conceptual del que se parte para pensar a las poblaciones humanas: se trata de comprender y jerarquizar los escenarios naturales habitado por los grupos humanos, sus cambios a lo largo del tiempo y su influencia sobre el registro material.

El esfuerzo interdisciplinario (e institucional) puesto en el aprendizaje de la técnica de descripción e interpretación de la micromorfología de suelos ha sido un desafío fundamental



en esta investigación doctoral. Esta herramienta es el eje de la metodología propuesta. El valor de su aplicación en esta tesis radica en la dificultad técnica del procesamiento de las muestras, su aprendizaje en un contexto de pocos recursos humanos locales especializados y – sobre todo- su gran potencial en el trabajo arqueológico. En este sentido, los resultados y discusiones planteadas constituyen un primer antecedente de aplicación formal y sistemática de micromorfología de suelos puesta al servicio de preguntas geoarqueológicas. Si bien esta línea de trabajo en arqueología se utiliza desde la década del '50 en otras partes del mundo, en Argentina sólo cuenta con algunos antecedentes puntuales, mayormente de equipos internacionales.

Los objetivos, las preguntas y el enfoque teórico-metodológico propuesto se encuentran anclados en tres casos de estudio del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego, con cronologías pertenecientes a los últimos 3000 años. Estos *loci* arqueológicos, que ya han sido objeto de investigaciones previas, son Marazzi 2, costa sur de Bahía Inútil, Chile; Tres Arroyos, centro del istmo de Bahía Inútil-San Sebastián, Chile; y Cerro Sin Nombre, a pocos kilómetros de la costa sur de Bahía San Sebastián, Argentina (Figura 1.1.).

Estos tres sitios presentan diferencias y similitudes en términos de contexto ambiental y características de las ocupaciones humanas allí establecidas. Estos contrastes y semejanzas permiten y estimulan las comparaciones entre los casos (Figura 1.2.). Entre las semejanzas, se puede mencionar que se trata de sitios pertenecientes a cazadores recolectores terrestres, de llanuras esteparias, con cronologías del Holoceno Tardío. Espacialmente, estas ocupaciones se distribuyen en una transecta que conecta el Estrecho de Magallanes (Bahía Inútil) con el océano Atlántico (Bahía San Sebastián). En todos los casos, las ocupaciones se encuentran muy próximas a sistemas fluviales como son el río Torcido y el río San Martín.

Entre las diferencias, sucintamente, se puede mencionar que Marazzi 2 es un sitio costero, a cielo abierto, que muestra una gran redundancia ocupacional y depósitos con una excepcional potencia arqueológica (Morello *et al.* 1998; 2004a; Massone *et al.* 2007). Se ubica en una estepa húmeda, en una posición muy cercana a la faja ecotonal. Tres Arroyos es un *locus* del interior, se encuentra asociado a reparos rocosos –el Cerro de los Onas- y su rasgo más destacado es el registro de las dataciones más tempranas de toda la Isla, separadas de las ocupaciones del Holoceno Tardío por un hiato temporal prolongado (Massone *et al.* 1993; Massone 2004). En este trabajo, sólo se analizará el sector del talud, denominado Tres Arroyos 14. Este sitio se ubica en una estepa algo más seca que Marazzi 2, al igual que Cerro Sin Nombre, que se encuentra próximo a la costa, asociado al talud de un alero de pequeñas

dimensiones donde el registro arqueológico indica un uso reiterado a lo largo del tiempo de poblaciones que circularon e integraron circuitos regionales amplios (Favier Dubois 2001; Borrazzo 2009, 2010, 2014).

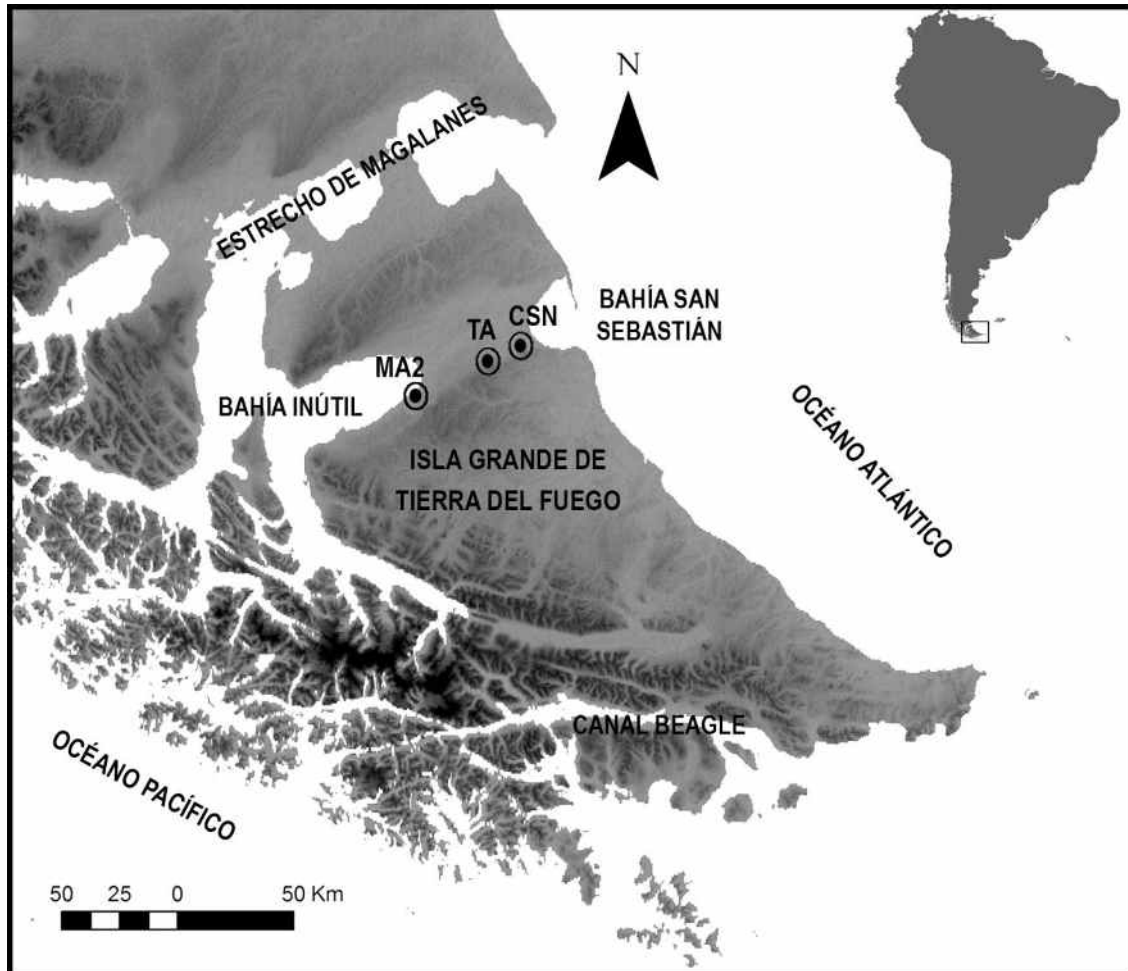


**Figura 1.1.** Localización de los casos de estudios analizados: Marazzi 2 (MA2), Tres Arroyos (TA) y Cerro Sin Nombre (CSN).

En la Parte II (capítulos 6-8) se presentan los resultados divididos por *locus*. Esta sección de la tesis es de carácter descriptivo, aunque con breves notas interpretativas en algunas secciones muy técnicas como la exposición de los datos del trabajo micromorfológico. El criterio de presentación de los datos es de acuerdo a la escala espacial: de lo macro a lo micro. Más concretamente, se expone la información geomorfológica regional, la caracterización macroscópica de perfiles, análisis micromorfológicos y mineralógicos, estudios granulométricos, geoquímicos y magnéticos.



**Figura 1.2.** A- Marazzi 2, terrazas del río Torcido en su desembocadura a Bahía Inútil, Estrecho de Magallanes, Chile. B- Vista a Tres Arroyos, Cerro de los Onas, Chile. C- Cerro Sin Nombre, vista del alero de mayores dimensiones.

La Parte III (capítulos 9 y 10), presenta la discusión y las conclusiones. El capítulo 9 discute separadamente la información generada en cada uno de los sitios, como cuestiones vinculadas a la historia ocupacional en Marazzi 2, la presencia de las depresiones circulares en Tres Arroyos y la dinámica de las pendientes de Cerro Sin Nombre, entre otros puntos. En el último capítulo se integran los aspectos generales que se desprenden de todos los sitios bajo estudio y se hace hincapié en el contexto regional en el que se insertan los casos de estudio. A su vez, en este capítulo se plantean reflexiones metodológicas derivadas de las técnicas y el diseño de la investigación, así como también las perspectivas para trabajos futuros, específicamente desde lo metodológico.

Finalmente, se sintetiza toda la información y discusiones expuestas a lo largo de la tesis y las conclusiones derivadas. La escritura de la tesis constituye un corte arbitrario en un proceso de investigación que se prolonga en tanto sigan apareciendo más preguntas motivadas por los resultados obtenidos y su puesta en contexto en distintas escalas espaciales y temporales.

Esta tesis ha reunido a investigadores de distintas instituciones que le han dado perspectivas distintas y complementarias al trabajo. De este modo, Luis Alberto Borrero (IMHICIHU- CONICET) ha posibilitado que los resultados geoarqueológicos puedan llevarse a un estimulante terreno de discusión teórica. Asimismo ha brindando las herramientas conceptuales y metodológicas para que las discusiones queden en la escala espacio-temporal apropiada en el contexto de la arqueología fueguina. Por su lado, Charles French (Department of Archaeology and Anthropology, University of Cambridge, Inglaterra) ha promovido el aprendizaje de la micromorfología de suelos, eje del enfoque geoarqueológico que se planeta aquí y que se quiere seguir desarrollando en el futuro. Luego, Pablo Tchilinguirian

(Departamento de Ciencias Geológicas, UBA) ha contribuido a poner en contexto a la micromorfología de suelos con las otras líneas de investigación. La posibilidad de contar con el espacio de trabajo del Departamento de Ciencias Geológicas ha sido realmente clave para esta perspectiva geoarqueológica, de naturaleza interdisciplinaria. Por último, esta investigación no hubiera sido posible sin la participación de Flavia Morello (Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallania, Chile) con quien se realizó el trabajo de campo en territorio chileno y con quien se ajustó desde el inicio del proyecto doctoral las preguntas, escalas y estrategias de investigación.

## **1. Objetivos, preguntas y escalas**

En primer lugar, y como se explicitó en el primer párrafo del capítulo, el objetivo general de la tesis es evaluar cómo y en qué medida los procesos naturales modifican las propiedades del registro arqueológico de tres *loci* del Holoceno Tardío ubicados en el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Del estudio de alta resolución y en una escala espacial micro (Dincauze 2000) surge un segundo objetivo general vinculado a comprender la evolución de los factores del sistema ambiental y en efecto, los escenarios que habitaron las poblaciones humanas pasadas.

En cada *locus* se plantean objetivos específicos en función del ambiente, la naturaleza del registro y de las problemáticas derivadas de las investigaciones previas. Así, en Marazzi 2 se establecen como objetivos específicos analizar la estratigrafía y microestratigrafía de una unidad de excavación de más de 1,30 m de profundidad para evaluar procesos de formación e historia ocupacional, siempre en el contexto de las investigaciones previas. Aquí también se plantea buscar parámetros geoarqueológicos sensibles para reconocer el grado de modificación antrópica de los suelos y sedimentos. Finalmente, otro objetivo específico consiste en explicar la distribución vertical del registro arqueológico en suelos actuales y enterrados considerando momentos, formas y agentes de depositación.

Para el caso de Tres Arroyos, los objetivos específicos son comprender el origen de unas depresiones circulares ubicadas sobre y al pie del talud del Cerro de los Onas y evaluar cuál es la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro subsuperficial. Este último objetivo también forma parte de las tareas específicas llevadas a cabo en Cerro Sin Nombre, donde además se busca analizar los cambios morfológicos del

alero y reevaluar la relación espacial entre las ocupaciones humanas del cerro y la línea de costa, a la luz de las nuevas dataciones. En todos estos *loci*, existen investigaciones previas a las que este enfoque busca aportar perspectivas, preguntas y discusiones novedosas.

Como ya fue mencionado, la escala espacial de trabajo es micro (Dincauze 2000) ya que se puntualiza el análisis en tres sitios arqueológicos, entendiendo al “sitio” como un sector del espacio con una densidad diferencial de registro arqueológico que se distribuye en el espacio dentro de un continuo (Thomas 1975; Foley 1981 Binford 1982; Ebert y Kohler 1998; Belardi y Borrero 1999). Sin embargo, la escala espacial de interpretación es macro en tanto se busca consistencia, complementariedad y congruencia de los resultados ambientales, haciendo uso de la información generada a nivel regional (Stein y Linse 1993; Dincauze 2000). La integración de un análisis de sitio en una discusión regional es un desafío posible en el contexto de la arqueología de la estepa fueguina, donde muchas investigaciones ya han aportado muy valiosos resultados en la escala regional, también desde enfoques geoarqueológicos, tafonómicos, distribucionales y biogeográficos (Favier Dubois 2001; Favier Dubois y Borrero 2005; Borrero *et al.* 2008; Borrazzo *et al.* 2008; Borrazzo 2010; Borrero y Borrazzo 2011; Pallo 2013).

Respecto a lo temporal, la escala es meso (Dincauze 2000) y comprende los últimos 3000 años. Si bien existe una clara preocupación por comprender la sucesión diacrónica de ciertos procesos (antrópicos y naturales), la asignación temporal absoluta de los mismos se ancla en pocas dataciones radiocarbónicas. Sin embargo, el estudio microestratigráfico ajusta la información temporal disponible y logra así un control más fino sobre la dimensión temporal, permitiendo también observar más procesos, naturales y antrópicos (Bailey 2007; Goldberg *et al.* 2009).

El tratamiento de las escalas y la comprensión de la resolución del dato objeto de estudio es un tema especialmente sensible en el trabajo interdisciplinario, como es el de la geoarqueología (Stine y Linse 1993). En este contexto, Holliday y coautores (1993) plantean:

*“Among the Earth sciences, pedology is most similar to archaeology in both operational and processual scales. The subdisciplines of Quaternary stratigraphy and geomorphology are probably the next closest in research scale to archaeology; these subdisciplines overlap with pedology in the realms of soil stratigraphy and soil geomorphology, which are also important in geoarchaeology”* (Holliday *et al.* 1993:35; subrayado agregado).

Temporalmente, agrega el autor, tanto en los suelos como en los procesos estudiados en arqueología, los fenómenos suceden o tienen expresión en la escala de decenas a miles de

años (Figura 1.3.). Espacialmente, los suelos y el registro arqueológico depositado por poblaciones con alta movilidad también son compatibles, ya que ambos tienen expresión en la escala de cientos de kilómetros cuadrados. Conceptualmente, las preguntas también pueden tomar la misma dirección:

*“What were the conditions responsible for the development of these soils/sites and how might have these conditions changed through time? What is the link between the soil/site and its formation processes to the development of the landscape as a whole? What local and regional Environmental conditions and changes thereof can be inferred from the soils?”* (Holliday *et al.* 1993:35).

En el presente trabajo se adhiere a esta argumentación de Holliday y coautores, razón por la cual se profundiza en la comprensión de los suelos.

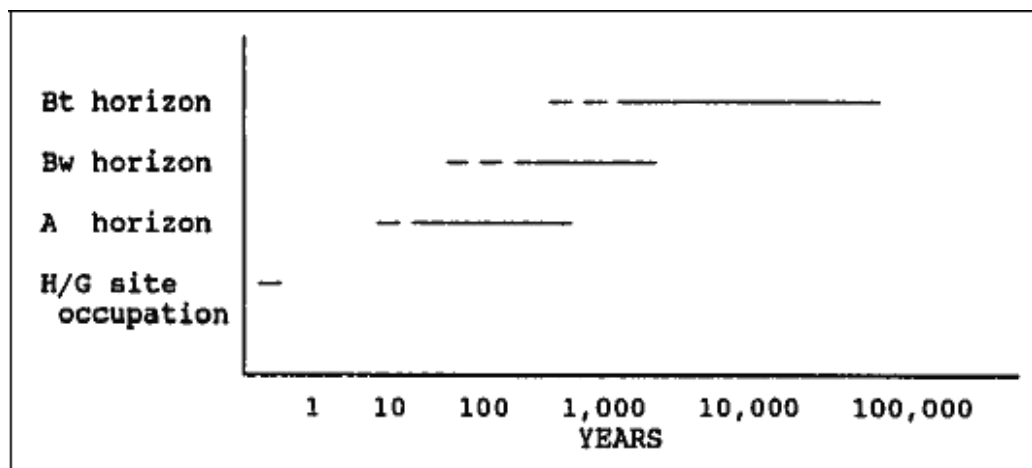


**Figura 1.3.** Relación temporal entre ocupaciones de sitio de cazadores recolectores y la génesis de algunos horizontes de suelo (Holliday *et al.* 1993:34).



# **CAPÍTULO 2**

*Aspectos teórico-metodológicos*





## ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

En este capítulo se definen una serie de conceptos que enmarcan esta investigación de modo más o menos directo. En primero lugar se presenta a la geoarqueología como enfoque conceptual y metodológico para el abordaje de los problemas planteados. Asimismo, se mencionan algunas ideas de posturas teóricas derivadas de la biogeografía, teoría evolutiva y el sistema ambiental. Finalmente se ofrece una síntesis teórica de los suelos y la relevancia de la micromorfología como herramienta para su mejor comprensión. Al final del capítulo se esquematiza el interjuego entre todas estas herramientas y posturas teóricas que se encuentran en diferentes niveles de análisis.

### 1. Geoarqueología

*“No surgirá un geoarqueólogo simplemente a partir de una formación profesional que reúna materias arqueológicas y geológicas” (Zárate 1994:31).*

La geoarqueología, es un campo interdisciplinario y, como tal, se encuentra en una constante tensión de ajustes y síntesis de objetivos y escalas. No basta el trabajo conjunto de un geólogo y un arqueólogo si no existe una comprensión e interés real por parte de cada uno de la naturaleza del objeto de estudio del otro. Es una práctica que exige aprendizaje, experiencia y paciencia.

En términos generales, la geoarqueología consiste en la aplicación de métodos, conceptos y técnicas derivadas de las Ciencias de la Tierra, o Geociencias, con el objetivo de resolver un problema arqueológico (Butzer 1971, 1982; Davinson y Schackley 1976; Renfrew 1976; Rapp y Gifford 1985; Stein y Farrand 1985). La inclusión del trabajo geológico en las investigaciones arqueológicas comenzó mucho antes de los '70 (Lyell 1863), pero tal vez más como esfuerzos paralelos, que como verdadera interdisciplina (Stein y Farrand 1985; Zárate 1994). Recién con los trabajos de Schiffer (1972) acerca de los procesos de formación del registro, se genera un contexto fértil para la inclusión de la geoarqueología no sólo como aproximación metodológica, sino también conceptual (Butzer 1973, 1982). No por casualidad, entre la década del '70 y '80 nacen revistas como *Journal of Archaeological Science* o *Geoarchaeology* (Tabla 2.1.).

| Table 1.1 Periodicals in the Archaeological Sciences and Year Founded                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Advances in Archaeological Method and Theory</i> , annual, 1977                                              |
| <i>Archaeological Prospection</i> , 1995                                                                        |
| <i>Archaeomaterials</i> , 1985                                                                                  |
| <i>Archaeometry</i> , 1958                                                                                      |
| <i>Expedition</i> , 1958                                                                                        |
| <i>Geoarchaeology</i> , 1986                                                                                    |
| <i>Journal of Archaeological Science</i> , 1973                                                                 |
| <i>Journal of Field Archaeology</i> , 1973                                                                      |
| <i>MASCA Journal</i> (Museum Applied Science Center for Archaeology, University of Pennsylvania), 1978          |
| <i>Quaternary Research</i> , 1963                                                                               |
| <i>Revue d'Archéometrie</i> , annual, GMPA (Groupe des Méthodes Physiques et Chimiques de l'Archéometrie), 1976 |
| <i>SAS Bulletin</i> (Society for Archaeological Sciences), quarterly, 1977                                      |

**Tabla 2.1.** Tomada de Herz y Garrison (1998:4).

Más allá de las múltiples definiciones y discusiones acerca de sus diferencias y similitudes, la propuesta de Butzer (1971, 1982) merece un mención especial no sólo por su trabajo pionero en este campo sino porque además él propone a la geoarqueología como un componente de un paradigma mayor denominado “arqueología contextual”. En este enfoque, Butzer (y algunos otros autores como por ejemplo Fedele 1976 y Schoenwetter 1981) ponen en juego ideas sistémicas para explicar al ser humano en constante equilibrio o interjuego con los distintos componentes de un sistema cambiante (flora, fauna, clima, etc) que plantean escenarios dinámicos a los que las poblaciones deben adaptar y transformar su conducta (Figura 2.1.).

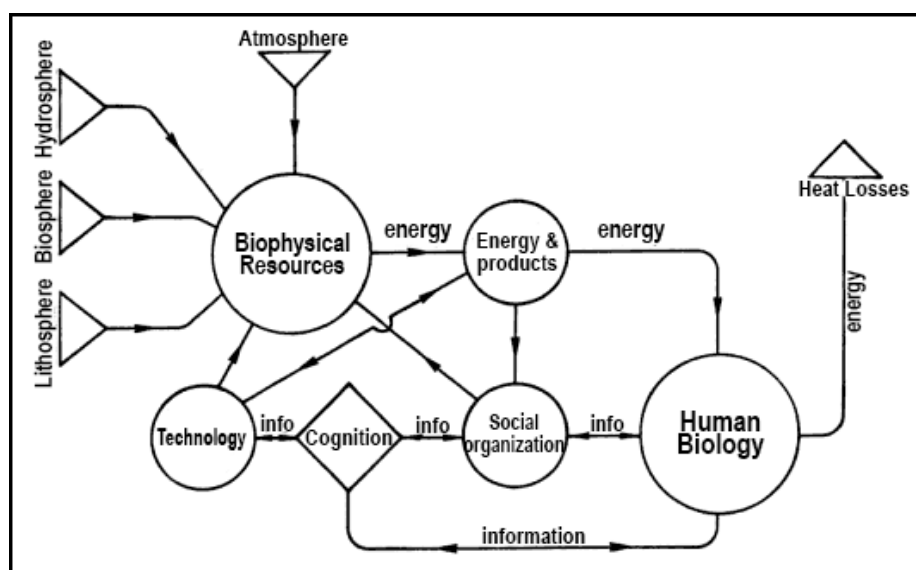


**Figura 2.1.** Ciclo de energía simplificado para el ecosistema humano (modificado de Butzer 1982:31).

Para algunos autores, las reconstrucciones estratigráficas (contexto temporal), los procesos de formación (Schiffer 1987) y el estudio de los paisajes (contexto espacial) constituyen los objetivos fundamentales de la geoarqueología (Waters 1992; Rapp y Hill 1998; French 2003). Trabajos como los de Waters (1992), Ferring (1994) y Holliday (1997) son referencias fundamentales de una etapa madura de la geoarqueología, que integra un amplio espectro de disciplinas y subdisciplinas de las Ciencias de la Tierra, como la geomorfología, la edafología, la geografía, la climatología, la geofísica y la geoquímica (Gladfelter 1977; Hassan 1978; Holliday 1990; Stein 1985; Dalan y Banerjee 1998). El trabajo de compilación de Goldberg, Holliday y Ferring (2001) en el libro *Earth Sciences and Archaeology* o la publicación de Goldberg y Macphail (2006) unos años después, son ejemplos elocuentes de la integración y puesta en práctica de distintos campos de conocimiento para interpretar el registro arqueológico.

Por lo tanto, una propuesta geoarqueológica rescata la importancia del contexto espacio-temporal en la interpretación de la conducta humana. Las poblaciones son parte de un sistema complejo, que se transforma y propone nuevas pautas y condiciones. En este contexto, el ser humano también es un agente biológico transformador del ambiente con la capacidad de interrumpir, acelerar, retardar o modificar la dinámica natural de meteorización, erosión, depositación y acumulación de partículas (Butzer 1982; Zárate 1994). De este modo la geoarqueología es el marco para construir modelos integrados de interacción entre las poblaciones humanas y el ambiente (French 2003).

El trabajo geoarqueológico se vincula con el tafonómico, pues ambos enfoques se interesan por el entendimiento de una serie de procesos y agentes naturales necesarios para un adecuado tratamiento de la información arqueológica. El trabajo tafonómico posee una diversidad de enfoques que no cabe citar aquí, pero tal vez sea pertinente hacer mención de las perspectivas tafonómicas con énfasis en la paleoecológica, a partir del estudio de los conjuntos óseos (Behrensmeyer 1975; Gifford 1981; Blumenschine 1987; Potts *et al.* 1999); y aquellas de carácter regional que estudian la distribución espacial de los mecanismos que contribuyen a la preservación diferencial de los materiales arqueológicos (Borrero 2001, 2007, 2013, 2014) con el objeto de mejorar la comparabilidad de conjuntos sometidos a procesos naturales semejantes (Behrensmeyer y Hook 1992). De lo último deriva la expresión “modos tafonómicos”, que será mencionada en las discusiones de esta investigación (Behrensmeyer y Hook 1992; Borrazzo y Borrero 2014).

La geoarqueología en el país, tal como la conocemos hoy, comienza a dar sus primeros frutos a fines de los '80 y comienzo de los '90, en La Pampa (Zárate 1986/87, 1994; Zárate y Flegenheimer 1991) y Patagonia (Favier Dubois 1995). En este sentido, es una disciplina aún joven. En los últimos 10 años el panorama de la geoarqueología en la arqueología argentina mostró un gran crecimiento. Actualmente, el número de arqueólogos dedicados sistemáticamente al trabajo geoarqueológico forma un grupo que alcanza la veintena de investigadores que se distribuyen en las distintas regiones del país. La Patagonia es la región que más concentra trabajos geoarqueológicos; le el noroeste, la región pampeana y –en menor medida- cuyo y el noreste. Algo similar se observa con los investigadores enfocados en temas tafonómicos, que en la práctica se interesan por variables similares a la de los geoarqueólogos. Notablemente, existe un gran número de geólogos cuaternaristas involucrados activa y sistemáticamente en tareas arqueológicas. Más aún hay más geólogos que arqueólogos trabajando en geoarqueología.

En Patagonia, se destaca la labor de Cristian Favier Dubois cuya producción, como se señalará en otros capítulos, es el cimiento de muchas discusiones de esta tesis. Vale destacar que desde el año 2012, Favier Dubois en colaboración con investigadores de distintos países de Latinoamérica, han creado el Grupo de Estudios Geoarqueológicos de América Latina (GEGAL). Este grupo nació con el interés de intercambiar experiencias y desarrollar actividades conjuntas en relación a la geoarqueología y sin duda este hecho demuestra madurez de este campo de conocimiento en la Argentina.

## **2. Evolución, ecología y biogeografía**

En este apartado no se busca hacer una revisión ni síntesis exhaustiva de conceptos evolutivos, ecológicos o biogeográficos, ya que profundizar en estas ideas está por fuera de las pretensiones teóricas de esta investigación. Aquí simplemente se intenta rescatar algunos conceptos puntuales de estos grandes enfoques como marco general bajo el cual discutir e insertar los resultados geoarqueológicos generados en una escala de sitio en el contexto de antecedentes regionales. Barberena (2008) plantea que la geoarqueología es un camino propicio para contrastar hipótesis biogeográficas. En esta tesis, con un explícito objetivo metodológico, se traza un camino inverso al del autor: utilizar la biogeografía y conceptos vinculados para intentar expandir los alcances de los resultados geoarqueológicos.

## 2.1. Construcción de nicho y paisajes heredados

*“When phenotypes construct niches, they become more than simply ‘vehicles’ for their genes (Dawkins 1989), as they may now also be responsible for modifying some of the sources of natural selection in their environments that subsequently feed back their own genes.” (Odling-Smee et al. 2003:21).*

Los conceptos de *niche construction* y *ecological inheritance* son propuestos por Odling-Smee y coautores (2003) como la clave para potenciar el poder explicativo de los modelos de coevolución gen-cultura (*e.g.* Feldman y Cavalli-Sforza 1984; Boyd y Richerson 1985). Los autores plantean la importancia de comprender cómo los ambientes coevolucionan con los organismos que, a su vez, los moldean (construcción de nicho), lo que equivale a decir que los ambientes seleccionan y son seleccionados. Las implicancias de esta dinámica son fundamentales, en tanto que la capacidad de los organismos para construir nichos y en efecto modelar las presiones selectivas pueden cambiar la dirección y alternar el ritmo de los procesos evolutivos.

Los ambientes se descomponen en “factores”, bióticos y abióticos (*e.g.* fuentes de agua, guanacos, afloramientos rocosos, leña); y los organismos en “rasgos” (*e.g.* bipedismo, visión estereoscópica, lenguaje, motricidad fina en la manipulación, etc.). La construcción de nicho opera de dos formas sobre los ambientes: a través de procesos de “perturbación” y “relocalización”. En el primer caso los organismos modifican uno o varios factores a través de conductas e instrumentos (*e.g.* establecimiento de corrales de pesca en el intermareal). En el segundo proceso, los organismos se mueven en el espacio para re-ubicarse en otra relación de factores-rasgos (*e.g.* movimiento de poblaciones hacia sectores alejados del área de depositación de la pluma de ceniza volcánica). En este último caso, los organismos deben someterse a nuevas presiones selectivas.

La construcción de nicho, por perturbación y/o relocalización, puede establecerse “definitivamente” (*inceptive niche construction*) o revocarse (*counteractive niche construction*). Traducido al registro arqueológico, un ejemplo del primer caso podría ser la fabricación de raederas (muy ubicuas en el registro arqueológico de la Patagonia fueguina) y un ejemplo del segundo podría constituir la redundancia ocupacional de determinados *loci* del espacio (como espacios costeros o aledaños a fuentes de agua permanente). La construcción de nicho no siempre es una acción adaptativa en términos de incremento de *fitness* y, de

acuerdo a Odling-Smee y coautores (2003), puede acarrear cambios genéticos (una revisión y discusión de los términos “adaptación, adecuación, *fitness* y exaptación” puede verse en Scheinsohn 2011). Los rasgos de los organismos sujetos a la presión selectiva, luego de una construcción de nicho son denominados “rasgos receptores” (*recipient traits*).

Los paisajes heredados o la herencia ecológica refiere al legado de una construcción de nicho de una generación a otra, intra o inter-especie (Odling-Smee *et al.* 2003; Borrero 2008, 2011a, 2011b, 2013). Ejemplos arqueológicos podrían ser los concheros, el equipamiento de espacio, la alteración química de los sedimentos, parapetos, corrales de pesca, pinturas rupestres, chenques, negativos de lascados en canteras, etc. (Borrero 2013a).

En este esquema, los fenotipos de las poblaciones humanas se encuentran atravesados por tres procesos que se influyen mutuamente de modo no determinante, a saber: 1) procesos genéticos, 2) ontogenéticos y 3) culturales. La selección natural opera sobre todos estos procesos que influyen la construcción de nicho que a su vez imprime una firma sobre las presiones selectivas. Por lo tanto, genes, aprendizaje y cultura –en distintos niveles interconectados- tienen un rol activo en la selección natural. En este contexto tiene sentido el término de Geografía Cultural (Binford 1982) referido al estado de conocimiento del espacio sobre el que se organiza la instalación y circulación humana, resaltando la relación de las poblaciones humanas con otros organismos y el carácter dinámico y cambiante de todos los mecanismos puestos en marcha (Borrero y Borrazzo 2011).

## **2.2. Biogeografía**

Las teorías evolutivas junto con otras líneas como la ecología del comportamiento (Bird y O’Connell 2006), constituyen el contexto en el que las preguntas biogeográficas cobran sentido (Borrero 2011b). La biogeografía estudia desde una escala espacial amplia, la distribución y funcionamiento de las poblaciones humanas en relación con las propiedades del paisaje (Brown 1971; Texera 1972; Yellen 1977; Darlington 1978; Simpson 1980; Ferguson *et al.* 1998; Ingold 2000; Briggs y Humphries 2004; Giller *et al.* 2004; Bleed 2008). En la arqueología patagónica, procesos de cambio o de estabilidad en los espacios ocupados, reocupación o integración de nuevos lugares, variaciones en el patrón de agrupamiento o dispersión de los sitios, procesos de vicariancia, presencia de obstáculos en el paisaje y la jerarquización de los mismos han sido temas de especial interés (*e.g.* Borrero 1989-90,

1994/95, 1999, 2004, 2005; L'Heureux 2005; Borrero y Manzi 2007; Barberena 2008; Borrero y Borrazzo 2011; Pallo 2013).

Concretamente, en este trabajo interesan los conceptos de barreras biogeográficas, jerarquización de espacios y áreas nucleares/marginales. Las barreras biogeográficas constituyen obstáculos o impedimentos, temporales o permanentes que influyen en la circulación de las poblaciones por el espacios (Brown 1971; Veth 1993; Borrero y Carballo Marina 1998; Borrero y Borrazzo 2011). Los obstáculos pueden ser de los más variados: cuerpos de agua, montañas, bosques impenetrables, ausencia de agua, leña u otro recurso importante en áreas extensas o factores climáticos (temperaturas extremas). Erupciones volcánicas, actividad sísmica, tsunamis, avalanchas u otros fenómenos catastróficos episódicos también pueden constreñir la transitabilidad o habitabilidad del espacio de manera transitoria (Borrero y Borrazzo 2011). Aunque cabe señalar que “... *las barreras no dictan la importancia del registro arqueológico, por lo que no pueden constituirse en explicación primaria para la circulación humana prehistórica*” (Borrero y Borrazzo 2011:21).

La idea de jerarquización de espacios se relaciona, en primer lugar, con la ecología del paisaje (Diamond 1975), esto es, la distribución espacio-temporal de los recursos. El grado de conocimiento que las poblaciones tienen sobre ellos, su riesgo e incertidumbre son factores relevantes en la elección de los espacios (Gould 1980; Borrero 1989/90, 1994/95, 2001a, 2004, 2005; Halstead y O'Shea 1989; Cashdan 1990). Las barreras biogeográficas, los corredores y los refugios (Brown 1971; Veth 1993) también contribuyen al reconocimiento de espacios más aptos que otros. La consecuencia de la jerarquización de espacios y obstáculos en la circulación (que a su vez cambian a lo largo del tiempo) imprime un patrón de ocupación discontinuo, con sectores vacíos, abandonos o redundancia ocupacional (Tabla 2.2.).

Una distinción interesante es la que reconoce la existencia de rasgos fijos y cambiantes en el ambiente (Komar 2000). Los primeros tienen perdurabilidad supra-generacional, como las montañas, mientras que los segundos se modifican a diferentes velocidades y en algunos casos se ajustan a escalas temporales humanas y otras veces no, como la evaporación de un cuerpo lacustre o la apertura del Estrecho de Magallanes, respectivamente (Borrero 2013a).

De la noción de jerarquización de espacios se desprende la idea de áreas nucleares y marginales o intensidad de uso del espacio (Borrero 2004). El carácter marginal de un espacio está determinado por la distribución de las poblaciones que lo ocupan a lo largo del tiempo, mientras que las áreas nucleares corresponden a lugares centrales de los rangos de acción.



Esto equivale a decir que la intensidad de ocupación es la forma en la que grupos humanos han utilizado un lugar determinado del paisaje en distintas escalas espaciales (Dincauze 2000; Barberena 2008). La intensidad se vincula con la duración, la redundancia, la funcionalidad, el planeamiento y la demografía de una población (Brooks y Yellen 1987; Kent 1991, 1992, 1993; Schlanger 1992; Horne 1993; Barberena 2008; Borrero *et al.* 2008). La forma de ocupar los espacios es consecuencia de la movilidad:

*“Mobility is a critical aspect of hunter–gatherer adaptation that serves to position them for the optimal acquisition of necessary resources including food, fuel, water, and raw materials (Kelly, 1983, 1992). These strategies are closely related to the distribution and density of food and other resources in their environment. Mobility is one method that hunter–gatherers use to reduce risk by taking advantage of the spatial and temporal structure of resources, essentially allowing them to move away from scarcity (Halstead and O’Shea, 1989).” (Smith 2003:162).*

#### EXPECTATIVAS ARQUEOLÓGICAS DE LAS ETAPAS DE OCUPACIÓN DEL ESPACIO PARA PATAGONIA

| <i>Exploración</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>Colonización</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>Ocupación efectiva</i>                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiación inicial hacia una zona deshabitada.</li> <li>• Movimientos a lo largo de rutas naturales y utilización de localidades no óptimas.</li> <li>• Baja redundancia en el uso de los sitios.</li> <li>• Discontinuidad ocupacional, tanto en una escala local como regional.</li> <li>• Grupos con rangos de acción amplios.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios regulares de interacción entre poblaciones y recursos.</li> <li>• Uso más repetitivo de sitios localizados óptimamente.</li> <li>• Grupos más o menos discretos de sitios, debido a la falta de superposición de los rangos de acción.</li> <li>• Rangos de acción más restringidos.</li> <li>• Alta visibilidad, muy buena resolución.</li> </ul> | <i>Ocupación estable</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Territorialidad episódica.</li> <li>• Visibilidad arqueológica muy alta, sucesión de ocupaciones separadas por hiatos pequeños.</li> <li>• Por debajo de la capacidad de sustento.</li> </ul> | <i>Saturación del espacio</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparición de mecanismos dependientes de la densidad, incluyendo ajustes poblacionales, deriva cultural o competencia</li> <li>• Mecanismos sociales para ordenar el espacio.</li> <li>• Aumenta el intercambio.</li> </ul> |

Etapas no lineales (*cf.* Prieto *et al.* 2013). Flujos multidireccionales. Discontinuidades.

**Tabla 2.2.** Modelo que explica la ocupación del espacio en Patagonia meridional con fundamentos biogeográficos y ecológicos (Borrero 1989/90, 1994/95).

### 3. Sistema ambiental

En términos generales, el ambiente comprende el entorno que afecta y condiciona la vida de cualquier organismo, e incluye elementos físicos, biológicos y sociales para el caso de las poblaciones humanas. La relación entre los organismos con el ambiente es lo que estudia la ecología (Dincauze 2000). El ambiente es lo externo al organismo que influye en la probabilidad de supervivencia y reproducción (Smith y Winterhalder 1992).

El *sistema* ambiental/climático o ecosistema se compone de seis esferas o subsistemas (Figura 2.2. y 2.3.): atmósfera (compuesta por gases), litósfera (capa sólida de minerales y rocas), hidrósfera (agua subterránea y superficial), criósfera (superficies cubiertas por hielo/nieve permanente), biósfera (organismos vivos) y edafoesfera (capa superficial de la Tierra en la que se conectan todas las otras esferas) (Fitzpatrick 1976). La interrelación entre estos componentes es compleja y no lineal. Es por esto que aquí se habla del sistema ambiental y sistema climático prácticamente como sinónimos, debido a la inextricable vinculación que existe entre los factores “puramente climáticos” y el resto.

Gracias a que los distintos componentes del sistema se interconectan y retroalimentan permanentemente, es posible hacer inferencias paleoclimáticas a través de proxy datos y utilizando un modo de razonamiento analógico. Sin embargo, la mencionada complejidad del sistema y otros problemas que se relacionan con la equifinalidad de los proxies y las limitaciones intrínsecas al pensamiento analógico deben ser una alerta permanente en las interpretaciones. La complementariedad, consistencia y congruencia entre distintos proxies son una herramienta de control de éstas limitaciones (Dincauze 2000). En el mismo nivel de importancia, para evitar manejos inadecuados de los datos, se encuentra la comprensión de la sensibilidad, *lag*, escala y resolución del proxy, el grado de integridad del contexto del que se extrae, las teleconexiones del sistema bajo estudio y factores vinculados a elementos intra-zonales del paisaje (Dincauze 2000; Grosjean *et al.* 2003; Dearing 2006; Morales 2010).

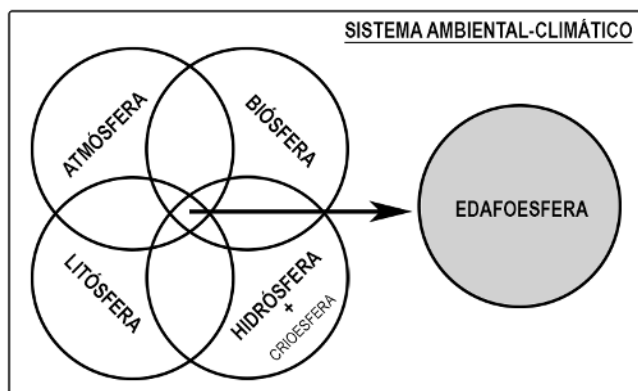


**Figura 2.2.** Basado y modificado de Fitzpatrick (1976:2).

En general, en el trabajo arqueológico, las reconstrucciones paleoambientales poseen dos grandes objetivos: 1- comprender el escenario natural, como telón de fondo para pensar las conductas humanas y 2- evaluar las consecuencias que ciertos cambios ambientales poseen sobre las poblaciones humanas. Estos objetivos exigen cuerpos de datos algo diferentes, ya que en el primero no se requiere una evaluación profunda acerca de la resolución temporal de la información paleoambiental. Contrariamente, para acoplar sets de datos arqueológicos con información paleoambiental a fin de ver simultaneidad (*collation*), correlación y eventual causación (Sandweiss y Quilter 2008, 2012) de cambios en ambos sistemas, es preciso un manejo de proxies de alta resolución e integridad, que pocas veces se encuentran disponibles (Holdaway y Porch 1995; Holdaway *et al.* 2002, 2010; Grosjean *et al.* 2003; Araujo *et al.* 2005; Gil *et al.* 2005; Neme *et al.* 2005; Dearing 2006; Méndez y Jackson 2006; Smith *et al.* 2008; Ariztegui *et al.* 2010; Morales 2010; Holdaway y Fanning 2010; Méndez *et al.* 2011, 2015; Belardi *et al.* 2013; Sandweiss y Quilter 2012; Cassiodoro *et al.* 2013; Ozán 2014).

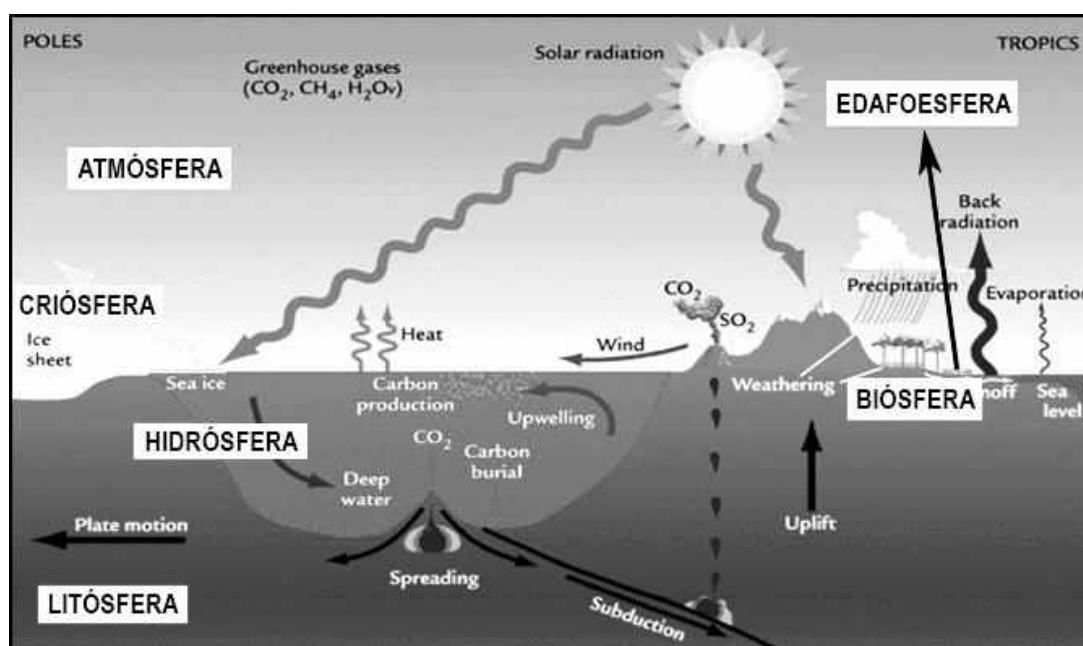


**Figura 2.3.** Esquema que ilustra algunas interrelaciones entre los distintos componentes del sistema ambiental/climático.

En la presente investigación se trabaja en contextos donde el registro arqueológico es subsuperficial y está contenido en un suelo de variable desarrollo. Las propiedades de los

suelos, como se indicará en los próximos párrafos, son consecuencia de las características climáticas bajo las cuales éstos se formaron y se siguen desarrollando, por tanto, los suelos funcionan como proxies. Sin embargo, su naturaleza tiempo transgresiva los convierte en un proxy de muy baja resolución temporal. Además, por ser parte de superficies continentales, se encuentran sujetos a procesos erosivos por lo que su integridad puede ser baja (esto es válido sobre todo para los suelos enterrados y paleosuelos). La micromorfología de suelos, como se verá, es una herramienta que tiene la capacidad de separar procesos de acuerdo a su temporalidad relativa y, en efecto, aumentar la resolución de estos proxies.

#### 4. Suelos

La bibliografía sobre suelos es sumamente vasta por lo que una síntesis de algunas páginas implica necesariamente dejar afuera muchos conceptos. Aquí se presentan algunas ideas generales que todo arqueólogo que trabaja con registro material en suelos debería conocer. Luego se agregan algunos párrafos un poco más específicos para comprender mejor el rol de la micromorfología de suelos, que es central en esta tesis.

Los suelos son sistemas abiertos, muy variables y se encuentran en estrecha relación con el paisaje. Están compuestos por minerales, rocas, materia orgánica, organismos, aire y agua (Holliday 1990; Birkeland 1984), y es por ello que son la interfase de todos los subsistemas del ambiente (Figura 2.2.) (Fitzpatrick 1976). Asimismo, “... (el suelo) *posibilita el cumplimiento de diversas funciones ecológicas cruciales, forma parte del ciclo hidrológico e interviene en la regulación de las características de la atmósfera (...)* (es) *la base de la sostenibilidad de los ecosistemas.*” (Morrás 2008:22).

El suelo constituye un manto continuo, con límites laterales graduales y profundidades que pueden llegar a los tres metros, aunque en general los perfiles no superan ampliamente el metro de profundidad. El suelo se encuentra en permanente transformación (Morrás 2003), es tiempo-transgresivo, por lo que constituye un sistema multidimensional en el espacio y el tiempo (Manil 1959). Su estudio debe ser necesariamente multiescalar, desde el contexto de paisaje (geomorfología) hasta los rasgos microscópicos (micromorfología) ya que sólo de este modo es posible dar cuenta de la variabilidad y los procesos que actúan en cada contexto. Los suelos se desarrollan en superficies geomorfológicas estables, esto es, con una relativamente escasa sedimentación y erosión (procesos morfogenéticos) (Birkeland 1999). Sólo de este modo pueden actual los *factores y procesos* formadores del suelo (ver abajo).

La diferencia entre pedogénesis y morfogénesis es bien importante en el trabajo arqueológico en tanto dicta el grado de resolución temporal del registro arqueológico. Los procesos morfogenéticos tienen que ver con la sedimentación por parte de agentes geomorfológicos (viento, agua, gravedad, etc.), por lo tanto conforman depósitos en los cuales es probable que se reconozcan “capas o estratos”. En cambio, en un suelo (procesos pedogenéticos) se distinguen “horizontes”, resultado de una diferenciación *in situ*. Las implicancias arqueológicas en cada caso son claramente distintas (Holliday 2004).

*“En la Argentina, la Ciencia del Suelo ha seguido las etapas de evolución que ha tenido en los países desarrollados, con el retraso propio de un país en construcción y dependiente, y por supuesto sin tener la profundidad conceptual y metodológica que tiene en aquellos. Podríamos decir que ha sido una evolución refleja, condicionada e influida por los altibajos sociales y económicos que nos han afectado constantemente.”* (Morrás 2003:11).

Uno de los primeros trabajos formales de suelos en el país, más allá de las numerosas observaciones previas por parte de naturalistas desde mediados del siglo XIX, es el de A. Doering, en 1873, que describe la composición química y física de suelos en Córdoba, Villa María y Rosario. En el escenario internacional, el año 1883, cuando el ruso Dokuchaev publica el libro “El Chernozem ruso”, es el generalmente aceptado como punto de partida de la Ciencia del Suelo. Tal vez no por casualidad, en 1898 se crea en la Argentina el Ministerio de Agricultura de la Nación, uno de cuyos objetivos fue el estudio de los suelos (Morrás 2003 y referencias allí citadas). Los trabajos de Jenny (1941), Kübiena (1953), Hesse (1971), Duchaufour (1975), Fitzpatrick (1976), entre algunos otros, son las referencias clásicas y a partir de las cuales se han basado los trabajos posteriores.

#### **4.1. Factores y procesos formadores de los suelos**

Los factores formadores del suelo son cinco (Jenny 1941; Fitzpatrick 1976): 1- material parental, 2- clima, 3- organismos, 4- relieve y 5- tiempo. Hay algunos que tienen un poco más de peso que otros, pero todos se encuentran interconectados.

1- *Material parental*. Es el material a partir del cual se desarrolla un suelo, puede ser la roca de caja, una capa sedimentaria, materia orgánica u otro suelo (*in situ* o transportado). En cada caso, el ritmo de desarrollo de cada suelo será diferente, así como también sus propiedades físicas y químicas (por ejemplo, materiales parentales de composición rica en aluminio

inhibirán un buen desarrollo de la vegetación, ya que este elemento es tóxico para la mayoría de las plantas). Cuando el material parental es la roca dura, se requiere de un tiempo más prolongado para la formación del perfil de suelo, ya que procesos de meteorización química y física deben actuar para convertir la roca en partículas de menor tamaño (grava, arena, limo, arcilla).

2- *Clima*. Este factor tiene un peso mayor que el resto en la tasa de desarrollo y tipo de suelo que se formará, sobre todo porque el clima gobierna mayormente la actividad biológica y los procesos de meteorización, dos elementos claves en los suelos. Dentro de las variables climáticas, la precipitación estacional efectiva cumple el rol más relevante. La temperatura actúa como “catalizador” de las reacciones químicas, ya que por cada 10°C la velocidad de las reacciones bioquímicas se duplican y hasta triplican. Destaca aquí la importancia de considerar, tanto para la temperatura como las precipitaciones, los rangos de variación diarios y estacionales vs. las medias. Los suelos cuyo desarrollo está en equilibrio con el clima se los denomina “suelos zonales”. Contrariamente, los “suelos intra-zonales” son los que están controlados por otras variables no climáticas que se superponen en el desarrollo, como por ejemplo situaciones de pendiente o suelos hidromórficos (en contacto o muy cercanos a la capa freática). Tanto la temperatura como la humedad atmosférica no son un reflejo directo de estas variables en el suelo. En general, tanto los suelos como la vegetación actúan como mecanismos buffer de la temperatura atmosférica, presentando un *lag* diario y estacional. Respecto a la humedad, la granulometría y porosidad influyen directamente en el grado de retención y drenaje de los suelos, independientemente del agua que se incorpore desde la superficie a través de las precipitaciones.

3- *Organismos*. Incluyen plantas, vertebrados, invertebrados, hongos y bacterias. En primer lugar, los organismos aportan la totalidad de la materia orgánica de los suelos, al tiempo que contribuyen a la estructuración y oxigenación de los suelos. Esto último promueve la infiltración de agua y con ella la translocación de materiales finos y coloides en suspensión. La cobertura vegetal y el enraizamiento evita la erosión y lavado de los suelos. La acción biomecánica de muchos insectos como las hormigas y lombrices tienen un efecto conocido (y muy relevante para la labor arqueológica; *e.g.* Balek 2002, Canti 2003a) de “tamizado” y reciclado de los horizontes superficiales<sup>1</sup>. La presencia de una gran cantidad de organismos es uno de los principales motivos por los cuales los paleosuelos son un gran reservorio paleoecológico.

---

<sup>1</sup> En zonas templadas, las lombrices pueden consumir hasta 90 toneladas de suelo por hectárea por año. Otro caso de constructores de nichos (Odling-Smee *et al.* 2003).

4- *Topografía*. Este es uno de los aspectos formadores de suelos azonales (ausencia de horizontes) e intra-zonales (independientes de las características climáticas). Asociado a la topografía se encuentran los conceptos de “catena” (Milne 1935) o “toposecuencia” (e.g. Birkeland 1999), esto es, la variabilidad de perfiles de suelos que se desarrollan en una misma unidad espacial, pero a lo largo de una pendiente que ofrece situaciones de drenaje, erosión y recepción de la radiación solar diferencial (Figura 2.4.). Estas ideas conectan a los suelos con la geomorfología (Birkeland 1984; Holliday *et al.* 1993). Los suelos se entienden en su contexto geomorfológico y, a su vez, la geomorfología se ve influenciada en alguna medida por las características de los suelos, por ejemplo a través de la presencia de vegetación que actúa como trampa natural o estabiliza taludes.

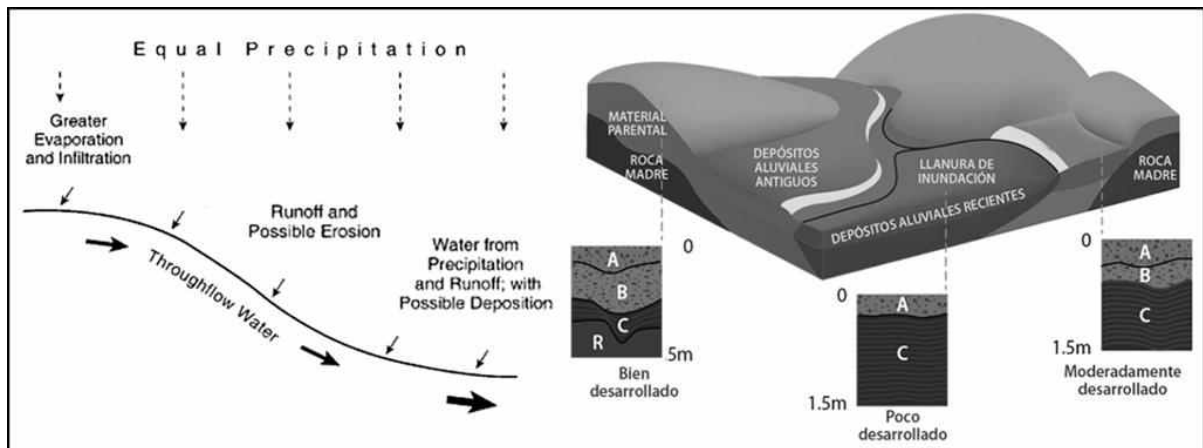


**Figura 2.4.** Izquierda, esquema de catena, modificada de Holliday (2004:25). Derecha, esquema de toposecuencia (tomado de Gardi *et al.* 2014).

5- *Tiempo*. Ninguno de los factores mencionados arriba contribuiría efectivamente en la formación de suelos si no operara el tiempo sobre ellos. Los suelos bien desarrollados requieren de cientos a miles de años para formarse, mientras suelos poco desarrollados pueden comenzarse a formar en algunas décadas o cientos de años. Cuando más viejo es un suelo, mayores son las probabilidades de que durante su formación hayan transcurrido cambios climáticos. Los suelos con historias climáticas superpuestas se denominan “policíclicos” (o poligénicos). Se desprende de esto que a partir de un perfil de suelo policíclico deberían detectarse uno o más “paleosuelos” (enterrados o exhumados) y/o suelos relicticos (que comenzaron a desarrollarse bajo condiciones distintas a las actuales, pero que continúan evolucionando hoy en día). En cualquiera de los casos, es interesante observar que

los paleosuelos no son “fósiles” y que en ellos continúan actuando procesos pedogenéticos actuales, hecho que muchas veces los vuelve difíciles de detectar (Zárate e Imbellone 1998)<sup>2</sup>.

Estos cinco factores formadores (en muchos casos atravesados por la acción antrópica, French 2003) operan en los suelos a través de muchísimos procesos físico-químicos y biológicos que se los puede sintetizar en cuatro grandes grupos (Fitzpatrick 1976; Porta Casanellas *et al.* 1999): procesos de 1- adición, 2- transformación, 3- translocación y 4- pérdida.

1- *Adición*. En el perfil de suelo se infiltra el agua de lluvia, este es el proceso de adición fundamental. Luego la materia orgánica producto de la muerte de organismos y partículas minerales depositadas por distintos agentes, también constituye materia y energía que se incorpora al suelo permanentemente.

2- *Transformación*. Existe un sinnúmero de procesos de transformación de la materia. Algunos de los procesos químicos que ocurren en los suelos son la disolución, hidrólisis, hidratación, síntesis (neoformación de minerales, formación de quelatos y complejos, ácidos húmicos), óxido-reducción (ferralitización), acidólisis, salinólisis, alcalinólisis, etc.

3- *Translocación*. En general este proceso tiene un vector hacia abajo, aunque en pendientes puede translocarse elementos de forma oblicua. En climas áridos, por capilaridad, también el vector puede ser ascendente. La argiluviación es un ejemplo típico de procesos de translocación por iluviación de arcillas. La fase de pérdida se llama eluviación y la de enriquecimiento iluviación. Los procesos de translocación son accionados por el agua, donde distintas sustancias viajan por lixiviación (iones disueltos), queluviación (complejos pseudo-solubles órgano-metálicos) y suspensión (*e.g.* iluviación de arcillas).

4- *Pérdida*. El suelo experimenta pérdidas de materia y energía cuando las sustancias migran (lixiviación, suspensión, queluviación) hasta las capas freáticas. La evaporación del agua del suelo también constituye un proceso de pérdida. Los componentes más solubles son los más propensos a migrar y a salir del perfil de suelo, como los carbonatos y sales. Los suelos pueden estar sometidos a procesos de deflación eólica y de éste modo perder grandes volúmenes de materia.

Lo importante de tener en cuenta a la hora de evaluar todos estos procesos es que se encuentran vinculados, o son consecuencia de, los factores formadores. Por ejemplo, un clima

---

<sup>2</sup> En la literatura, las definiciones de paleosuelos, suelos enterrados, relictos y exhumados muestra cierta ambigüedad, sobre todo en el hecho de considerar a todo suelo enterrado como paleosuelo (Fedoroff *et al* 2010 y referencias allí citadas). Lo importante es diferenciar que las causas del enterramiento pueden o no estar asociadas a cambios climáticos y de ello dependerá que ese suelo enterrado pueda o no ser considerado como un proxy paleoambiental.



húmedo y templado disparará más procesos de transformación que aquellos climas fríos y áridos. Asimismo, suelos con texturas arenosas (formados a partir de depósitos eólicos como material parental), tendrán un mejor drenaje, y –en efecto- más procesos de translocación y pérdida respecto a suelos limo-arcillosos.

#### **4.2. Horizontes, propiedades físicas y taxonomía**

*“Classifications are contrivances made by humans to suit their purposes. They are not themselves truths that can be discovered. A perfect classification would have no drawbacks when used for the purpose intended. Each distinctly different purpose, to be served best, demands a different classification.”* (Soil Survey Staff 1999:15)

Como ya fuera mencionado, en los suelos se distinguen horizontes que se diferencian progresivamente por acción de los procesos enumerados en los párrafos anteriores. Los horizontes se describen principalmente teniendo en cuenta su color, espesor, textura, composición, consistencia, presencia de moteados, concreciones, presencia de raíces, materiales gruesos, etc. También es importante observar el tipo de límite que presentan los horizontes entre sí. En el capítulo de Metodología se presentarán los criterios descriptivos con más detalle, en este apartado el objetivo es mencionar algunas generalidades conceptuales sobre cómo se diferencian los horizontes y –brevemente- cuál es su nomenclatura de acuerdo a los consensos internacionales siguiendo los lineamientos de la Soil Survey Staff (2010), Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

En la Tabla 2.3. se detallan las letras asignadas a los distintos horizontes y los sufijos principales que le otorgan determinadas características. La Figura 2.5. presenta un esquema hipotético de una evolución de un suelo. Se debe recordar que como el tiempo no es el único factor formador, la aparición de horizontes B o E puede no estar presente en algunos ambientes donde por ejemplo las precipitaciones son muy escasas.

Existen varios sistemas de clasificación de suelos que pautan detalladamente los criterios de cómo se debe describir, cartografiar y nombrar a la variabilidad de los suelos. Aquí se elige la propuesta de la Soil Taxonomy porque es la más extendida en Latinoamérica. El otro sistema de clasificación muy utilizado es el de FAO (*Food and Agriculture Organization*), de las Naciones Unidas.

La Soil Taxonomy pauta seis niveles de jerarquía para la clasificación de los suelos: orden, suborden, grupo, subgrupo, familia y serie. A medida que se avanza a la siguiente categoría se van reduciendo heterogeneidad y especificidad (Soil Survey Staff 1999). Se describen 12 órdenes: Alfisoles, Andisoles, Aridisoles, Entisoles, Gelisoles, Histosoles, Inceptisoles, Molisoles, Oxisoles, Spodosoles, Ultisoles y Vertisoles. Los subórdenes suman 64, los grupos más de 300 y los subgrupos más de 2400. Las subclasificaciones se relacionan con la temperatura, humedad, espesores, cromas y composiciones químicas y muchas propiedades más. A partir de la categoría “familia”, los criterios tienen una dirección más agronómica (propiedades físicas y químicas que influyen en el manejo del suelo).

| HORIZONTES |                                                                                                                                                                                                              | SUFIJOS                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>O</b>   | Dominado por capas orgánicas de suelo (hojarasca). Muy escasa presencia de partículas minerales.                                                                                                             | <b>a</b><br><b>e</b><br><b>i</b>                                                                          | Material orgánico muy descompuesto (Oa) intermedio (Oe), ligeramente (Oi).                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>L</b>   | Materiales límnicos, minerales y/u orgánicos                                                                                                                                                                 | <b>b</b>                                                                                                  | Horizontes enterrados (Ab).                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>A</b>   | En superficie o bajo el O, mezcla de materia orgánica, humus y fracción mineral.                                                                                                                             | <b>c</b><br><b>m</b><br><b>r</b>                                                                          | Concreciones o nódulos con cementación (Cc). Cementación o endurecimiento (Cm). Lecho rocoso intemperizado o poco cementado (Cr).                                                                                                                                                                                                    |
| <b>E</b>   | Composición mineral (arena, limo), pérdida de arcilla silicatada, hierro o aluminio. Concentración iluvial de arcilla silicatada, hierro, aluminio, humus, carbonato, yeso y/o sílice; ó remoción, adición o | <b>f</b><br><b>jj</b><br><b>h</b><br><b>n</b><br><b>k</b><br><b>t</b><br><b>s</b><br><b>y</b><br><b>z</b> | Suelo o agua congelados permanentes (Af). Evidencias de crioturbación (Ajj). Acumulación iluvial de materia orgánica (Bh). De sodio intercambiable o acumulación residual de sesquióxidos (Bn). De carbonatos (Ck). De arcilla silicatada (Bt). Iluviación de sesquióxidos (Bs). Acumulación de yeso (By) o sales más solubles (Bz). |
| <b>B</b>   | transformación de carbonatos y/o yeso; ó concentración residual de óxidos; ó revestimientos de sesquióxido ó gelyzación.                                                                                     | <b>g</b><br><b>ss</b><br><b>w</b>                                                                         | Gleyzación fuerte, hierro en estado reducido Fe <sup>2+</sup> (Bg). Presencia de caras de fricción (Bss). Formación de color y/o estructura sin iluviación horizonte B (Bw).                                                                                                                                                         |
| <b>C</b>   | Mayormente minerales. Material parental.                                                                                                                                                                     |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>R</b>   | Lecho rocoso fuertemente cementado.                                                                                                                                                                          |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>W</b>   | Agua (capa freática).                                                                                                                                                                                        |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Tabla. 2.3.** Horizontes mayores y principales sufijos. Los horizontes transicionales se denominan: AC, AB, BC, etc.; cuando las propiedades de ambos horizontes se expresan separadamente se consigna con una barra: A/B, A/E, B/C, etc. Las discordancias erosivas se consignan con un prefijo numérico antes del horizonte: 2A, 2Bt, etc.

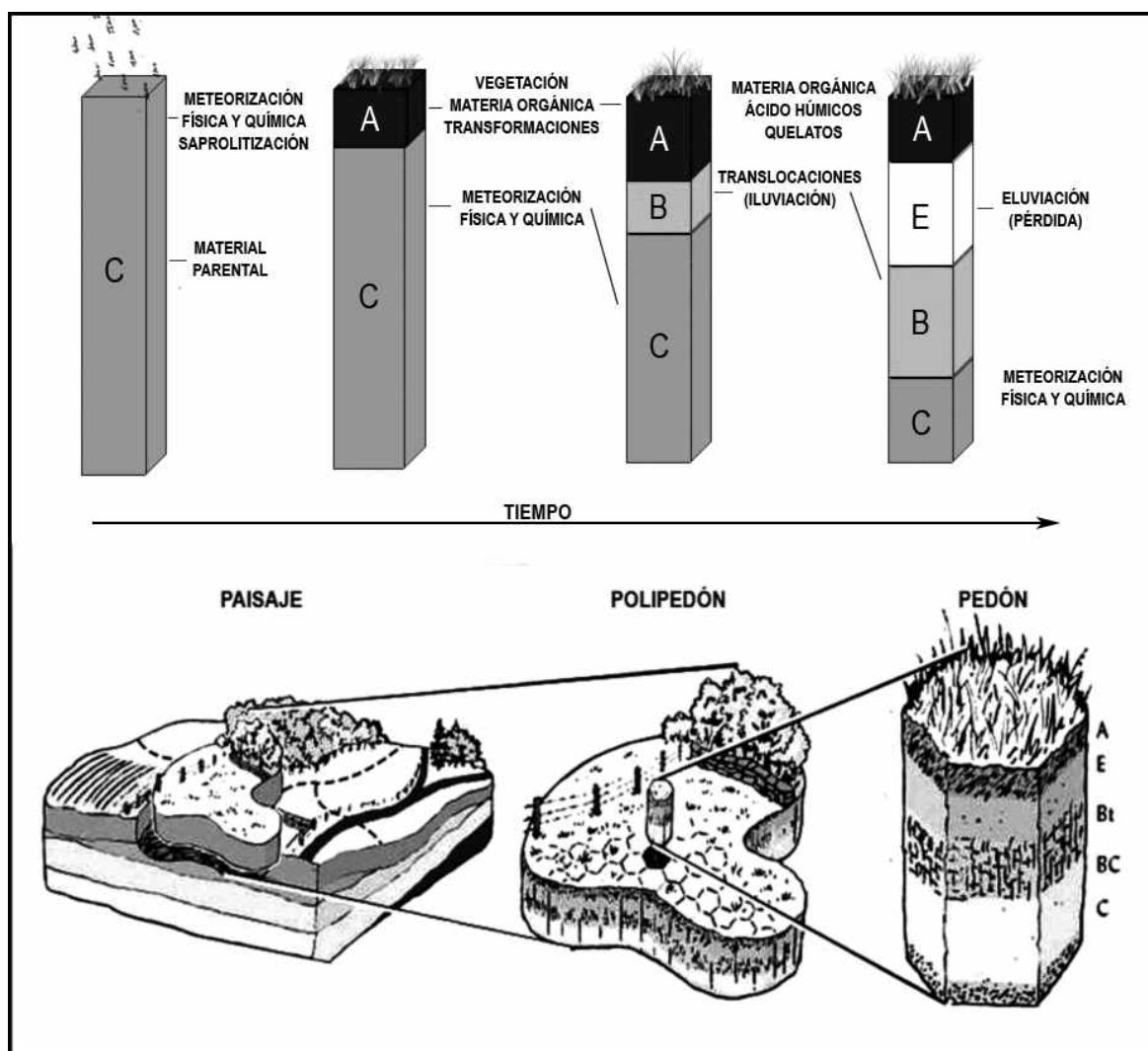


**Figura 2.5.** Arriba, esquema hipotético de evolución de un suelo. Abajo, ilustración de un pedón, volumen más pequeño que puede reconocerse como suelo, su área va de uno a 10 metros cuadrados (se trata de un concepto un poco abstracto pero con cierta utilidad para definir escalas de muestreo). Los “epipedones” son los horizontes superficiales (sus límites son relativos, pero en este esquema podría ser A y E) y los “endopedones” los más profundos.

### 4.3. Suelos y arqueología

Los suelos en el trabajo arqueológico son en gran medida el tema de esta tesis. La relevancia conceptual de pararse desde una mirada de los suelos radica sencillamente en que el registro arqueológico subsuperficial contenido en suelos es más la regla que la excepción (Figura 2.6.) (*e.g.* en Argentina, Favier Dubois 2001, 2002, 2004, 2006, 2007, 2009a, 2009b; Favier Dubois y Manzi 2002; Roldán *et al.* 2008; Favier Dubois y Bonomo 2008; Loponte

2008; Coronato *et al.* 2009; Barberena y Borrero 2010; Martínez y Martínez 2011, 2013; Sampietro Vattuone *et al.* 2011, 2014; Castiñeira *et al.* 2013; Maldonado *et al.* 2013; Martínez y Mazzanti 2013; Massigoge 2013; Mosquera 2013; Ortiz y Cuenya 2013; Ozán 2013; Ozán y Orgeira 2015; Ozán y Tchilinguirian 2015; Ozán *et al.* 2015a, 2015b; Tchilinguirian *et al.* 2015). Los procesos pedogenéticos mencionados en los apartados anteriores atraviesan litologías y estratos o capas sedimentarias (que por algún motivo resultan más familiares a los arqueólogos) y, por lo tanto, el registro arqueológico también está sujeto a esta dinámica pedogenética (Holliday *et al.* 1993).

En este marco, existen dos preguntas fundamentales: 1- ¿cómo ingresó el material arqueológico en el perfil de suelo? y 2- ¿qué modificaciones sufrió desde que fue depositado? De estas dos grandes preguntas (que se deben pensar conjuntamente) se derivan varias hipótesis y más preguntas. Sintéticamente, el material arqueológico pudo depositarse en momentos previos al desarrollo del suelo (sobre el material parental, que luego será el horizonte C) o la depositación pudo haber sido contemporánea al suelo. Se debe recordar que como el suelo es tiempo transgresivo, la “contemporaneidad” puede resultar en una sucesión de ocupaciones humanas de miles de años que naturalmente forma conjuntos promediados.



**Figura 2.6.** Punta de proyectil en horizonte A, Localidad Tres Arroyos, Tierra del Fuego, Chile.

La depositación de restos materiales de múltiples ocupaciones humanas diacrónicas sobre superficies geomorfológicas estables, como son los suelos, forman palimpsestos

(*cumulative/ temporal palimpsests*; *sensu* Bailey 2007). La formación del suelo constituye una edad máxima de ese material (aunque en situaciones periglaciares se registran migraciones verticales hacia la superficie, *e.g.* Bertran y Texier 1995; Texier *et al.* 1998). Sin embargo, no todo el material que se deposita en superficie permanece allí hasta que es recuperado. El registro arqueológico puede penetrar hacia horizontes más profundos del perfil de suelo y crear palimpsestos subsuperficiales, a través de bioturbación por actividad de fauna de suelo, pisoteo animal y antrópico, caídas de árboles, formación de túneles y madrigueras de animales cavadores, grietas de desecación, crioturbación, disturbación de raíces, etc. (Johnson y Watson Stagner 1990; Johnson *et al.* 1990; Waters 1992; Balek 2002; Favier Dubois 2009b; French *et al.* 2009b).

Los suelos cumúlicos o pedogénesis agradacional (formación de suelo con un constante aporte sedimentario que no alcanza a anular la pedogénesis pero que resulta de horizontes con espesores mayores) ofrecen un escenario alternativo en el que el registro puede estar sepultado, sin haber sufrido ninguno de los procesos mencionados arriba (Birkeland 1999; French *et al.* 2009b; Ozán *et al.* 2015a).

En suma, todos estos procesos modifican las relaciones espaciales, la frecuencia, la forma y la composición original de los artefactos, pudiendo incluso eliminar parte del registro arqueológico y crear asociaciones arqueológicas falsas. Los artefactos no sólo se entierran, sino que lo hacen a diferentes velocidades y ritmos, dependiendo de sus características intrínsecas (peso, densidad, forma), en relación al ambiente en el que se encuentran y a los procesos que se pongan en marcha en cada caso (Borrazzo 2010).

## **5. Micromorfología de suelos**

*“Micromorphology is a method of studying undisturbed soil and regolith samples with microscopic and ultramicroscopic techniques in order to identify their different constituents and to determine their mutual relations, in space and time. Its aim is to search for the processes responsible for the formation or transformation of soil in general, or of specific features, whether natural (...) or artificial...”* (Stoops 2003:5).

Las *propiedades* que se estudian de los suelos, tanto de orden macroscópico, microscópico, ultramicroscópico, químico o magnético, son el resultado de *procesos*. Por

ejemplo la estructura migajosa o granular de los horizontes superficiales es consecuencia de procesos biológicos, es decir, micro, meso y macrofauna que mezclan, se alimentan y defecan en esos niveles. A su vez, esos procesos están condicionados por determinados *factores* ambientales y climáticos, por caso, la actividad biológica de los suelos es mínima con temperaturas en los suelos por debajo de los 5°C (Fitzpatrick 1976) (Figura 2.7.).

En este simple esquema existen algunas complejidades, sólo por mencionar dos: equifinalidad y factores y/o procesos que no dejan firmas, o al menos éstas no pueden ser detectadas con los métodos disponibles. Los problemas de equifinalidad (Lyman 2004) pueden controlarse con análisis multiproxies (Dincauze 2000) y los otros con modelos actualísticos y técnicas que permitan aumentar la resolución y jugar con otras escalas. En este contexto, la micromorfología de suelos cobra sentido.

La micromorfología de suelos es una herramienta que se utiliza para profundizar en el estudio cuali-cuantitativo de las propiedades del suelo, a fin de interpretar los procesos y factores que les dieron lugar. Su alcance radica en su aproximación microscópica que permite observar y cuantificar aspectos invisibles a ojo desnudo, a través de la utilización de microscopios petrográficos de luz polarizada (los mismos que se usan para el análisis de rocas y minerales). Esta evaluación con altos aumentos (de hasta aproximadamente 60x) requiere que las muestras de suelo sean tomadas y procesadas de una manera específica (Figura 2.8.).

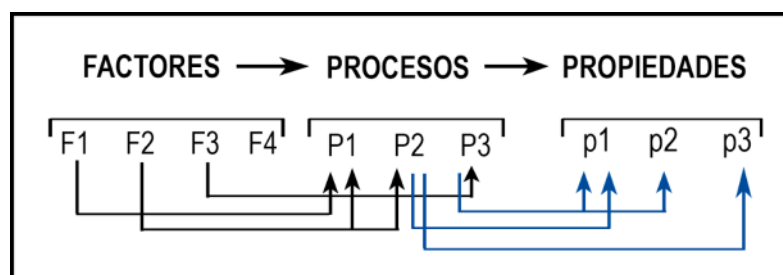


**Figura 2.7.** Esquema que señala la relación causal entre factores ambientales y climáticos, procesos físico-químicos y biológicos y propiedades de los suelos. Las flechas indican que distintos factores pueden producir los mismos procesos, que los mismos procesos pueden imprimir distintas propiedades, o que la misma propiedad puede ser consecuencia de distintos procesos.

La micromorfología de suelos se utiliza en varios campos de conocimiento, como son la agronomía, la sedimentología, la arqueología y hasta en disciplinas forenses (Bullock *et al.* 1985; Stoops 2010). La utilidad de la micromorfología para el trabajo geoarqueológico

(Courty *et al.* 1989; French 2003; Stoops 2010), tanto en suelos como en depósitos sedimentarios radica en:

1- Determinar con precisión el tipo de horizonte de suelo, la presencia de paleosuelos o la secuencia microestratigráfica a la que se asocia el registro arqueológico. Las propiedades microscópicas detectadas en cada horizonte o estrato hablan de procesos que pueden interpretarse en clave paleoambiental (*e.g.* Angelucci 2003; French *et al.* 2009a, 2009b; Huisman *et al.* 2009; Goldberg y Berna 2010; Ozán y Orgeira 2015; Ozán *et al.* 2015a).

2- Observar procesos de transformación del registro arqueológico (óseo, malacológico, carbones, líticos) no sólo atendiendo a sus modificaciones fisicoquímicas sino también posicionales (migraciones) a fin de comprender la secuencia temporal relativa de los materiales (Goldberg *et al.* 2001; Goldberg y Macphail 2008; Mallol *et al.* 2010; Estévez *et al.* 2014; Villagrán y Poch 2014).

3- Reconocimiento de tierras aradas en el pasado, deforestación, erosión y manejo de suelos Macphail *et al.* 1990; Lewis 1998; French y Whitelaw 1999; Carter y Davidson 1998; French *et al.* 2009b).

4- Funcionalidad de rasgos (silos, áreas de preparación y cocción de alimentos, establo de ganado, etc.), actividades de limpieza, preparación de pisos, materiales de construcción de muros, etc. (*e.g.* Matthews *et al.* 1997; Shahack-Gross *et al.* 2003, 2005; Macphail *et al.* 2004; Mallol *et al.* 2007; Shahack-Gross y Finkelstein 2008; French *et al.* 2009a; Goldberg *et al.* 2009; Macphail y Goldeberg 2010; Miller *et al.* 2010; Villagrán *et al.* 2013).

5- Registro de hiatos ocupacionales (*e.g.* Shahack-Gross *et al.* 2004; Balbo *et al.* 2010)

6- La utilización de las láminas micromorfológicas abre la posibilidad de caracterizar la mineralogía y petrografía de los depósitos. El reconocimiento de minerales formados *in situ* (neoformados) permite pensar contextos químicos específicos eventualmente promovidos por cuestiones climáticas (Karkanas 2010). La cuantificación mineralógica también contribuye al entendimiento de áreas de aporte, evaluación útil por ejemplo para arrojar luz acerca de la construcción de montículos (cerritos y sambaquíes), concheros y *terras pretas* (Arroyo-Kalin 2008; Villagrán *et al.* 2009; Castiñeira *et al.* 2013).

Todos estos alcances cobran real sentido si se trabaja en conjunto con otras líneas de evidencia en distintas escalas espaciales, como la sedimentología, la mineralogía, y –sobre todo- la geomorfología. El trabajo micromorfológico sin un apropiado entendimiento geomorfológico puede ser muy contraproducente para la investigación, porque el posicionamiento de las muestras en el paisaje es crítico en el trabajo micromorfológico.



El primer laboratorio de micromorfología de suelos del país, que aún sigue trabajando y capacitando, se estableció en el INTA, sede Castellar y estuvo a cargo de Morrás y Bahamonde, dentro del campo de la agronomía. Luego se abrieron otros centros y se formaron recursos humanos (agrónomos y geólogos) en Santa Fe, La Plata, Rio Cuarto, Trelew y Puerto Madryn. Actualmente, los únicos cursos que se imparten en el país están a cargo de Morrás (Facultad de Agronomía, UBA) e Imbellone (Universidad de la Plata).

En este contexto, el uso de la micromorfología en la arqueología del país no es corriente, aunque existen algunos antecedentes vinculados a la comprensión de estructuras complejas como los cerritos del Paraná (Castiñeira *et al.* 2013), concheros y otros sitios a cielo abierto de Tierra del Fuego (*e.g.* Balbo *et al.* 2010; Godino *et al.* 2011; Ozán y French 2011; Villagrán *et al.* 2011a, 2011b, 2013; Ozán 2013; Ozán y Orgeira 2015; Ozán y Tchilinguirian 2015; Ozán *et al.* 2015a, 2015b).



**Figura 2.8.** A- Muestreo estructurado en el campo. B- Luego del secado, impregnación con resinas (epoxy o polyester en cámara de vacío). C- Tras el fraguado de la resina, corte de bloques para pegar en el portaobjetos y D- pulir a aproximadamente 25/30  $\mu\text{m}$ . E- Observación de la lámina delgada en un microscopio petrográfico de luz polarizada. F- Corte en microscopio, sin analizador.

### 5.1. Breve reseña histórica

El libro *Micropedology* de Walter Kùbiena, en el año 1938, marca el inicio de lo que luego se consolida como la micromorfología de suelos, una nueva rama dentro de las Ciencia



del Suelo. Publicaciones posteriores desde fines de los '40 hasta la década del '70, profundizan las descripciones con un acento en la genética de suelos. En el año 1956 se organiza el *International Working Meetings on Soil Micromorphology*, que continúa en la actualidad.

A principios de los '60, una nueva tendencia predominante en micromorfología aparece de la mano de Roy Brewer. En 1964 el autor propone una sistemática de descripción con criterios estrictamente morfológicos. Si bien esta propuesta fue rápidamente incorporada por muchos investigadores, hasta los '70 conviven varias propuestas y terminologías. Es recién en el *III International Meeting on Soil Micromorphology* (1969) en donde se constituye un *International Working Group* promovido por la *Society of Soil Science* para elaborar un protocolo de descripción internacional. De este mucho, en el año 1985 se publica el *Handbook for Soil Thin Section Description*, de Bullock (Inglaterra), Fedoroff (Francia), Jongerius (Holanda), Stoops (Bélgica), Tursina (Rusia), Babel (Alemania) y una lista larga de colaboradores de otras instituciones europeas.

La labor de Bullock y coautores (1985) fue exitosa en sus objetivos, ya que hoy en día existe un protocolo claro en la descripción de las secciones delgadas. En el año 2003, tras más de una década en la que el Handbook estaba agotado, George Stoops reedita el trabajo de 1985 con ajustes y revisiones de más de 15 años de experiencia en el terreno de la micromorfología. Este mismo autor junto a Vera Marcelino y Florias Mees, publican en el 2010 un libro que constituye el primer manual de micromorfología orientado a la interpretación (y no sólo descripción) de las muestras: *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*. Actualmente se está armando un segundo libro con el mismo objetivo de plantear pautas de interpretación de las propiedades observadas.

En arqueología, el trabajo de Cornwall en 1958 es el primero en aplicar micromorfología de suelos en contextos arqueológicos de sitios del sur de Inglaterra, para el estudio de rasgos asociados a combustión, pisos y cremaciones. Las décadas del '60 y '70 no continuaron el impulso de Cornwall por lo que hubo poco desarrollo de esta línea de trabajo, que sólo fue aplicada para el análisis cerámico. El manual de referencia de Courty, Goldberg y Macphail (1989), pocos años después de la publicación del *Handbook*, estuvo destinado especialmente a arqueólogos. Desde la década del '90 a la actualidad la micromorfología se ha afianzado fuertemente en el campo de la arqueología (aunque la arqueología latinoamericana no ha trazado un camino sistemático en esta dirección).

## 6. En síntesis...

Las preguntas formacionales y paleoambientales que guían esta investigación se anclan en el estudio de los suelos. La Figura 2.9 propone una forma en la que los objetivos centrados en los suelos se vinculan con los otros conceptos teóricos referidos.

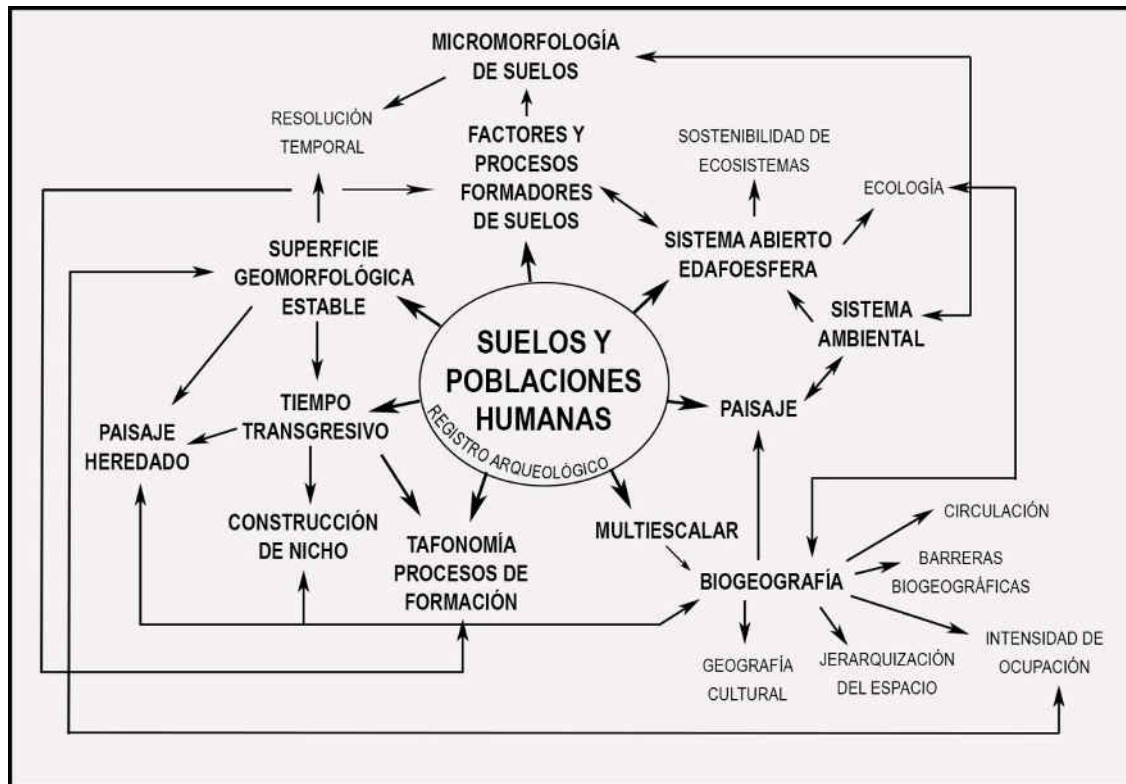


**Figura 2.9.** Diagrama que propone algunas conexiones de los conceptos referidos en este capítulo.



# **CAPÍTULO 3**

*El área de estudio*



## EL ÁREA DE ESTUDIO

Los tres *loci* analizados se ubican en una transecta sudoeste-noreste a lo largo del istmo Bahía Inútil - Bahía San Sebastián. En este capítulo se presenta información de un área de estudio mayor que comprende todo el sector norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Este recorte tiene un fundamento geológico, ambiental y arqueológico. El límite inferior de dicha área queda definido por el río Grande que desemboca en el océano Atlántico (Figure 3.1.). Este recorte espacial es el mismo seguido por Pallo (2013), quien define a esta región como “Magallania insular”. En el sector argentino, este límite coincide con la faja fitogeográfica de la estepa, mientras que hacia el oeste, del lado chileno, también abarca el sector ecotonal bosque-estepa (Figure 3.1.).

Es los próximos apartados se sintetiza la información disponible en relación a la geología, características climáticas, edafológicas, hidrología, fito-zoogeografía y evolución paleoclimática de esta región en general, haciendo hincapié en los sectores donde se ubican los *loci* de interés.

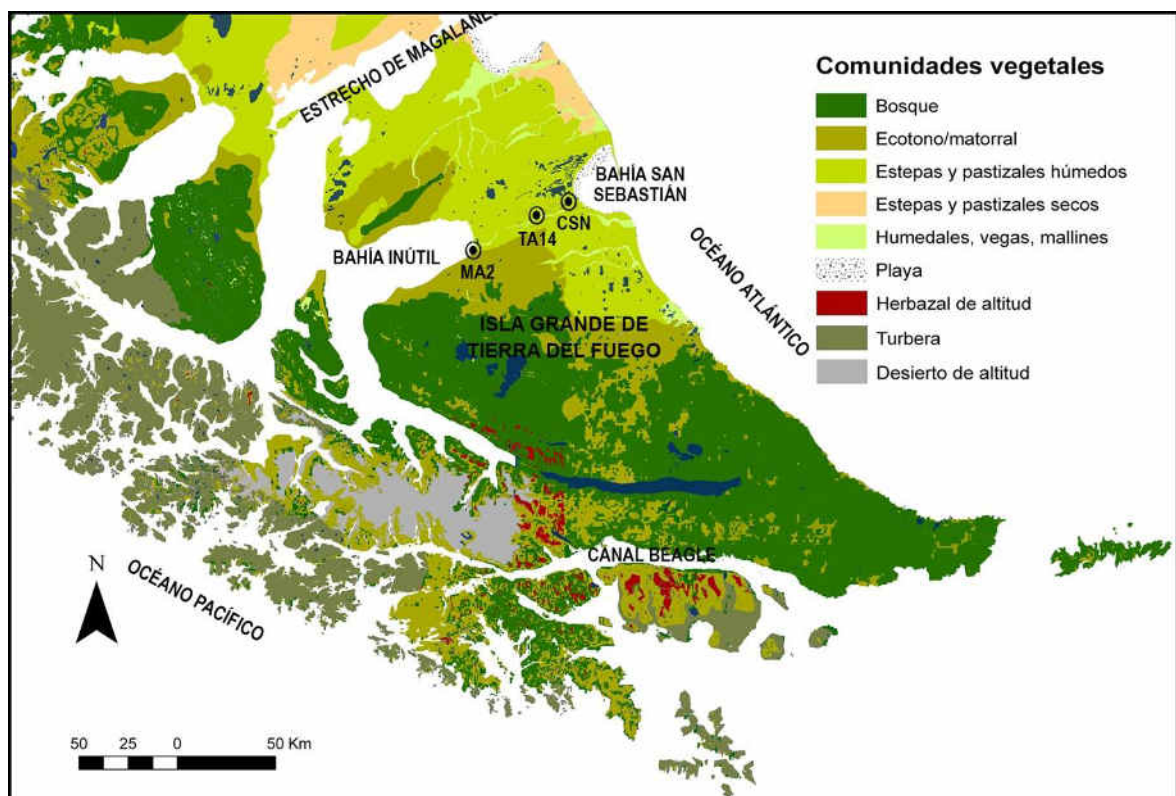


**Figura 3.1.** Delimitación de Magallania insular. Mapa fitográfico basado en Allue y colaboradores (2010) y Luerbert y Plissock (2009).

## 1. Geología

Dentro de los archipiélagos fueguinos, la Isla Grande de Tierra del Fuego constituye la porción insular más extensa, ubicada entre los 52°28' y 55°03' de latitud sur. Esta Isla está integrada por la placa Sudamericana y la Scotia, separadas por la falla Magallánica-Fagnano (Figura 3.2.), situado en el lago Fagnano. En sector centro-norte (placa Sudamericana) posee rocas sedimentarias de edad Miocena y el sector sur (placa Scotia) presenta rocas ígneas del Paleozoico tardío-Cretácico medio/inferior. Tanto los afloramientos de rocas sedimentarias como ígneas han sido altamente retrabajados y erosionados por las múltiples glaciaciones registradas al menos en los últimos dos millones de años (Rabassa *et al.* 2000; Rabassa 2008). Los procesos tectónicos no han actuado de manera homogénea en la Isla. En los últimos 8000 años, el levantamiento tectónico ha sido sensiblemente mayor en el sector occidental del canal Beagle ( $1,2 \pm 0,2$  mm/yr), disminuyendo hacia el este y norte.

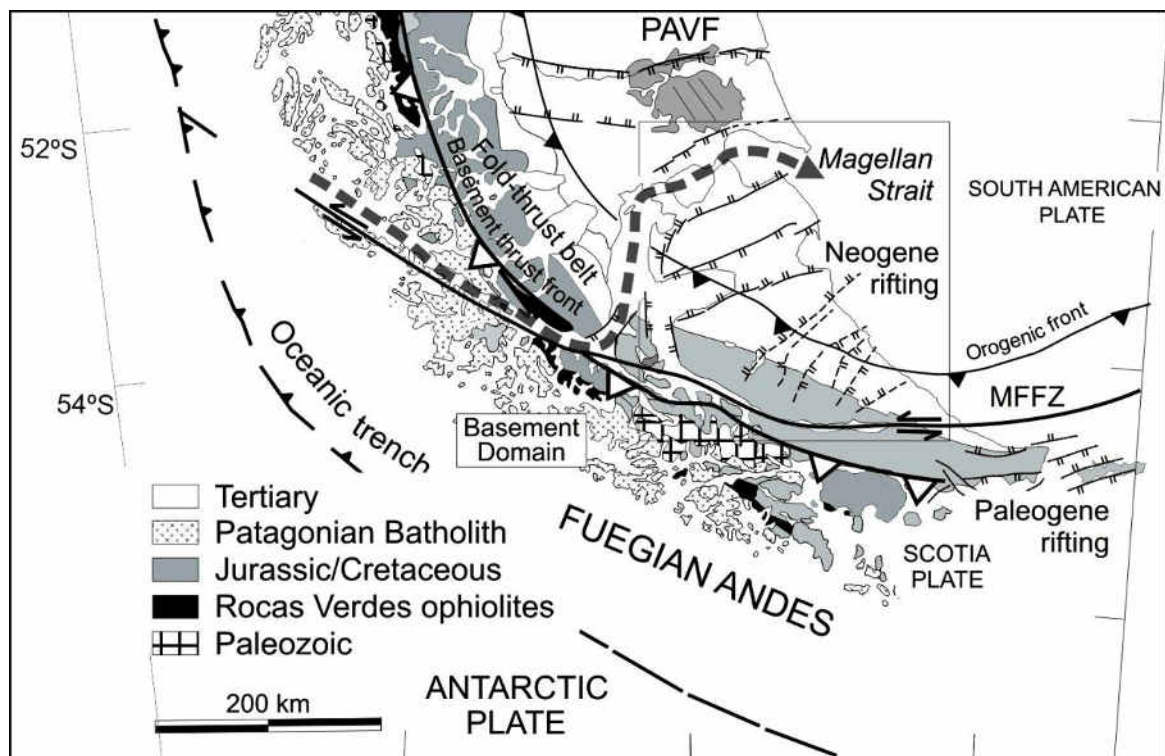


**Figura 3.2.** Principales características estructurales de Tierra del Fuego (modificado de Ghiglione *et al.* 2013:14).

En los últimos 140 años para los que hay registros, existen varios episodios de actividad sísmica de variada intensidad. En 1879, Thomas Bridges relata desde Ushuaia un terremoto de “moderada intensidad” (Martinic 2008). En 1949 se registra otro de 7.75 (escala Richter) con epicentro en el lago Fagnano y en 1970 se documenta otro terremoto de 7.0 al norte del la Isla de los Estados (Pelayo y Wiens 1989). Finalmente, en 1975 (6.5) y 1997 (3.8), hay registro de movimientos sísmicos con epicentro en el pasaje Drake y al sur de Bahía San Sebastián, respectivamente (Pelayo y Wiens 1989; Bujalesky 2007).

Desde las primeras observaciones realizadas por Darwin (1846), el tema de las glaciaciones en Tierra del Fuego ha sido objeto de investigaciones permanentes (*e.g.* Caldenius 1932; Auer 1958; Mercer 1969; Radeke 1978; Porter 1990; Clapperton 1992; Meglioli 1992; Clapperton *et al.* 1995; Rabassa *et al.* 2000; Bentley *et al.* 2005; McCulloch *et al.* 2005a; Coronato *et al.* 2008, entre otros). Desde la Última Glaciación, el registro geomorfológico y paleoecológico muestra que el proceso de desglaciación y transición al Holoceno ha sido por pulsos y con contramarchas (*e.g.* Rabassa *et al.* 2000; Bentley *et al.* 2005; Coronato *et al.* 2008). En términos generales, alrededor de los 10000 AP, los glaciares se retrajeron hasta conformar pequeños circos glaciares en los Andes Fueguinos y la Cordillera Darwin (McCulloch *et al.* 1997; Rabassa *et al.* 1992) (Tabla 3.1.). El rebote glacioisostático tuvo mayor impacto en torno al canal Beagle, 1000/2000 años después del comienzo de retroceso glacial (Isla y Bujalesky 2008).

#### HITOS GEOLÓGICOS DE LA ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO DESDE EL ÚLTIMO GRAN GLACIAR (ca. 25000-20000 AP)

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Comienzo del retroceso glaciario      | >18400 AP (McCulloch <i>et al.</i> 2005a; Kaplan <i>et al.</i> 2008) ó >16000 AP (Rabassa <i>et al.</i> 1990; Meglioli 1992) ó 18000-14800 AP (Hall <i>et al.</i> 2013)                                                                         |
| Antarctic Cold Reversal               | 12600-10300 AP (McCulloch <i>et al.</i> 2005a; <i>cf.</i> Hall <i>et al.</i> 2013)                                                                                                                                                              |
| Inundación del Estrecho de Magallanes | ca. 9000 AP (McCulloch <i>et al.</i> 1997)                                                                                                                                                                                                      |
| Ingresión del Holoceno medio          | 8265-7490 AP (Porter <i>et al.</i> 1984; Coronato <i>et al.</i> 2009; McCulloch <i>et al.</i> 2005a). Máxima ca. 5000 AP (Vilas <i>et al.</i> 1987a, 1987b; Bujalesky 1998; Rabassa <i>et al.</i> 2000, ver síntesis en Isla y Bujalesky 2008). |
| Neoglaciaciones                       | A lo largo del Holoceno Tardío (Kuylentiena <i>et al.</i> 1996; Aravena <i>et al.</i> 2002; Mauquoy <i>et al.</i> 2004; Strelin e Iturraspe 2007; Borromei <i>et al.</i> 2010)                                                                  |

**Tabla 3.1.** Principales procesos geológicos ocurridos en Tierra del Fuego.



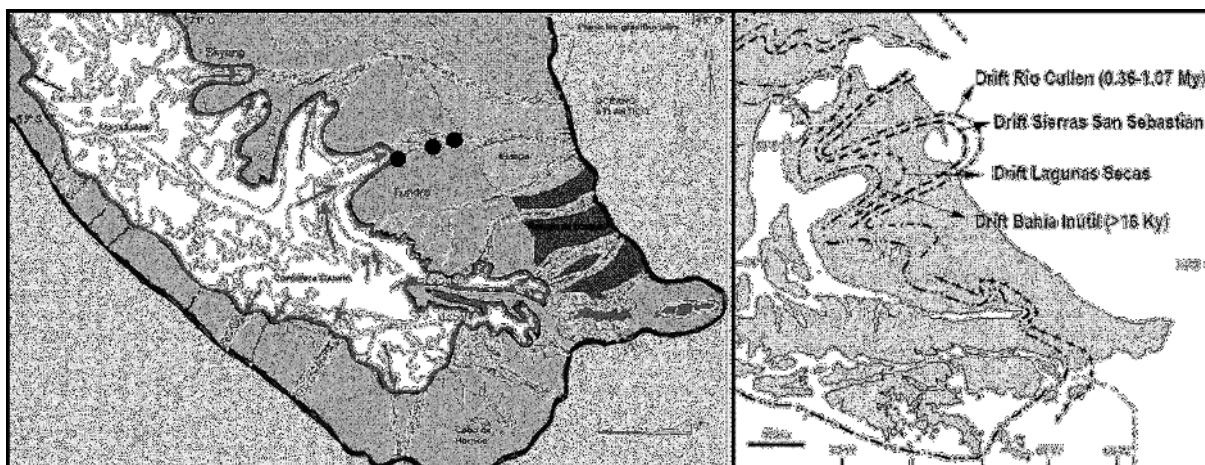


**Figura 3.3.** Izquierda: lóbulos de descarga y posición de la línea de costa durante el Último Glacial (ca. 25000 AP; Coronato *et al.* 2008:22). Los puntos negros señalan la ubicación de los tres *loci* bajo estudio. Derecha: morenas laterales y terminales de glaciaciones ocurridas en el último millón de años (modificado de Rabassa *et al.* 2000:221).

Centros volcánicos ubicados a lo largo de la cordillera de Patagonia meridional (Figura 3.4.) han tenido un gran impacto en la Isla de Tierra del Fuego (Kilian *et al.* 2003, 2006; Stern 2007; Prieto *et al.* 2012). La Tabla 3.2 sintetiza las dataciones de tefra de la Isla correspondientes a los volcanes Reclús, Mt. Burney, Aguilera y Hudson.

Coronato (2014) resume la variabilidad topográfica del norte de la Isla en tres grande unidades (Figura 3.5. y 3.6.):

1- Las *serranías bajas y mesetas* se encuentran desde el Estrecho de Magallanes hasta el comienzo de bahía Inútil y presentan alturas que alcanzan los 400 msnm en el borde occidental y 140 msnm yendo hacia el este. Entre estas pequeñas elevaciones destacan las serranías de San Sebastián. Se trata de rocas sedimentarias de la Formación Cullen (Mioceno tardío, Plioceno temprano; Codignotto y Malumián 1981) sobre las cuales se encuentran depósitos glaciares de distintas edades (Rabassa *et al.* 2000; Coronato *et al.* 2004; McCulloch *et al.* 2005a).

2- La *depresión bahía Inútil- bahía San Sebastián* presenta 55 km de extensión y su origen es tectónico (Diraisson *et al.* 2000) y glacial (Raedeke 1978). A lo largo de este sector se registran varios arcos morénicos (Meglioli *et al.* 1990, Rabassa *et al.* 2009) que no superan los 50 msnm, lagunas temporarias y turberas. A lo largo de este sector y zonas adyacentes, los glaciares de la Cordillera Darwin, a 150 km, depositaron bloques y gravas de rocas volcánicas y metamórficas (Darwin 1841; Evenson *et al.* 2009). Cabe señalar que no existen evidencias

geomorfológicas y sedimentarias que indiquen una inundación completa de esta depresión (Rabassa *et al.* 2009), pese al aumento del nivel del mar luego del retroceso glaciario. Las costas de este sector corresponden a las bahías Inútil y San Sebastián, al oeste y este, respectivamente. Próximos a ellas se encuentran los *loci* de MA2 y CSN (ver abajo).

3- La zona de *serranías bajas disectadas* se ubica entre la cuenca del río Chico y Grande, desaciéndose las Sierras Carmen Sylva. Este es un espacio que contiene lagunas importantes como Amalia, O'Connor, Perro y Escondida, entre muchas otras. En el contacto entre este sector de serranías y la depresión mencionada arriba se ubica la localidad arqueológica de TA (Figuras 3.5 y 3.6.).



**Figura 3.4.** Principales volcanes de Patagonia meridional. Sombreado en gris, aquellos cuya pluma de ceniza ha alcanzado la zona de Tierra del Fuego (ver Tabla 3.2). 12- Seno Otway y Lago Blanco; 13- Punta Arenas; 14- centro-norte de Tierra del Fuego; 15- Porvenir, Boquerón; 16- Tres Arroyos; 17- Puerto del Hambre; 18- noreste de Isla Dawson; 19- Cameron y río Rusphen; 20- río Chico; 21- La Misión y norte de río Grande; 22- Túnel y Canal Beagle (modificado de Stern 2007: Fig 1).

Uncalibrated  $^{14}\text{C}$  age determinations for tephra derived from the Reclus volcano

| Site #                                                                                               | Location           | Lab #                | Date $^{14}\text{C}$ years BP | Reference                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 20                                                                                                   | Tres Arroyos Cave  | BETA-20219           | $>11,880 \pm 250$             | Massone 1987               |
| 13                                                                                                   | Punta Arenas       | QL-1622              | $>11,960 \pm 170$             | Heusser et al. 2000        |
| 13                                                                                                   | Pampa Alegre       | SRR-5240             | $>12,070 \pm 50$              | Clapperton et al. 1995     |
| 17                                                                                                   | Puerto del Hambre  | AA30643 <sup>a</sup> | $>12,530 \pm 80$              | Heusser et al. 2000        |
| 13                                                                                                   | Pampa Alegre       | GX-16543             | $>12,870 \pm 200$             | Stern 1992                 |
| 17                                                                                                   | Rio Tres Brazos    | GX-16535             | $>12,900 \pm 205$             | Stern 1992                 |
| 13                                                                                                   | Pampa Alegre       | DIC-2322             | $\sim 11,940 \pm 110$         | Uribe 1982                 |
| 15                                                                                                   | Chorillo Rosario   | QL-4294              | $<12,060 \pm 80$              | Heusser et al. 1989        |
| 15                                                                                                   | Represa Porvenir   | GX-19432             | $<12,240 \pm 185$             | Stern 2007                 |
| 13                                                                                                   | Pampa Alegre       | A6813 <sup>a</sup>   | $<12,310 \pm 240$             | Clapperton et al. 1995     |
| 13                                                                                                   | Punta Arenas       | QL-1620              | $<12,740 \pm 260$             | Heusser 1995               |
| 15                                                                                                   | Chorillo Rosario   | A7569 <sup>a</sup>   | $<12,740 \pm 120$             | Clapperton et al. 1995     |
| 17                                                                                                   | Puerto del Hambre  | AA20570 <sup>a</sup> | $<12,840 \pm 100$             | McCulloch and Bentley 1998 |
| 17                                                                                                   | Rio Tres Brazos    | GX-16534             | $<12,950 \pm 100$             | Stern 1992                 |
| 17                                                                                                   | Puerto del Hambre  | AA30644 <sup>a</sup> | $<12,975 \pm 83$              | Heusser et al. 2000        |
| Uncalibrated $^{14}\text{C}$ ages for tephra derived from the Mt. Burney volcano                     |                    |                      |                               |                            |
| 15                                                                                                   | Porvenir reservoir | GX-19433             | $>3,115 \pm 110$              | Stern 2007                 |
| 15                                                                                                   | Altos de Boqueron  | GX-16538             | $>3,575 \pm 90$               | Stern 1992                 |
| 19                                                                                                   | Rio Rusphen        | GX-16787             | $>3,830 \pm 95$               | Stern 1992                 |
| 15                                                                                                   | Altos de Boqueron  | GX-16539             | $<3,700 \pm 90$               | Stern 1992                 |
| 17                                                                                                   | Puerto de Hambre   | QL-1467 <sup>a</sup> | $<3,960 \pm 70$               | Heusser et al. 2000        |
| 19                                                                                                   | Rio Rusphen        | GX-16788             | $<4,470 \pm 100$              | Stern 1992                 |
| 16                                                                                                   | San Martin River   | GX-19431             | $<5,430 \pm 250$              | Stern 2007                 |
| 17                                                                                                   | Puerto de Hambre   | AMS age              | $<9,537 \pm 46$               | Kilian et al. 2003         |
| Uncalibrated $^{14}\text{C}$ age for tephra derived from late Holocene eruptions of Aguilera volcano |                    |                      |                               |                            |
| 17                                                                                                   | Rio Tres Brazos    | GX-16533             | $<3,930 \pm 340$              | Stern 1992                 |
| Uncalibrated $^{14}\text{C}$ ages for tephra H1 derived from the Hudson volcano                      |                    |                      |                               |                            |
| 12                                                                                                   | Laguna Blanca      | GX-16591             | $>6,040 \pm 205$              | Stern 1991, 1992           |
| 22                                                                                                   | Tunel I            |                      | $>6,300 \pm 190$              | Orquera and Piana 1987     |
| 15                                                                                                   | Altos de Boqueron  | GX-16596             | $>6,575 \pm 110$              | Stern 1991, 1992           |
| 19                                                                                                   | Rio Rusphen        | GX-16594             | $>6,625 \pm 110$              | Stern 1991, 1992           |
|                                                                                                      | Galvarne Moraine   | LuS 6544             | $>6755 \pm 80$                | Björck et al., 2012        |
|                                                                                                      | Galvarne Moraine   | LuS 9301             | $<6750 \pm 50$                | Björck et al., 2012        |
| 12                                                                                                   | Laguna Blanca      | GX-16592             | $<6,930 \pm 120$              | Stern 1991, 1992           |
| 22                                                                                                   | Tunel I            |                      | $<6,980 \pm 110$              | Orquera and Piana 1987     |
|                                                                                                      | Las Cotorras       | AA62823              | $>7043 \pm 47$                | Borromei et al., 2010      |
|                                                                                                      | Hambre lake        | Keck 79260           | $<7370 \pm 20$                | Hermanns and Biester, 2011 |
| 19                                                                                                   | Rio Rusphen        | GX-16595             | $<7,435 \pm 120$              | Stern 1991, 1992           |
|                                                                                                      | Straits            | OS 72978             | $>7480 \pm 55$                | Aracena et al., 2013       |
| 15                                                                                                   | Altos de Boqueron  | GX-16597             | $<7,550 \pm 120$              | Stern 1991, 1992           |
|                                                                                                      | Laguna Cascada     | LuS 6935             | $>7715 \pm 60$                | Unkel et al., 2010         |

**Tabla 3.2.** Dataciones de las tefras registras en Tierra del Fuego (ver Figura 3.4. y 3.13.) (modificado de Stern 2007 y Prieto *et al.* 2012).

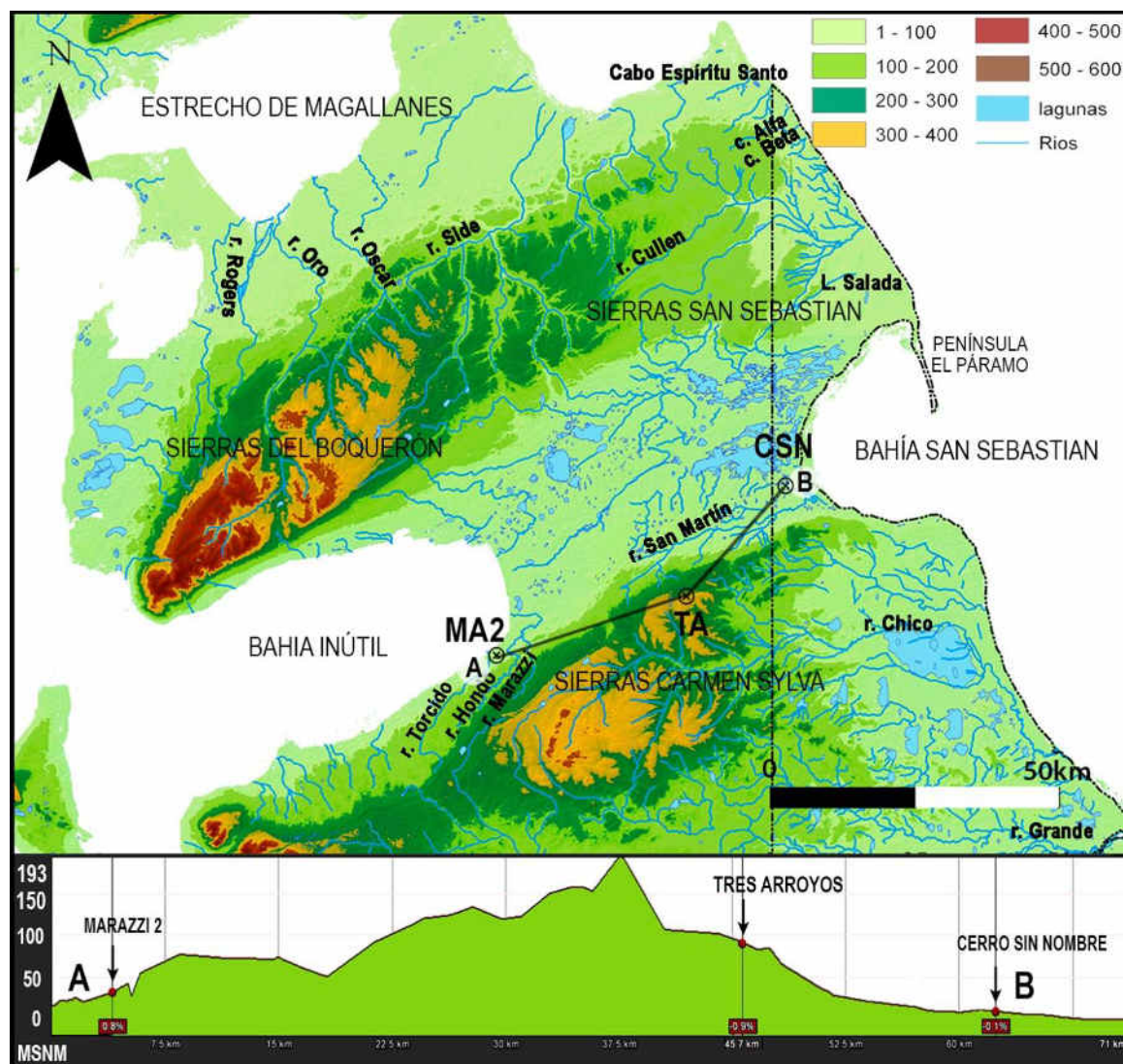


**Figura 3.5.** Mapa topográfico del norte de la Isla con los principales ríos y perfil de elevación en dos transectas que pasan por los tres *locus* (modificado de Google Earth®). MA2 = Marazzi 2; TA = Tres Arroyos; CSN = Cerro Sin Nombre. La altimetría debe ser considerada de forma aproximada.

### 1.1. Los *loci*

La localidad CSN se ubica en un sector próximo a la costa de Bahía San Sebastián. Esta última posee unos 55 km de norte a sur y unos 40 km de este a oeste. Esta bahía se encuentra bordeada por afloramientos de edad Miocena y Pliocena, y depósitos morénicos que afloran en los acantilados ubicados en los extremos de la bahía. Sus mareas presentan un rango amplio con régimen semi-diurno, oscilando entre los 3,2 y 10,5 m (Figura 3.7.).



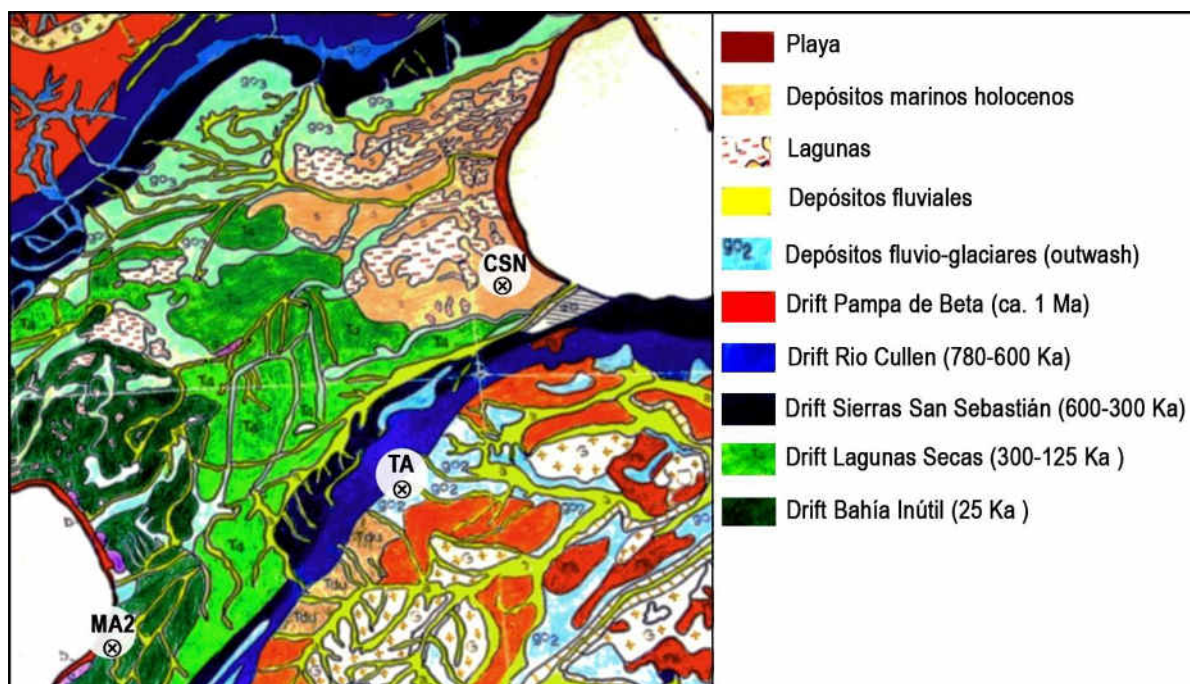


**Figura 3.6.** Mapa geomorfológico modificado de Meglioli (1992) y referencias que integran información de otros autores (Bujalesky *et al.* 2001; McCulloch *et al.* 2005a; Walther *et al.* 2007; Rabassa *et al.* 2009).

En Bahía San Sebastián existen dos áreas de sedimentación con características muy separadas: península del Páramo, formada por playas de gravas, y la costa interna de la bahía propiamente dicha. En esta última se diferencian llanuras mareales fangosas, llanura de cheniers con llanura fangosa, playa de arena-grava con llanuras fangosas y arenosas, costa acantilada sin sedimentación y complejo de playa-barrera-lagoon (Vilas *et al.* 1987a, 1987b, 1986/87, 1999; Ferrero 1996; Isla y Bujalesky 2000; Bujalesky 2007). Las diferentes subáreas de sedimentación resultan de la circulación y la disminución de la energía de las mareas en sentido sur-norte dentro de la bahía, influenciadas por la presencia de la península El Páramo. Esto genera una distribución granodecreciente de los sedimentos depositados en dos sentidos: desde el mar hacia la costa y desde el sector sur hacia el noreste (Ferrero y Vilas 1988).

La presencia de cheniers con material datable ha posibilitado la generación de modelos de progradación de la línea de costa a través del tiempo. En efecto, se ha estimado una tasa de progradación, que comienza hace un poco más de 5000 años (no calibrados), de 2,35 m/yr y luego 0,6 m/yr para los últimos 1000 años (Vilas *et al.* 1999). Este cambio en la tasa se debe a la formación y crecimiento de la península El Páramo.

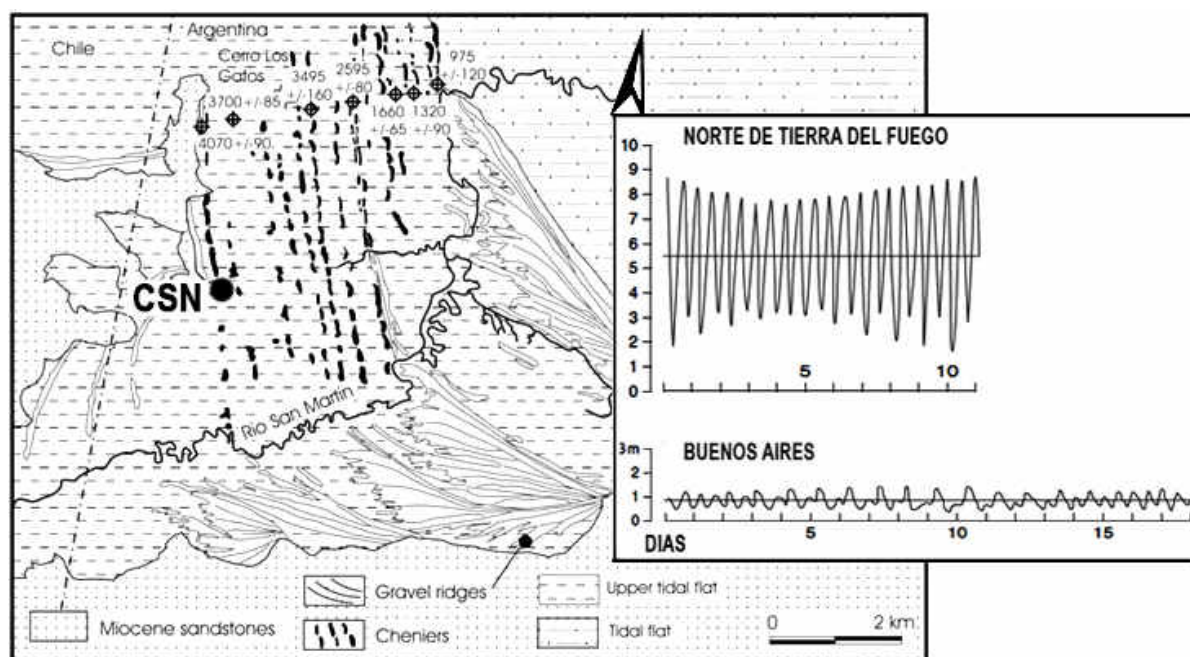


**Figura 3.7.** Izquierda, mapa geomorfológico del sector de CSN (tomado de Bujalesky 2007). Derecha, comparación entre los regímenes de marea del norte de la costa atlántica de Tierra del Fuego con la costa atlántica de Buenos aires (modificado de Isla y Bujalesky 2008:229).

Finalmente, MA2 se sitúa en las costas de Bahía Inútil, sobre el Estrecho de Magallanes. Del sitio hacia el interior se encuentran morenas, bloques erráticos, cursos fluviales, cuerpos lagunares, vegas y chorrillos en lomajes y depresiones (Raedeke 1978). La bahía San Sebastián conforma un arco algo más profundo que Bahía San Sebastián, de 65 km sudoeste-noreste y una boca de unos 33 km, mirando al sudoeste, de cara a los vientos que soplan de ese cuadrante. Este sector presenta una dinámica bastante diferente a la de la bahía San Sebastián, por no estar sometida a una intensa deriva litoral ni poseer el extenso intermareal. El agente geomorfológico que ha dejado mayor impronta en el paisaje de Bahía Inútil ha sido el glacial (morena, bloques erráticos, estrías) retrabajado durante el Holoceno por procesos fluvio-marinos y eólicos (Figura 3.8). Paralelos al arco de la bahía, se han registrado tres estadios de morenas terminales (B, C, D) (*e.g.* Hollin y Shilling 1981; Clapperton *et al.* 1995; McCulloch y Davies 2001) y un cuarto (E), sobre Isla Dawson, interpretado como el Antarctic Cold Reversal (McCulloch y Davies 2001; *cf.* Hall *et al.* 2012).

En el período 8000-4000 AP, (Porter *et al.* 1984; Brambati 2000; McCulloch y Davies 2001) tiene lugar la ingresión marina del Holoceno Medio, episodio que ha dejado un paleoacantilado que puede ubicarse en distintos sectores a lo largo de toda la costa de la bahía.

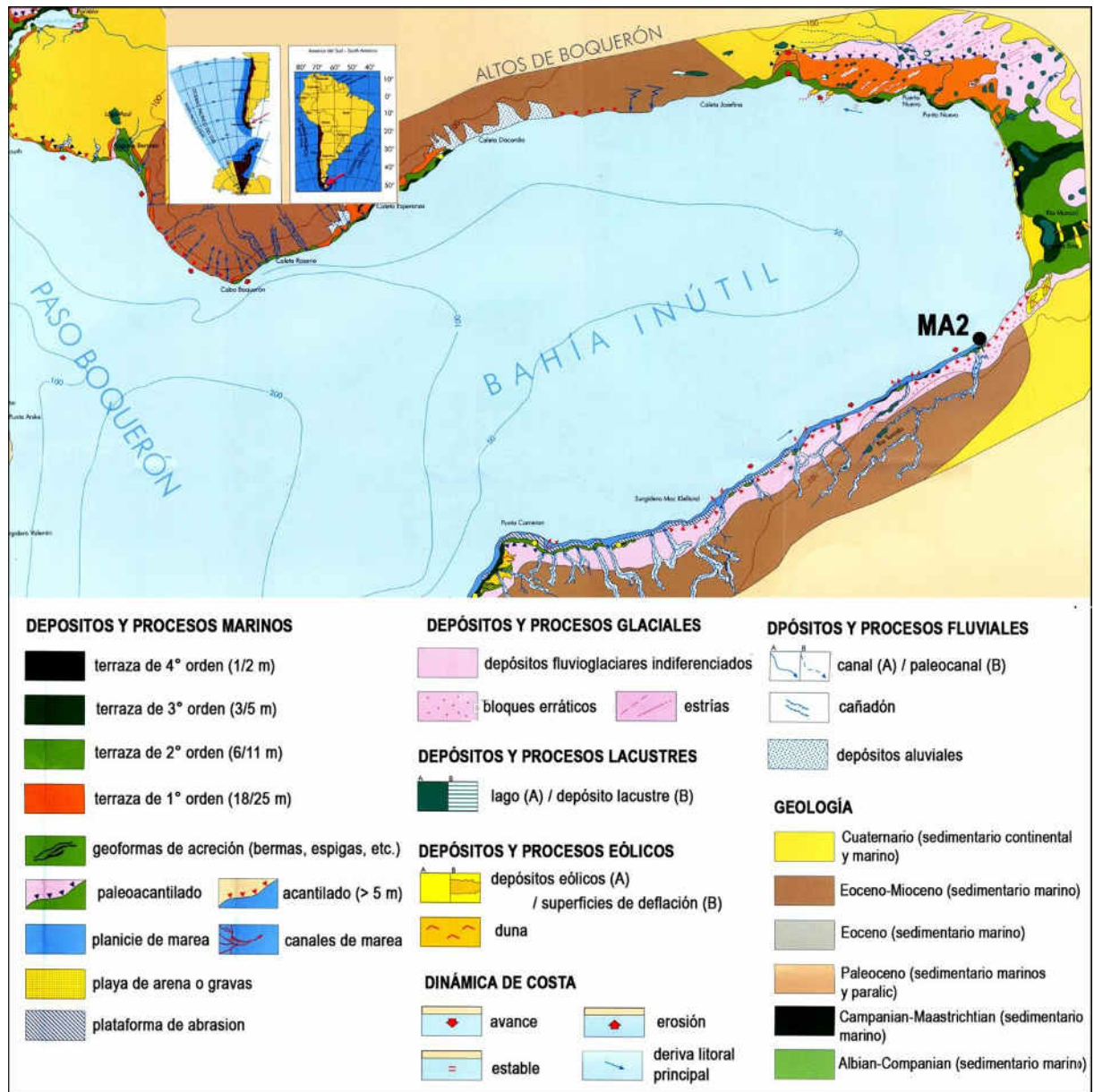


**Figura 3.8.** Mapa geológico-geomorfológico de Bahía Inútil, con la ubicación de MA2 (modificado de Di Grande *et al.* 2004).

## 2. Clima y suelos

Las altas latitudes, la presencia de la barrera topográfica de la cordillera y los vientos del oeste (westerlies) son los factores principales de las características climáticas del norte de

la Isla Grande de Tierra del Fuego. En términos generales, se trata de un clima marítimo, con bajas temperaturas anuales (de unos 5/6°C) y escasas precipitaciones que determinan un clima semiárido y subárido (menores a los 400 mm anuales) (Frederiksen 1988; Coronato y Bisigato 1998; Castilló Fontannaz 2001; Dirección Meteorológica de Chile 2008; Servicio Meteorológico Nacional 2014).

Los westerlies del sur se forman entre los 37° y 55° de latitud sur, entre los anticiclones semi-permanentes del Pacífico y la franja de bajas presiones subpolares. Durante el verano, estos vientos se intensifican entre los 45° y 55° y durante el invierno migran ligeramente hacia el ecuador y pierden algo de intensidad (Garreaud *et al.* 2009). En la región de estudio, estos vientos soplan a un promedio de 40 km/h, llegando a 60 km/h en verano con ráfagas que pueden superar los 180 km/h (Vilas *et al.* 1986/87; Dirección Meteorológica de Chile 2008; Borrazzo 2010). Estos vientos traen humedad del Pacífico que es frenada por la cordillera, generando un gradiente descendente de lluvias oeste-este (Paruelo *et al.* 2005). Los vientos y la cordillera no sólo tienen influencia en las precipitaciones, sino que también sobre la temperatura ya que los vientos determinan un marcado descenso de la sensación térmica (de unos 4,2°C) y las relativamente bajas alturas de la cordillera hacen que el clima de la región tenga mayor influencia marítima del Pacífico (Coronato 1993; Coronato y Bisigato 1998) que se traduce en una menor amplitud térmica anual y diaria.

Para el sector de MA2, se han tomado los datos meteorológicos de la Estación de Punta Arenas, ya que la de Porvenir sólo presenta información fragmentaria desde 2007. Para CSN, se consideran los datos de la Estación de Río Grande y San Sebastián. Para el sector intermedio, donde se ubica TA, se decidió considerar la misma información que para CSN, pero considerando que justo allí existe una celda con mayor amplitud térmica diaria y anual (Coronato y Bisigato 1998).

La estadística meteorológica de San Sebastián y Río Grande indican una temperatura media anual de 5/6°C, media máxima de 15°C, máxima extrema de 28,6°C, mínima media de -3°C y mínima extrema de -22,2°C (últimos 40 años). Las precipitaciones medias anuales son de 349 mm (desviación de 139), con máximas de 410 mm y mínimas de 280 mm, concentrándose de noviembre a mayo (Kreps *et al.* 2012). La variabilidad interanual de las precipitaciones es moderada a alta, es decir, existen diferencias marcadas entre trimestres, situación que disminuye la predictibilidad del clima entre un año y otro. Las escasas precipitaciones sumadas a la evapotranspiración promovida por los fuertes vientos del cuadrante oeste constituyen el principal factor de un balance hídrico regular (al menos en la



última década) y –por tanto- de un clima de tipo semiárido (Servicio Meteorológico Nacional 2014). La Figura 3.9 muestra cómo varía a lo largo del año el promedio de temperaturas máximas, medias y mínimas y las precipitaciones en la Estación Rio Grande.

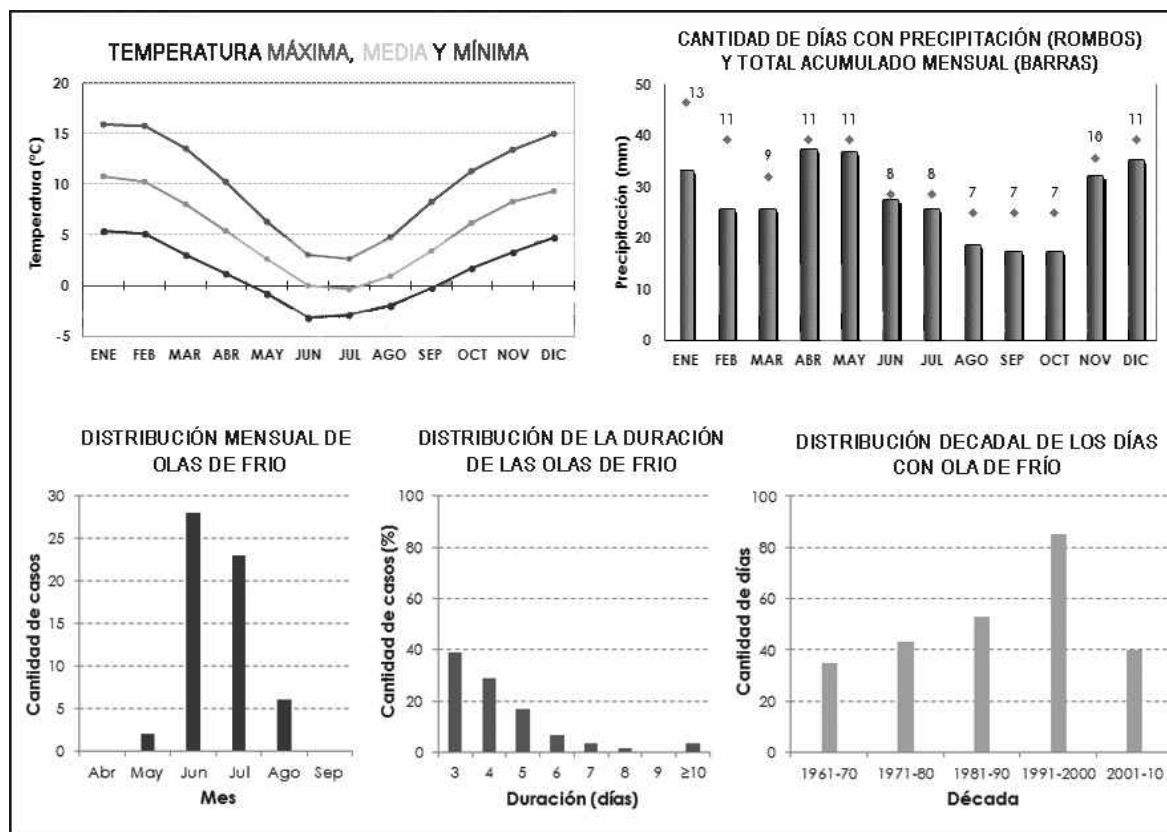


**Figura 3.9.** Datos - Estación Rio Grande - de variación anuales de la temperatura y las precipitaciones, promedio de los últimos 40 años (modificado del Servicio Meteorológico Nacional 2014).

La información de la Estación de Punta Arenas indica que las temperaturas medias anuales son de 6°C, medias máximas de 9,4°C, máximas extremas de 26,2°C, medias mínimas de 3°C y mínimas extrema de -12,4°C<sup>1</sup>. La Figura 3.10. muestra que la variabilidad interanual de la temperatura es moderada, siendo las máximas promedio las que mayor variación poseen. Las precipitaciones promedio son de 395 mm anuales (desviación de 80), con máximas de 600 y mínimas de 256 para un lapso de 30 años (1970-2000) (Figura 3.11). En conjunto puede verse que este sector es algo más húmedo que la zona de San Sebastián y la distribución a lo largo del año también muestra diferencias en tanto que los meses invernales no presentan cifras tan bajas de precipitaciones como en el otro caso.

<sup>1</sup> Las máximas y mínimas extremas de los datos de Punta Arenas no son comparables con las de Rio Grande, ya que en el primer caso se trata de promedios y en el segundo de cifras históricas.

Como en la costa atlántica, aquí los vientos predominantes (en un 35 a 45%) y de mayor intensidad siguen siendo los westerlies, seguidos por los del cuadrante noroeste (~18%), sudoeste (~15%) y norte (~6%). Estas proporciones se mantienen bastante constantes durante el año, pero los westerlies intensifican su velocidad en los meses de verano.

Estas condiciones de temperatura y humedad son los principales factores de crecimiento vegetal y pedogénesis. Los mapas de suelos disponibles son de baja resolución para el área de estudio de esta tesis y la información disponible de distintas fuentes presenta algunas diferencias. Recientemente, el Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe (Gardi *et al.* 2014) clasifica a los suelos de Magallania insular como Haplic Phaeozems (clasificación FAO). El prefijo “Haplic” (de háplico) refiere a que el porcentaje de saturación de bases (lo que define la acidez) es variable. Su equivalente para la Soil Taxonomy corresponde al orden de los Molisoles. De hecho, siguiendo esta taxonomía, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de la Argentina, clasifica a los suelos de esta área como Haplocríoles (Godagnone 2007). En términos generales, más allá de la nomenclatura, estos suelos son típicos de praderas llanas o levemente onduladas, con un horizonte A rico en materia orgánica y buena estructuración (por bioactividad y textura) que permite un drenaje eficiente (Frederiksen 1988). Estos suelos se han desarrollado sobre loess (Frederiksen 1988).

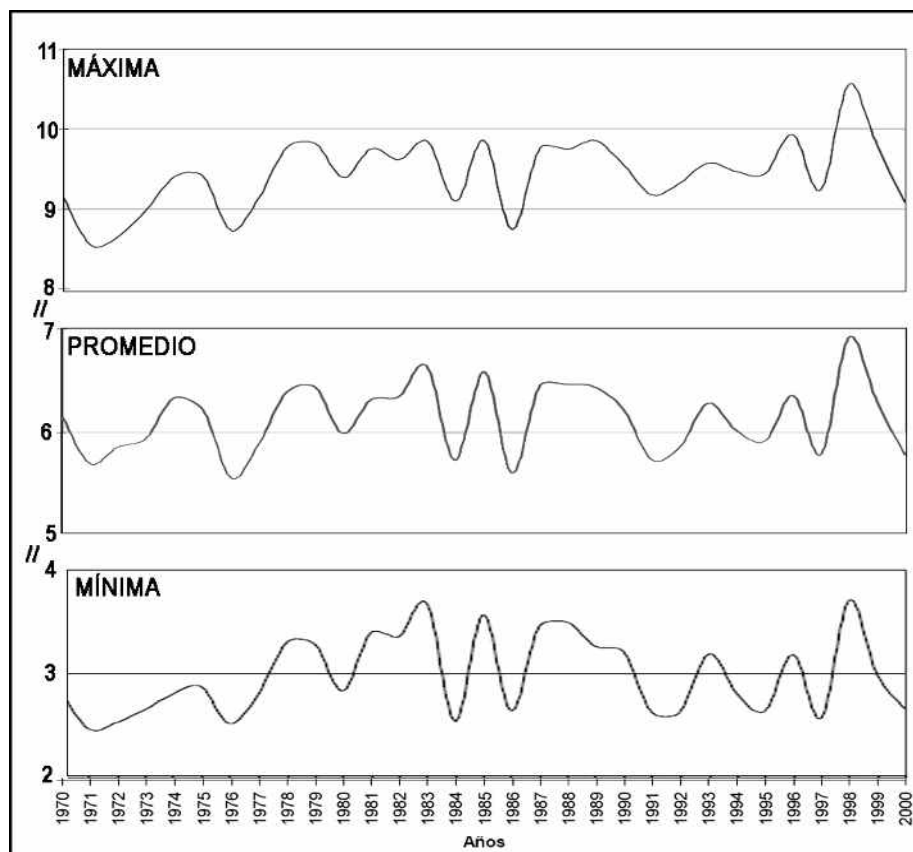


**Figura 3.10.** Curvas de temperaturas mínimas, medias y máximas de un lapso de 30 años (tomado y modificado de Castilló Fontannaz 2001).

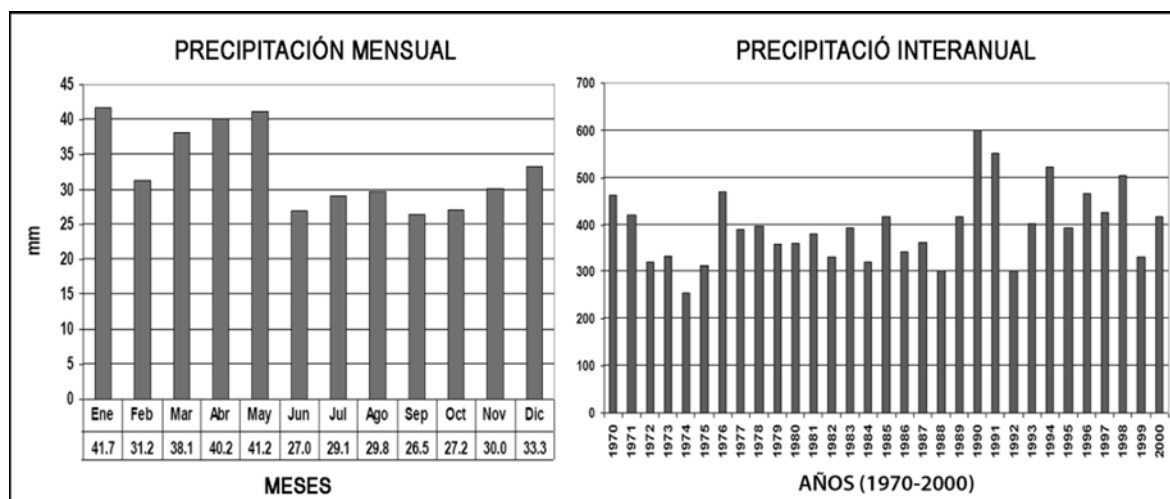


**Figura 3.11.** Variación de las precipitaciones a lo largo del año y los promedios comparando 30 años (tomada y modificada de Castelló Fontannaz 2001).

Los tres *loci* bajo estudio caen dentro de esta área dominada por los Molisoles o Phaeozems, sin embargo, MA2 se encuentra justo en el contacto con otro grupo de suelos que son los Dystric Cambisols (Humic) (equivalentes al orden de los Iceptisoles para la Soil Taxonomy). Estos suelos presentan perfiles de escasa a moderadamente desarrollados, tienden a la alcalinidad y poseen altos contenidos de humus al menos en los primeros 50 cm.

Frederiksen (1988) observa en estos suelos la presencia de ciclos de congelamientos/descongelamiento, baja iluviación de arcillas hacia horizontes más profundos, alta bioactividad y aumento del porcentaje de saturación de bases hacia abajo. Este autor reconoce, en una escala más reducida, desarrollos de suelo diferencial de acuerdo a la topografía. De este modo, suelos desarrollados en pendiente (como los del talud de TA) presentan espesores más reducidos, en contacto cercano con la roca de caja frente a suelos desarrollados en morenas, till o planicies aluviales inactivas cubiertas por un manto eólico, cuyos espesores y procesos dan cuenta de suelos más desarrollados (como los de MA2). En cualquier caso, los perfiles son de tipo A-AC-C.

### 3. Hidrología

Los regímenes hidrológicos de la Isla dependen fundamentalmente de la abundancia de las precipitaciones líquidas y níveas (Frederiksen 1988), mientras que la textura del suelo contribuye al almacenamiento de los excedentes de humedad (Iturraste y Urciuolo 2000).

La estepa septentrional presenta una red fluvial poco densa y es mayormente de tipo temporaria. Entre los ríos permanentes se encuentran: el río Oscar, Side, Oro (vertiente hacia el Estrecho de Magallanes); y río Chico, Grande, cañadón Beta y Gamma, río Cullen y San Martín (vertiente Atlántica). Este último se encuentra próximo a la localidad de TA y CSN; se trata de un río de caudal modesto, con poca carga de sedimentos, de hábito meandriforme y con comportamiento estuarino en su tramo inferior (Ferrero 1996; Vilas *et al.* 1999) (Figura 3.5.). Entre los ríos temporarios que interesan aquí se encuentra el río Torcido y Marazzi, en torno a los cuales se encuentra MA2.

En el istmo entre las bahías existen depresiones que funcionan como lagunas de agua salobre que suelen secarse durante los meses de verano, presentan un sustrato limoso y una profundidad de uno o dos metros (Codignotto 1979; Iturraspe y Uricuolo 2000). El cuerpo de agua más grande, denominado Laguna Salada, en el sector oriental de las serranías de San Sebastián, posee 1,5 km de largo. En general todas estas lagunas no sólo poseen un elevado índice de salinidad sino que también un alto contenido de fósforo, manganeso y partículas en suspensión, hecho que las vuelve poco atractivas para el consumo humano (Mariazzi *et al.* 1987). La presencia de manantiales de agua dulce es abundante en las costas entre Espíritu Santo y río Cullen, y al pie de la sierras Carmen Sylva (Codignotto 1979).

#### **4. Fito-zoogeografía**

La Figura 3.1., al comienzo de este capítulo, ilustra las divisiones fitogeográficas de la Isla (Luerbert y Plischoff 2009; Allue *et al.* 2010). Magallania insular presenta un absoluto predominio de estepa y pastizales húmedos, algunos sectores circunscriptos a planicies de inundación en los que se observa vegetación de humedales, vegas, mallines y turberas; zonas ecotonales entre estepa y bosque (asociadas a sectores serranos) y pequeños mosaicos salpicados de bosque deciduo. Los *loci* de TA y CSN se ubican en la estepa húmeda, mientras que MA2 se encuentra en el borde entre esta comunidad vegetal y la faja ecotonal.

La estepa patagónica o mallagánica se caracteriza por la presencia de pastizales gramíneos adaptados a un clima templado frío y oceánico. En algunos sectores más deprimidos del istmo bahía Inútil-San Sebastián también se encuentran especies resistentes a sustratos salinos y otras adaptadas a suelos mal drenados y parcialmente anegados. Las áreas ecotonales combinan vegetación propia de la estepa patagónica con bosque magallánico

deciduo de *Nothophagus* (Tabla 3.3.; Figura 3.12.) (Pisano 1977; Frederiksen 1988; Tuhkanen 1980-90; Bianciotto 2006; Allue *et al.* 2010).

| Estepa patagónica húmeda                                   |                                      | Ecotono estepa/<br>bosque deciduo                                            |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Festuca gracillima</i> (coirón)                         | <i>Pernettya</i> sp.                 | Ibídem +                                                                     |
| <i>Chilodactylus difussum</i> (mata negra)                 | <i>Berberis buxifolia</i> (calafate) | <i>Nothofagus antartica</i> (ñire, forma arbustiva), especie mayoritaria     |
| <i>Empetrum rubrum</i> (murtilla)                          | <i>Sarcocornia magellanica</i>       | <i>Nothofagus pumilio</i> (lenga), especie minoritaria, aumenta hacia el sur |
| <i>Lepidophyllum cupressiforme</i> (mata verde)            | <i>Puccinellia</i> sp.               | <i>Maytenus magellanica</i> *                                                |
| <i>Poa</i> sp. (pastizales bajos)                          | <i>Hordeum leitchleri</i>            | <i>Drimys winteri</i> *                                                      |
| <i>Deschampsia</i> sp. (pastizales bajos)                  | <i>Carex macloviana</i>              |                                                                              |
| <i>Vicia</i> sp. (arvejilla)                               | <i>Juncus scheuchzeroides</i>        |                                                                              |
| <i>Adesmia</i> sp. (adesmia)                               | <i>Acaena</i> sp. (abrojo)           |                                                                              |
| <i>Cerastium arvense</i> (arvejilla)                       | <i>Caltha sagittata</i>              |                                                                              |
| <i>Azorella trifurcada</i> y <i>lycopodioides</i> (jareta) | <i>Agrostis</i> sp.                  |                                                                              |
| <i>Bolax gummifer</i>                                      | <i>Trisetum spicatum</i>             |                                                                              |
|                                                            | <i>Deschampsia</i> sp.               |                                                                              |

**Tabla 3.3.** Especies vegetales correspondientes a la estepa patagónica húmeda y el ecotono estepa/bosque deciduo. Las especies resaltadas son las que predominan mayoritariamente en la estepa patagónica. \* Se trata de especies relictuales, producto de su sobreexplotación (Moore 1983; Pisano 1977).



**Figura 3.12.** Izquierda: estepa patagónica (coirón y mata negra). Derecha: ecotono (jareta, coirón y parches de ñire).

Estas comunidades vegetales son el sustento de los animales terrestres de la región (Tabla 3.4). Entre ellos, el de mayor porte es el guanaco con una distribución homogénea en la región septentrional de la Isla. Luego existen mamíferos pequeños como roedores, que son

abundantes durante todo el año y poseen una amplia distribución en Isla (aunque están prácticamente ausentes en la costa del Canal Beagle). Entre los cánido nativos sólo se encuentra el zorro colorado que hoy está escasamente representado y más circunscripto a la faja ecotonal y boscosa. Entre las especies introducidos y asilvestradas se encuentran el zorro gris (*Dusicyon griseus*), conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*), rata almizclera (*Ondatra zibethicus*) y castor (*Castor canadensis*); entre las domesticadas, ovejas, vacas y caballo. También se han introducido peces como truchas (*Oncorhynchus sp.*) y salmones (*Salmo sp.*).

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mamíferos terrestres    | <u><i>Lama guanicoe</i></u> (guanaco)<br><u><i>Ctenomys sp.</i></u> (coruro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Cricetidae<br><u><i>Dusicyon culpaeus</i></u> (zorro colorado)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Aves                    | <u><i>Chloephaga sp.</i></u> (cauquén)<br><i>Phoenicopterus chilensis</i> (flamenco austral)<br><u><i>Phalacrocorax sp.</i></u> (cormorán)<br><u><i>Theristicus melanopis</i></u> (bandurria austral)<br><i>Leucophaeus scoresbii</i> y <u><i>Larus sp.</i></u> (gaviota)<br><i>Sterna hirundinacea</i> (gaviotín)<br><i>Haematopus leucopodus</i> (ostrero)<br><i>Thinocorus rumicivorus</i> (agachona de corbata)<br><i>Polyborus plancus</i> (carancho) | <u><i>Tachyeres sp.</i></u> y <i>Lophonetta sp.</i> (pato)<br><u><i>Diomedea exulans</i></u> y <u><i>Phoebetria sp.</i></u> (albatro)<br><i>Pelecanoides magellani</i> (petrel)<br><u><i>Spheniscidae magellanicus</i></u> , <i>Eudyptes crestatus</i> y <u><i>Aptenodytes patagonicus</i></u> (pingüino)<br><i>Buteo polyosoma</i> (aguilucho común)<br><i>Milvago chimango</i> (chimango)<br><i>Falco peregrinus</i> (halcón peregrino)<br><u><i>Procellaria sp.</i></u> (petrel) |
| Mamíferos marinos       | <u><i>Otaria flavescens</i></u> (lobo de un pelo)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <u><i>Arctocephalus australis</i></u> (lobo de dos pelos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Cetáceos                | Misticetos y Odontocetos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Moluscos y gasterópodos | <u><i>Mytilus sp.</i></u> (chorito)<br><i>Patinigera sp.</i><br><u><i>Trophon sp.</i></u><br><i>Adelamelon sp.</i><br><u><i>Odontocymbiola sp.</i></u><br><i>Calliostoma sp.</i><br><u><i>Perumytilus purpuratus</i></u>                                                                                                                                                                                                                                   | <u><i>Aulacomya atra</i></u> (cholga)<br><u><i>Venus antiqua</i></u> (almeja)<br><u><i>Nacella P. magellanica</i></u> y <u><i>deurata</i></u> (maucho)<br><u><i>Regula atra</i></u><br><u><i>Fisurella sp.</i></u> (lapas)<br><u><i>Loxechinus albus</i></u> (erizo)<br><u><i>Chitonidae</i></u> (chitón)                                                                                                                                                                           |
| Peces                   | <u><i>Macruronus magellanicus</i></u> (merluza de cola)<br><u><i>Merluccius hubbsi</i></u> y <u><i>australis</i></u> (merluza del sur y austral)<br><i>Salilota australis</i> (brótola)<br><i>Austroatherina nigricans</i> (pejerrey)<br><i>Patagonotethen sp.</i><br><i>Paranotothenia sp.</i><br><u><i>Chondrichthyes sp.</i></u> (peces cartilaginosos)                                                                                                 | <i>Harpigifer bispinis</i><br><i>Agonopsis chilensis</i><br><i>Austrolycus sp.</i> (morena)<br><u><i>Genypterus blacodes</i></u> (congrío dorado)<br><u><i>Eleginops sp.</i></u> (róbalo)<br><i>Aplochiton sp.</i><br><i>Galaxias sp.</i><br><u><i>Odontesthes sp.</i></u> (pejerrey)<br><u><i>Cottoperca gobio</i></u> (torito de los canales)                                                                                                                                     |

**Tabla 3.4.** Principales familias, géneros y especies animales del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Las especies subrayadas son aquellas que se encuentran en el registro arqueológico.

Las aves son variadas y numerosas, sobre todo en primavera y verano cuando se concentran especies migratorias en playas y vegas. La fauna marina (mamíferos y cetáceos) se circunscribe en determinados sectores de la costa atlántica y del estrecho. Peces y moluscos se encuentran ampliamente distribuidos (Torres 2014).

## 5. Paleoclima

En términos generales, desde la última glaciación, la evolución climática a lo largo del Holoceno ha sido hacia un aumento de temperatura y humedad. Sin embargo, las contramarchas y oscilaciones a lo largo de este proceso han sido más la regla que la excepción. Por caso, en el apartado 1 se hizo mención del Antarctic Cold Reversal<sup>2</sup>, un episodio frío luego de iniciado el retroceso glacial (McCulloch *et al.* 2005a).

La Figura 3.13. y Tabla 3.5. sintetizan los antecedentes paleoclimáticos realizados en el sur de Santa Cruz y centro-norte de la Isla para todo el Holoceno. Adicionalmente, se resumen algunos resultados paleoclimáticos de cinco núcleos de hielo de la Antártida (Taylor Dome, Dome C, Byrd, Vostok y Epica) y dos columnas marinas del Atlántico Sur (entre 50°-53.2°S; Frente Antártico Polar). La incorporación de la información del sur de Santa Cruz se justifica desde un punto de vista fitogeográfico y climático (Coronato y Bisigato 1998). Con este mismo criterio, se omiten los trabajos llevados a cabo en la faja boscosa del sur de la Isla.

Esta recopilación de información discrimina el grado de resolución temporal de la información paleoambiental, que se relaciona más con el lugar de donde fue tomado el proxy (que propone diferentes grados de integridad por potenciales discordancias erosivas) que con la naturaleza del proxy en sí mismo (*e.g.* polen, diatomeas, ostrácodos, macrorestos vegetales, esporas, isótopos, CaCO<sub>3</sub>, propiedades magnéticas, sedimentología, materia orgánica, mineralogía, etc.).

En este sentido, la información de *menor resolución temporal* corresponde a los paleosuelos (interpretados como momentos de estabilidad y mayor humedad), proxies extraídos de depósitos morénicos u otros rasgos geomorfológicos. En este nivel también se ubican las erupciones volcánicas (cuyas formas de datación y sigmas establecen lapsos temporales demasiado amplios) y las transgresiones marinas. Los datos correspondientes a una *mediana resolución temporal* son aquellos proxies tomados de turberas, vegas, mallines,

---

<sup>2</sup> La temporalidad de este fenómeno aún se encuentra bajo discusión. McCulloch y colaboradores (2005) la circunscriben entre 12600-10300 AP, pero recientemente esta cronología ha sido objetada (Hall *et al.* 2013). En la columna de hielo EPICA y dos columnas marinas, la información de diatomeas y <sup>18</sup>O ha señalado la ocurrencia del Antarctic Cold Reversal en el lapso 13500-12500 AP (Divine *et al.* 2010).

lagunas temporarias y perfiles continentales (e.g. paleoacantilados y barrancas de ríos). Finalmente, la información paleoambiental de *alta resolución temporal* es aquella generada a partir de columnas lacustres, marinas y glaciares. En la Figura 3.13., los datos de columnas marinas y glaciares se ilustran por separado por tratarse de trabajos realizados en sectores alejados del centro-norte de la Isla.

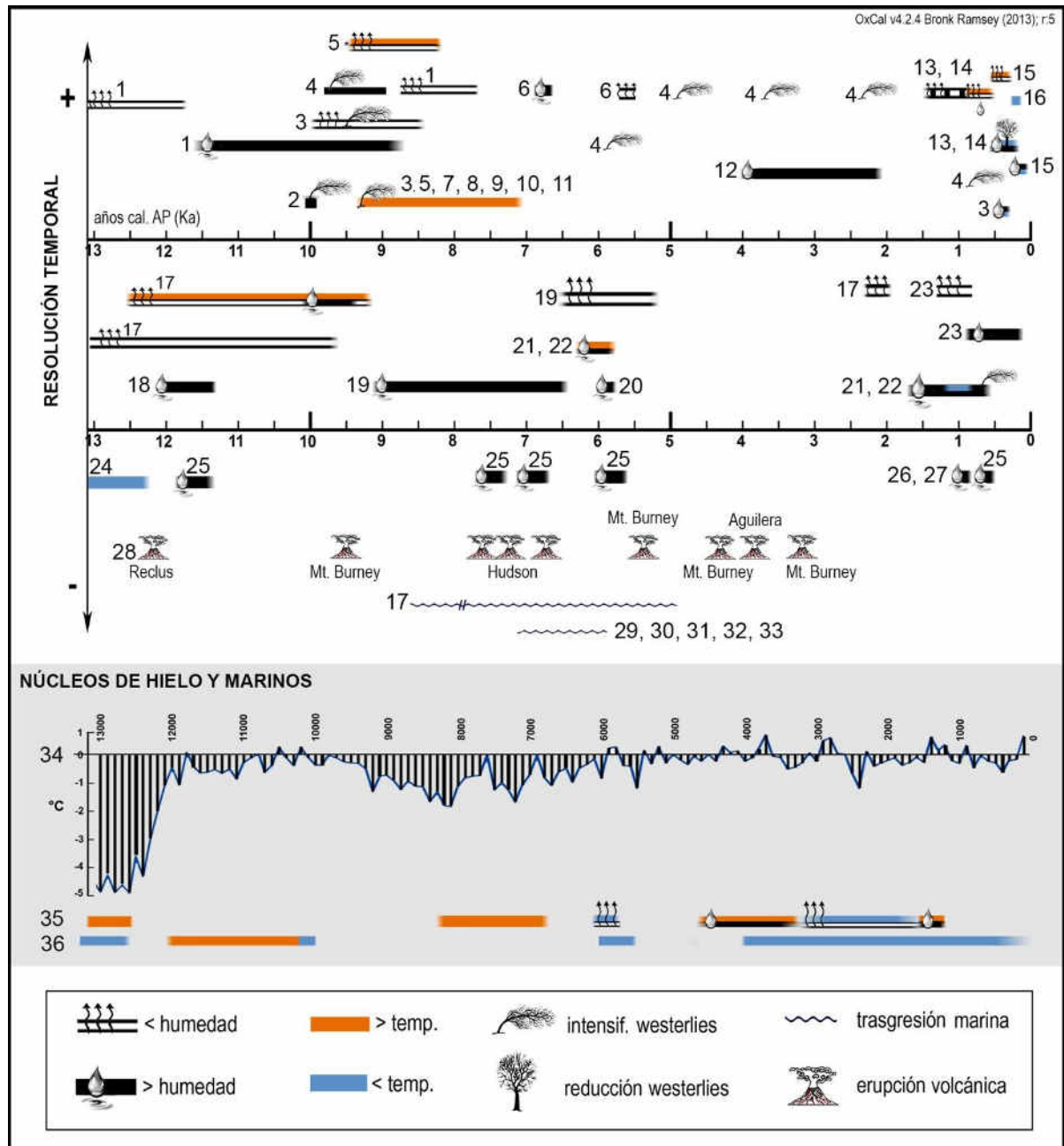


**Figura 3.13.** Síntesis de la información paleoclimática del centro y norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego en función del grado de resolución temporal (ver referencias en Tabla 3.5).



| Ref. | Ubicación                                                                     | Cita                                                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Mancini <i>et al.</i> 2013                                          |
| 2    | Latitud 53°S                                                                  | Lamy <i>et al.</i> 2010                                             |
| 3    | Laguna Azul, SE de Santa Cruz                                                 | Hahn <i>et al.</i> 2013                                             |
| 4    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Mayr <i>et al.</i> 2007                                             |
| 5    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Anselmetti <i>et al.</i> 2009                                       |
| 6    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Haberzettl <i>et al.</i> 2008                                       |
| 7    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Haberzettl <i>et al.</i> 2004                                       |
| 8    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Haberzettl <i>et al.</i> 2009                                       |
| 9    | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Willie <i>et al.</i> 2007                                           |
| 10   | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Kliem <i>et al.</i> 2013                                            |
| 11   | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Zolitschka <i>et al.</i> 2013                                       |
| 12   | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Schabitz <i>et al.</i> 2013                                         |
| 13   | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Haberzettl <i>et al.</i> 2005                                       |
| 14   | Laguna Potrok Aike, S/SE de Santa Cruz                                        | Haberzettl <i>et al.</i> 2006                                       |
| 15   | Laguna Azul, SE de Santa Cruz                                                 | Mayr <i>et al.</i> 2005                                             |
| 16   | Transecta Torres del Paine - Isla Navarino                                    | Aravena <i>et al.</i> 2002                                          |
| 17   | Estancia Esmeralda (Isla Dawson) y<br>Puerto del Hambre (Península Brunswick) | McCulloch y Davies 2001                                             |
| 18   | Puerto del Hambre (Isla Dawson),<br>Península de Brunswick y Punta Arenas     | Heusser 1995                                                        |
| 19   | La Misión (al N de Río Grande)                                                | Markgraf 1993                                                       |
| 20   | Río Rubens, SO de Santa Cruz                                                  | Huber <i>et al.</i> 2004                                            |
| 21   | Onamonte y Cabo San Pablo (centro-S y costa SE)                               | Heusser y Rabassa 1991                                              |
| 22   | Onamonte y Cabo San Pablo (centro-S y costa SE)                               | Heusser 1993                                                        |
| 23   | Cabo Vírgenes, extremo SE de Santa Cruz                                       | Mancini 2007                                                        |
| 24   | Cabo San Valentín (Isla Dawson)                                               | McCulloch <i>et al.</i> 2005a                                       |
| 25   | Laguna Arturo, centro-N de la Isla                                            | Coronato <i>et al.</i> 2011; Orgeira <i>et al.</i> 2012             |
| 26   | Cabo Vírgenes, extremo SE de Santa Cruz                                       | Barberena y Borrero 2010                                            |
| 27   | Bahía San Sebastián                                                           | Favier Dubois 2002, 2003, 2007                                      |
| 28   | Erupciones volcánicas centro/N                                                | Stern 2007 y referencias allí citadas; ver<br>Tabla 32 <i>supra</i> |
| 29   | Bahía San Sebastián                                                           | Codignotto 1979                                                     |
| 30   | Bahía San Sebastián                                                           | Vilas <i>et al.</i> 1987b                                           |
| 31   | Bahía San Sebastián                                                           | Ferrero <i>et al.</i> 1989                                          |
| 32   | Bahía San Sebastián                                                           | Isla <i>et al.</i> 1991                                             |
| 33   | Bahía San Sebastián                                                           | Vilas <i>et al.</i> 2000                                            |
| 34   | Dome C, Antártida                                                             | Jouzel <i>et al.</i> 2007                                           |
| 35   | Taylor Dome, Byrd y Vostok (Antártica)                                        | Steig <i>et al.</i> 2000                                            |
| 36   | EPICA (Antártida) y dos núcleos marinos (50-53.2° S)                          | Divine <i>et al.</i> 2010                                           |

**Tabla 3.5.** Referencias de la Figura 3.13. que detallan la ubicación de donde se extrajo el dato paleoambiental y la cita bibliográfica.

En conjunto, la información disponible ofrece escasas (o nulas) tendencias a lo largo del Holoceno, sobre todo si se combinan los distintos niveles de resolución temporal. Más aún, existen varias situaciones de escenarios climáticos opuestos para el mismo lapso

temporal. Esta situación nace de la escasez de información, naturaleza del proxy, alcance espacial (representatividad espacial) del proxy y los “problemas” de equifinalidad de los mismos (Lyman 2004). La frecuente falta de información acerca de la magnitud con la que se han manifestado los aumentos/disminuciones de temperatura/humedad o intensificación de los vientos también constituye otro factor de enmascaramiento de posibles patrones de evolución climática a lo largo del Holoceno. Este hecho lo ilustran los valores absolutos de temperatura en el núcleo de Dome C (Figura 3.13., ref. 34) donde efectivamente se registra una clara tendencia de aumento de la temperatura y donde también puede observarse que las oscilaciones en el Holoceno Tardío son muy frecuentes, pero de menor duración respecto a aquellas que se registran en el Holoceno Medio, que además es -en promedio- más frío.

No obstante la existencia de sesgos, enmascaramiento o aparentes contradicciones de la información disponible, puede observarse muy a grandes rasgos que se registran condiciones de mayor aridez entre c. 10000-7500 cal. AP, aumento relativo de la humedad entre c. 7500-5500 cal AP, predominio de condiciones de aridez entre c. 2500-500 cal. AP y un nuevo aumento relativo de la humedad para los últimos 500 años.

Para el Holoceno Tardío que es el lapso que interesa para este trabajo, se describen dos fenómenos de mayor magnitud que son la Anomalía Climática Medieval (ACM) y la Pequeña Edad de Hielo (PEH) (Stine 1994; Lamb 1995). Más allá de las controversias acerca de la efectiva existencia y el *timing* local de estos fenómenos de manifestación global, entre los ca. 700-550 cal AP se describen en Laguna Potrok Aike (sudeste de Santa Cruz) momentos de mayor aridez y temperatura, aunque con algunas oscilaciones de mayor humedad en el medio (Haberzettl *et al.* 2005, 2006). Con algunas diferencias temporales, la ACM también ha sido registrada en otras partes de Santa Cruz, como en el Lago Cardiel –centro/oeste- (Stine y Stine 1990); Lago Argentino –sudoeste- (Stine 1994; Borrero y Franco 2000); Cabo Vírgenes –extremo sudeste - (Mancini 2007); Laguna Azul –sudeste- (Mayr *et al.* 2005); Laguna Guanaco –sudoeste- (Moreno *et al.* 2009) y otras regiones más septentrionales de Patagonia continental (Villalba 1990). Incluso este episodio de estas características parece haber tenido eco en el sur de la Isla, entre ca. 1000-500 cal AP, de acuerdo a registros polínicos de una vega ubicada en Caleta Lacroix, Isla de los Estados (Ponce *et al.* 2011) y otra en Ushuaia (Mauquoy *et al.* 2004)

La PEH se ha caracterizado por temperaturas más frías a las actuales y mayor humedad (Luckman y Villalba 2001), aunque recientes estudios proponen bajas temperaturas asociadas a aridez (Chambers *et al.* 2014), al menos para el sur de la Isla. En Laguna Potrok Aike se

circunscribe a este fenómeno entre los *ca.* 550-180 cal. AP (Haberzettl *et al.* 2005; Hahn *et al.* 2013). Para aproximadamente el mismo momento, se registra el mismo fenómeno en Laguna Azul (Mayr *et al.* 2005); y en Cordillera Darwin un avance del Glaciar Ema (Strelin *et al.* 2008), Vicinguerra (Rabassa 1992), Martial (Strelin e Iturraspe 2007).

La ACM y, en menor medida, la PEH tienen relevancia arqueológica en tanto el lapso temporal en que tienen lugar “coincide” con cambios en la frecuencia de eventos ocupacionales del sur de Santa Cruz e Isla Grande de Tierra del Fuego (Ozán 2014; Pallo y Ozán 2014). Durante la ACM se registra un claro aumento de la señal humana en toda esta región, situación que podría responder a la concentración humana en espacios preferenciales (aumento de la redundancia ocupacional y disminución de la movilidad residencial). Finalizado el evento la señal humana desciende abruptamente, coincidiendo con la finalización de la ACM y comienzo de la PEH e interpretado como abandono del espacio y aumento de la movilidad residencial (Pallo y Ozán 2014).

# **CAPÍTULO 4**

*Antecedentes arqueológicos*



## ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS

En los próximos apartados se sintetizan a escala regional de Magallania insular el estado del conocimiento acerca de las poblaciones prehistóricas de este sector, generado a partir de distintas líneas de evidencia arqueológica, que aquí son tomadas de forma integral. Preliminarmente, se mencionan algunos datos históricos y etnográficos, pero sin el propósito de hacer una revisión exhaustiva de los mismos. Para los tres *loci* bajo estudio se expone más detalladamente la historia de las investigaciones, el estado de conocimiento a partir de la información generada y cómo se inserta ese locus en el marco regional de Magallania insular.

### 1. Información etnohistórica

La síntesis de información etnohistórica y etnográfica de los Selk'nam, desde su relevancia arqueológica, ha sido objeto de números trabajos (*e.g.* Chapman 1982; Massone *et al.* 1993; Borrero 2001c; Fiore 2002; Borrazzo 2010; Saletta 2013), por lo que en esta instancia sólo se citarán sucintamente los autores y los temas más destacados en esta materia.

Si bien en la expedición de Fernando de Magallanes, en el año 1520, se señala la existencia de poblaciones nativas en la Isla (indirectamente por los fuegos que se avistaban desde los barcos), el primer contacto directo se da en 1580, en la expedición de Sarmiento de Gamboa (Chapman 1982). Desde entonces los contactos se dieron de forma esporádica, aunque con una violencia creciente (Chapman 1982; Borrero 2001c). Es recién en la segunda mitad del siglo XIX, con el propósito de explotar los recursos minerales del centro de la Isla, cuando se inicia un programa fuerte de colonización con la consecuente reducción (intencional y no intencional) de las poblaciones fueguinas (Borrero 2001c).

Ramón Serrano Montaner, Julius Popper y Ramón Lista son algunos de los personajes destacados de esta etapa de intensas fricciones. Los centros de explotación aurífera, la introducción de las ovejas (y alambrados), las misiones evangelizadores, las epidemias y toda la ola de cambios que esto acarreo sobre los modos de circulación, interacción y subsistencia hicieron su trabajo en favor del exterminio de estas poblaciones (Martinic 1973, 2001, 2011; Borrero 2001c). Para las primeras décadas del siglo XX los Selk'nam que sobrevivieron se encontraban ocupados enteramente en el trabajo de las estancias, y en 1984 sólo quedaban dos mestizos de madre o padre Selk'nam (Chapman 1982).

Las descripciones de militares, viajeros, naturalistas y religiosos observaron la existencia de cuatro poblaciones (Figura 4.1.) con diferencias en sus modos de subsistencia y ubicación territorial (Yesner *et al.* 2003). Éstos eran los Selk'nam (cazadores recolectores terrestres de los bosques y estepas del centro-norte de la Isla), los Yámana (cazadores recolectores marítimos del Canal Beagle y archipiélagos del sur), los Kawésqar o Alakaluf (también adaptados a un modo de subsistencia marítimo y tecnología de navegación en los archipiélagos orientales) y los Haush (un pequeño grupo que combinaba elementos Selk'nam y Yámana, en el borde sudoriental de la Isla). Para el sector sur de Patagonia continental se encontraban los Aónikenk, cazadores recolectores terrestres (Martinic 1995).

Los Selk'nam son mayormente conocidos por las descripciones del etnólogo austríaco Martin Gusinde quien los visitó entre 1918 y 1923. De acuerdo a sus informantes, él estimó una demografía de 2500-4000 individuos para momentos pre-contacto europeo (Gusinde 1982). Las observaciones y caracterizaciones de Lucas Bridges, hijo del anglicano Thomas Bridges, las de Carlos Gallardo, los aportes de los misioneros salesianos del siglo XIX y expedicionarios son otros antecedentes fundamentales para la caracterización etnográfica de este grupo (Beauvoir 1902; Gallardo 1910; Coiazzi 1914; Borgatello 1915; Furlong 1917; Agostini 1956; Bridges 1952; Darwin [1839] 1997). Anne Chapman trabajó desde 1965 con la última persona Selk'nam que había vivido de un modo de vida tradicional, Lola Kiepja; y tras su muerte trabajó con Angela Loij y otros.

Estas personas observan que los Selk'nam rara vez permanecían en el mismo lugar por más de una semana y que sus territorios (*haruwen*) poseían barreras negociables ante situaciones excepcionales (varamiento de ballenas) o de necesidad. Los grupos eran reducidos, pero se expandían durante los meses de verano en los que la oferta de recursos era algo más grande. El campamento (chozas o paravientos) era transportado por las mujeres mientras los hombres procuraban la intersección de presas para cazar. La división sexual de trabajo era marcada y también los individuos podían destacarse por sus habilidades (chamanes, artesanos, buenos cazadores, sabios, luchadores destacados); sin embargo se trataba de una sociedad principalmente igualitaria en términos de organización política.

El guanaco se cazaba todo el año y en menor medida también se consumía zorro colorado, coruro (en ocasiones secaban y ahumaban su carne), aves, lobos marinos y peces (en el intermareal, con corrales, redes y lanzas). Las mujeres y niños también recolectaban huevos, moluscos, hongos, bayas, algas, tubérculos, raíces y semillas como las de

*Descurainia antartica* que molían y hacía una especie de pan con agua y grasa (Martínez Crovetto 1968).

Al repertorio de herramientas que se encuentran en el registro arqueológico, se agrega la presencia de astiles de madera, redes, cestas, bolsas a partir de vejiga de lobo marino, mandíbulas de delfín como peines, valvas utilizadas como contenedores, omóplatos de guanaco como platos, etc. (Chapman 1982). Destacan en las descripciones etnográficas, que incluyen muchas fotografías, el uso de pintura corporal, principalmente en color rojo, blanco y negro a partir de minerales, ceniza o carbón, termoalterados y mezclados con un ligante de consistencia fluida. Esta práctica era de carácter cotidiano y distintas técnicas, partes del cuerpo y motivos representaban diferentes funciones o circunstancias (Fiore 2014).

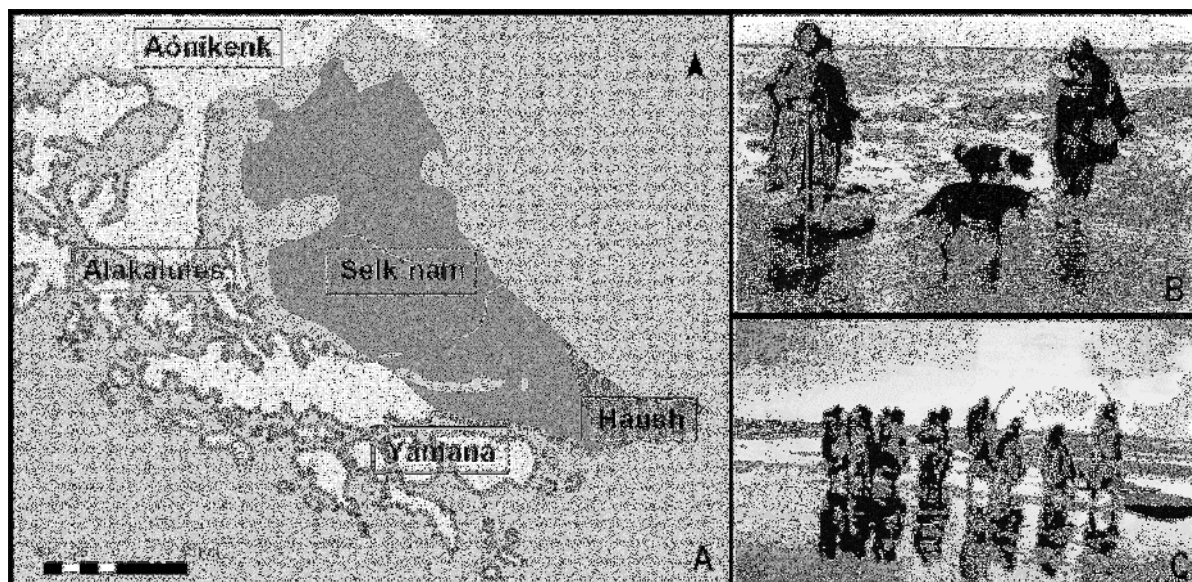


**Figura 4.1.** A- Mapa etnográfico de Tierra del Fuego (modificado de Lothrop 1928). Derecha: Selk'nam de las planicies septentrionales, Rio Grande. Fotos tomadas por Alberto De Agostini (B) en 1923 y Charles Furlong (C) en 1908 (Alvarado *et al.* 2007:152, 202).

Entre sus variados y abundantes rituales, destaca el del *hain* que congregaba a muchas familias y territorios para la iniciación masculina. El *hain*, su performance y mitologías, proponían además una pauta de disciplina social basada en la intimidación de las mujeres por parte de los hombres, protagonistas de este ritual (Chapman 1982). El varamiento de ballenas en distintos puntos de la costa habría sido un motivo propiciador para la congregación y el desarrollo de estos y otros rituales.



## **2. Antecedentes arqueológicos**

### **2.1. Evolución espacio-temporal de las ocupaciones humanas de Magallania insular**

Se sostiene que la Isla Grande de Tierra del Fuego fue poblada lentamente desde las planicies de Patagonia meridional cuando aún formaba parte de Patagonia continental. Hasta alcanzar el puente terrestres, los flujos de poblaciones de cazadores terrestres debieron ser multidireccionales, volviéndose algo más direccionales al llegar a dichos puentes (Borrero 1989, 1989/90). En este marco, la disponibilidad de espacios y la abundancia y distribución de los recursos habrían pautado las direcciones y contramarchas de este paulatino proceso (Borrero 1989/90). Las presiones selectivas y las barreras biogeográficas de cada espacio habrían conducido a la diferenciación de las poblaciones, particularmente con la situación de vicariancia generada tras la formación del Estrecho de Magallanes.

Este escenario es el que propone el modelo cultural divergente (Borrero 1985, 1989, 1989/90) que explica las diferencias entre las poblaciones de Patagonia continental y fueguina -y en otra escala- entre los cazadores terrestres del centro-norte de la Isla y las poblaciones canoeras del sur y los archipiélagos. Este modelo ha sido avalado por diferentes líneas de evidencia (Borrero 2004; Borrero *et al.* 2006) como las bioantropológicas (Cosilovo 1981; Cocilovo y Guichón 1985/86; González-José *et al.* 2004; Béguelin y Barrientos 2006), faunísticas (L'Heureux 2008), tecnológicas (Fiore 2002<sup>1</sup>; Charlin *et al.* 2013) y la organización geográfica de las poblaciones (Pallo 2013).

Las planicies del norte fueron pobladas por cazadores-recolectores terrestres hace *ca.* 12500 cal. AP con evidencias ubicadas en una cueva del Cerro de los Onas: sitio Tres Arroyos 1 (Massone 2004). Desde estas primeras ocupaciones hasta entrado el Holoceno Medio no existe continuidad en el registro arqueológico. Recién a partir de los *ca.* 6580 cal. AP, reaparecen evidencias en sitios como Río Chico 1, Cabo Monmouth 20, Marazzi 1, La Arcillosa 2 y Cerro Las Bandurrias, entre otros (Santiago 2013; Morello *et al.* 2009a; Salemme *et al.* 2007; Favier Dubois y Borrero 2005, respectivamente).

En los últimos 2000 años, el número de ocupaciones asciende marcadamente (Borrero 2008a; Morello *et al.* 2012a), hecho atribuible a cuestiones demográficas, mayor intensidad de ocupación del espacio (redundancia y/o duración que aumenta la visibilidad de los *loci*) y/o factores tafonómicos. Vale destacar en este punto que Goñi (2013) ha sugerido un modelo de

---

<sup>1</sup> La autora enfatiza, además, la reanudación de los contactos por vía canoera.

poblamiento tardío (o repoblamiento) del norte de la Isla con implicaciones para la interacción con el continente (*cf.* Pallo y Ozán 2014).

La ocupación humana más antigua de los bosques meridionales de la Isla ocurre a los *ca.* 8580 cal. AP, en el sitio Imiwaia I, sobre el Canal Beagle (Piana *et al.* 2011). Para este sector de la Isla, la historia de las ocupaciones no muestra hiatos, sino que se trata de un registro continuo que también como en el caso del norte aumenta y se diversifica sensiblemente entre los *ca.* 2000-1000 cal. AP (Figura 4.2.; Borrero 1994/95; Zangrando 2009; Scheinsohn 2010; Morello *et al.* 2012a).

Tanto el registro arqueológico como etnográfico muestra poblaciones cazadoras recolectoras marítimas con una subsistencia basada en mamíferos marinos, peces y moluscos (Orquera y Piana, 1999). También existió un consumo menor de fauna terrestre como guanacos, evidenciado discontinuamente en el tiempo en los análisis isotópicos de huesos humanos de poblaciones Yámana (Yesner *et al.* 2003) y el registro zooarqueológico (*e.g.* Zangrando 2009). El modo de vida canoero no ha sido exclusivo del sector meridional de la Isla, encontrándose representado en los archipiélagos del sudoeste chileno, como en Península Brunswick, Isla Englefield, Dawson y Navarino (Morello *et al.* 2012b; San Román 2013; Legoupil *et al.* 2011; Ocampo y Rivas 2004).

La Figura 4.2 muestra un mapa de la distribución de los sitios con dataciones radiocarbónicas de la Isla que muestra un claro predominio de ocupaciones costeras. Sin embargo, se ha señalado que esto podría ser consecuencia de la mayor obstrusividad de los sitios litorales respecto a los del interior (Borrero 1985; Borrero *et al.* 2008). De hecho se han hallado abundantes concentraciones de materiales en torno a las lagunas (Oría 2012, 2014). Asimismo, los resultados isotópicos sobre restos humanos indican que la dieta de las poblaciones del centro-norte de la Isla fueron mayormente terrestres (Yesner *et al.* 1991, 2003; Zangrando *et al.* 2003; Barberena 2004; Guichón *et al.* 2001a).

La misma Figura 4.2. indica la suma de probabilidades de las dataciones disponibles para Magallania insular (Ozán 2014; Pallo y Ozán 2014). En conjunto, la información disponible indica oscilaciones con cierta periodicidad en la frecuencia de ocupaciones humanas, cuyo significado es difícil de establecer, pudiéndose tratar de un sesgo tafonómico, visibilidad diferencial, sesgo metodológico, interés temático/ recursos del investigador, menor/mayor intensidad de ocupación del espacio (duración/ redundancia) y/o disminución/aumento de la movilidad residencial (Contreras y Meadows 2014; Attenbrow y Hiscock 2015).

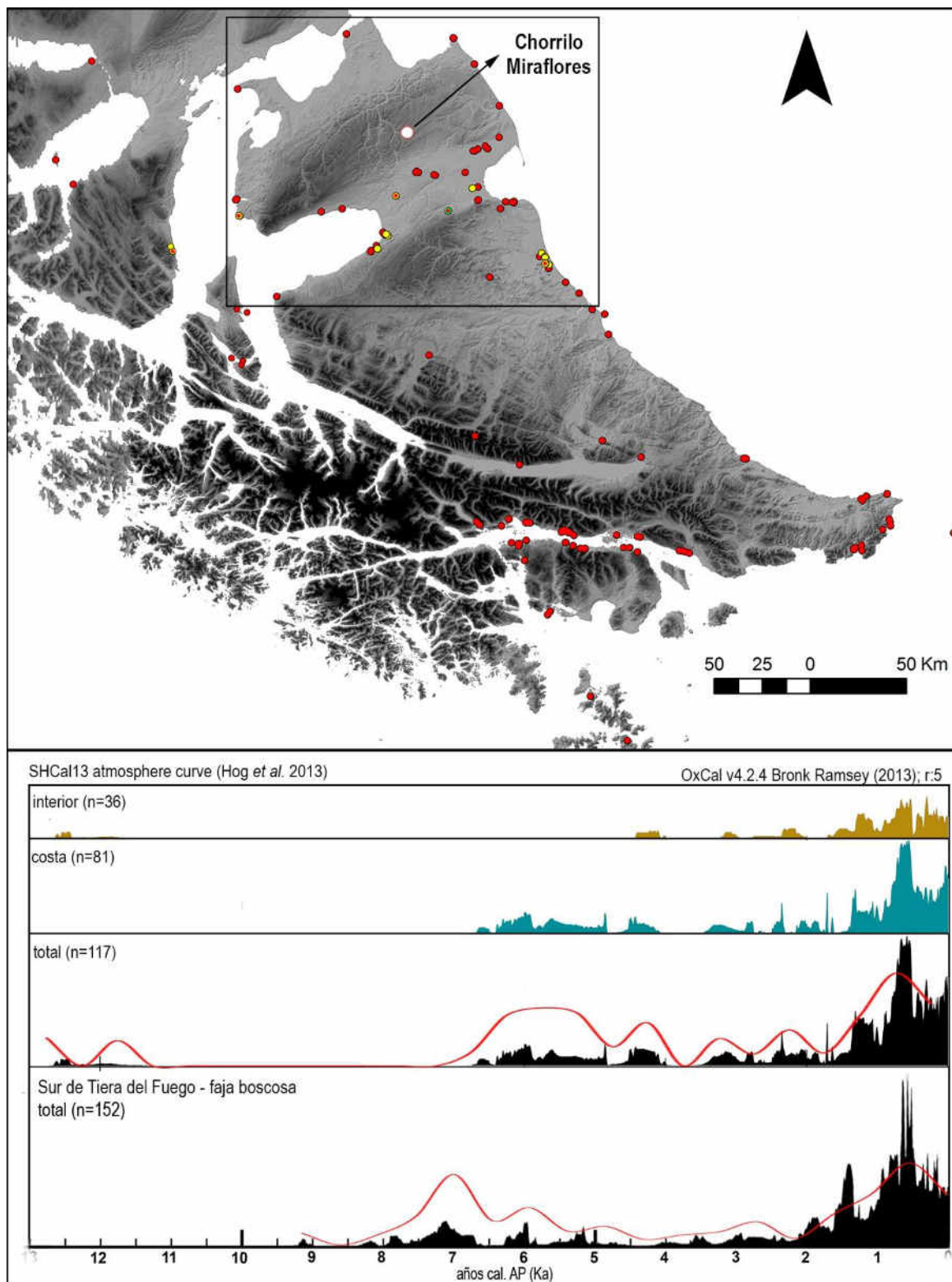


**Figura 4.2.** Arriba: distribución de sitios arqueológicos datados de Tierra del Fuego. Los círculos amarillos pertenecen a sitio del Holoceno Medio. El recuadro destaca el sector de Magallania insular. Abajo: suma de probabilidades de las dataciones de sitios de estepa y ecotono (total, costa e interior<sup>2</sup>)

<sup>2</sup> Se consideran sitios litorales aquellos que no superan los 2 km de distancia al mar, con un criterio puramente “locacional” independientemente de la naturaleza del registro arqueológico de cada sitio (modificado de Pallo y

y curva de sesgo tafonómico (Surovell y Bratingham 2007; Surovell *et al.* 2009; Williams 2012) (modificado de Ozán 2014). También se presenta el gráfico de suma de probabilidades de los fechados del sur de la Isla (Ozán 2014). La Tabla I del Anexo detalla todos los sitios de Magallania Insular, incluyendo aquellos que no fueron considerados en los gráficos por superponerse con otros en los rangos temporales calibrados.

## 2.2. Caracterización general de las poblaciones de Magallania insular

Estas poblaciones humanas se caracterizaron por una alta movilidad residencial en grupos pequeños y una subsistencia basada fundamentalmente en la caza del guanaco, algunos otros mamíferos terrestres más pequeños como el zorro colorado y el coruro; y aves. Complementaron la dieta terrestre con recursos de ambientes litorales, como aves marinas, peces, mamíferos marinos y moluscos (*e.g.* Borrero 1985, 2008a; Schiavini 1993; Guichón *et al.* 2001a; Massone *et al.* 2003; Muñoz 2003; Barberena 2004; Borella 2004; Borrero y Barberena 2004; Campan y Piacentino 2004; L'Heureux 2008; Calás y Lucero 2009; Torres 2009a, 2009b, 2014; Santiago *et al.* 2014)<sup>3</sup>.

El consumo vegetal habría sido cuantitativamente menor, pero existente e indispensable para la obtención de determinadas vitaminas y nutrientes ausentes en una dieta hiper-proteica (ver abajo información etnográfica). Para esta región, existen pocos trabajos arqueológicos respecto al consumo de recursos no-animales. Rojas-Villegas (2004) encuentra en Tres Arroyos 1 polen de especies con frutos comestibles (*Pernettya sp.* y *Empetrum sp.*), pero el carácter preliminar de los estudios no permite concluir que estos géneros no hayan sido incorporados naturalmente. Los trabajos de Piqué i Huerta (1999), Zurro y colaboradores (2009) y Berihuete Azorín (2014) han buscado este tipo de evidencia a través de semillas carbonizadas, carbones y fitolitos para sectores más hacia el sur de la Isla.

Desde un punto de vista actualístico, la alta homogeneidad anual de la distribución y abundancia de los recursos en las costas y el interior de la Isla, sumado al tipo de evidencia zooarqueológica hallada en las costas, ha sido uno de los puntos clave para plantear que las áreas litorales no fueron ocupadas con algún patrón estacional específico (Borrero 1985; Borella 2004; Campan y Piacentino 2004). La evidencia isotópica (Guichón *et al.* 2001a;

---

Ozán 2014). Se consideran para la adscripción los cambios de la línea de costa del Océano Atlántico luego de la transgresión del Holoceno Medio (*e.g.* Vilas *et al.* 2000; McCulloch y Davier 2001).

<sup>3</sup> En la Tabla 3.4 (capítulo 3), en el apartado de fitozoogeografía, se encuentran subrayadas las especies halladas en el registro arqueológico.

Yesner *et al.* 2003; Barberena 2004), lítica (García 1994; Franco 1998; Borrazzo 2004, 2010, 2012), los patrones de explotación de recursos principales (Borrero 1985; Muñoz 2003) y la distribución del registro costero (Horwitz 2004) indican que las poblaciones del norte circulaban entre costa e interior indistintamente (Borrero *et al.* 2006, 2008). Tanto en sectores litorales como interiores, la evidencia arqueológica muestra sitios de ocupaciones breves y/ redundantes, logísticas y residenciales, aunque con un predominio de las últimas en sectores próximos a la costa (Massone *et al.* 2003; Borrero *et al.* 2006; Pallo 2013; Santiago 2012; Oría 2012, 2014).

Las ocupaciones de las costas del Estrecho presentan un carácter más denso y continuo que las del atlántico, patrón que ha sido explicado por la disponibilidad diferencial de recursos litorales y la mayor cercanía hacia áreas ecotonaes (parches de bosque de Sierras de Boquerón y Carmen Sylva) de las costas del Estrecho (Borrero 1985; Borrero *et al.* 2008). Además, como ya fuera mencionado, los valores de precipitaciones de la estepa occidental son algo más altos que los sectores próximos a la costa atlántica, esto eleva la productividad primaria (Borrelli *et al.* 1997) y –en efecto- otros niveles tróficos de mayor interés para las poblaciones, como podrían ser los guanacos.

Sin embargo, esta tendencia podría ser producto de la dinámica geomorfológica. En el caso atlántico, hacia el norte de Bahía San Sebastián, entre Cabo Espíritu Santo y Nombre, existe una retrogradación de la línea de costa (2 m/año), mientras que más al sur, en la bahía, sucede lo contrario (Bujalesky 1998; Vilas *et al.* 1999) (Figura 4.3). Estos escenarios poseen importantes implicancias arqueológicas en términos de pérdida de registro y habilitación paulatina (edades mínimas) de sectores para la ocupación humana (Favier Dubois 2001; Horwitz 2004; Favier Dubois y Borrero 2005; Borrazzo 2010; Borrazzo y Borrero 2014). A su vez, en áreas próximas al atlántico, el avance de los cuerpos lagunares hacia el este por acción eólica de los westerlies (Codignotto y Malumián 1981) también promueve la pérdida del registro arqueológico estratificado (Favier Dubois 2001; Borrazzo 2010, 2013a). Destacan grandes desprendimientos rotacionales de algunos sectores del sur de Bahía Inútil (Morello *et al.* 2009a), aunque la velocidad de ocurrencia parece ser de menor magnitud que en la costa noreste de la Isla, que como fue mencionado es de 2 m/año (Figura 4.4.).





**Figura 4.3.** Izquierda: acantilados de Cabo Espíritu Santo, nótese el contacto activo con el oleaje y las caídas de bloque de las escarpas. Derecha: vista desde arriba del barranco del sector correspondiente a la desembocadura de Cañadón Alfa, nótese las grietas previas al desmoronamiento. Fotos cortesía de Karen Borrazzo.

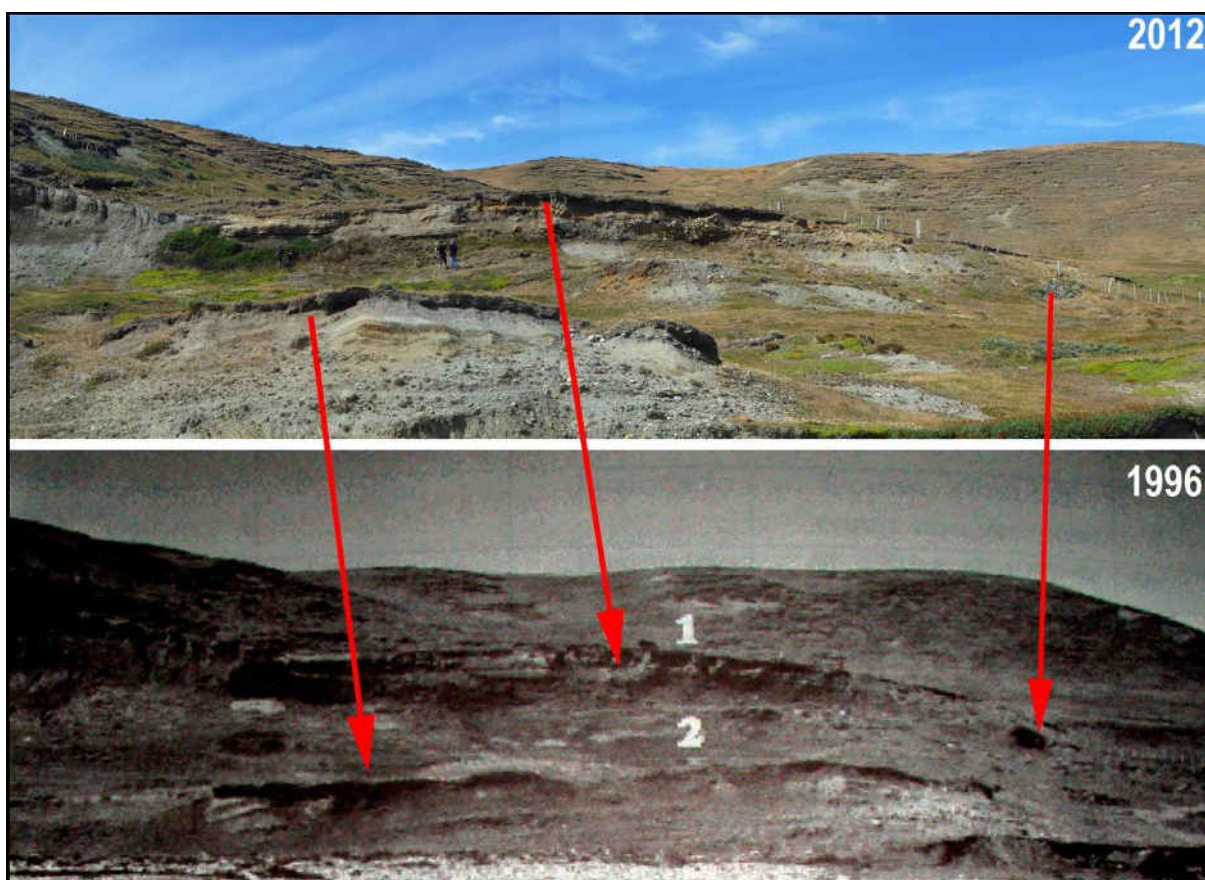


**Figura 4.4.** Vista desde la costa sur de Bahía Inútil, cercana a la desembocadura del río Torcido. Nótese que en el transcurso de 16 años los cambios en los deslizamientos rotacionales no han sido de

gran magnitud. La fotografía de 1996 fue tomada y modificada de Morello y colaboradores (1998:120).

La gran extensión, densidad y diversidad del registro arqueológico (que incluye restos humanos; Martin 2004) de determinados sectores del norte de la Isla indica cierto *status* en la geografía cultural (Borrero 2004; Borrero y Barberena 2006; Pallo 2013; Borrazzo 2014). En este sentido, se ha hablado de nodos poblacionales ubicados al sur de Bahía San Sebastián (localidad Chorrillos), a lo largo de Bahía Inútil (localidad Marazzi y Bahía Inútil) y en el norte, sobre la costa del Estrecho de Magallanes (localidades Cabo San Vicente, Punta Baxa y Punta Catalina)<sup>4</sup> (Horwitz 1995; Massone 1997; Morello *et al.* 1999, 2012b; Favier Dubois 2001; Massone *et al.* 2003; Martin *et al.* 2004; Massone y Torres 2004; Morello *et al.* 2005; Massone y Morello 2007; Borrero *et al.* 2006; Torres 2009a; Pallo 2013; Borrazzo 2014).

La mayor intensidad de ocupación humana de estos espacios (redundancia, duración, planificación, equipamiento de espacio, etc.) se ha atribuido a la ubicación estratégica para la captación de recursos, especialmente de tipo marino (Borrero 1985; Massone *et al.* 2003; Borella 2004; Pallo 2013; Borrazzo 2014). Esto es esperable en tanto que las áreas litorales constituyen verdaderos “ecotonos” que conectan en un mismo espacio sistemas ambientales distintos, hecho que conlleva beneficios directos a la hora de buscar diversidad y abundancia de recursos con bajo riesgo. Para el área de Bahía Inútil, la mayor disponibilidad de agua dulce permanente y –para tiempos históricos- el aprovisionamiento indirecto de madera, vidrio y metales acarreados por el mar o acumulados en naufragios pudieron constituir grandes atractivos para estos espacios (Manzi 1996; Massone *et al.* 2003).

Cronológicamente, la localidad de Chorrillos al sur de Bahía San Sebastián posee evidencias para los últimos *ca.* 930 cal. AP; en el área de Bahía Inútil las ocupaciones se encuentran entre *ca.* 2800-540 cal. AP; y en el sector norte del Estrecho se ubican entre *ca.* 2400-700 cal. AP. Es de destacar que las cronologías de estos nodos (calibradas en un sigma) presentan una superposición temporal amplia, lo que equivale a decir que es probable que hayan sido contemporáneos. Las implicancias son importantes debido a que, junto al resto de las evidencias disponibles “... muestra un panorama [de uso del espacio] que no es totalmente explicable bajo un modelo forager.” (Borrazzo *et al.* 2008:242).

---

<sup>4</sup> También se ha postulado a Tres Arroyos como un nodo demográfico, pero en el presente trabajo no se lo considera como tal fundamentalmente sobre la base de la no aceptación de las depresiones circulares como improntas de vivienda (Borrero 2004), la acotada distribución espacial del registro arqueológico, la comparativamente menor densidad de hallazgos arqueológicos y su discontinuidad y escasez en una escala regional.

En los sectores interiores no se han hallado áreas nodales como las descritas arriba y, a excepción del caso de Tres Arroyos (Massone *et al.* 1993; Constantinescu 1997; Martin 2006), no hay registro de restos humanos (Guichón *et al.* 2001b; Martin *et al.* 2004; Borrazzo *et al.* 2008). Existen campamentos efímeros y evidencias de redundancia ocupacional a lo largo de miles de años, tanto en sitios a cielo abierto (lagunas, valles, cerros, médanos) como bajo reparo rocoso (cuevas, aleros y bloques erráticos) (ver discusión y casos en Pallo 2013). Se destacan los sectores próximos a las sierras de Boquerón, San Sebastián y Carmen Sylva como áreas marginales o con muy baja intensidad de ocupación (Borrero 1985; Horwitz *et al.* 1993-94; Massone *et al.* 1993, 1998; Salemme y Bujalesky 2000; Borrazzo 2010). En estos espacios, el estrés invernal podría haber operado como un elemento limitante de ocupación que a largo plazo habría conducido a la existencia de un patrón arqueológico discontinuo, escaso o ausente (Pallo 2013).

El registro arqueológico del norte de la Isla se presenta como hallazgos aislados y concentraciones (“sitios/*loci*”); predominantemente en superficie<sup>5</sup>, pero también en contextos subsuperficiales. El material lítico es, dentro del conjunto de las evidencias arqueológicas, lo más abundante. Gran parte de las inferencias relacionadas con el manejo del espacio a nivel regional descrito arriba se debe al estudio detallado de esta línea (materias primas, proporción de desechos, morfometría, características tecnológicas, diversidad, abundancia, estadios de formatización, características tafonómicas, etc.). En términos generales, en esta región los artefactos son más de tipo expeditivo con un predominio de lascas formatizadas o con rastros de uso para tareas generalizadas (Borrazzo 2010). Dentro de los instrumentos, los raspadores y las raederas son los más estandarizados, también se encuentran muescas, denticulados, bolas (con y sin surco), cepillos, puntas de proyectil (triangulares pedunculadas con y sin aletas, triangular larga sin pedúnculo, lanceolada denticulada), cuñas, cuchillos, percutores, yunques, bifaces, pesas de red, etc. (Massone 1997; Morello *et al.* 2004a, 2008, 2009a, 2009b; Morello 2005; Torres 2007, 2009b; Borrazzo 2010; Santiago 2012; Charlin *et al.* 2014; Huidobro Marin 2014; Oría 2014)

Las actividades de talla se realizaron mayormente a partir de materias primas disponibles en lugares cercanos, en depósitos secundarios como bermas litorales, playas de gravas, cauces fluviales, bordes de laguna, morenas, etc.). La materias primas predominantes son la riolita y rocas silicificadas; y –en menores proporciones- basaltos, lutitas, cuarzo,

---

<sup>5</sup> Esto se debe a una suma de factores: 1) geomorfológicos (*e.g.* material en lagunas secas), 2) sedimentológicos (*e.g.* hoyos de deflación), 3) pedológicos (material en superficies vegetadas, en ausencia de sedimentación) y 4) metodológicos ya que los enfoques distribucionales de prospección en grandes escalas espaciales, que valorizan el registro superficial, han sido muy frecuentes en las agendas de trabajo de la región.



calcedonias, xilópalos, dioritas, diabasas, etc. (Ratto y García 1996; Franco 1998; Franco y Borrero 1999; Torres 2009b; Borrazzo 2004, 2010, 2012, 2014; Santiago 2012; Borrazzo y Etchicury 2013). Especialmente los huesos de cetáceos y en menor medida de aves también han sido utilizados como materia prima para la confección de instrumentos como punzones, retocadores, arpones y perforadores (Borella 1998; Nami y Borella 1999). La presencia de esta tecnología es muy común y se encuentra en toda la región, incluyendo sitios interiores (Santiago 2012).

Si bien las fuentes de materias primas líticas secundarias son relativamente ubicuas a nivel regional (aunque algo más concentradas en los sectores litorales), la distribución es heterogénea y existen diferencias notables en la distribución de tamaños y frecuencias de los nódulos (Franco 1998; Franco y Borrero 1999; Borrazzo 2004, 2010; Borrero *et al.* 2008)<sup>6</sup>. El caso de la cantera del Chorrillo Miraflores (Figura 4.2.), en el interior, constituye una excepción al tratarse de la única fuente primaria (Prieto *et al.* 2004; Massone 2009; Borrazzo 2010, 2012).

Chorrillo Miraflores presenta tobas riolíticas y silicificadas (Borrazzo *et al.* 2010), las primaras de coloración rojiza que las vuelve muy obstrusivas en el paisaje, y las otras con buenas propiedades para la talla, aunque en porciones pequeñas por la abundante presencia de impurezas y grietas (Borrazzo 2010). El registro de artefactos manufacturados en esta materia prima se extiende hasta unos 180 km al sur, en Lago Blanco y Fagnano (De Angelis 2010); y en otros sitios más cercanos, pero nunca a distancias menores a los 40 km (Borrazzo 2012). Las características tecnológicas de estos conjuntos líticos indican que las personas habrían transportado grandes núcleos (sin seleccionar las porciones más isotrópicas) por largas distancias para realizar las tareas de reducción en el campamento (Borrazzo 2012). Este escenario “poco eficiente” invita a pensar otras explicaciones del ingreso de la materia prima a los sitios, como por intercambio (regalos, comercio, información).

El caso de la obsidiana verde proveniente de Seno Otway y representada en varios *loci* arqueológicos de la Isla se suma al caso de Chorrillo Miraflores para la discusión acerca de la movilidad y el contacto inter-étnico (Morello *et al.* 2001; Manzi 2004; Morello *et al.* 2004b). La obsidiana verde se halló en Marazzi 1, 2, 13 y 22 (Morello *et al.* 1999, 2004a, 2009, 2012a); Porvenir Norte 28, Rio Caleta 4, Puesto Consuelo 3 (Morello *et al.* 2009a); Avilés 3, Pozo Tierra del Fuego 3 (Santiago 2012); Amalia 4 (Oría *et al.* 2010); Túnel 1 (Orquera y Piana 1999). En Marazzi 13 también se han encontrado lascas de obsidiana negra proveniente

---

<sup>6</sup> Sin embargo, Santiago y Oría (2007) y Santiago y colaboradores (2009) sostienen que su distribución es homogénea en la región.

de Pampa del Asador, en el continente (Stern 2004; Morello *et al.* 2009). En suma, existen numerosos casos que señalan una red de interacción en una escala espacial suprarregional (sobre la base de una forma de territorialidad “flexible”) que posee poca certeza cronológica, pero que el contexto sugiere Holoceno Tardío (Borrero *et al.* 2001; Pallo 2013). Cabe agregar que la presencia de obsidiana verde, que para momentos de contacto europeo se encontraba en territorio de los grupos canoeros Kawéskar (ver arriba), también se encuentra distribuida por Patagonia meridional (Manzi 2004; Caracotche *et al.* 2005; Charlin 2009; Borrero *et al.* 2011; Pallo 2013; Franco *et al.* 2015) (Figura 4.5.).

Respecto a los restos óseos, actualmente se registran cerca de 26 individuos en todo el norte de la Isla, sin considerar los restos humanos de colecciones o museos. Los hallazgos más comunes son superficiales (dunas, depósitos de gravas, en concheros), pero también se encuentran semienterrados/ enterrados; se trata mayormente de entierros primarios e individuales (Guichón *et al.* 2000, 2001b; Morello 2000; Martin 2004; Martin *et al.* 2004; Santiago *et al.* 2010). El enterramiento de los cuerpos por parte de estas poblaciones no habría tenido un formato pautado y no se habrían establecido áreas formales de entierro; a excepción del chenque hallado en Bahía Felipe por Ocampo y colaboradores (2000). Esta conducta simple en el tratamiento de los muertos también fue descrita etnográficamente, donde también se destaca una preocupación por evitar la acción de animales carroñeros sobre los cuerpos (Gallardo 1910; Gusinde 1982; Martin 2006).

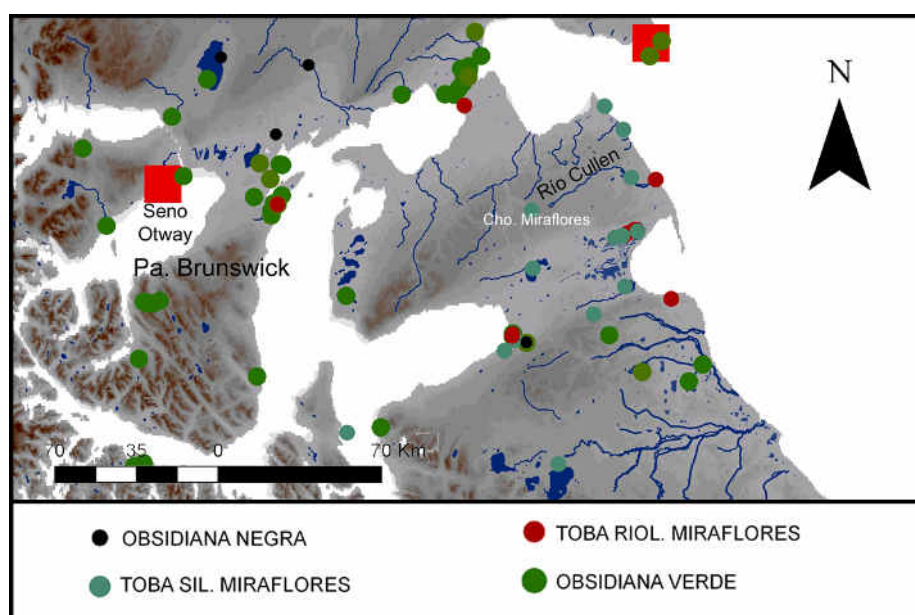


**Figura 4.5.** Distribución de materias primas alóctonas en Magallania (tomado y modificado de Pallo 2013:345).

Espacialmente, los hallazgos de restos humanos se concentran en sectores costeros, próximos a Bahía Inútil, Primera Angostura y Bahía San Sebastián (Guichón 1992; Ocampo *et al.* 2000; Massone *et al.* 2003; Martin 2004, 2006; Martin *et al.* 2004; Suby y Guichón 2004; Salemme *et al.* 2007; Suby *et al.* 2008). En los espacios interiores, también fueron hallados restos humanos en la localidad de Tres Arroyos (Constantinescu 1997; Massone *et al.* 1993; Martin 2006) y en Myren 1 (Constantinescu 1999). Adicionalmente, en los últimos años se han encontrado 11 individuos al sur de Bahía San Sebastián, también en espacios entre dos y cuatro kilómetros de la costa (Santiago *et al.* 2010). Los casos de Marazzi 1 y La Arcillosa 2 se destacan por sus cronologías circunscriptas al Holoceno Medio (Guichón *et al.* 2001b; Salemme *et al.* 2007); el resto pertenece al Holoceno Tardío, últimos 1500 años.

Ya se ha mencionado que los estudios isotópicos de las muestras provenientes del norte de la Isla presentan una firma predominante terrestre e incluyendo una proporción modesta pero sistemática de recursos marinos (*e.g.* Borrero *et al.* 2001; Yesner *et al.* 1991, 2003; Guichón *et al.* 2001a; Barberena 2004), y no se han registrado diferencias entre hombres y mujeres (Schinder *et al.* 2003). En general existe poca evidencia de estrés nutricional-metabólico y enfermedades infecciosas, pero hay una incidencia alta de enfermedades bucales provocadas mayormente por un alto desgaste dental (Guichón 1994; Santiago *et al.* 2010). Se ha registrado la presencia de parásitos (*Cappilaria sp.*) en los sedimentos de la cavidad pélvica de un individuo de Las Mandíbulas de edad “moderna” (Fugassa *et al.* 2007) y un caso de tuberculosis pre-contacto en un individuo de Myren 1 datado en 640 $\pm$ 20 AP (Constantinescu 1999; Guichón *et al.* 2009) que se suma a otros siete individuos de otras regiones de Argentina (Bastida *et al.* 2011) y en América en general (Bos *et al.* 2014). Se ha planteado para este caso que el foco de contagio podría haber sido una especie de pinnípedo, huésped primario del bacilo *Mycobacterium pinnipedii* registrado en la región hace un par de décadas (Bastida *et al.* 2011; Bos *et al.* 2014). En los entierros ubicados entre el río Chico y Grande se destaca la presencia de lesiones probablemente asociadas a causas de origen traumático, mecánico y congénito, por actos de violencia interpersonal y actividad física (Santiago *et al.* 2010).

Tras la llegada de los europeos, la ruptura de estos modos de vida basados en una alta movilidad de grupos pequeños, con dietas conformadas por proteínas animales de origen terrestre, trajo aparejado consecuencias fatales. Más allá del exterminio directo e intencionado, la supervivencia de estas poblaciones entre fines del siglo XIX y principios del XX se basó en la lucha contra la emergencia de enfermedades infectocontagiosas y

nutricionales debido a los cambios dietario (la alimentación en las misiones estaba basada mayormente en los carbohidratos) y a la reducción de la movilidad, que promovió el hacinamiento y la dispersión de enfermedades como la tuberculosis (Casali *et al.* 2006; Guichón *et al.* 2006; García Laborde *et al.* 2010) (Figura 4.6.).

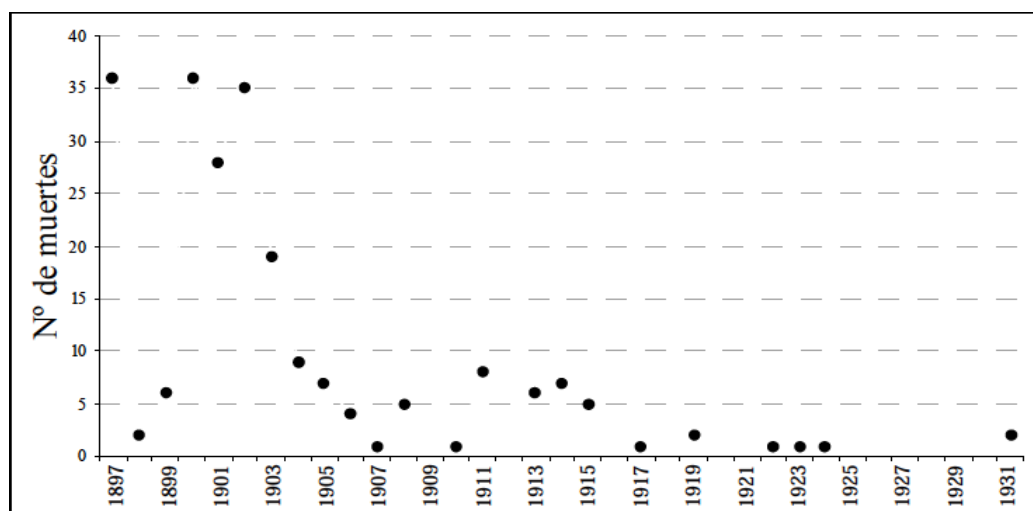


**Figura. 4.6.** Muertes entre 1896-1931 en la Misión Salesiana La Candelaria (Casali *et al.* 2006:98).

### 3. Marazzi 2

El sitio MA2 forma parte de una localidad mayor en la que se detectaron 38 concentraciones de materiales y casi el doble de hallazgos aislados, a lo largo del sector sudoeste de Bahía Inútil, mayormente entre los ríos Torcido y Marazzi (Massone 1997; Morello *et al.* 1999). La localidad lleva ese nombre a partir del sitio Marazzi 1 (MA1), excavado por Annette Laming-Emperaire y equipo en los años 1965, 1967 y 1968. La investigadora también prospectó un área más amplia y realizó algunas descripciones generales del registro (Laming-Emperaire 1967; Laming-Emperaire *et al.* 1972).

MA1 se ubica al reparo de un bloque errático a menos de un km de la costa y a unos 7,5 km de MA2. Las evidencias encontradas, que incluyen los restos humanos más antiguos de la Isla (*ca.* 5890-6790 cal. AP) arrojaron una datación de 10650-11170 cal. AP (9590±200), pero reevaluaciones posteriores (ver abajo) no pudieron hallar niveles con estas edades aunque sí pertenecientes al Holoceno Medio (Morello *et al.* 1999) (ver Tabla I, Anexo). No existen dataciones absolutas asociadas al Holoceno Tardío.

En 1971, Carlos Urrejola prospectó la costa de Bahía Inútil (y algunos puntos del interior), desde Caleta Josefina al norte, hasta la Estancia California al sur (Urrejola 1971).

Este investigador es quien ubica la concentración de lo que posteriormente se denominó Marazzi 2 y su abordaje es notablemente geoarqueológico para la época: *“En esta zona la evaluación del papel que desempeña el paisaje o situación geomorfológica y el medio climático en el patrón de asentamiento es esclarecedor”* (Urrejola 1971:132). El autor describe la presencia de material arqueológico en los perfiles del río Torcido y barrancas que dan a la playa de gravas. Menciona que el registro (valvas y restos óseos) se concentran en la capa orgánica del perfil y que la presencia aumenta en densidad río arriba.

En 1996 Mauricio Massone y equipo llevaron a cabo una prospección estratificada del área comprendida entre el río Torcio y río Marazzi, registrando 21 sitios arqueológicos y 51 hallazgos aislados (Massone 1997). La evaluación general de las características de estas concentraciones permitieron postular que los sitios ubicados próximos a las costas presentaban un carácter más residencial y redundante (mayor diversidad artefactual y extensión), mientras que los sectores más alejados a la costa poseían un registro correspondiente a ocupaciones logísticas o breves, asociadas a bloques erráticos, disponibilidad de agua cercana y buena visibilidad (Massone 1997) (Figura 4.7.). La tecnología lítica está representada ampliamente por lascas; entre los instrumentos destacan las raederas, boleadoras, raspadores y en menor medida yunques, percutores, cepillos, puntas y sobadores. Entre los hallazgos aislados se encuentran lascas, raederas, boleadoras y núcleos.

En 1996 también comenzaron las excavaciones en MA2, con la apertura de una unidad de 4 m<sup>2</sup> en lo que se denominó como Sector 2, ubicado en una posición más alta que el Sector 1 (Figuras 4.8.) (Morello *et al.* 1998; Prieto, X. 1998; Seguel y Martínez 1998). La Tabla 4.1. sintetiza las excavaciones realizadas en MA2. En esta temporada de trabajo se delimitó la extensión de MA2 en unos 250x50 m, aunque trabajos posteriores encontraron una continuidad de material en una extensión de hasta 400x200 m (presente trabajo). A partir de la unidad excavada se interpretó la existencia de dos componentes culturales debido a la presencia de un nivel de 10 cm estéril.

En 1998 se re-abrió el sitio MA1, a fin de reevaluar la estratigrafía y los niveles más profundos. También se excavaron sitios a cielo abierto como Marazzi 3 y 22, este último adyacente a MA1 y conectado por una dispersión continua de artefactos (Morello *et al.* 1999). Finalmente se amplió la cobertura de prospección, detectándose unos 16 sitios más que incluyen concheros en donde se observan huesos de ballena, pingüino, peces, guanacos, lobo marino, cánidos, aves, etc. En el conjunto lítico de MA1 predominan las lascas y desechos de talla, y entre los instrumentos las raederas, percutores y preformas bifaciales. En esta instancia

no se pudo constatar la presencia de bolas como en las excavaciones de Laming-Empeaire. Las materias primas son mayormente locales (basaltos), pero hay registro de desechos de obsidiana verde y rocas silíceas. Los restos óseos muestran la presencia de ave, guanaco, roedor, cánido, oveja, peces y valvas. Las excavaciones pioneras también registraron mamíferos marinos. Se observaron espículas de carbones y pigmentos.

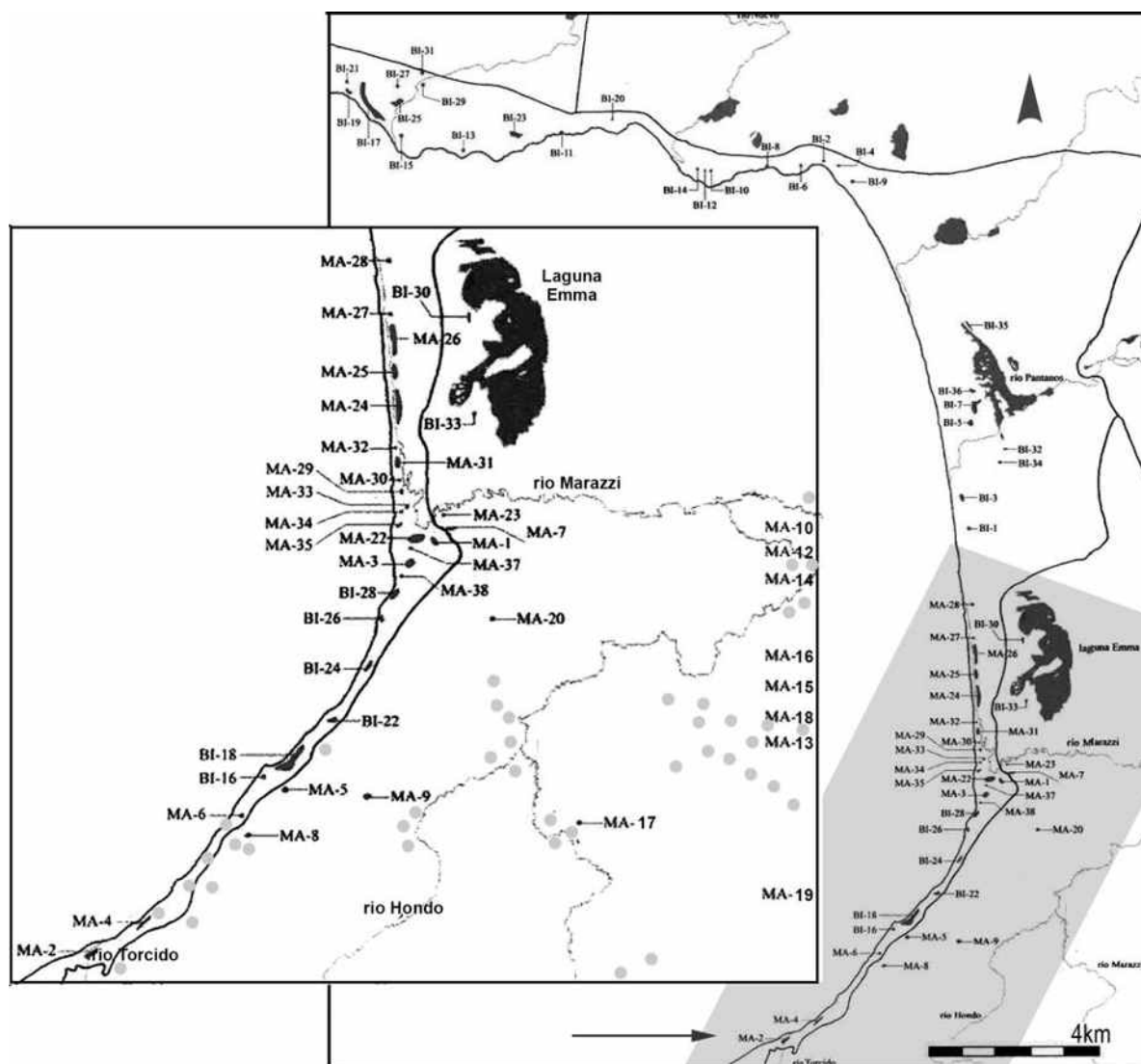


**Figura 4.7.** Distribución de los distintos sitios de la Localidad de Marazzi incluyendo los hallazgos aislados (círculos grises). MA19, 13, 18, 15, 14, 12 y 10 se encuentran justo por fuera del mapa. Tomado y modificado de Massone y colaboradores (2003:47) y Massone (1997:126).

|                                                         | “90N/1E” (2002) y “3” (2007),<br>Sector 1 (unidades contiguas)                                                                                                                               | “25N/35E” (2002),<br>Sector 1                                                  | “3C” (1998),<br>Sector 2                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Posición geomorfológica                                 | Terraza fluvial                                                                                                                                                                              | Terraza fluvial, cerca del talud de morena terminal                            | Cercana al paleoacantilado, en el <i>kettle hole</i> frente a la morena.                                                                                              |
| Área / volumen                                          | 1 m <sup>2</sup> /~1,6 m <sup>3</sup> y 1 m <sup>2</sup> / 1,5 m <sup>3</sup>                                                                                                                | 1 m <sup>2</sup> / 1,5 m <sup>3</sup>                                          | 4 m <sup>2</sup> / 3,4 m <sup>3</sup>                                                                                                                                 |
| Profundidad                                             | 1,77 m y 1,5 m                                                                                                                                                                               | 1,5 m                                                                          | 1,63 m                                                                                                                                                                |
|                                                         | 530 NISP x m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                    | 598 NISP x m <sup>3</sup>                                                      | 43 NISP x m <sup>3</sup>                                                                                                                                              |
| Restos óseos                                            | Mayormente guanaco y roedor; ave (cauquén, albatro, pingüino, cormorán), mamíferos marinos, peces (merluza, morena, congrio) y zorro colorado <sup>7</sup>                                   |                                                                                |                                                                                                                                                                       |
|                                                         | 983 MNI x m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                     | 368 MNI x m <sup>3</sup>                                                       | 3 MNI x m <sup>3</sup>                                                                                                                                                |
| Valvas de molusco                                       | Mayormente <i>Nacella magellanica</i> y <i>deurata</i> , <i>Mytilus chilensis</i> y <i>Perumytilus purpuratus</i>                                                                            |                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| Artefactos líticos                                      | Desechos, lascas, raspadores, raederas, núcleos, preformas de bolas (esféricas con surco; Torres 2009b) y un percutor (basaltos, andesitas, cuarzo, rocas silíceas) (597 x m <sup>3</sup> ). | Desechos, lascas, un fragmento de punta de proyectil, un punzón y una raedera. | Desechos, lascas, una punta de proyectil pedunculada con aletas, un núcleo y tres raederas. Disminuye la frecuencia en profundidad. Materias primas locales (basalto) |
| Otros materiales                                        | Carbón y ocre. Retocador de metapodio de guanaco y cuña sobre costilla de cetáceo.                                                                                                           | Fragmento de vidrio, lasca de obsidiana verde, cuña de cetáceo, carbón y ocre. | Carbón y ocre.                                                                                                                                                        |
| Hallazgos en superficie                                 | Circunscriptos a zonas erosionadas y perfiles expuestos: una raedera, una punta triangular pedunculada, dos bolas, desechos, material malacológico y restos óseos de guanaco.                |                                                                                |                                                                                                                                                                       |
| Observaciones                                           | Huesos quemados. Posible adorno de almeja. Cuevas de roedores. Vértebra de guanaco articuladas (55-58 cm). Contacto basal con freática. Material hasta 145 y 130 cm.                         | Huesos quemados. Materiales hasta 140 cm.                                      | Plástico (0-10 cm). Huesos quemados, cuevas de roedores, oveja (15-25 cm). Nivel estéril (45-55 cm). Material hasta 75 cm.                                            |
| Cronología ( cal. un sigma, ShCal13 - <i>OxCal</i> 4.2) | ~2760-2845 cal. AP (2745±40 AP; Ua21140, 120 cm, carbón) ~2360-2675 cal. AP (2460 ± 30 AP; Beta396505, 65 cm, guanaco).                                                                      | ~ 1830-1920 cal. AP (1965±40 AP; Beta-113690, 83 cm, guanaco).                 | ~690-900 cal. AP (910±70 AP; Beta-113690, 30-40 cm, guanaco)                                                                                                          |
| Referencias                                             | Morello <i>et al.</i> 2004a; Massone <i>et al.</i> 2007; Calás y Lucero 2009; Ozán <i>et al.</i> 2015.                                                                                       |                                                                                |                                                                                                                                                                       |
|                                                         | Morello <i>et al.</i> 1998; Calás y Lucero 2009.                                                                                                                                             |                                                                                |                                                                                                                                                                       |

**Tabla 4.1.** Síntesis de las excavaciones realizadas en MA2 en 1996, 2002 y 2007.

<sup>7</sup> Los peces y roedores se interpretan como consecuencia de una depositación natural (Torres 2009a; Calás 2014). La presencia de guanacos y otáridos neonatos, cormoranes juveniles y peces como *M. magellanicus* indican que al menos algunas ocupaciones habrían tenido lugar en los meses de verano (Calás y Lucero 2009; Torres 2009a).



En el año 2002 se realizaron nuevas excavaciones en MA2 (Sector 1; Figura 4.8.), bajo el marco de un diseño de prospección por barrenados en superficie con el objeto de detectar áreas de concentración artefactual. En esta instancia se abrieron dos cuadrículas más de 1 m<sup>2</sup> cada una (Morello *et al.* 2004a) (Tabla 4.1.). En el 2007 y con el objeto de analizar con mayor detalle la secuencia estratigráfica de la unidad 90N/1E, se abrió una unidad contigua a aquella (Arroyo-Kalin *et al.* 2007; Massone *et al.* 2007; Tabla 4.1. y la Figura 4.9)

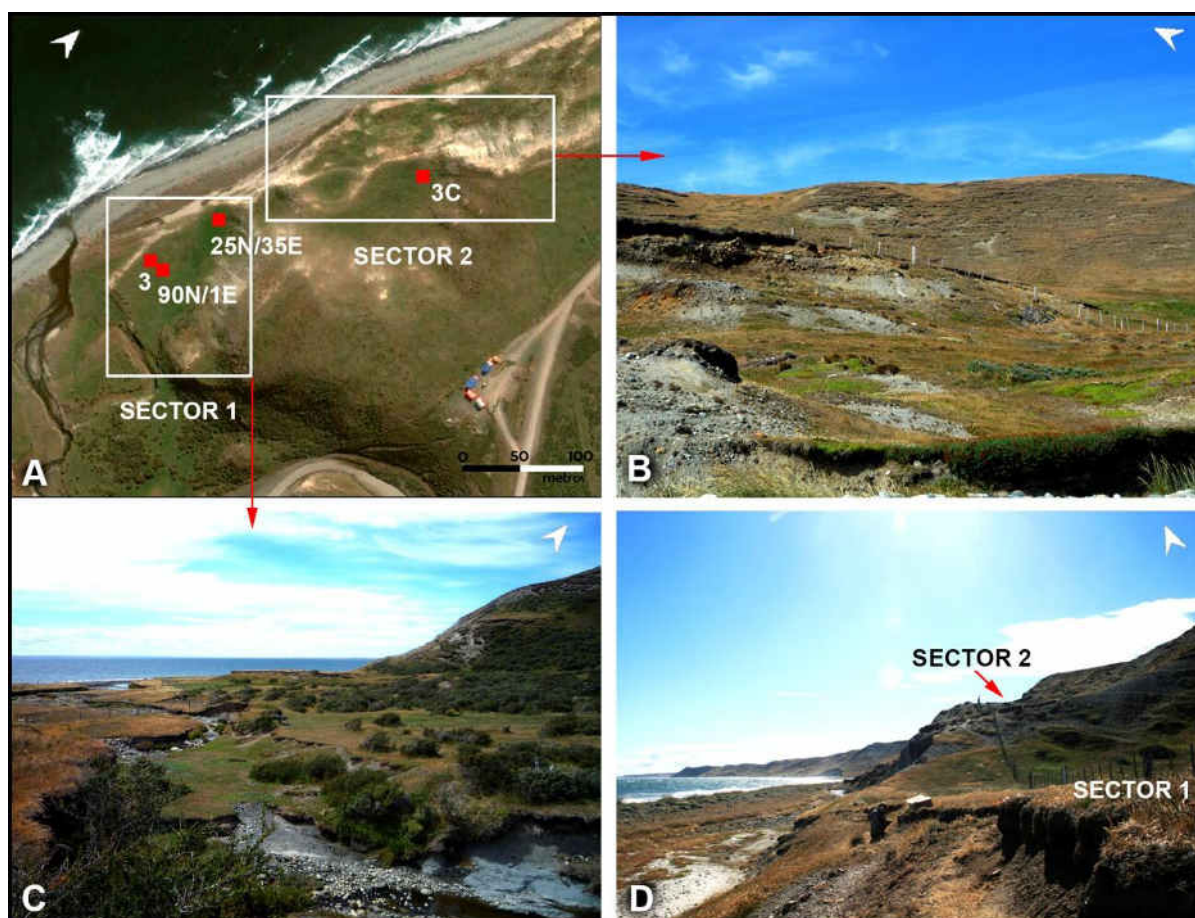


**Figura 4.8.** A- Foto satelital del MA2 y ubicación de la unidades de excavación de cada sector. B- Vista desde la playa del Sector 2; nótese los deslizamientos rotacionales y la depresión del *kettle hole*. C- Vista hacia el mar del Sector 1, nótese el río Torcido y las terrazas. D- Vista desde el Sector 1 del frente costero.

En síntesis, la información disponible indica que MA2 fue visitado redundantemente por poblaciones cazadoras recolectoras terrestres desde al menos el *ca.* 2800 cal. AP y hasta momentos históricos como lo indica el desecho de vidrio. Pese que el análisis lítico aún se encuentra bajo estudio, el caso de las bolas indica varios estadios de formatización y, en



efecto, la confección *in situ* de las mismas (Torres 2009b). El registro zooarqueológico muestra evidencias de consumo de recursos marinos, incluso haciendo uso de sus huesos para confeccionar instrumentos, pero la fauna marina no fue cuantitativamente superior al guanaco (Calás y Lucero 2009). La presencia de obsidiana verde y la toba silicificada de Chorrillo Miraflores sugieren circuitos de movilidad amplios (Morello *et al.* 2004a; Borrazzo 2012). Las poblaciones utilizaron este espacio de un modo más intensivo que el resto de las ocupaciones aledañas, aunque -en una escala espacial mayor- todo el área muestra una intensidad de ocupación alta (Massone 1997; Massone *et al.* 2003).

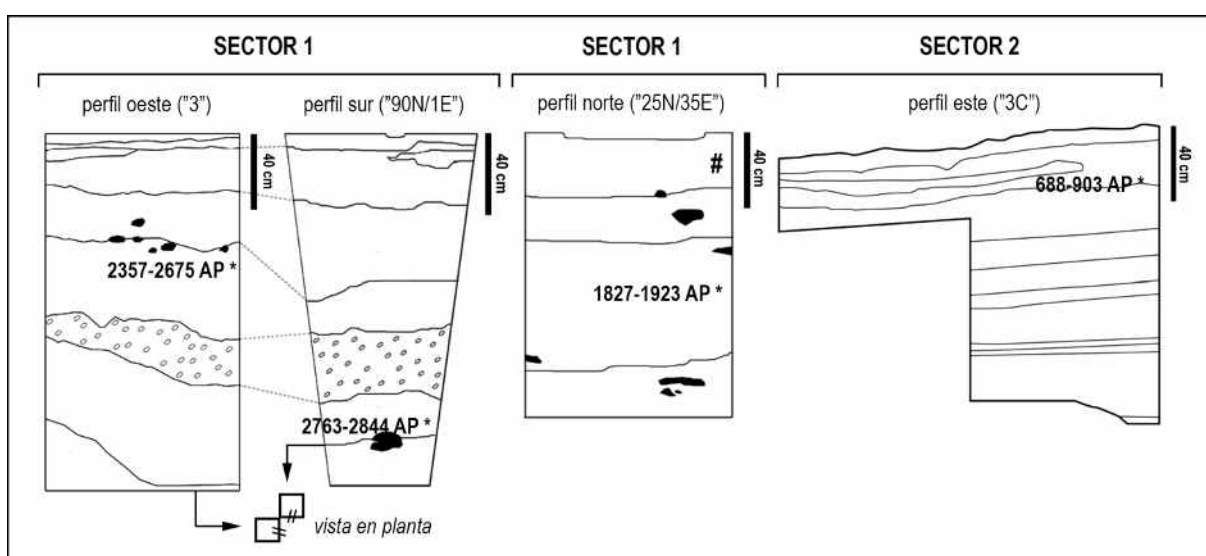


**Figura 4.9.** Perfiles de las excavaciones llevadas a cabo en MA2 con la posición de las dataciones realizadas. La datación del perfil oeste ("3") pertenece al presente trabajo (ver capítulo 6) ya que ese fue el perfil re-estudiado para esta tesis (denominado "P1" del capítulo 5 en adelante). # = posición del desecho de vidrio. Las capas fueron separadas por los investigadores con criterios texturales y color (tomado y modificado de Morello *et al.* 1998, 2004a; Massone *et al.* 2007; Calás y Lucero 2009:959).

#### 4. Tres Arroyos

La localidad arqueológica Tres Arroyos (~1,5 km<sup>2</sup>), en el Cerro de los Onas y próxima al río San Martín, fue visitada por Annette Laming-Emperaire en la década del '60 y luego en 1975/76 por Earl Saxon (Laming-Emperaire *et al.* 1972; Saxon 1979). Las excavaciones del equipo de Mauricio Massone comenzaron en 1981 en una etapa que duró hasta 1986. Luego de una pausa de 10 años, el mismo investigador retomó los trabajos en el área con un equipo multidisciplinario que continuó con las investigaciones entre 1996 y 1999 (Massone 2004).

En torno al cerro, el material arqueológico se distribuye en un área de 250x150 m (Figura 4.10.). Se constató la presencia de registro en la totalidad de los reparos rocosos (13 aleros y una cueva), y sólo se excavaron TA1, 4 y 7. En los taludes norte, noreste y este se observan más de 300 depresiones circulares/subcirculares interpretadas como improntas de viviendas históricas Selk'nam, dadas sus características morfométricas, la distribución del registro arqueológico dentro y fuera de ellas (ver abajo), observaciones botánicas y las descripciones etnográficas (Massone *et al.* 1993). Observaciones posteriores no avalan esta interpretación al señalar la datación de más de 2000 años obtenida en una de las depresiones (Prieto *et al.* 1997) sumado al hecho de que algunas otras no poseen material arqueológico (Borrero 2004).

Con un diseño sistemático de prospección superficial y subsuperficial, a unos pocos kilómetros al norte del Cerro de los Onas, se halló otra concentración de materiales arqueológicos (un fragmento de punta, una raedera, una lámina y once lascas de sílice y basalto) que se denominó Tres Arroyos 16 (200x50 m de extensión), que por su cercanía forma parte de la localidad en cuestión. Aquí, también se registraron unas 60 depresiones circulares/subcirculares de 2/4 m de diámetro. Dos sondeos ubicados en estos rasgos mostraron restos de guanaco y oveja hasta los 15 cm de profundidad (Massone *et al.* 1993). A unos seis kilómetros del Cerro de los Onas, en dirección oeste, se definió Tres Arroyos 17, con hallazgos en superficie desenterrados por una corurera que constan de una raedera, un raspador, 12 lascas, y dos núcleos de sílice y lutita. En este marco más amplio de baja intensidad de ocupación, el Cerro de los Onas contrasta por sus mayores frecuencias artefactuales y relativamente mayor extensión (Massone *et al.* 1993).

En TA1 se excavaron seis unidades de tamaño y profundidad variable. Esta cueva posee el registro arqueológico más antiguo de la Isla por lo que gran parte de la investigación se volcó al estudio de los niveles más antiguos de TA1, entre 60-166 cm de profundidad (Massone 2004) (Tabla 4.2.). En ellos se encuentra fauna extinta como *Hippidion saldiasi*, *Lama sp.*, *Vicugna sp.*, *Panthera onca mesembrina*, *Dusicyon avus*, *Myiodon darwini* y *Rheidae*; algunos huesos de fauna extinta fueron hallados sobre el talud próximo a TA1, en TA14(30) (Caviglia 1985/86; Latorre 1998; Prieto 1999; Alberdi y Prieto 2000; Prevosti 2006; Martín *et al.* 2009; Weinstock *et al.* 2009). La cueva de TA1 habría sido habitada por algunos de estos *taxa*, que incluso habrían sido consumidos, como es el caso de *Hippidion sp.*, *Lama sp.* y *Dusicyon avus* cuyos huesos se encuentran quemados y con huellas de corte (Mengoni 1987; Arroyo 1998; Prieto 1999).

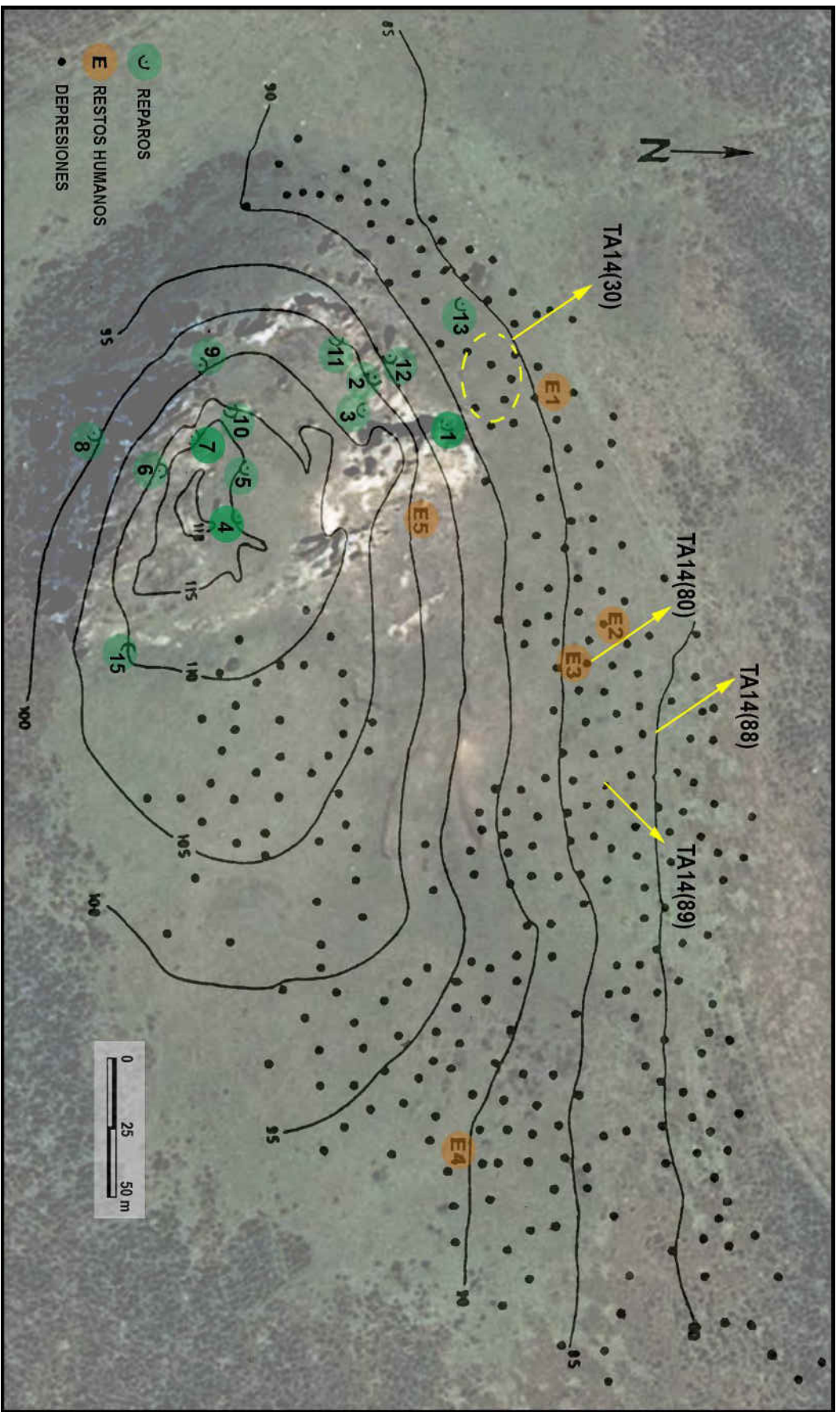


**Figura 4.10.** Esquema topográfico sobre foto satelital de Cerro de los Onas (altura máxima 40 m), la distribución de las depresiones, la ubicación de los aleros, los restos humanos y las excavaciones en el talud. (modificado de Massone *et al.* 1993:62).

La evaluación tafonómica de estos niveles indica la existencia de múltiples procesos de migración vertical, principalmente por acción de roedores como coruro y conejo, por lo que la asociación entre fauna extinta y actividad humana sólo podría afirmarse en función de aquellos escasos huesos con huellas, rastros de combustión o aquellos altamente fragmentados (Martin y Borrero 1999; Borrero 2003). En este sentido, se desestima la posibilidad de que la fauna pleistocénica de los niveles más profundo, con dataciones mayores a los *ca.* 10700 AP efectivamente hayan ingresado por acción antrópica, pese a la presencia de artefactos líticos en el mismo nivel (Borrero 2003).

| Sitio    | Datación   | Cod. lab.  | Material                        | Referencia                 | Cal. 1σ AP  |
|----------|------------|------------|---------------------------------|----------------------------|-------------|
| TA7      | 100±50     | N/I        | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1993 | 7-245       |
| TA1[I]   | 135±85     | MC1079     | Carbón                          | Repaire y Hugues 1977      | 0-113       |
| TA14(89) | 210±50     | N/I        | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1993 | 12-257      |
| TA14(89) | 280±70     | N/I        | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1993 | 150-442     |
| TA1[III] | 700±70     | DIC303852  | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1993 | 560-660     |
| TA1[Va]  | 1120±40    | Beta101054 | Óseo guanaco                    | Massone <i>et al.</i> 1998 | 933-1049    |
| TA1[IV]  | 1340±50    | Beta30903  | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1993 | 1180-1270   |
| TA14(30) | 2280±60    | Beta101055 | Óseo guanaco                    | Prieto <i>et al.</i> 1997  | 2101-2311   |
| TA1[IV]  | 9960 ± 50  | GX-32667   | Rheidae                         | Martin <i>et al.</i> 2009  | 11243-11392 |
| TA1[Va]  | 10130±210  | OxA9666    | Carbón                          | Massone 2009               | 11290-11988 |
| TA1[Va]  | 10240±110  | DIC304218  | Óseo guanaco                    | Massone <i>et al.</i> 1998 | 11511-12254 |
| TA1[Va]  | 10280±110  | DIC304218  | Óseo guanaco                    | Massone <i>et al.</i> 1998 | 11711-12370 |
| TA1[Vb]  | 10420±100  | DIC304583  | Óseo guanaco                    | Massone <i>et al.</i> 1998 | 12056-12413 |
| TA1[III] | 10575±65   | OxA9245    | <i>Dusicyon avus</i>            | Massone <i>et al.</i> 1993 | 12425-12634 |
| TA1[Va]  | 10580±50   | Beta113171 | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1998 | 11711-12370 |
| TA1[Va]  | 10600±90   | Beta101023 | Carbón                          | Massone <i>et al.</i> 1998 | 12429-12648 |
| TA1[Va]  | 10630±70   | Oxa9246    | <i>Vicugna vicugna</i>          | Massone <i>et al.</i> 1998 | 12436-12657 |
| TA1[Va]  | 10685±70   | Oxa9247    | <i>Hippidion saldiasi</i>       | Massone <i>et al.</i> 1998 | 12557-12681 |
| TA1[Va]  | 11085±70   | Oxa9248    | <i>Panthera onca mesembrina</i> | Massone <i>et al.</i> 1998 | 12812-12998 |
| TA1[Va]  | 11880±250* | Beta20219  | Óseo carbonizado                | Massone 1987               | 13424-13995 |
| TA14(30) | 12280±110  | Beta101056 | N/i                             | Massone <i>et al.</i> 1999 | 13959-14417 |
| TA1[VI]  | 12540±70   | N/I        | <i>Hippidion saldiasi</i>       | Massone <i>et al.</i> 1998 | 14489-14975 |

**Tabla 4.2.** Dataciones de la localidad Tres Arroyos. El sombreado indica edades de huesos o niveles paleontológicos previos o de dudosa asociación con la actividad humana. Para las dataciones de TA1, el orden de los datos no responde a la secuencia vertical de la excavación. Entre [ ] se consigna el nivel. \* Datación dudosa.

En las ocupaciones más antiguas, también existen varios fogones diacrónicos, fauna moderna como guanaco (predominantemente), cauquén, bandurria y roedores; artefactos líticos como lascas, desechos, raederas, cuchillos, raspadores, instrumentos bifaciales, núcleos y puntas (mayormente de dacita, riolita y xilópalo); instrumentos óseos, valvas, cuentas, colgantes y restos de ocre (Caviglia 1985/86; Jackson 1987; Mengoni 1987; Latorre 1998; Nami 1993/94; Massone 2004; Huidobro Marin 2014). Destaca en los primeros 15 cm, la presencia de microdesechos de la materia prima de Chorrillo Miraflores, también registrada en TA14(30), entre los 5-100 cm y en TA4, entre 0-20 cm (Prieto *et al.* 2004).

Un aspecto a destacar de TA es la ausencia de registro arqueológico perteneciente al Holoceno Medio, es decir, existe un lapso de unos 9000/10000 años sin ocupaciones humanas. Luego de los niveles pleistocénicos de TA1, siguen ocupaciones del Holoceno tardío e inmediatamente históricas. Las dataciones disponibles y las estimación en función del registro arqueológico indican que los aleros TA4, TA7 y el material del talud (depresiones TA14(89) y TA14(88)) pertenecen a los últimos *ca.* 400 cal. AP, llegando a momentos post-contacto dada la presencia de desechos de talla de vidrio de botella. Es probable que los niveles más profundos de TA4 sean algo más antiguos, como lo sugieren las puntas triangulares apedunculadas allí encontradas (Massone *et al.* 1993).

Las depresiones poseen entre 2,10-4,95 m de diámetro y una profundidad de entre 5-21 cm. Al interior, domina la presencia de *Azorella trifurcata* interpretada como consecuencia de la acción antrópica. De las 20 depresiones sondeadas, 14 mostraron materiales arqueológicos (dos fueron excavadas), cuatro materiales dudosos y dos no presentaron registro. Adicionalmente, en otra depresión excavada por Borrero sólo se halló una corurera y restos de un guanco muerto sin ninguna evidencia humana (L. Borrero com. pers. 2015). En la Tabla 4.3. se sintetizan las características de las excavaciones a lo largo del talud de TA (Massone *et al.* 1993).

Como fuera mencionado, los autores interpretan estas depresiones como viviendas plurifamiliares ocupadas de modo no sincrónico para momentos históricos. Sin embargo, al respecto del trabajo en Estancia Dos Marías y Florentina (a unos 30 km al norte de TA) agregan:

*“... se sondearon improntas de tres sitios diferentes que presentaban oquedades similares a las detectadas en Tres Arroyos. Sin embargo, un total de 12 sondeos practicados en los 3 sitios de las lagunas, arrojaron resultados negativos (...) pese a que en otros sectores*

de los sitios, próximos a las improntas, sí se encontraron abundantes restos óseos y líticos en superficie” (Massone *et al.* 1993:88).

| Talud                                                                                                               | Registro superficial                                                                                                            | Registro subsuperficial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Observaciones                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TA14(89)<br>16 m <sup>2</sup><br>(interior).<br>Prof. 45<br>cm.                                                     | Una vértebra, un calcáneo y una pelvis de guanaco.<br>Una vértebra humana. Dos fragmentos de escápula de oveja.<br>Un percutor. | 38 artefactos líticos (moda en 25 cm). Desechos, lascas, fragmento de punta, sobador y litos ovoidales.<br>221 vidrio (moda entre 25-35 cm). Desechos, seis cuentas y un raspador.<br>262 (óseo/NISP) (moda en 15 cm). Guanaco, cánido, roedor, ave, oveja.<br>Presencia de metal (formón) a los 10 cm y pigmento a los 15 cm. Carbón. | 150-442 cal. AP (280±70 AP; a 16 cm).<br>12-257 cal. AP (210±50 AP; a 25-30 cm).<br>Material arqueológicos hasta los 40 cm |
| TA14(88)<br>12 m <sup>2</sup><br>(interior y exterior)<br>hasta 20<br>cm, luego<br>1 m <sup>2</sup> hasta<br>64 cm. | Fragmentos óseos de guanaco.                                                                                                    | 79* artefactos líticos (moda en 10-20 cm). Desechos, lascas, chisperos, una raedera y dos raspadores (lutita, cuarzo, sílex, jaspe).<br>Mismas <i>taxa</i> que TA14(89) más conejo. No se informa NISP. Abundante valva.<br>Un desecho de vidrio. Un instrumento de metal (lezna). Pigmento. Carbón.                                   | Excavación hasta roca de caja. Material arqueológico hasta los 35 cm<br><br>Ver Figura 4.11.                               |

**Tabla 4.3.** Características de las unidades de excavación del talud de TA.

Pese a la similitud morfométrica, los autores describen diferencias vinculadas a la microtopografía interna y la irregularidad de los bordes de la depresión. En este sentido, las depresiones de Dos Marías y Florentina podrían ser naturales. En este marco y considerando que en TA también existen depresiones sin material antrópico, los autores plantean que los más de 300 rasgos en la localidad en cuestión podrían ser: 1) producto de la acción antrópica; 2) naturales y luego aprovechadas como viviendas; 3) naturales no aprovechadas por las poblaciones. El criterio para distinguir estos distintos escenarios queda como perspectiva de futuras investigaciones.

En esta localidad también se encontraron varios restos humanos de forma aislada, agrupados, enterrados, semienterrados y en superficie; en aleros y a lo largo del talud. (Massone *et al.* 1993; Constantinescu 1997, 1999; Martin 2006). Los restos ubicados en E3, TA14(80) (Figura 4.10.) son los más completos y se encontraban enterrados a unos 23 cm de profundidad. Esto originalmente fue interpretado como un entierro secundario intencional,

acompañado de ocre, de un adulto masculino de unos 40/45 años (Massone *et al.* 1993; Constantinescu 1997). Sin embargo, un análisis tafonómico exhaustivo sobre estos restos propusieron que el cuerpo habría sido depositado en alguna posición del talud más alta, luego se habría desplazado en favor de la pendiente ( $10^{\circ}/18^{\circ}$ ) hasta alcanzar una situación estable en una depresión que habría operado como trampa natural (Martin 2006). En este trayecto, la actividad de cánidos (probablemente perro) también habría contribuido al desplazamiento y desarticulación de las partes. Finalmente, los restos se habrían enterrado con rapidez dado su buen estado de conservación; aunque no habrían permanecido en esta situación de estabilidad por mucho tiempo debido a la ausencia de marcas de radículas (Martin 2006).

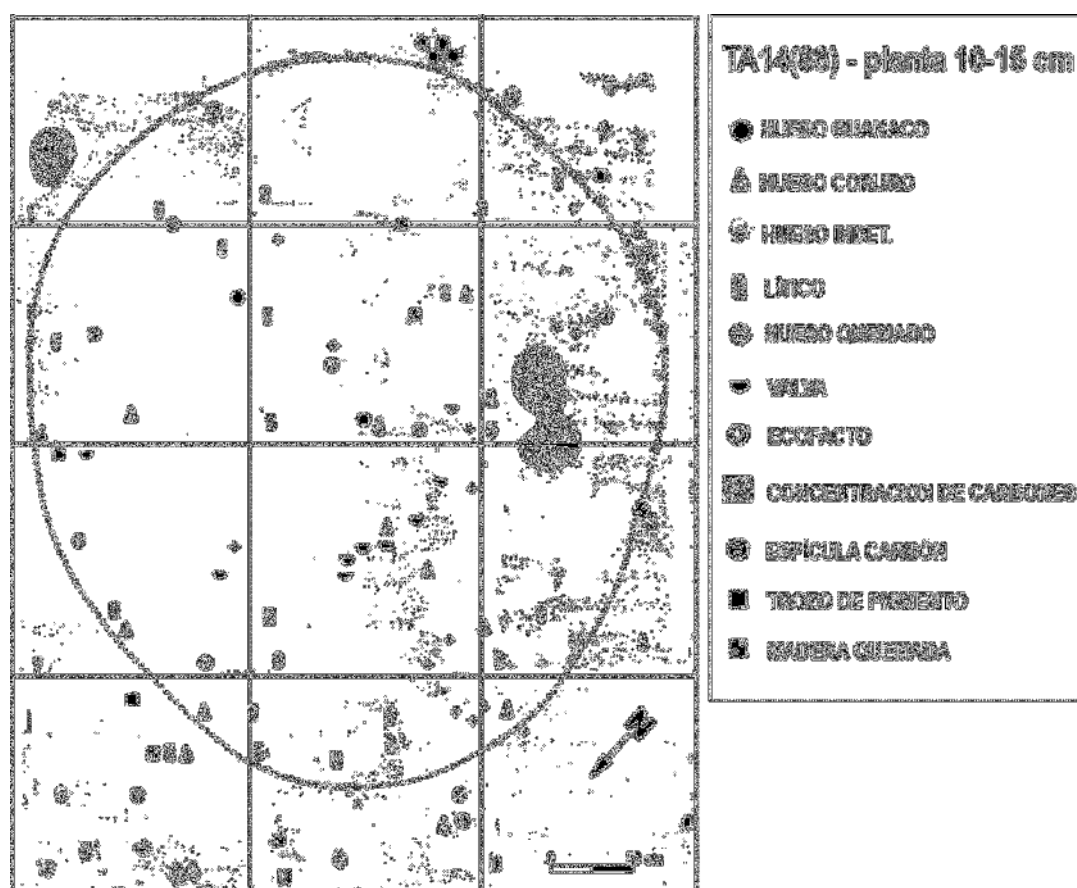


**Figura 4.11.** Planta de TA14(88) a los 10-15 cm. Nótese la distribución y abundancia del material dentro y fuera de la depresión (modificado de Massone *et al.* 1993:81).

En el alero TA2 también se hallaron restos semienterrados de un adulto masculino, cuya historia tafonómica habría transitado momentos subsuperficiales y subaéreos, dada la presencia de raíces y rasgos de exposición, respectivamente. Resulta interesante en este caso,

la presencia de una cobertura vegetal en el alero, hoy ausente muy probablemente a causa del tránsito, permanencia y revolcadero de ovejas (Seguel 1993; Martin 2006). Finalmente, una serie de huesos humanos aislados fueron descubiertos a lo largo del talud y en las escarpas de erosión con estados de conservación variados, todos con marcas de raíces y ninguno con huellas de carnívoros. Entre estos se identificaron un adulto masculino, un adulto indeterminado y una mujer de unos 20 años.

En suma, la localidad de Tres Arroyos ha sido objeto de muchas investigaciones que se pusieron sistemáticamente en marcha hace más de 30 años, abordando múltiples líneas de evidencia. Este espacio fue ocupado tempranamente, en plena transición Pleistoceno-Holoceno y cuando Tierra del Fuego aún estaba unida al continente. En este momento las poblaciones coexistieron con fauna extinta, e incluso la aprovecharon como alimento, aunque la evidencia no muestra un aprovechamiento intensivo. El guanaco fue la presa principal desde las primeras ocupaciones. No se han encontrado evidencias pertenecientes al Holoceno Medio y las ocupaciones del Holoceno Tardío y tiempos históricos muestran una gran redundancia. En estos últimos milenios se observa que este espacio se encuentra integrado en una región más amplia que abarcan las costas (por el registro de valvas) y sectores más septentrionales (dada la presencia de materia prima proveniente de Chorrillo Miraflores).

## **5. Cerro Sin Nombre**

A diferencia de MA2 y TA, la historia de las investigaciones en CSN es más reciente; comienza en 1996 con la realización de dos sondeos de 50x50 cm (S1-96, S2-96) y luego en 1998 se lleva a cabo uno más de iguales dimensiones (S3-98) (Figura 4.12.). Las investigaciones arqueológicas aquí han tenido un énfasis en los enfoques geoarqueológicos y tafonómicos (Favier Dubois 2001; Favier Dubois y Borrero 2005; L'Heureux 2009; Borrazzo 2009, 2010). Estos estudios se han justificado desde una perspectiva distribucional microregional (Borrero *et al.* 2008; Borrazzo 2010) y sus resultados, en conjunto con otros trabajos semejantes realizados a lo largo de las tierras bajas al norte de la sierra Carmen Sylva, permitieron una evaluación de las formas regionales de uso del espacio (Borrazzo y Borrero 2014). Hasta el momento CSN posee tres dataciones radiocarbónicas sobre óseo de guanaco entre ca. 940-2300 cal. AP: 938-1065 cal AP (1150±60 AP, LP-3045, S8, 40-50 cm); 1001-1179 cal. AP (1250±60 AP, Beta116975, S3-98, 75 cm; Favier Dubois y Borrero 2005) y 2101-2311 cal. AP (2230±80 AP, LP294090, S8, 97cm).





**Figura 4.12.** A- arriba a la izquierda, un esquema en planta del cerro señalando el frente que se observa en la foto con la ubicación de los sondeos de investigaciones anteriores. B- Detalle de la morfología del alero de arenisca. C- Vista hacia el noreste desde arriba del cerro, al fondo, el canal artificial. D- Hoyos de deflación del sector superior del cerro. E- Detalle del perfil de suelo de los hoyos de deflación; las oquedades son utilizadas como madrigueras de zorros grises.

Numerosos trabajos geológicos y geomorfológicos han estudiado las características de las costas de Bahía San Sebastián (e.g. Codignotto y Malumián 1981; Vilas *et al.* 1987;

Ferrero 1996; Vilas *et al.* 1999; Bujalesky 2007; Rabassa *et al.* 2008). Estos antecedentes han sido claves para pensar la forma en que las poblaciones han ido ocupando los espacios disponibles conforme progredía la línea de costa luego del máximo transgresivo (Favier Dubois y Borrero 2005). El área donde se encuentra CSN y sitios aledaños (en un radio de cuatro kilómetros, como Cerro Cabeza de León, Cerro las Bandurrias y Cerro de los Gatos) estuvo recién disponible para el Holoceno Medio (*ca.* 5600 cal. AP) y desde entonces fue recurrentemente visitado por las poblaciones humanas (Favier Dubois y Borrero 2005).

En el sector superior de los cerros mencionados, Favier Dubois (1998, 2001) describe un perfil de suelo de tipo A-C-Ab-ACb-C1; donde el perfil de suelo enterrado fue sepultado por sedimentos eólicos (hace unos 170 años) y C1 se corresponde con depósitos glaciares de edad Pleistocena retrabajado por acción marina. El autor ubica temporalmente al evento pedogenético en unos 700 años AP.

En el conjunto lítico predominan ampliamente los desechos (94%) y los instrumentos son de manufactura expeditiva, mostrando en muchos casos intensidad en su aprovechamiento. Predominan las raederas y está presente la tecnología de bolas (Borrazzo 2009, 2010). En suma, esta evidencia junto con los restos óseos recuperados permitieron definir el uso de esta localidad como de tipo logístico (breve y redundante), donde se habrían llevado a cabo actividades de reactivación y formatización de instrumentos que ingresaron con los ocupantes, manufacturados con materias primas locales y no-locales en menor proporción (como la ya mencionada toba silicificada de Chorrillo Miraflores, a 50 km hacia el noroeste) (Borrazzo 2009, 2010, 2012; L'Heureux 2009).



# **CAPÍTULO 5**

*Metodología*



## METODOLOGÍA

En este capítulo se describen los criterios de muestreo en cada *loci* y las herramientas metodológicas puestas en juego. Para todos los casos, los sondeos y perfiles se situaron en áreas de intensidad de ocupación humana diferencial, incluso hasta llegar a sectores sin registro arqueológico. Esto llevó a seleccionar sitios con criterios inusuales en el trabajo arqueológico, a saber, espacios sin registro. Este ejercicio se realizó con el propósito de “discriminar” procesos antrópicos de naturales para comprender mejor el funcionamiento de ambos, de la escala macro a la micro. Sólo conociendo la señal de fondo (procesos naturales) es posible contestar preguntas relacionadas con la intensidad de uso del espacio, la historia ocupacional o la naturaleza de ciertos rasgos como por ejemplo las depresiones circulares de TA. La Tabla 5.8., al final del capítulo, resume los análisis realizados en cada *loci*.

Otro aspecto metodológico general fue el planteo de pequeños sondeos en detrimento de excavaciones extensas. Estas pequeñas “ventanas” localizadas en lugares estratégicos fueron objeto de análisis detallados. En otras palabras, este diseño ha permitido un trabajo de campo eficiente (en términos de tiempo y recursos), combinado con tareas de laboratorio intensivas.

En todos los casos los sondeos realizados se llevaron a cabo por niveles artificiales de 10 cm de espesor. Los sedimentos se tamizaron en seco, con malla de 2 mm para recuperar todo el material posible. La profundidad estuvo en función de la presencia de material arqueológico, esto es, se dejó de profundizar luego de 10 cm sin presencia de registro. En todos los casos se realizó una descripción macroscópica de los horizontes (ver abajo) y se tomaron muestras no estructuradas (*ca.* 200 gr.) en el medio de cada uno (A-AC-C). En algunas unidades se tomaron muestras estructuradas para micromorfología de suelos.

### 1. Estrategia de muestreo

En primer lugar, el trabajo de campo en MA2 comprendió tres aspectos que se detallan a continuación y se ilustran en la Figura 5.1.:

1- *Sondeos arqueológicos*. En el Sector 1 y 2 se realizaron seis y cinco sondeos respectivamente (denominados S1, S2, S3... etc.), aprovechando la exposición natural de perfiles. Cada una de estas unidades presentó una dimensión de 25x25 cm y un promedio de 60 cm de profundidad.



Figura 5.1. Mapa de actividades llevada a cabo en MA2, enero 2012.

2- *Perfiles especiales*. En el Sector 1, se procedió a la reapertura de la unidad “3”, objeto de excavaciones previas (Massone *et al.* 2007). Sobre el perfil oeste (denominado P1), se tomaron nueve muestras no estructuradas cada 10 cm aproximadamente y seis muestras estructuradas para análisis micromorfológicos (en el capítulo 6 se ilustra la posición exacta de las muestras). Tras su estudio, el pozo fue tapizado con una “media-sombra” o “malla rachel” y tapado con el mismo sedimento. Luego, en el Sector 2, en un perfil natural expuesto de paleoacantilado (denominado P2) a unos 15 metros hacia el oeste respecto a la unidad “3C” excavada en 1996 (Morello *et al.* 1998), se tomaron ocho muestras no estructuradas cada 10 cm aproximadamente y siete no disturbadas para micromorfología a lo largo de 1,3 m (en el capítulo 6 se ilustra la posición exacta de las muestras).

3- *Perfiles no arqueológicos*. Para comprender la dinámica y variabilidad de los suelos, procesos sedimentarios y geomorfología, se buscaron perfiles naturales expuestos (un total de 13) en áreas alejadas de la concentración del material arqueológico (por si acaso la ocupación humana hubiera afectado algunas propiedades) (Stein 1985; Entwistle *et al.* 2000). Se procuró que estos perfiles naturales o de control (denominados N1, N2 N3... etc.) se encuentren en posiciones geomorfológicas y edáficas similares a la de los perfiles arqueológicos para minimizar el ruido en la comparación.

El material arqueológico extraído de los sondeos fue fotografiado, inventariado y depositado en el Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Punta Arenas. Para los fines del presente trabajo, bastó con la cuantificación del material óseo (NISP), malacológico (MNI) y líticos. Los últimos fueron analizados en sus rasgos generales a través del registro fotográfico por Karen Borrazzo (análisis más detallados de los últimos se encuentran a cargo de Flavia Morello, en el marco de su tesis doctoral). Adicionalmente, el registro óseo fue analizado por Luis A. Borrero (Julio de 2013). Estudios previos sobre el material óseo, malacológico y lítico de las unidades 3, 90N/1E y 3C (Morello *et al.* 1998; Calás y Lucero 2009; Massone *et al.* 2007) también fueron considerados al analizar los perfiles P1 y P2.

En segundo lugar, el trabajo en TA se concentró en el talud del cerro (TA14). Allí se realizaron ocho sondeos de 50x25 cm los primeros 20 cm y luego 25x25 cm hasta unos 40-60 cm de profundidad, dependiendo de la presencia de material arqueológico (Figura 5.2.).

El procedimiento de excavación también fue guiado por la búsqueda de un gradiente entre áreas de mayor concentración de material arqueológico (S5, S6, S7, S8) y aquellas sin o muy escaso registro (S1, S2, S3, S4). Los materiales líticos y óseos fueron abordados del mismo modo que MA2.



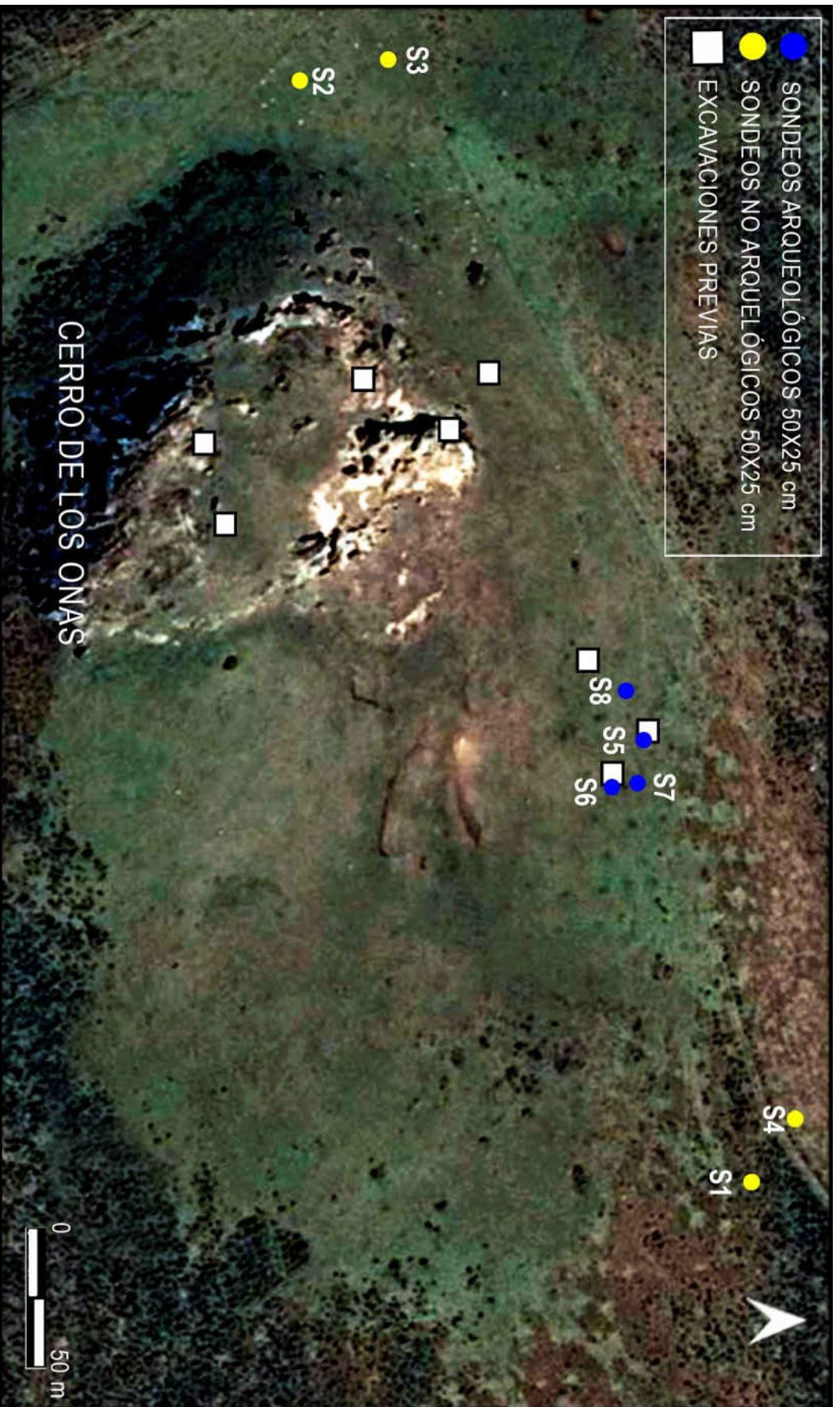


**Figura 5.2.** Mapa de actividades llevada a cabo en TAI4, enero 2013.

En tercer lugar, en el caso de CSN se realizaron ocho sondeos, localizados en distintos flancos del cerro, en diferentes cotas y ángulos de pendiente (Figura 5.3.). Como en el caso de TA, en CSN el criterio también fue la búsqueda de variabilidad, en este caso de las posiciones del talud. También se buscó el gradiente de concentración del material arqueológico. El tamaño de los sondeos fue de 50x50 cm, los primeros 20 cm y 50x25 cm hasta los 60/100 cm de profundidad dependiendo el caso. Como fue mencionado arriba, el nivel máximo de profundidad alcanzado dependió de la presencia de material arqueológico, dejando de profundizar luego de 10 cm de espesor sin registro arqueológico (a excepción de S8, cuya excavación se detuvo por la dificultad técnica de profundizar más allá del metro en sondeos de pequeñas dimensiones).

Los sondeos arqueológicos se situaron en el flanco noreste (S1, S2, S4, S7 y S8) y los no arqueológicos en los flancos norte y sur (S3 y S6). Asimismo se realizaron algunas recolecciones superficiales no sistemáticas en las que se recuperaron algunos hallazgos aislados que fueron mapeados con GPS.

Adicionalmente, se realizaron un total de 12 transectas perpendiculares a la pendiente distribuidas en cuatro flancos del cerro (T1, T2, T3, T4). Cada “T” comprendió tres transectas ubicadas en un sector alto, medio y bajo de la pendiente. En cada una se registraron la cantidad y los tamaños de los guijarros de arenisca desprendidos del alero para evaluar su relación con el ángulo de pendiente y la distancia al cerro (línea de goteo o posición más alta). La cuantificación se realizó a partir de fotografías con escala tomadas en planta (cuadro de 35x45 cm) cada cuatro metros aproximadamente. También se consignó el porcentaje de cobertura vegetal en cada caso y la relación eje menor/ eje mayor como expresión aproximada de la forma del guijarro.

El material arqueológico extraído se encuentra en el IMHICIHU, Buenos Aires. El registro lítico (N=453) de los sondeos S1, S2, S4 y S8 (el resto no presentó material) fue analizado por Karen Borrazzo desde un enfoque tafonómico (Borrazzo 2006, 2010, 2011), considerando variables tales como fragmentación, tamaño, grados de abrasión; presencia, localización y extensión de precipitados de sales u otros *rock coatings* en la superficie de la pieza, y la distribución (vertical y horizontal) de éstos fenómenos en la localidad. Los artefactos líticos de estos sondeos fueron integrados con aquellos provenientes de sondeos previos (N=369; S1-96 y S3-98, Figura 2) (Borrazzo 2010).

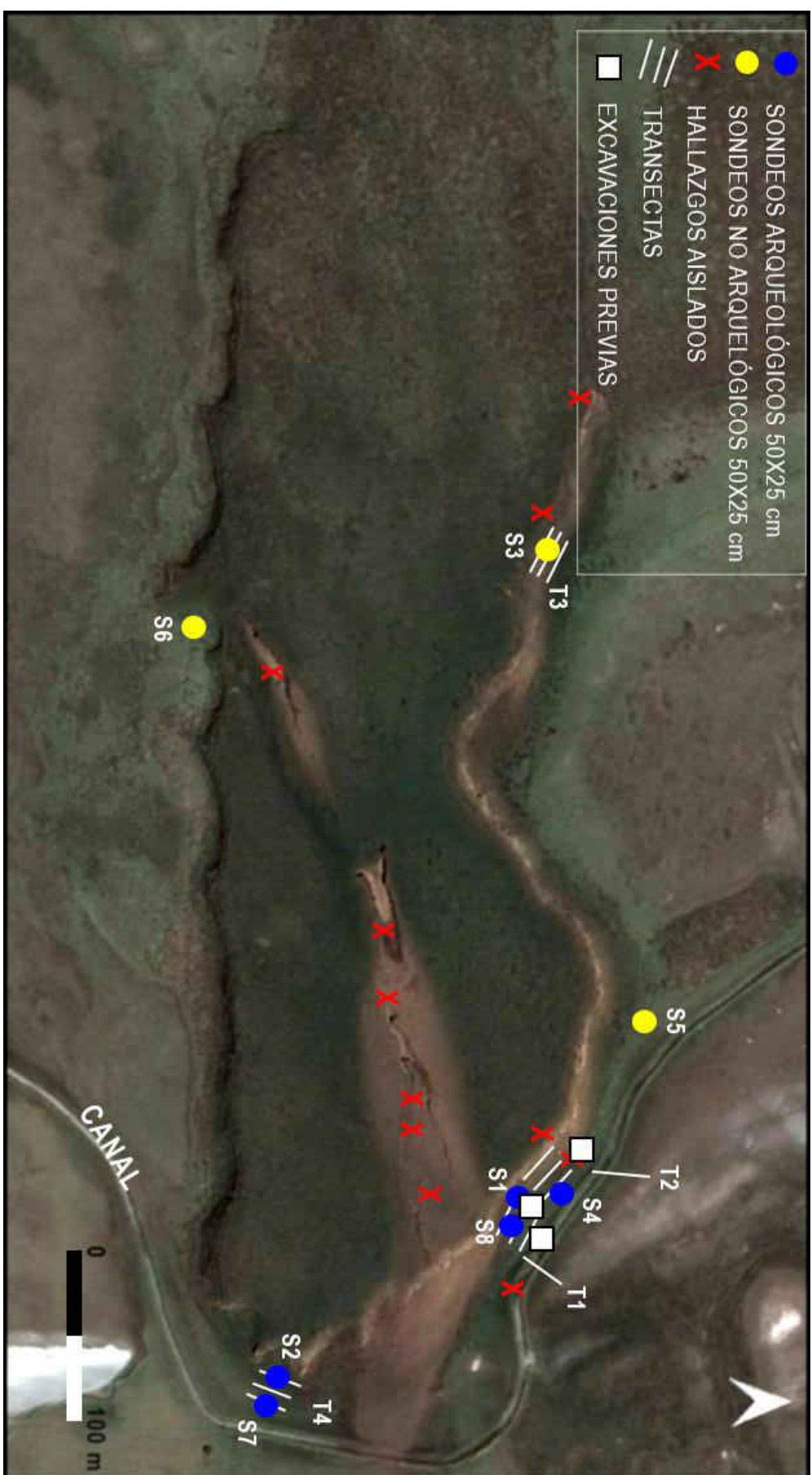


**Figura 5.3.** Mapa de actividades llevada a cabo en CSN, enero 2013.

También con un abordaje tafonómico, se analizó el material óseo (NISP=314) de S1, S2, S4, S7 y S8 (el resto no presentó material). Este análisis estuvo a cargo de Luis A. Borrero y Lorena L'Heureux. Se consideraron, entre las variables antrópicas predepositacionales, la presencia/ausencia de huellas de procesamiento, tipo y localización de fracturas y el grado de alteración térmica (Binford 1981; Olsen y Shipman 1988; Blumenschine *et al.* 1996; Mengoni Goñalons 1999, etc.) y, entre las modificaciones tafonómicas naturales, se analizó la presencia/ausencia de marcas de roedores, carnívoros y raíces; la fragmentación postdepositacional y los estadios de meteorización (Behrensmeyer 1978; Binford 1981; Lyman 1994; Mengoni Goñalons 1999, entre otros). Los resultados fueron integrados con la información obtenida del análisis del material faunístico de los sondeos previos (NISP=231; S1-96, S2-96 y S3-98; L'Heureux 2009), estudiados siguiendo las mismas pautas metodológicas.

## **2. Procedimientos analíticos**

### **2.1. Mapeo geomorfológico**

El trabajo geomorfológico fue clave para la comprensión del comportamiento del resto de las propiedades estudiadas. Como fuera detallado en el capítulo 3, ya existe información geomorfológica que comprende los sectores aquí estudiados. Sin embargo, fue necesario el armado de mapas geomorfológicos en una escala de detalle, a fin de lograr mayor resolución espacial y así conectar con más precisión la información sedimentológica, micromorfológica, geoquímica y magnética, cuya variabilidad (y relevancia arqueológica) tiene expresión en espacios acotados. Los mapas geomorfológicos fueron realizados a partir de la información previa, imágenes satelitales (*Google Earth*®), fotos aéreas y observaciones de campo.

### **2.2. Descripción macroscópica de los suelos**

Existen muchas propiedades macroscópicas que pueden registrarse en los suelos (*e.g.* Fitzpatrick 1976; Soil Survey Staff 1999; Birkeland 1999). Aquí se eligen sólo algunas que se cree más relevantes en el marco de las preguntas y objetivos propuestos. Por lo tanto, los horizontes fueron descritos de acuerdo a las siguientes propiedades:

- 1- *Espesor* del horizonte/ capa.
- 2- *Color* en seco con la *Munsell Soil Chart*.



3- *Textura* al tacto (Figura 5.4.; Soil Survey Staff 1999).

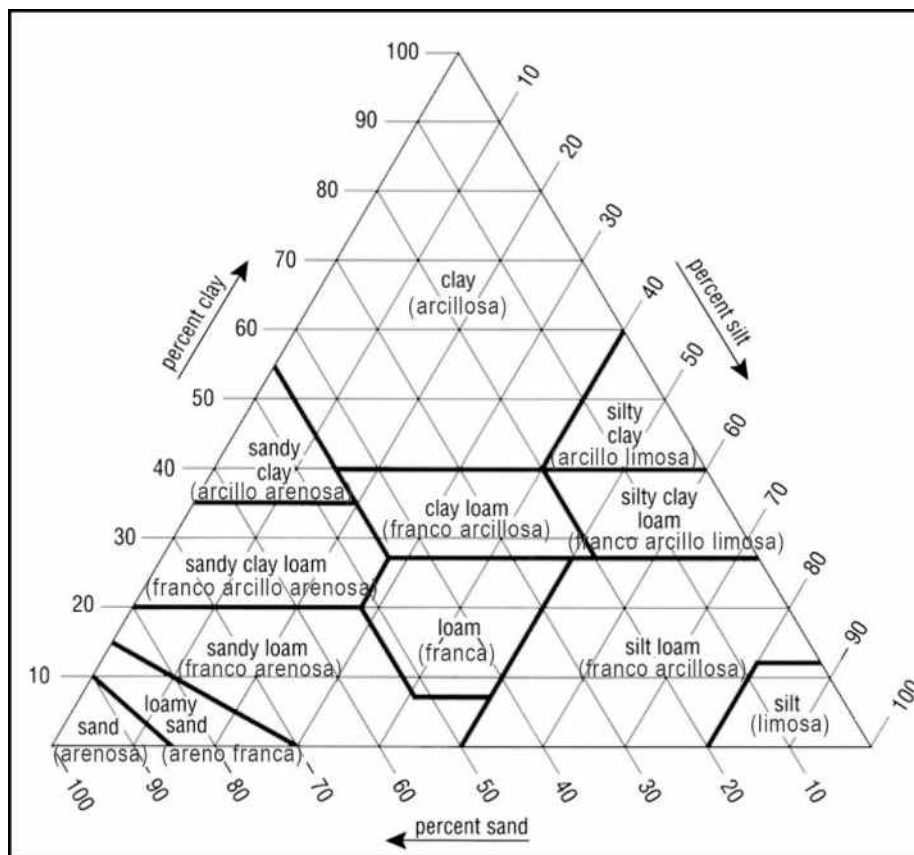


**Figura 5.4.** Triángulo textural (Soil Survey Staff 1999).

4- *Límite/ contacto* entre horizontes/ capas: abrupto, claro, gradual y difuso (Soil Survey Staff 1999)

5- *Estructura*: distinción de agregados que se definen de acuerdo a la forma, grado de agregación y el tamaño (Tabla 5.1. y Figura 5.2.; Soil Survey Staff 1999).

| Tamaño<br>(mm) | Tipo de estructura                                                                       |            |          |                                    |          |          |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|------------------------------------|----------|----------|
|                | Laminar                                                                                  | Prismática | Columnar | Bloques angulares/<br>subangulares | Granular | Migajosa |
| Muy fina       | 1                                                                                        | 10         | 10       | 5                                  | 1        | 1        |
| Fina           | 1-2                                                                                      | 10-20      | 10-20    | 5-10                               | 1-2      | 1-2      |
| Media          | 2-5                                                                                      | 20-50      | 10-20    | 10-20                              | 2-5      | 2-5      |
| Gruesa         | 5-10                                                                                     | 50-100     | 50-100   | 20-50                              | 5-10     | 5-10     |
| Muy gruesa     | >10                                                                                      | >100       | >50      | >50                                | >10      | >10      |
| Grado          | Sin estructura (“masivo” o “grano suelto” si es o no coherente); débil; moderado; fuerte |            |          |                                    |          |          |

**Tabla 5.1.** Tipo, tamaño y grado de estructura de estructuración (Soil Survey Staff 1999).

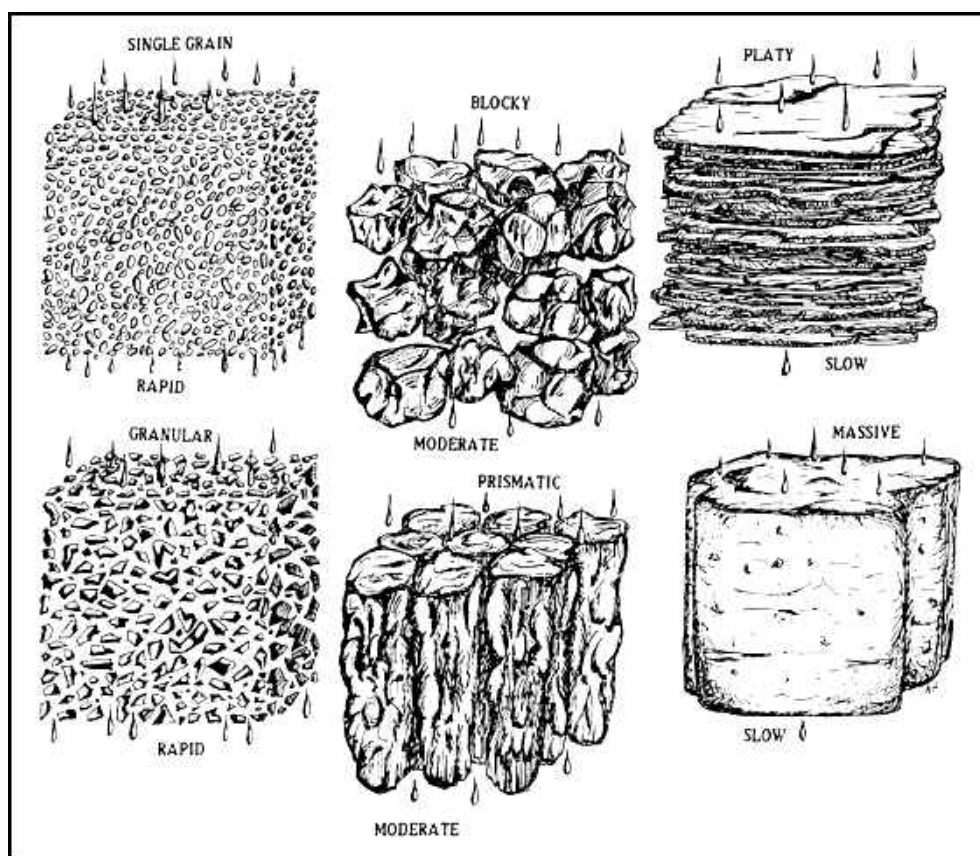


**Figura 5.5.** Esquema que relaciona la estructura con la velocidad de infiltración o capacidad de drenaje de agua.

6- Otras características: presencia de *moteados*, abundancia de *raíces*, *materiales gruesos*, presencia de *cuevas/galerías* de animales fosoriales, *humedad*, *compactación* y presencia de *grietas de desecación* en planta. Estas propiedades fueron entendidas en su contexto geomorfológico, inclinación del sector y porcentaje de cobertura vegetal.

### 2.3. Micromorfología de suelos

En el capítulo 2 ya se ha definido el objetivo de este estudio y sus principales lineamientos técnicos para la preparación de las muestras. Al respecto resta mencionar que en esta tesis, el trabajo de laboratorio se desarrolló principalmente en el McBurney Geoarchaeological Laboratory, Division of Archaeology, University of Cambridge. Las muestras fueron realizadas junto con Tonko Rajcovaka. Otro set de muestras fue realizado en Buenos Aires, junto con Ricardo Ponti. En total se analizaron 42 secciones delgadas; la Tabla

5.2. presenta las muestras por *locus*. Los criterios de selección de determinados perfiles sobre otros para el análisis micromorfológico tuvieron en cuenta la representación de la variabilidad geomorfológica (o posicional en distintas cotas de un talud) y la captación de áreas con mayor y menor (y/o nula) abundancia de materiales arqueológicos.

|                             |                        | MA2               | TA          | CSN         |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| MUESTRAS<br>MICROMORFOLOGÍA | Sector 1 Ch 17-29 cm   | P1 (1) 28-41 cm   | S2 8-17 cm  | S1 12-24 cm |
|                             | Sector 1 Ch 29-40 cm   | P1 (2) 44-55 cm   | S2 20-29 cm | S2 11-25 cm |
|                             | Sector 1 Ch 40-49 cm   | P1 (3) 63-75,5 cm | S2 34-43 cm | S2 40-53 cm |
|                             | Sector 1 S2 11-23 cm   | P1 (4) 86-99 cm   | S4 2-11 cm  | S3 14-26 cm |
|                             | Sector 1 S2 17-27 cm   | P1 (5) 101-113 cm | S4 14-24 cm | S3 45-58 cm |
|                             | Sector 1 S2 28-39 cm   | P1 (6) 112-124 cm | S4 27-38 cm | S4 18-30 cm |
|                             | Sector 2 S3 9-20 cm    | P2 (1) 18-30 cm   | S6 12-23 cm | S4 44-56 cm |
|                             | Sector 2 S3 18-27,5 cm | P2 (2) 30-43 cm   | S6 25-36 cm |             |
|                             | Sector 2 S3 24-34 cm   | P2 (3) 43-55 cm   | S7 2-16 cm  |             |
|                             | Natural 13 4-16 cm     | P2 (4) 55-66,5 cm | S7 16-28 cm |             |
|                             | Natural 13 16-28,5 cm  | P2 (5) 68-82 cm   | S7 28-37 cm |             |
|                             | Natural 13 24-35 cm    | P2 (6) 104-114 cm | S8 8-20 cm  |             |
|                             |                        | P2 (7) 123-133 cm |             |             |
| TOTAL                       |                        | 25                | 12          | 7           |

**Tabla 5.3.** Ubicación y profundidad de las secciones delgadas tomadas en cada *locus* (ver posición en Figuras 5.1., 5.2. y 5.3.).

Como ya fue señalado previamente, las muestras se tomaron sin disturbar los sedimentos (prismas de unos 7x10 cm), fueron secadas a temperatura ambiente, impregnadas con resinas epoxy y poliéster, montadas sobre un portaobjetos y pulidas hasta los 25/30  $\mu\text{m}$ . Las láminas delgadas resultantes fueron observadas con un microscopio petrográfico de luz blanca polarizada, con lentes de 4x, 10x y 63x y oculares de 10x. La descripción se realizó siguiendo protocolos internacionales (Bullock *et al.* 1985; Courty *et al.* 1989; French 2003; Stoops 2003; Stoops *et al.* 2010).

Dentro de las numerosas categorías y subcategorías de propiedades que pueden estudiarse en las láminas delgadas de los suelos, cada investigador de acuerdo a sus objetivos y el contexto, diseña un formato o ficha descriptiva, siempre respetando las nomenclaturas y conceptos establecidos. En este sentido, se presenta a continuación la ficha utilizada<sup>1</sup> cuyo

<sup>1</sup> Se utilizan los términos en español de la traducción editada por Stoops (2010), a cargo de Aguilar, Dorronsoro, Gutiérrez Casterena y Morrás (2010).

criterio fundamental fue la descripción de aquellas propiedades cuyos procesos formadores sean relevantes para entender los “factores formadores” de los suelos (sobre todo el clima), la dinámica morfogenética y –en efecto- los procesos que pudieron afectar el registro arqueológico.

**1. Microestructura.** Esta propiedad en general se observa primero a ojo desnudo y luego de menor a mayor amplificación. Puede ser granular, migajosa, aplanada, en cuña, de grano suelto, en bloques, prismática, columnar o masiva. Dependiendo el caso, pueden definirse los tamaños de los agregados.

Una propiedad asociada a esta es la **porosidad**. Aquí se define un porcentaje de 0-100%. Esto se estima a partir del campo visual con la ayuda de diagramas de abundancia. En este punto debe definirse el tipo (Figura 5.6) y la variación del tamaño de los poros. Tanto la estructura como la porosidad contribuyen a definir por ejemplo el tipo de horizonte, la intensidad de la bioactividad y las características de drenaje del suelo, procesos de congelamiento, entre otros aspectos. Adicionalmente se utilizó en algunos casos el software libre *JMicroVision v.1.2.7* para la cuantificación precisa de esta propiedad.

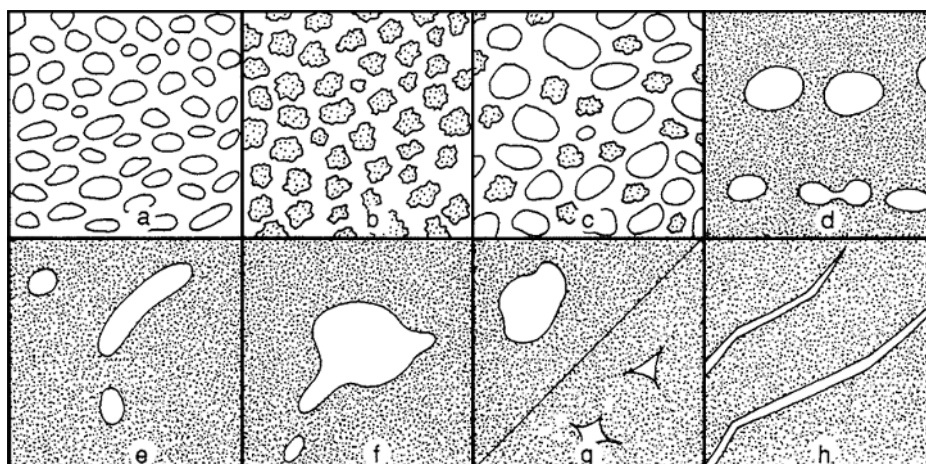


**Figura 5.6.** a- Poros de empaquetamiento simple, b- compuesto y c- complejo; d- vesículas; e- canales; f y g- cavidades; h- fisuras (modificado de Stoops 2003:64).

**2. Masa basal.** Se define por la **relación gruesos/finos** cuyo límite, en este trabajo, se establece en 50  $\mu\text{m}$  (e.g. 40/60). Aquí también se describe la **distribución relacionada**, una propiedad que, en pocas palabras, relaciona el tamaño de las partículas, la relación entre las mismas y la porosidad (Figura 5.7.).



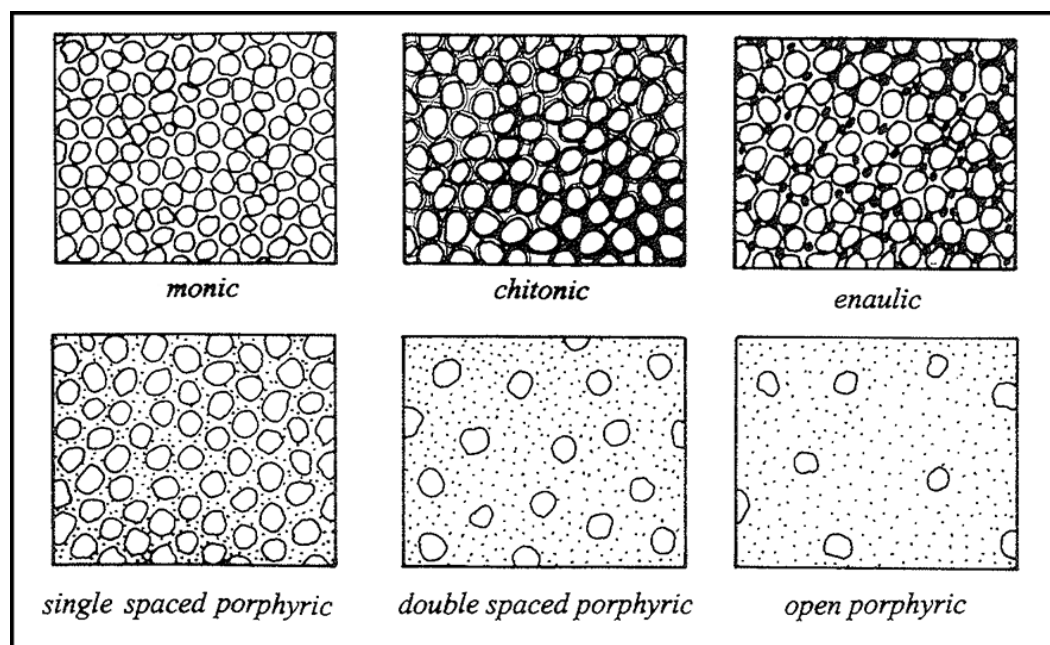


**Figura 5.7.** Principales tipos de distribución relacionada. *Mónica*: distribución homogénea de partículas de diferente granulometría. *Quitónica*: partículas más finas recubriendo otras más gruesas. *Enáulica*: agregados de partículas más finas rodeando otras más gruesas. *Porfírica de espacio simple, doble, o abierta*: partículas gruesas dentro de una masa basal más fina (modificado de Stoops 2003:43).

La **micromasa** (componentes finos como arcillas y limos) no alcanza a verse con el microscopio óptico, por lo que su estudio es de modo indirecto a partir de determinadas propiedades ópticas. Aquí se utilizan los conceptos de **limpidez** y **fábrica-b** (o fábrica de birrefringencia). El primero indica el grado de mezcla de las arcillas con otros componentes como limos y materia orgánica que le otorgan un aspecto sucio, *dusty* o límpido. La fábrica-b caracteriza a las arcillas de acuerdo a su birrefringencia. La estructura laminar de las arcillas (que son filosilicatos) se “acomoda” o no, formando dominios que, al girar la platina del microscopio con el analizador (“nicoles cruzados”), pueden mostrar un brillo particular que se denomina birrefringencia<sup>2</sup>. La fábrica-b puede ser indiferenciada, cristalítica, moteada, estriada, poro-estriada, estriada cruzada o paralela y grano-estriada. Finalmente, dentro de la

<sup>2</sup> *Sensu stricto*, la birrefringencia es una propiedad de los minerales anisotrópicos. Es la resultante de la diferencia de velocidad de la bi-refracción del haz de luz que penetra en el mineral, en otras palabras, la diferencia entre dos índices de refracción. Sin embargo, este término también se usa un modo más laxo para describir el brillo observado con analizador y al girar la platina; de este modo, los dominios de arcilla, ciertos componentes vegetales (obviamente sin estructura cristalina) o incluso el material óseo puede mostrar cierto “grado de birrefringencia”, es decir, cierto brillo. A menudo también se usa indistintamente birrefringencia y color de interferencia; si bien lo segundo es función de los primero, no son conceptos sinónimos.

micromasa, aquí se le asigna un porcentaje a la abundancia de material orgánico humificado y pellets ya que estos no son descriptos bajo la categoría de “materia orgánica” (ver abajo).

En suma, la comprensión de las propiedades de la masa basal permite entender procesos de translocación, discordancias erosivas, abundancia de agua en el sistema, iluviación, presencia de arcillas expandibles, procesos de sedimentación en la formación del suelo, bioactividad, etc.

**3. Fracción gruesa.** Aquí se describen los *componentes minerales* que comprenden la fracción arena (fina, 50-200  $\mu\text{m}$ ; mediana, 200-500  $\mu\text{m}$ ; gruesa 500-2000  $\mu\text{m}$ ) y grava (>2000  $\mu\text{m}$ ). Se utiliza el gradiente abundante, frecuente, ocasional y escaso para dar cuenta de la abundancia de cada fracción. Adicionalmente se describe la forma de las partículas (angular, subangular, subredondeada, redondeada), la orientación en caso que tenga un eje mayor (vertical, subvertical, subhorizontal, horizontal) y el grado de selección (bien seleccionada, moderadamente seleccionada, pobremente seleccionada; Figura 5.8.). Aquí también se destaca la presencia de estratificaciones si las hubiere.

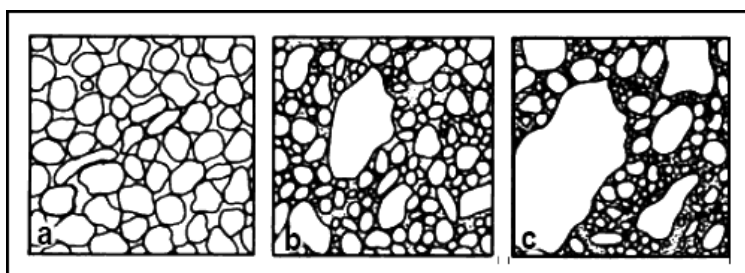


**Figura 5.8.** Ejemplos de contextos: a- bien seleccionados, b- moderadamente seleccionados y c- pobremente seleccionados.

Dentro de esta categoría también se describe la *materia orgánica* a la que se le asigna un porcentaje de abundancia, un tamaño máximo, la orientación si la hubiere y el tipo de materia orgánica (restos de tejido vegetal, células, semillas, puntuaciones, esporas, material orgánico amorfo, etc.). El grado de descomposición o destrucción física de esta materia determina un grado de preservación del A al E (*sensu* Blazejewski *et al.* 2005).

En conjunto, la fracción gruesa permite establecer la ocurrencia de procesos sedimentarios (eólicos, coluviales, fluviales, etc.), determinar tipo de horizonte, ritmo de meteorización de la materia orgánica, etc.

**4. Edaforasgos o rasgos pedológicos.** Son unidades de fábrica<sup>3</sup> discretas que se reconocen del material adyacente por diferencias en la concentración de uno o más

<sup>3</sup> La fábrica de suelos refiere al arreglo u organización general de los componentes sólidos y gaseosos del suelo, teniendo en cuenta su forma, frecuencia, distribución, etc. (modificado de Bullock *et al.* 1985).

componentes (por granulometría, presencia de cristales, componentes químicos, etc.) o por diferencias en la fábrica interna (Bullock *et al.* 1985). La Tabla 5.4. sintetiza los principales tipos de edaforrasgos, cuyas divisiones en categorías son algo arbitrarias y sólo para fines clasificatorios ya que en la mayoría de los casos se expresan conjuntamente.

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De fábrica                             | Sectores discretos con propiedades microestructurales diferentes por translocación o mezcla biomecánica del suelo. Aquí se ubican los “pedosedimentos” (Fedoroff <i>et al.</i> 2010).                                                                                                                                                                                              |
| Textural                               | Revestimientos en poros o partículas compuestos de arcilla, limo, óxidos de Fe/Mn. revestimientos en casquete, colgantes; hipo-revestimientos, cuasi-revestimientos, intercalaciones, rellenos, costras. En general estos procesos se asocian a la iluviación, oscilación de freática, escurrimiento horizontal, diferencia estacional en las precipitaciones, etc. (Figura 5.9.). |
| Cristalítico/<br>cryptocristalítico    | Nódulos, impregnaciones, tinciones de óxidos de Fe/Mn, fosfatos, neoformación de minerales (como yeso, calcio, vivianita, etc.). Carbonatos. Reemplazos y pseudomorfos. Estos edaforrasgos se vinculan con procesos de óxido-reducción (REDOX) asociados a ciclos de mayor o menor humedad en el sistema (Kühn <i>et al.</i> 2010; Poch <i>et al.</i> 2010).                       |
| De pérdida                             | Meteorización físico-química de minerales, disolución de carbonatos, sesquióxidos, sílice u otros componentes bio-minerales (valva, hueso, fitolitos, diatomeas, polen, radiolarios, espículas de esponja, cáscara de huevo, bioesferoides, etc.).                                                                                                                                 |
| Excremento y<br>actividad<br>biológica | Presencia de excremento de micro, meso y macro fauna de suelo como ácaros y lombrices de tierra. También pueden registrarse túneles, cámaras y otros rasgos asociados del movimiento, ingestión y ovación de insectos y arácnidos (Kooistra y Pulleman 2010).                                                                                                                      |

**Tabla 5.4.** Principales edaforrasgos (Bullock *et al.* 1985; Stoops 2003; Stoops *et al.* 2010). Algunos autores los agrupan en edaforrasgos de matriz y edaforrasgos intrusivos (Stoops 2003). Debe destacarse el hecho de que cada aspecto mencionado encierra una gran complejidad descriptiva y clasificatoria, con ciertas variaciones de acuerdo al autor que se considere, pero aquí no se detallan estos aspectos por cuestión de espacio.

En todos los casos se describe la abundancia, características morfométricas y otros rasgos relevantes (como color, color de interferencia, composición, génesis, distribución, birrefringencia, presencia y orientación de laminación en los revestimientos, hábito de crecimiento del cristal, etc). La interpretación de estas propiedades permite la identificación de procesos como la iluviación (translocación de arcillas en suspensión), sodificación (aumento de Na<sup>+</sup> intercambiable), calcificación (translocación y acumulación de calcita), gipsificación (acumulación de yeso), gleificación (reducción de óxidos de Fe/Mn),

podsolización (translocación de materia orgánica), salinitización (acumulación de sales más solubles que el yeso) (Simpson 1959; Birkeland 1999).

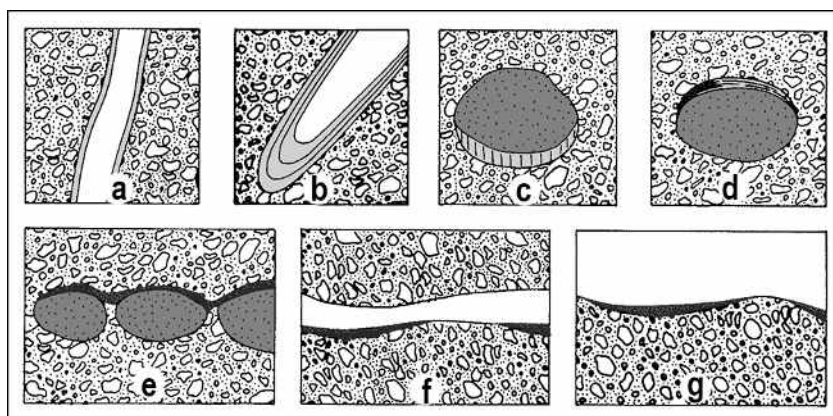


**Figura 5.9.** Principales tipos de revestimientos. a- típico; b- creciente; c- colgante; d y e- casquete; f- micropán y g- costra (modificado de Stoops 2003:107).

### 2.3.1. Mineralogía

A partir de los mismos cortes delgados procesados para el trabajo micromorfológico, se analizó la mineralogía. Para su cuantificación, se tomaron cinco áreas (con lente de 10x y ocular de 10x) equidistantes a lo largo de cada corte. Se contabilizaron los grupos mineralógicos en cada uno de dichas áreas y se los promedió para tener un valor por muestra más representativo. De dicho promedio se sacó una frecuencia relativa de cada mineral. El cómputo de oxihidróxidos de hierro como la hematita o goethita observado como impregnaciones débiles o reemplazando materia orgánica se estimó semi-cuantitativamente (abundante, frecuente, escaso y ocasional). Este mismo ejercicio se aplicó para la presencia de carbonatos, arcillas y sericita.

### 2.3.2. Componentes antropogénicos: cuantificación y microtafonomía

La cuantificación de componentes antropogénicos en las secciones delgadas (material óseo, valvas de moluscos, fragmentos de artefactos líticos, carbones y ceniza) se realizó haciendo cinco transectas longitudinales en cada sección delgada (con lente de 4x y ocular de 10x). La información fue presentada en frecuencias absolutas.

Adicionalmente se realizó una evaluación tafonómica sobre estos micro-restos (Hedges y Milliard 1995; Stiner *et al.* 1995; Hedges 2002; Berna *et al.* 2004; Karkanas 2010; Villagrán *et al.* 2011b; Estévez *et al.* 2014). Para esta tarea se consideró la forma, birefringencia, tamaño, grado de disolución, presencia de procesos de recristalización y rajaduras (Figura

5.10.). A partir de esta evaluación se asignó a cada elemento un grado de meteorización del 0-3 (modificado de Ozán *et al.* 2015a) a fin de generar un perfil tafonómico. La información fue presentada en frecuencias relativas. La utilización de estos criterios emerge del propio caso de estudio, por lo que su aplicación a otros casos requeriría cierto ajuste.

|                 | Grados de meteorización |                    |                          |                          |
|-----------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
|                 | 0                       | 1                  | 2                        | 3                        |
| Forma           | angular                 | angular/subangular | subangular/subredondeado | subredondeado/redondeado |
| Birrefringencia | alta                    | alta/mediana       | mediana/baja             | baja/nula                |
| Otros rasgos    | 0                       | –                  | disolución               | +                        |
|                 | 0                       | –                  | recristalización         | +                        |
|                 | 0                       | –                  | fracturas                | +                        |
|                 |                         | >                  | tamaño                   | <                        |

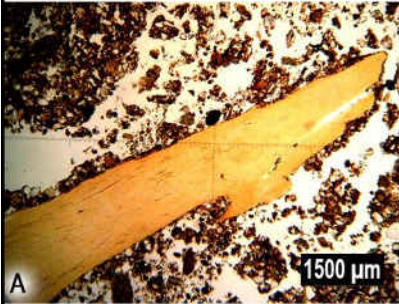
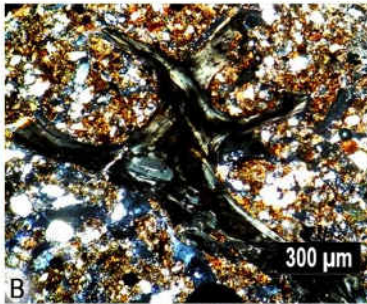
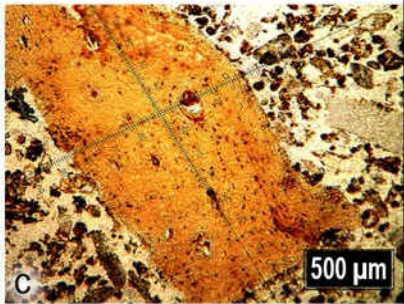
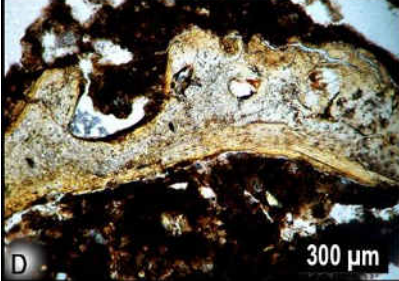
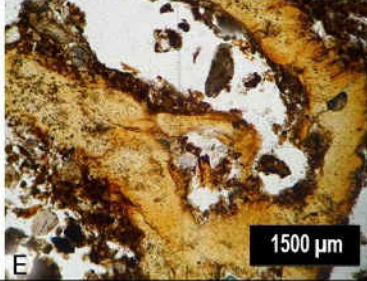
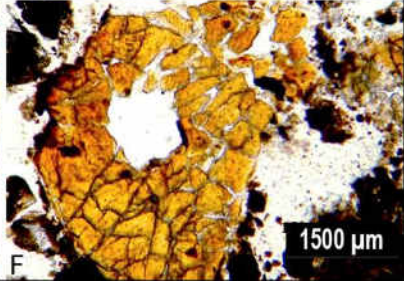







**Figura 5.10.** Caracterización ideal de los grados de meteorización (modificado de Ozán *et al.* 2015a). Microfotografías: A- fragmento subangular, grado 1 (luz plana, sin analizador). B- Fragmento subangular con alta birrefringencia, grado 1 (luz cruzada, con analizador). C- Fragmento subredondeado con precipitación de óxidos de Fe/Mn, grado 2 (luz plana, sin analizador). D- Fragmento subredondeado con evidencias de procesos de disolución, grado 2 (luz plana, sin analizador). E- Fragmento redondeado, con evidencias de rodamiento, grado 3 (luz plana, sin analizador). F- Fragmento redondeado y altamente fracturado, grado 3 (luz plana, sin analizador).

### 2.4. Estudios granulométricos

Los estudios granulométricos fueron realizados para comprender con mayor detalle los procesos geomorfológicos (Scasso y Limarino 1997). La Tabla 5.5. detalla las muestras

(total=59) procesadas por *loci*. De cada horizonte o capa se tomaron muestras de sedimentos sueltos. Para el caso de MA2, el muestreo fue en el perfil de suelo A-AC-C, que en algunas situaciones se encontraba sepultado por un depósito eólico edafizado de espesor variable.

|                             | MA2           |               |              | TA   |      | CSN  |      |
|-----------------------------|---------------|---------------|--------------|------|------|------|------|
| ESTUDIOS<br>GRANULOMÉTRICOS | Sector 1 S2-1 | Sector 2 S1-2 | Natural 6-3  | S2-1 | S6-3 | S1-1 | S2-4 |
|                             | Sector 1 S2-2 | Sector 2 S1-3 | Natural 7-1  | S2-2 | S7-1 | S1-2 | S3-1 |
|                             | Sector 1 S2-3 | Sector 2 S2-1 | Natural 7-2  | S2-3 | S7-2 | S1-3 | S3-2 |
|                             | Sector 1 S4-1 | Sector 2 S2-2 | Natural 7-3  | S4-1 | S7-3 | S1-4 | S3-3 |
|                             | Sector 1 S4-2 | Sector 2 S2-3 | Natural 8-1  | S4-2 | S8-1 | S2-1 | S8-1 |
|                             | Sector 1 S4-3 | Sector 2 S3-1 | Natural 8-2  | S4-3 | S8-2 | S2-2 | S8-2 |
|                             | Sector 1 S5-1 | Sector 2 S3-2 | Natural 8-3  | S6-1 | S8-3 | S2-3 |      |
|                             | Sector 1 S5-2 | Sector 2 S3-3 | Natural 13-1 | S6-2 | S8-4 |      |      |
|                             | Sector 1 S5-3 | Natural 6-1   | Natural 13-2 |      |      |      |      |
|                             | Sector 2 S1-1 | Natural 6-2   | Natural 13-3 |      |      |      |      |
| TOTAL                       |               |               |              | 30   | 16   |      | 13   |

**Tabla 5.5.** Muestras para estudios granulométricos (ver posición en Figuras 5.1., 5.2. y 5.3.).

Para el caso de MA2, la fracción mayor a 500  $\mu\text{m}$  fue tamizada manualmente (con *rotap*) y las más finas fueron enviadas al sedígrafo del Departamento de Geología, UBA. La preparación de las muestras consistió en la desagregación con mortero blando, la eliminación de la materia orgánica con peróxido de hidrógeno y de los carbonatos con ácido clorhídrico. Las muestras de TA y CSN fueron pasadas por sedígrafo (*Sedigraph Malvern*) en el Department of Geography, University of Cambridge; de acuerdo al protocolo del Departamento (<http://www.geog.cam.ac.uk/facilities/laboratories/techniques/psd.html>). En todos los casos se aplicó ultrasonido para separar las arcillas. Los resultados permitieron una estimación precisa de la textura (distinta a aquella estimada al tacto), utilizando el calculador on line del Departamento de Agricultura de USA ([http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2\\_054167](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167)). Adicionalmente se realizó una cuantificación sobre la fracción grava (>2 mm), con tamiz, sobre algunos perfiles de MA2 y la totalidad de los sondeos de TA y CSN.

El procesamiento de la información se hizo usando parámetros estadísticos de protocolo (Wentworth 1922; Folk y Ward 1957), utilizando la información gráfica de histogramas y curvas acumulativas: media, moda, selección, asimetría y curtosis (Figura 5.11.). El valor absoluto de cada parámetro fue utilizado para el análisis intra-sondeo (variaciones verticales), mientras que se tomó el promedio y la desviación estándar para la comparación entre sondeos o grupos de sondeos (variaciones horizontales).

|                  |                                                                                                                                                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Media</b>     | $M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$                                                                                              |
| <b>Selección</b> | $\sigma_i = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$                                                                    |
| <b>Asimetría</b> | $SK_i = \frac{(\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{(\phi_{95} + \phi_5 - 2\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$ |
| <b>Curtosis</b>  | $K_G = \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$                                                                                 |

**Figura 5.11.** Fórmulas para el cálculo de parámetros estadísticos, donde  $\phi$  es “percentil” (modificado de Folk y Ward 1957).

## 2.5. Geoquímica: pH, carbonatos, carbono total y fósforo total

Por cuestiones operativas, y como en el caso de los estudios granulométricos, para los análisis de laboratorio se sub-muestrearon la totalidad de los perfiles (Tabla 5.6.). Como se expuso en los primeros párrafos, estos análisis geoquímicos fueron medido a partir de las muestras no estructuradas (de unos 200 gr.) tomadas en cada horizonte para los sondeos y a intervalos de unos 10 cm en los casos de los perfiles P1 y P2.

La medición del pH aporta información ambiental y contribuye al entendimiento de procesos postdeposicionales (Karkanis 2010). Este parámetro se midió con un instrumento manual (SANXIN model PHS-3D-02), a temperatura ambiente, poniendo en solución una porción de suelo no tamizada y agua destilada (1:2,5) (Avery y Bascomb 1974).

El carbonato ( $\text{CaCO}_3$ ) es parte constitutiva de las valvas de los moluscos, los huesos, se registra como producto de reacciones químicas de cenizas<sup>4</sup> de restos vegetales (Schiegl *et al.* 1996; Karkanis *et al.* 2000; Canti 2003b) y también se encuentra en concreciones pedogenéticas, partículas de rocas calcáreas y, en contextos litorales, puede ser acarreado por el viento que pone en suspensión valvas trituradas de las playas. Para estos análisis se usó una titulación alcalimétrica con ácido clorhídrico como titulante (Departamento de Geología, UBA). Las muestras enviadas al laboratorio fueron molidas con mortero de ágata hasta la fracción.

La materia orgánica fue estimada por *loss-on-ignition* (Avery y Bascomb 1974), esto es, el registro de la diferencia en peso de una muestra antes (llevada a peso constante en una estufa a 40°C durante tres horas) y después de ser quemada a 550°C durante 14 horas. El resultado mide la pérdida de carbono inorgánico y orgánico, es decir, el carbono total ( $C_{\text{total}}$ ),

<sup>4</sup> Aunque las cenizas también pueden sufrir otros procesos diagenéticos y derivar en composiciones minerales por ejemplo ricas en sílice o fosfato (Schiegl *et al.* 1996; Weiner *et al.* 1993).

por lo cual es una medida indirecta de la materia orgánica. Este procedimiento se llevó a cabo en el Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber, Departamento de Geología, UBA. Previamente, las muestras fueron desagregadas con mortero blanco y secadas con estufa de 60° hasta obtener peso constante.

|                    |               | MA2           |              | TA   |      | CSN  |      |
|--------------------|---------------|---------------|--------------|------|------|------|------|
| pH                 | Sector 1 S2-1 | Natural 7-3   | P1-8         | S2-1 | S6-3 | S1-1 | S3-1 |
|                    | Sector 1 S2-2 | Natural 13-1  | P1-9         | S2-2 | S7-1 | S1-2 | S3-2 |
|                    | Sector 1 S2-3 | Natural 13-2  | P2-1         | S2-3 | S7-2 | S1-3 | S3-3 |
|                    | Sector 1 S4-1 | Natural 13-3  | P2-2         | S4-1 | S7-3 | S1-4 | S4-1 |
|                    | Sector 1 S4-2 | P1-1          | P2-3         | S4-2 | S8-1 | S2-1 | S4-2 |
|                    | Sector 1 S4-3 | P1-2          | P2-4         | S4-3 | S8-2 | S2-2 | S4-3 |
|                    | Sector 2 S2-1 | P1-3          | P2-5         | S6-1 | S8-3 | S2-3 | S8-1 |
|                    | Sector 2 S2-2 | P1-4          | P2-6         | S6-2 | S8-4 | S2-4 | S8-2 |
|                    | Sector 2 S2-3 | P1-5          | P2-7         |      |      |      |      |
|                    | Natural 7-1   | P1-6          | P2-8         |      |      |      |      |
|                    | Natural 7-2   | P1-7          |              |      |      |      |      |
| TOTAL              |               |               | 31           |      | 16   |      | 16   |
| CaCO <sub>3</sub>  | Sector 1 S2-1 | Sector 2 S2-2 | Natural 8-3  | S2-1 | S6-1 | S1-1 | S3-1 |
|                    | Sector 1 S2-2 | Sector 2 S2-3 | Natural 13-1 | S2-2 | S6-2 | S1-2 | S3-2 |
|                    | Sector 1 S2-3 | Sector 2 S3-1 | Natural 13-2 | S2-3 | S6-3 | S1-3 | S3-3 |
|                    | Sector 1 S4-1 | Sector 2 S3-2 | Natural 13-3 | S4-1 | S7-1 | S1-4 | S4-1 |
|                    | Sector 1 S4-2 | Sector 2 S3-3 | P1-1         | S4-2 | S7-2 | S2-1 | S4-2 |
|                    | Sector 1 S4-3 | Natural 6-1   | P1-2         | S4-3 | S7-3 | S2-2 | S4-3 |
|                    | Sector 1 S5-1 | Natural 6-2   | P1-3         |      |      | S2-3 | S8-1 |
|                    | Sector 1 S5-2 | Natural 6-3   | P1-4         |      |      | S2-4 | S8-2 |
|                    | Sector 1 S5-3 | Natural 7-1   | P1-5         |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S1-1 | Natural 7-2   | P1-6         |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S1-2 | Natural 7-3   | P1-7         |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S1-3 | Natural 8-1   | P1-8         |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S2-1 | Natural 8-2   | P1-9         |      |      |      |      |
| TOTAL              |               |               | 39           |      | 12   |      | 16   |
| C <sub>total</sub> | Sector 1 S2-1 | Sector 2 S2-3 | P1-2         |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S2-2 | Natural 7-1   | P1-3         |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S2-3 | Natural 7-2   | P1-4         |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S4-1 | Natural 7-3   | P1-5         |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S4-2 | Natural 13-1  | P1-6         |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S4-3 | Natural 13-2  | P1-7         |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S2-1 | Natural 13-3  | P1-8         |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S2-2 | P1-1          | P1-9         |      |      |      |      |
| TOTAL              |               |               | 24           |      |      |      |      |
| P <sub>total</sub> | Sector 1 S2-1 | Sector 2 S1-2 | Natural 6-3  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S2-2 | Sector 2 S1-3 | Natural 7-1  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S2-3 | Sector 2 S2-1 | Natural 7-2  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S4-1 | Sector 2 S2-2 | Natural 7-3  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S4-2 | Sector 2 S2-3 | Natural 8-1  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S4-3 | Sector 2 S3-1 | Natural 8-2  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S5-1 | Sector 2 S3-2 | Natural 8-3  |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S5-2 | Sector 2 S3-3 | Natural 13-1 |      |      |      |      |
|                    | Sector 1 S5-3 | Natural 6-1   | Natural 13-2 |      |      |      |      |
|                    | Sector 2 S1-1 | Natural 6-2   | Natural 13-3 |      |      |      |      |
| TOTAL              |               |               | 30           |      |      |      |      |

**Tabla 5.6.** Muestras de análisis geoquímicos (ver posición en Figuras 5.1., 5.2. y 5.3.).



El fosfato total ( $P_{\text{total}}$ ), en forma de hydroxyapatita, es parte estructural de los huesos y esmalte dental, así como también compone distintos tejidos vegetales, excremento y cenizas producto de combustión orgánica. Cuando estos materiales entran en descomposición, el fósforo liberado se fija en la fracción mineral de los suelos y sedimentos, conservándose –bajo determinadas circunstancias- por miles de años (*e.g.* Entwistle *et al.* 2000; Rypkema *et al.* 2007; Hutson *et al.* 2009). Como protocolo se utilizó espectrofotometría UV-Visible del complejo azul que forma el fósforo con molibdato y se usaron como reactivos molibdato de sodio y metavanadato de sodio en medio nítrico (Departamento de Geología, UBA). Las muestras enviadas al laboratorio fueron molidas con mortero de ágata hasta la fracción.

El valor absoluto y relativo de cada parámetro fue utilizado para el análisis intra-sondeo (variaciones verticales), mientras que se tomó el promedio y la desviación estándar para la comparación entre sondeos o grupos de sondeos (variaciones horizontales).

## **2.6. Propiedades magnéticas**

El trabajo con propiedades magnéticas tuvo un tratamiento detallado para MA2 y fue exploratorio en TA (Tabla 5.7.).

Dentro de las propiedades magnéticas, los estudios de susceptibilidad magnética tienen por objeto cuantificar la respuesta de un material a un campo magnético externo, indicando –entre otras cosas- procesos pedogenéticos y superficies quemadas (Dalan y Banerjee 1998; Marmet *et al.* 1999; Clark 2000). Para MA2, la medición de susceptibilidad magnética se realizó con el susceptibilímetro AGICO (*Advance Geoscience Instrument Company*) modelo MFK1-FA (en el Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires). Las muestras fueron secadas a temperatura ambiente, molidas con mortero de ágata y medidas a tres frecuencias (~1000 Hz, 4000 Hz y 16000; a 200 A/m, máxima amplitud del campo magnético). Los valores fueron normalizados a la masa. Se utilizó el parámetro ( $X_{\text{FD}(1,16)}$ ) para medir la diferencia entre las frecuencias 1000 Hz y 16000 Hz (Dearing 1999; Hrouda 2011). Los resultados mayores a 5% fueron considerados “significativos” y con una alta probabilidad de poseer granos superparamagnéticos (pequeñas partículas de magnetita o titanomagnetita). Este umbral del 5% fue establecido a partir de los trabajos de Qingsong y colaboradores (2005) que encuentran que las rocas con máxima susceptibilidad presentan un valor de 12%.

|                           |               | MA2          |      | TA   |      |
|---------------------------|---------------|--------------|------|------|------|
| PROPIEDADES<br>MAGNÉTICAS | Sector 1 S2-1 | Natural 1-1  | P1-7 | S1-1 | S5-2 |
|                           | Sector 1 S2-2 | Natural 1-2  | P1-8 | S1-2 | S5-3 |
|                           | Sector 1 S2-3 | Natural 1-3  | P1-9 | S1-3 | S6-1 |
|                           | Sector 1 S4-1 | Natural 13-1 | P2-1 | S2-1 | S6-2 |
|                           | Sector 1 S4-2 | Natural 13-2 | P2-2 | S2-2 | S6-3 |
|                           | Sector 1 S4-3 | Natural 13-3 | P2-3 | S2-3 | S7-1 |
|                           | Sector 2 S1-1 | P1-1         | P2-4 | S3-1 | S7-2 |
|                           | Sector 2 S1-2 | P1-2         | P2-5 | S3-2 | S7-3 |
|                           | Sector 2 S1-3 | P1-3         | P2-6 | S3-3 | S8-1 |
|                           | Sector 2 S3-1 | P1-4         | P2-7 | S4-1 | S8-2 |
|                           | Sector 2 S3-2 | P1-5         | P2-8 | S4-2 | S8-3 |
|                           | Sector 2 S3-3 | P1-6         |      | S4-3 | S8-4 |
|                           |               |              |      | S5-1 |      |
|                           | TOTAL         |              | 33   |      | 25   |

**Tabla 5.7.** Muestras para análisis de propiedades magnéticas (ver posición en Figuras 5.1. y 5.2.).

Sólo para los perfiles P1 y P2 de MA2, también se midieron ciclos de histéresis y magnetización remanente isotérmica con campo inverso. Éstos se hicieron con el *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) Molspin Limited (en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica). Con las mediciones mencionadas se obtienen los siguientes parámetros magnéticos: magnetización de saturación (Ms), magnetización remanente de saturación (Mrs), coercitividad (Hc) y coercitividad de la remanencia (Hcr).

Los parámetros llamados extensivos X, Ms y Mrs son principalmente indicativos de la cantidad de mineral magnético presente y en menor medida tamaño de partícula y la naturaleza de los mismos. Los parámetros de coercitividad Hc y Hcr son representativos del tipo de mineral ya sea de alta (antiferromagnéticos, hematita o goethita, entre otros) ó baja coercitividad (ferrimagnéticos, magnetita y titanomagnetita, entre otros). La coercitividad también es función del tamaño de partícula. Relaciones entre parámetros magnéticos (tales como X/Ms, Hcr/Hc, Mrs/Ms, entre otras) también son útiles para determinar variaciones del tamaño de partícula a lo largo de un perfil.

La susceptibilidad magnética de las muestras de TA fue medida con el aparato *Magnetic Susceptibility Meter Bartington MS2* y normalizadas según la masa.

|                  | Prop. macro. | Micro./ Mine. | Gran. | pH | %CaCO <sub>3</sub> | %P <sub>total</sub> | %C <sub>total</sub> | Prop. magn. |
|------------------|--------------|---------------|-------|----|--------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| <hr/> MA2        |              |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| Sector 1 Ch (x3) | X            | X             |       |    |                    |                     |                     |             |
| Sector 1 S1 (x3) | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| Sector 1 S2 (x3) | X            | X             | X     | X  | X                  | X                   | X                   | X           |
| Sector 1 S3 (x3) | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| Sector 1 S4 (x3) | X            |               | X     | X  | X                  | X                   | X                   | X           |
| Sector 1 S5 (x3) | X            |               | X     |    | X                  | X                   |                     |             |
| Sector 2 S1 (x3) | X            |               | X     |    | X                  | X                   |                     | X           |
| Sector 2 S2 (x3) | X            |               | X     | X  | X                  | X                   | X                   |             |
| Sector 2 S3 (x3) | X            | X             | X     |    | X                  | X                   |                     | X           |
| Sector 2 S4 (x3) | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| Sector 2 S5 (x3) | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N1 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     | X           |
| N2 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N3 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N4 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N5 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N6 (x3)          | X            |               | X     | X  | X                  | X                   |                     |             |
| N7 (x3)          | X            |               | X     |    | X                  | X                   | X                   |             |
| N8 (x3)          | X            |               | X     |    | X                  | X                   |                     |             |
| N9 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N10 (x3)         | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N11 (x3)         | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N12 (x3)         | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| N13 (x3)         | X            | X             | X     | X  | X                  | X                   | X                   | X           |
| P1 (x9)          | X            | X             |       | X  |                    |                     | X                   | X           |
| P2 (x8)          | X            | X             |       | X  |                    |                     |                     | X           |
| <hr/> TA         |              |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| S1 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     | X           |
| S2 (x3)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     | X           |
| S3 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     | X           |
| S4 (x3)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     | X           |
| S5 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     | X           |
| S6 (x3)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     | X           |
| S7 (x3)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     | X           |
| S8 (x4)          | X            | X             | X     | X  |                    |                     |                     | X           |
| <hr/> CSN        |              |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| S1 (x4)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     |             |
| S2 (x4)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     |             |
| S3 (x3)          | X            | X             | X     | X  | X                  |                     |                     |             |
| S4 (x3)          | X            | X             |       | X  | X                  |                     |                     |             |
| S5 (x3)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| S6 (x2)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| S7 (x4)          | X            |               |       |    |                    |                     |                     |             |
| S8 (x4)          | X            |               | X     | X  | X                  |                     |                     |             |
| <hr/>            |              |               |       |    |                    |                     |                     |             |

**Tabla 5.8.** Análisis por *loci* y sondeo/ perfil (entre paréntesis la cantidad de muestras correspondientes a este sondeo/perfil). Prop. macro = propiedades macroscópicas. Micro./ Mine. = micromorfología de suelos y mineralogía, de estas muestras también deviene el conteo de componentes antropogénicos. Gran. = estudios granulométricos. %P<sub>total</sub> = porcentaje de fósforo total. %CaCO<sub>3</sub> = porcentaje de carbonatos. %C<sub>total</sub> = porcentaje de carbono total (inorgánico y orgánico). Prop. magn. = propiedades magnéticas (que fueron estudiadas con mayor detalle en MA2).



# PARTE II

*Resultados*

## CAPÍTULO 6

*Marazzi 2*



## MARAZZI 2

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en MA2 (S53° 31.508' W69° 21.661'). Tal como fue mencionado en el capítulo 2, el foco de análisis en este sitio estuvo en: 1- analizar la estratigrafía y microestratigrafía de P1 para comprender los procesos de formación e historia ocupacional; 2- buscar parámetros geoarqueológicos sensibles para reconocer el grado/intensidad de modificación antrópica de los suelos y sedimentos; y 3- explicar la distribución vertical del registro arqueológico en suelos actuales y enterrados, discutiendo momentos, formas y agentes de depositación. En la Tabla 6.1. se presenta las dataciones obtenidas en investigaciones previas y en el presente trabajo.

| Datación (AP) | Código lab. | Material     | Prof. (cm) | Rango cal. 1σ AP | Mediana  | Cita                        |
|---------------|-------------|--------------|------------|------------------|----------|-----------------------------|
| 910±70        | Ua21185     | óseo guanaco | 30-40      | 688-903          | 784±70   | Morello <i>et al.</i> 1998  |
| 1965±40       | Beta113690  | óseo guanaco | 80-90      | 1827-1923        | 1872±56  | Morello <i>et al.</i> 2004a |
| 2460 ± 30     | Beta396505  | óseo guanaco | 60-70      | 2357-2675        | 2453±104 | Este trabajo <sup>1</sup>   |
| 2745±40       | Ua21140     | carbón       | 140-150    | 2763-2844        | 2808±40  | Morello <i>et al.</i> 2004a |

**Tabla 6.1.** Dataciones de Marazzi 2 (calibradas a un sigma AP; *OxCal* 4.2; Bronk Ramsey 2009).

<sup>1</sup>Datación financiada por el proyecto FONDECYT 1140939 dirigido por Flavia Morello.

### 1. Geomorfología

La Figura 6.1. muestra el mapa geomorfológico del MA2, con la ubicación de los sondeos y excavaciones realizadas. Este sitio se sitúa en un paisaje complejo y policíclico, donde actúan múltiples procesos geomorfológicos, destacándose los costeros y fluviales (Ozán y Tchilinguirian 2015). En los interfluvios y zonas más elevadas se registran geoformas glaciales, representadas por las morenas probablemente asociadas al estadio de desglaciación D, entre unos 13500-16000 cal. AP (Bentley *et al.* 2005; McCulloch *et al.* 2005a, 2005b). Se destacan deslizamientos y lóbulos de reptaje en los taludes de las morenas terminales, ubicadas al oriente de la mayor concentración artefactual (Figura 6.2.). Estos deslizamientos podrían relacionarse con ciclos de congelamiento y descongelamiento de suelos en la zona de la pendiente (French 2007).



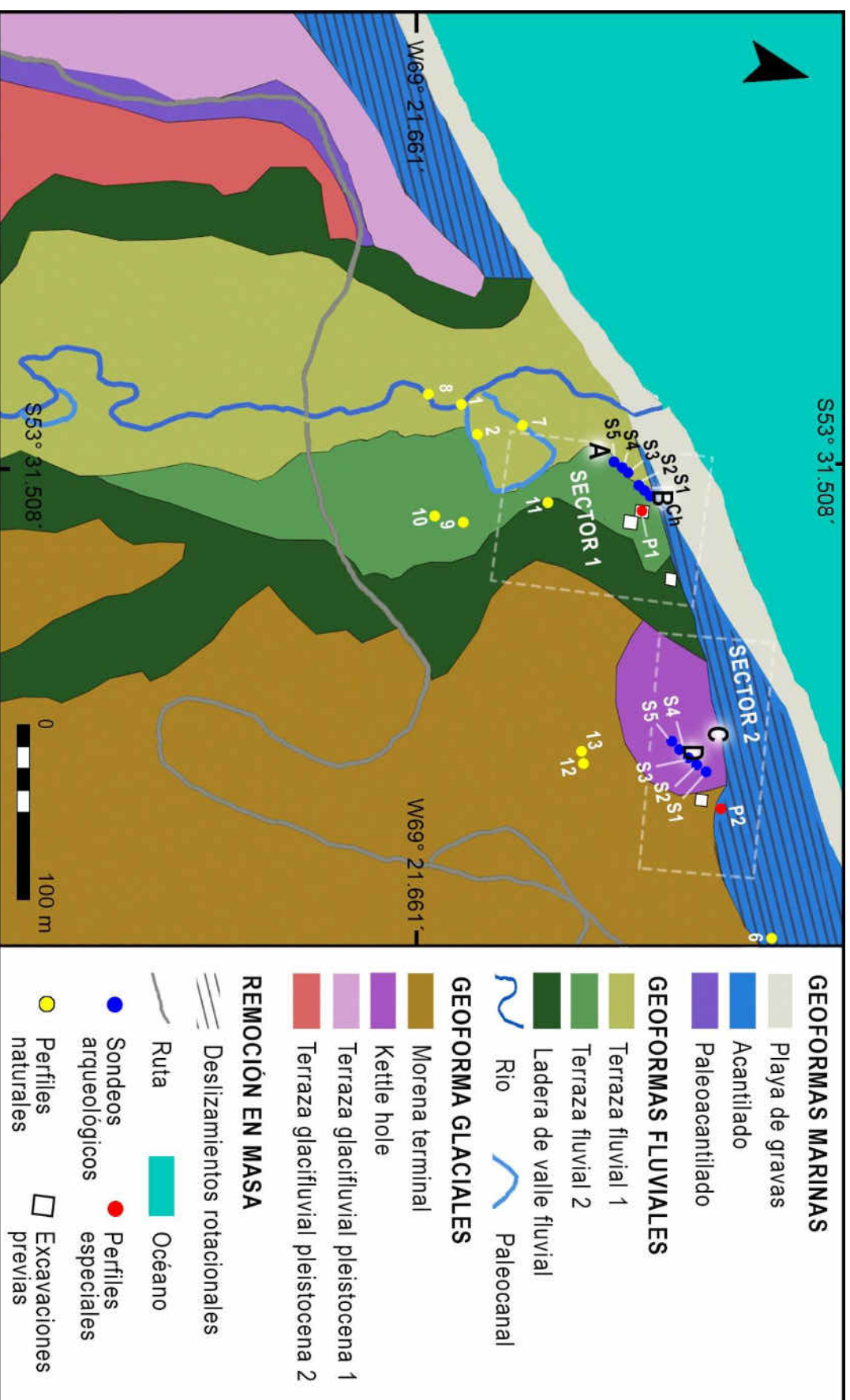


Figura 6.1. Mapa geomorfológico MA2. A, B, C y D corresponden a la posición de las fotos de la Figura 6.2.

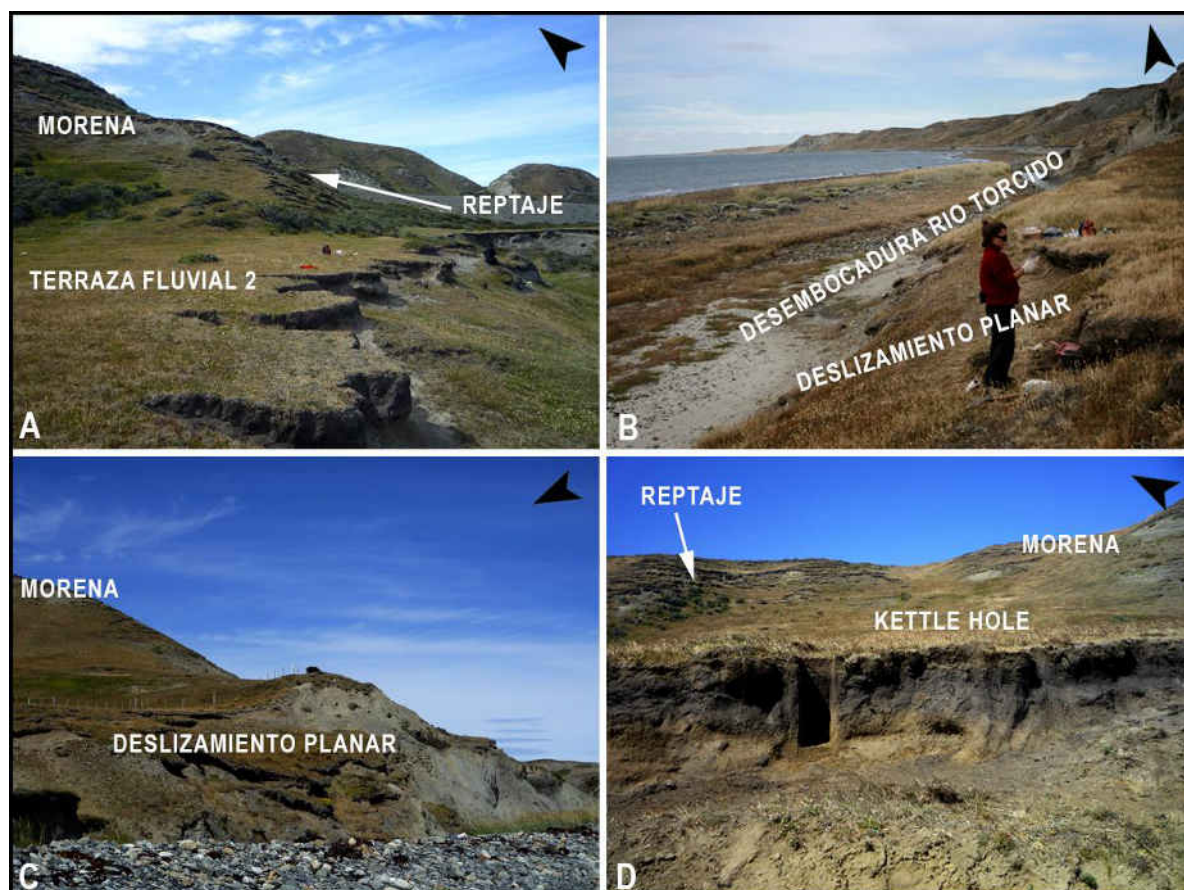


**Figura 6.2.** Detalle de algunos aspectos geomorfológicos de MA2. Ver posición en Figura 6.1. A y B corresponden al Sector 1 y C y D al Sector 2. Los perfiles de ambos sectores miran hacia el norte/noreste.

El Sector 1 se ubica en una terraza alta del río Torcido, entre dos y tres metros del lecho del río. De acuerdo a estudios regionales, el sector de planicies y terrazas fluviales de la desembocadura del río Torcido habría estado disponible a partir del *ca.* 4000 AP (Brambati 2000), hecho que propone una edad máxima para la ocupación humanas de este sector. En este sector se ubican seis sondeos arqueológicos y P1 (Figura 6.1.).

El Sector 2 se encuentra en una cota más alta que el Sector 1, al pie de una morena terminal, en un antiguo hoyo de colapso<sup>1</sup> o *kettle hole* (Prieto 1998, McCulloch *et al.* 2005b) (Figuras 6.1. y 6.2.). Este Sector está próximo a un acantilado inactivo por acción de la

<sup>1</sup> Un hoyo de colapso o *kettle hole* es una geoforma de origen glacial, en forma de cuenca, originada por el derretimiento de permafrost o bloques de hielo sepultados por derrubio glaciar (Tarbuck y Lutgens 1999; French 2007).

erosión y remoción en masa (deslizamientos rotacionales y planares). Este frente habría estado activo durante la transgresión del Holoceno Medio (Porter *et al.* 1984; McCulloch *et al.* 2005b). Los deslizamientos (Figura 6.2.) que producen la retrogradación de este acantilado inactivo poseen una acción directa en la preservación del registro arqueológico (Morello *et al.* 2009a). En este sector se ubican cinco sondeos arqueológicos y P2 (Figuras 6.1.).

Desde el punto de vista de la dinámica, tanto el Sector 1 como el Sector 2 están afectados por la acción eólica (arenas procedentes de la playa de la bahía, al oeste). El Sector 1 también está afectado en cierta medida por la acción coluvial de las laderas del valle. En el Sector 2 los procesos de remoción en masa son mayores que en el Sector 1 debido a que el terreno tiene más inclinación y está cercano a las pendientes del hoyo de colapso y morenas terminales.

## **2. Caracterización macroscópica de los perfiles**

### **2.1. Sondeos arqueológicos**

La Tabla 6.2. detalla las principales características macroscópicas de los perfiles correspondientes a los sondeos arqueológicos del Sector 1 y 2 (un total de 11). En términos generales, y como ya fue mencionado en el capítulo 3, los perfiles muestran un horizonte A, un transicional AC y un C. Este horizonte A (epipedón) es mólico, principalmente por su color oscuro (rico en materia orgánica que decrece marcadamente en profundidad), su espesor mínimo de unos 18 cm, su estructura granular de moderada a débil y las características fitogeográficas y climáticas en donde se desarrolla (Soil Survey Staff 1999). Estas características definen a estos suelos dentro del orden de los Molisoles; en un régimen de humedad *aridic* y un régimen de temperatura *frigid* (Soil Survey Staff 1999).

Esta secuencia A-AC-C, en la mayoría de los casos, se encuentra por debajo del actual perfil de suelo (A-C), muy poco desarrollado de entre 10 y 30 cm, sin características mólicas definidas (Figura 6.3 y 6.4.). Secuencias de horizontes similares (A-C-Ab-ACb-C1) también han sido registradas en el noroeste (Arroyo-Kalin *et al.* 2007) y noreste de la Isla (Favier Dubois 2003, 2007), donde se les ha asignado una cronología en torno a los 1000 AP para el perfil de Molisol (Favier Dubois 2007), o algo menores (Barberena y Borrero 2010). La secuencia de paleosuelos registrada en una duna de Laguna Arturo, a uno 72 km en dirección sudeste desde MA2, muestra una datación de unos 335-500 cal. AP, a partir de un hueso de



guanaco ubicado en paleosuelo que subyace al suelo actual y a otro paleosuelo más joven (Coronato *et al.* 2011; Orgeira *et al.* 2012). Esta datación es coherente con la interpretación de una pedogénesis en el contexto de la Pequeña Edad de Hielo (Barberena 2008; Barberena y Borrero 2010; Borrero 2011; ver Capítulo 3).

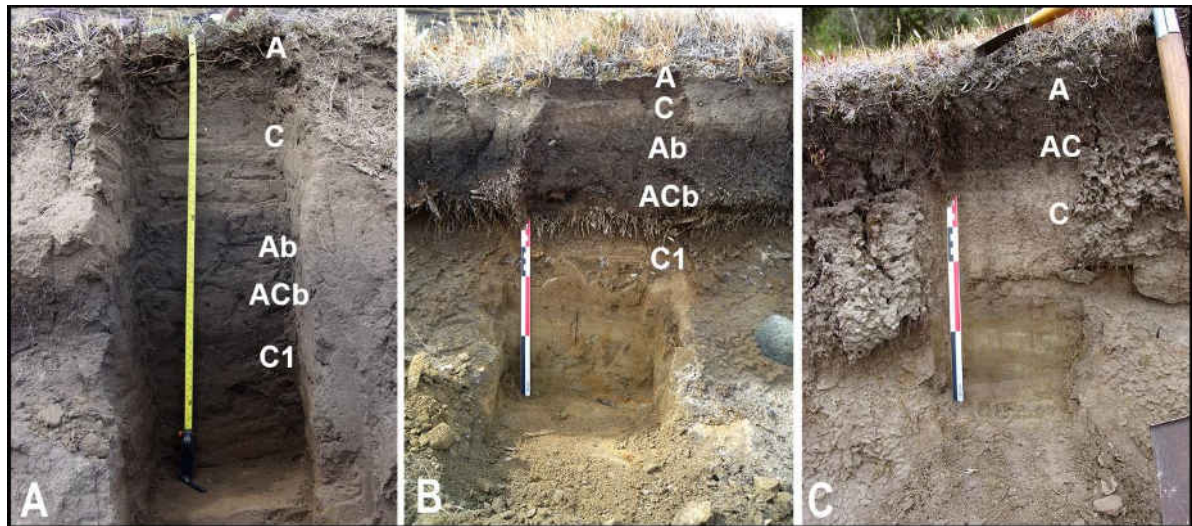


**Figura 6.3.** Ejemplos de perfiles de suelo del área de MA2 con un horizonte A enterrado (Ab) a más de 30 cm (A), a los 10 cm (B) y una secuencia de horizontes no enterrados por sedimentos eólicos (C). Nótese el espesor de la cubierta vegetal, las raíces y el material parental masivos de los horizontes subsuperficiales.

Los suelos muestran poca estructuración, fuera del horizonte A o Ab que, por su bioactividad, presenta estructuras granulares o migajosas. En profundidad se pierde la estructura y la alta cohesión define niveles masivos y compactos, aunque en algunos casos se observan estructuras en bloques angulares/subangulares, generalmente gruesos y de grado medio/fuerte. En muchos casos el horizonte C presenta moteados de óxido de hierro y concreciones calcáreas producto de la meteorización de las valvas de molusco contenidas en la matriz, o bien, de las partículas acarreadas por el viento de la meteorización física de las valvas de la playa (Ozán y Tchilinguirián 2015). Los colores predominantes se encuentran en la gama de los pardos, pardos grisáceos, oliva y amarillentos; y las texturas son de franco arenosas a franco limosas (aumentan los finos hacia abajo). Los contactos entre horizontes son de graduales a difusos.

|          |    | COLOR                                                                                                                                                                                | TEXTURA                                                                     | ESTRUCTURA                                                                                                         | LÍMITE                              | OTROS                                                                              |
|----------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Sector 1 | Ch | <b>1:</b> 2.5Y 3/1, <i>gris muy oscuro</i> . <b>2:</b> 2.5Y 4/2, <i>pardo grisáceo oscuro</i> . <b>3:</b> 2.5Y 4/3, <i>pardo oliva</i> . <b>4:</b> 2.5Y 6/2, <i>gris pardo claro</i> | <b>1:</b> Areno franca. <b>2, 3:</b> Franco limosa. <b>4:</b> Areno franca. | <b>1:</b> Migajosa, gruesa, débil. <b>2,3:</b> Masiva.                                                             | Gradual hasta 56 cm, luego abrupto. | Guijarros a ~30-40 cm. Más compacto hacia abajo. Poca distinción de horizontes.    |
|          | S1 | <b>1:</b> 2.5Y 3/1. <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 4/3                                                                                                                           | Franco limosa                                                               | <b>1:</b> Migajosa, gruesa, débil. <b>2,3:</b> Masiva.                                                             | Claro/gradual                       | Más compacto desde 26 cm. Moteados 10YR 4/6, <i>pardo am. oscuro</i> desde ~40 cm. |
|          | S2 | <b>1:</b> 2.5Y 3/3, <i>pardo oliva oscuro</i> . <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 4/3-5/2, <i>pardo grisáceo</i>                                                                    | Franco limosa                                                               | <b>1:</b> Migajosa, gruesa, débil. <b>2, 3:</b> Masiva.                                                            | Gradual                             | Moteados a partir de los ~36 cm                                                    |
|          | S3 | <b>1:</b> 2.5Y 3/3. <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 5/2                                                                                                                           | Franco limosa                                                               | <b>1:</b> Grano suelto/ granular, gruesa, débil. <b>2:</b> bloques subang., gruesa, media. <b>3:</b> Masiva        | Gradual                             | Más compacto desde los ~25 cm. Moteados desde ~33 cm.                              |
|          | S4 | <b>1:</b> 2.5Y 3/2, <i>pardo grisáceo muy oscuro</i> . <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 6/3, <i>pardo amarillento claro</i>                                                        | Franco limosa                                                               | <b>1, 2:</b> Granular, media moderada. <b>3:</b> masiva                                                            | Gradual                             | Moteados y más compacto a partir de los ~40 cm.                                    |
|          | S5 | <b>1:</b> 2.5Y 3/2. <b>2:</b> 2.5Y 5/2. <b>3:</b> 2.5Y 6/3                                                                                                                           | Franco arenosa                                                              | <b>1:</b> Migajosa, gruesa, débil. <b>2, 3:</b> masiva                                                             | Gradual                             | Más compacto desde ~35 cm                                                          |
| Sector 2 | S1 | <b>1:</b> 2.5Y 4/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/3. <b>3:</b> 2.5Y 4/4, <i>pardo oliva</i>                                                                                                       | <b>1, 3:</b> Franco arenosa. <b>2:</b> Franca.                              | <b>1:</b> migajosa, media, débil. <b>2, 3:</b> masiva                                                              | Gradual/difuso                      | Más compacto y moteados y CaCO <sub>3</sub> desde ~40 cm                           |
|          | S2 | <b>1:</b> 2.5Y 3/3. <b>2:</b> 2.5Y 3/2. <b>3:</b> 2.5Y 4/4                                                                                                                           | <b>1, 2:</b> franco arenosa. <b>3:</b> franca                               | <b>1:</b> migajosa, media, débil. <b>2, 3:</b> Masiva                                                              | Gradual.                            | Más compacto desde los ~35 cm. Moteados desde 40-50 cm                             |
|          | S3 | <b>1:</b> 2.5Y 3/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/3. <b>3:</b> 2.5Y 4/4                                                                                                                           | <b>1:</b> franco arenosa. <b>2, 3:</b> franca                               | <b>1:</b> granular, media, moderada. <b>2, 3:</b> Masiva.                                                          | Gradual.                            | Más compacto y moteados desde 50-60 cm. CaCO <sub>3</sub> desde 40-50 cm           |
|          | S4 | <b>1:</b> 2.5Y 3/3. <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 4/4                                                                                                                           | Franco arenosa                                                              | <b>1:</b> granular, media, moderada. <b>2, 3:</b> Masiva.                                                          | Gradual/difuso                      | Más compacto desde ~37 cm                                                          |
|          | S5 | <b>1:</b> 2.5Y 3/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 4/3                                                                                                                           | <b>1, 2:</b> Franco arenosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa.               | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2:</b> grano suelto/ granular, m. gruesa, débil. <b>3:</b> bloque ang., grande, fuerte. | Difuso                              | Más compacto desde los ~35 cm.                                                     |

**Tabla 6.2.** Principales características macroscópicas de los sondeos arqueológicos. “1, 2, 3” señala las posiciones de las muestras en orden descendiente (ver cruces en Figura 6.4.). RA = registro arqueológico; an. = angular; subang. = subangular. Referencia válida para Tabla 6.3.

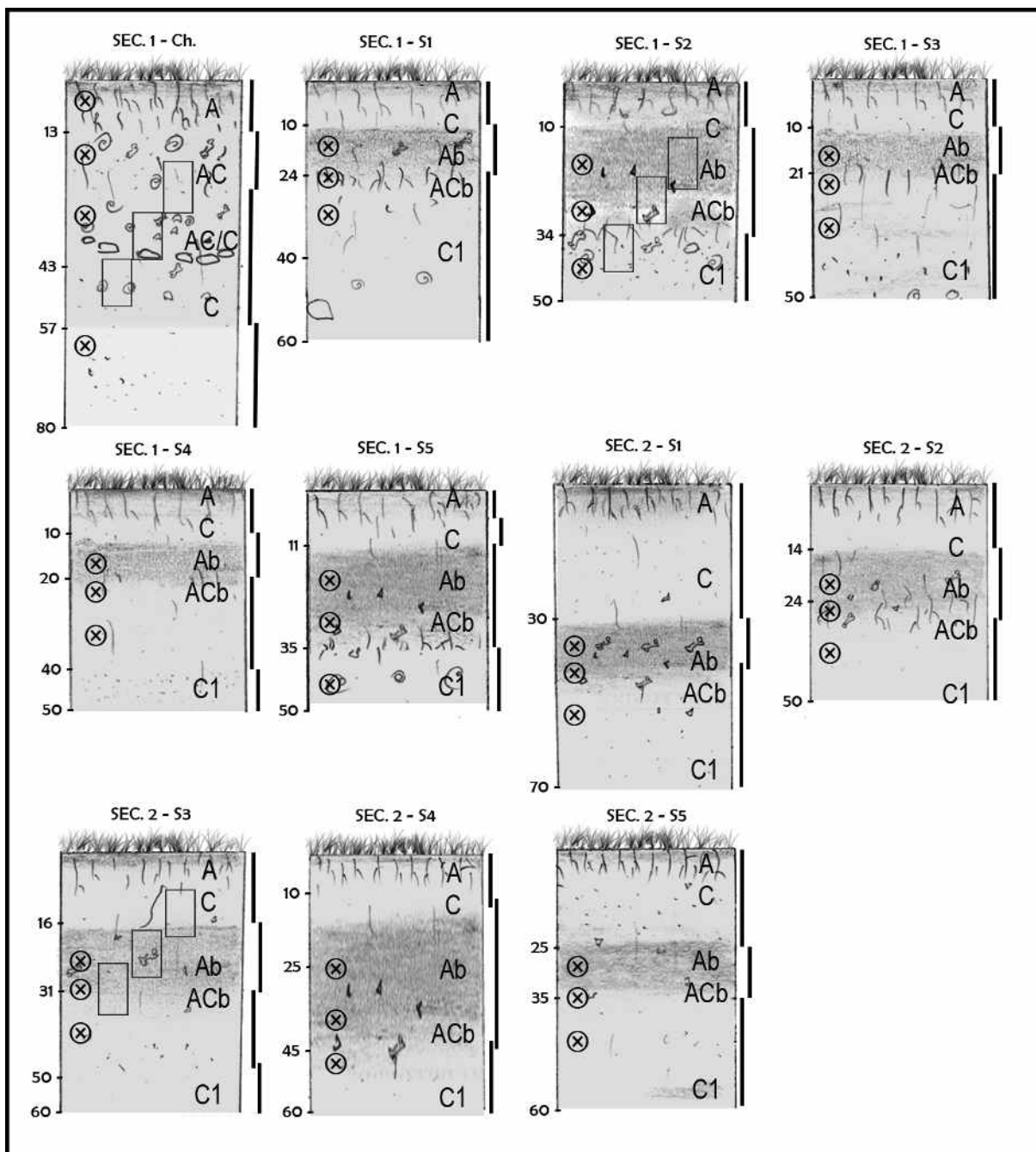


**Figura 6.4.** Esquemas a escala de los sondeos arqueológicos consignando el horizonte de suelo en cada caso. Las cruces señalan la posición de la toma de muestras no estructuradas y los rectángulos las muestras para el análisis micromorfológicos. SEC. = Sector. Referencia válida para la Figura 3.8.

## 2.2. P1

El perfil P1 se encuentra en el Sector 1, a unos 15 metros de la barranca de la playa de gravas y a unas decenas de metros de la ladera del valle fluvial. P1 pertenece al perfil

noroeste de una unidad de excavación realizada en 2007 (Massone *et al.* 2007) (Figura 6.1). La Figura 6.5. resume sus principales propiedades macroscópicas.

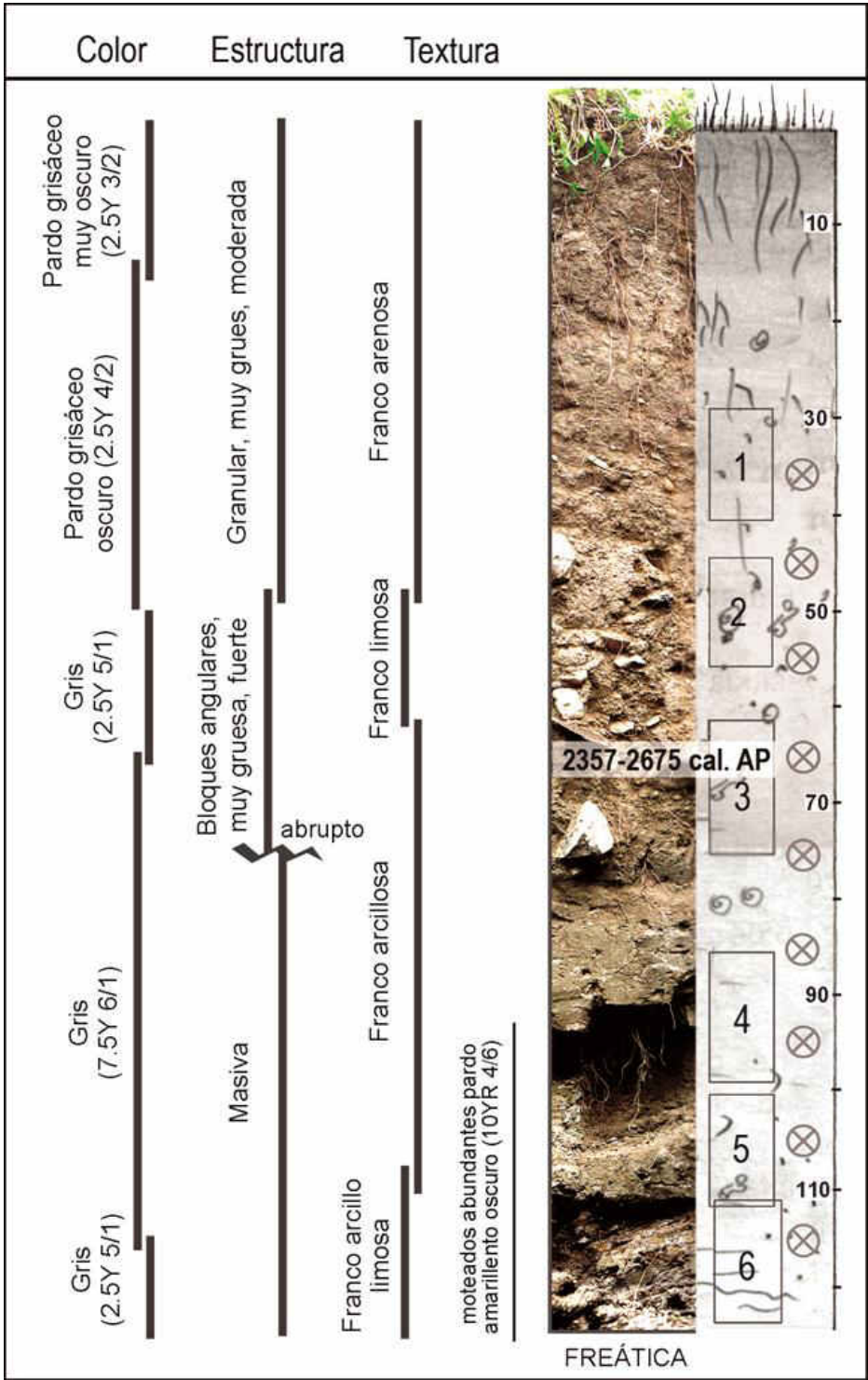


**Figura 6.5.** Propiedades macroscópicas de P1. Todos los límites son difusos excepto el indicado como abrupto a los ~75 cm. Los rectángulos indican la posición de las muestras micromorfológicas y las cruces de las muestras no disturbadas.

Como fue mencionado en el capítulo 4, esta unidad de excavación se caracteriza por abundante material antrópico como restos óseos, valvas de molusco, material lítico, pigmentos y carbones (Morello *et al.* 2004a, Arroyo-Kalin *et al.* 2007, Massone *et al.* 2007). Como se observa en la Figura 6.5., este grado de antropización ha provocado que los horizontes del perfil de suelo registrado en áreas aledañas (Figura 6.3. y 6.4.) no sea distinguible a nivel macroscópico.

Desde la superficie hacia abajo, los colores van de los pardos en los horizontes superficiales a los grisáceos; y la estructura de granular a masiva. La fracción fina aumenta en profundidad. En los últimos 30/40 cm comienzan a aparecer moteados de óxido de hierro y concreciones de carbonato de calcio producto de la meteorización de valvas de molusco. Vale destacar que hacia la base aflora la capa freática que podría presentar ciertas oscilaciones estacionales o ascenso de humedad por capilaridad.

### **2.3. P2**

El perfil P2 se encuentra en el Sector 2 y se trata de un frente expuesto de un acantilado inactivo en el que se observan deslizamientos rotacionales y planares que provocan una retrogradación del frente. P2 se encuentra al pie de una pendiente de un antiguo *kettle hole*. Al oeste, el terreno se eleva más de 20 metros, mostrando evidencias de erosión y remoción en masa. La zona no está sujeta a anegamiento.

Este perfil presenta un espesor de 2,70 m, pero sólo se analizó el primer 1,30 m). A diferencia de P1, aquí sólo aflora escaso material arqueológico entre 10-65 cm del perfil. En una unidad de excavación realizada a unos 15 metros al sur de P2, se obtuvo una datación de 688-903 cal. AP a 30-40 cm de profundidad (Morello *et al.* 1998).

La Figura 6.6. presenta las propiedades macroscópicas principales. Los primeros 40 cm presentan coloraciones pardo grisáceas oscuras, estructuración granular muy débil y una textura franco arenosa. Por debajo aumentan los finos, aparece una débil estructuración en bloques y las tonalidades se vuelven pardo olivas y, luego de los 70 cm, pardo amarillentas. Los límites entre horizontes son difusos hasta los 30 cm, luego graduales a excepción del de los 70 cm, que es claro. Luego de los 70 cm se registran moteados de óxido de hierro y en los últimos 10 cm del perfil se observa una capa orgánica de unos ocho centímetros de espesor,



probablemente asociado a un cuerpo de agua somero. Como ya fue señalado, aproximadamente a 15 metros al sur de P2, en otra unidad de excavación (Morello *et al.* 1998) esta capa orgánica se registró 24 cm más abajo y con un espesor mayor, de unos 15 cm. Estas características estarían indicando un cuerpo de agua en cubeta, siendo la sección que aflora en perfil, una margen de dicho cuerpo. Esta capa puede observarse lateralmente algunos cientos de metros (Figura 6.7.).

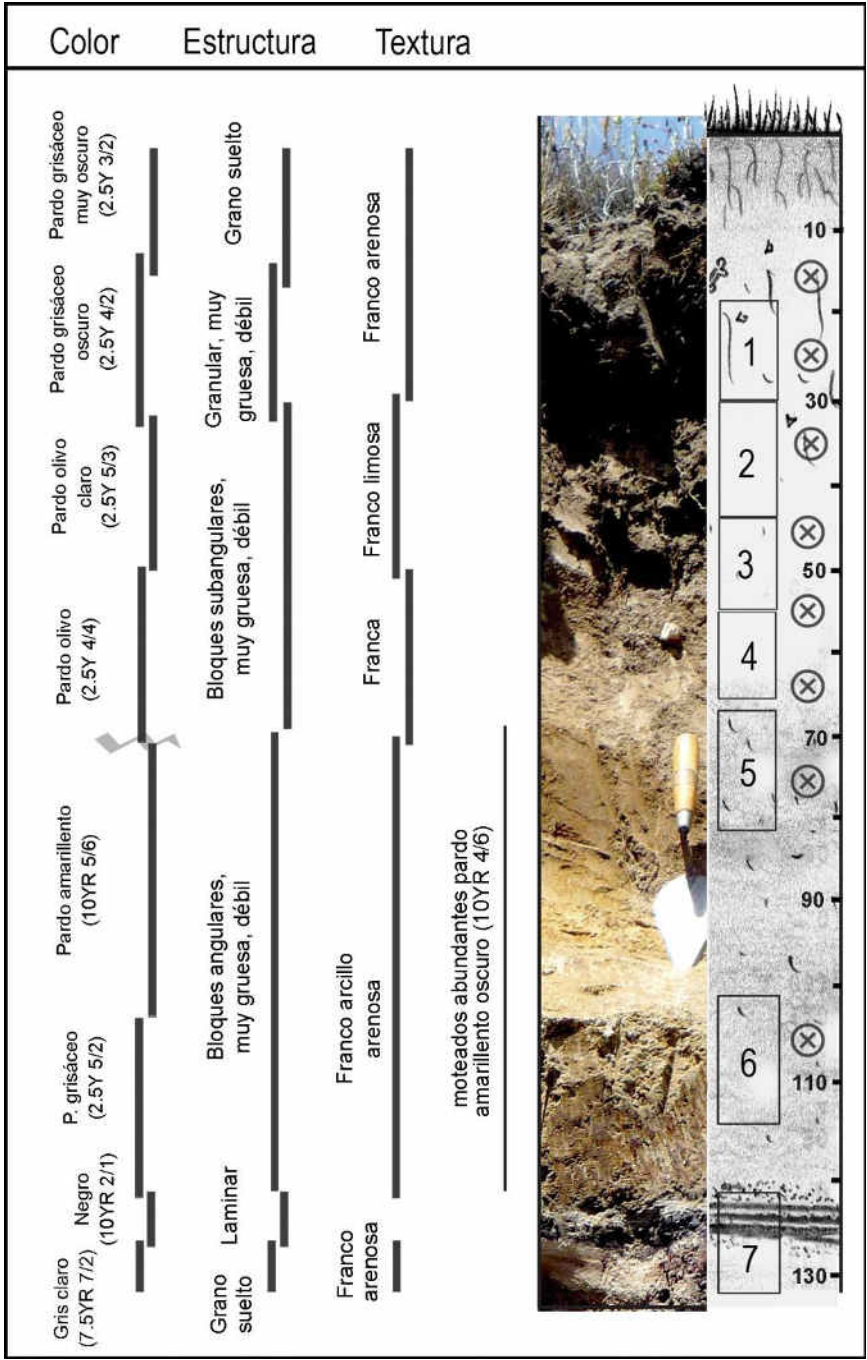


**Figura 6.5.** Propiedades macroscópicas de P2. Todos los límites son difusos excepto el indicado como abrupto a los ~75 cm. Los rectángulos indican la posición de las muestras micromorfológicas y las cruces de las muestras no disturbadas.

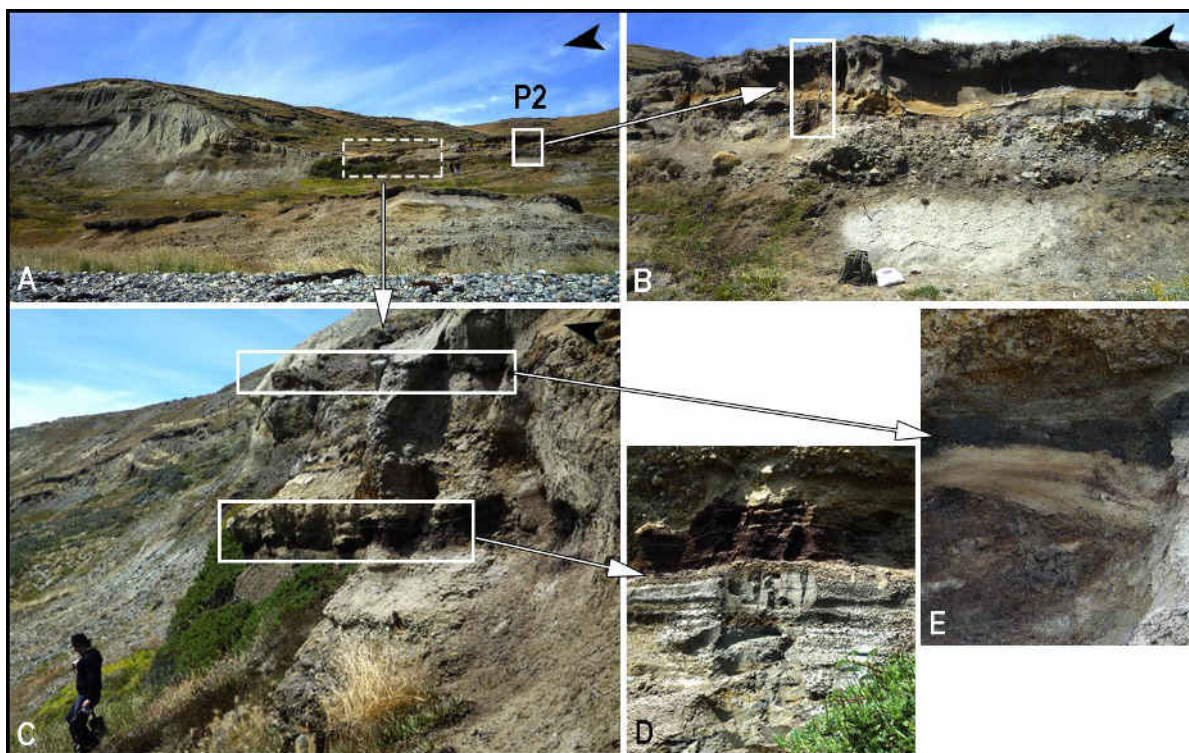


**Figura 6.7.** A- Ubicación panorámica de P2, vista desde la playa de gravas. B- Vista más cercana de la porción de P2 analizada. C- Vista de las dos capas orgánicas laminadas, con un detalle de las mismas. La que se registra en P2 es la E, más delgada que la otra y en contacto con sedimentos gris castaño claros.

## 2.4. Perfiles naturales

La Figura 6.8. y la Tabla 6.3 caracterizan macroscópicamente los perfiles naturales (área control), distribuidos tanto en el Sector 1 como en el Sector 2 (Figura 6.1.). Pese a que uno de los criterios fundamentales para la búsqueda de estos perfiles fue su posición iso-geomorfológica e iso-edafológica respecto a los sondeos arqueológicos, esto presentó ciertas dificultades. La dispersión del registro arqueológico es muy amplia y el alejamiento de esta zona de concentración implica, inevitablemente, cambios geomorfológicos y edafológicos. No obstante esto, de esta búsqueda surgió un aspecto interesante que se relaciona con el registro de la variabilidad geomorfológica y edafológica que tiene expresión en una escala espacial pequeña. Este hecho tiene implicancias arqueológicas directas en tanto que un mismo *locus* está sometido a dinámicas sedimentarias y pedológicas diferentes (Cerro Cabeza de León 1 y 4 son un buen ejemplo de esto; Borrero 1985; Favier Dubois 1998; Martin y Borella 1999).

En términos generales, los perfiles naturales presentan un perfil A-AC-C (con límites difusos/graduales) o A-C (extremadamente poco desarrollados); y sólo en un caso (N11) se observa un perfil A-C-Ab-ACb-C1 como los que se registran en los sondeos arqueológicos. La estructuración es aún más débil respecto a los casos arqueológicos y las texturas y coloraciones son similares. Vale destacar el hecho de que muchos de estos perfiles son exposiciones producto de deslizamientos rotacionales de taludes de morenas o laderas de valles fluviales. En este sentido, estos perfiles se ubican en lugares de pendientes algo pronunciadas que por lo general miran hacia el noroeste/ oeste.

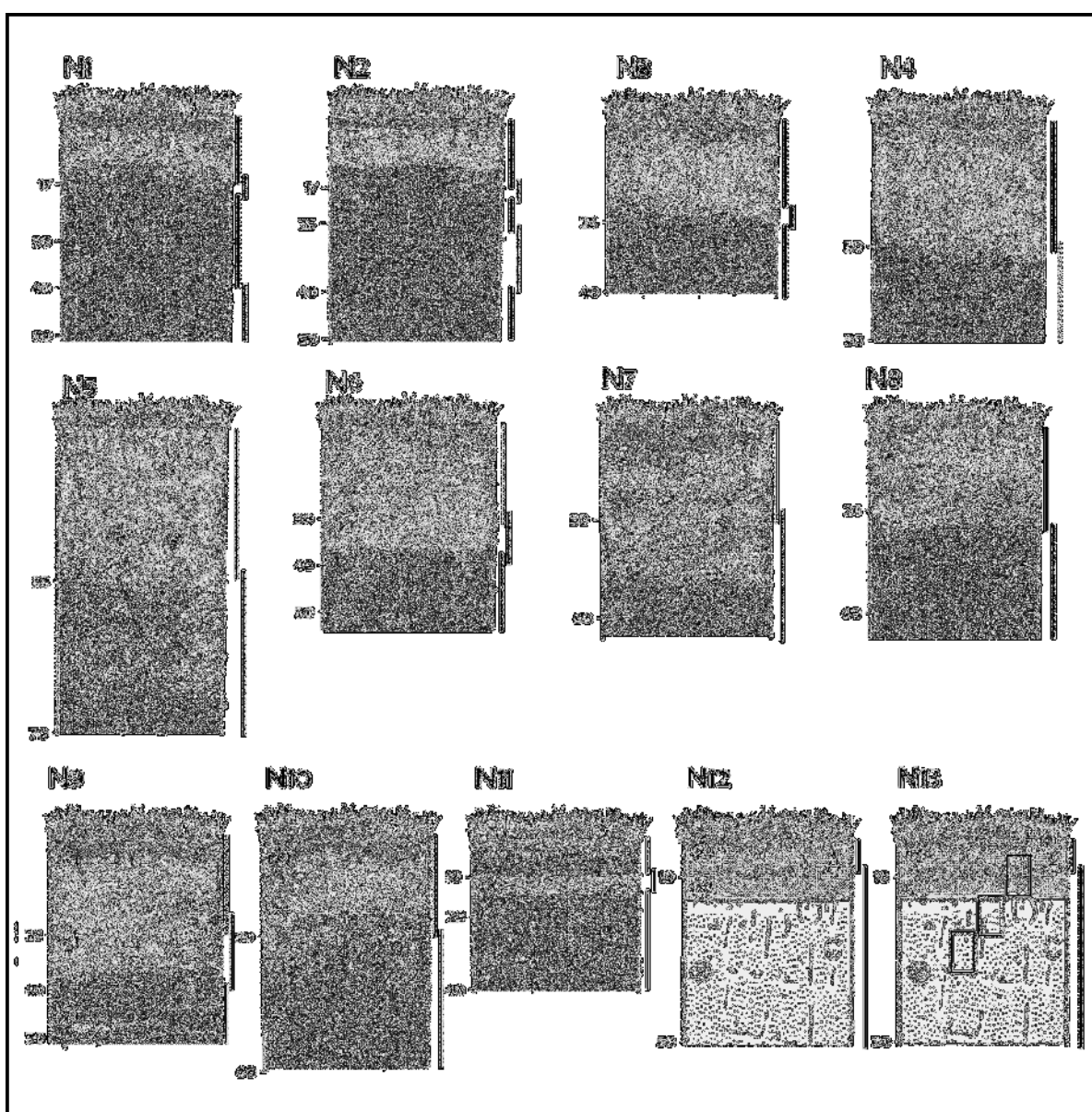


**Figura 6.8.** Esquemas a escala de los perfiles naturales y sus correspondientes horizontes de suelo.

|     | COLOR                                                                                     | TEXTURA                                                     | ESTRUCTURA                                                                                    | LÍMITE                  | OTROS                                                                                            |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N1  | <b>1:</b> 2.5Y 3/1. <b>2:</b> 2.5Y 4/3. <b>3:</b> 2.5Y 5/3 <i>pardo oliva claro</i>       | Franco limosa                                               | <b>1, 2:</b> grano suelto. <b>3:</b> masiva                                                   | Gradual                 | Ladera fluvial de paleocauce. (noroeste). Moteados des-de 40 cm, más compacto desde 30 cm        |
| N2  | <b>1:</b> 2.5Y 3/1<br><b>2:</b> 2.5Y 4/3<br><b>3:</b> 2.5Y 5/3                            | Franco arcillo limosa                                       | <b>1, 2:</b> grano suelto. <b>3:</b> masiva                                                   | Gradual                 | Ladera valle fluvial (noroeste). Moteados desde 25 cm. Más compacto desde 40 cm                  |
| N3  | <b>1:</b> 2.5Y 4/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/3. <b>3:</b> 2.5Y 6/4 <i>pardo amarillento claro</i> | <b>2:</b> Franco arcillo limoso                             | <b>1:</b> migajosa, fina, débil. <b>2:</b> bloques ang., m. gruesa, fuerte. <b>3:</b> masiva. | Difuso                  | Frente al mar (oeste). Precipitaciones de CaCO <sub>3</sub> . Más compacto desde 30 cm           |
| N4  | <b>1:</b> 2.5Y 3/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 3/3                                | Franco limosa                                               | <b>1:</b> grano suelto. <b>2, 3:</b> Masiva/ bloques subang., m. gruesa, débil                | Difuso                  | Frente al mar (oeste).                                                                           |
| N5  | <b>1:</b> 2.5Y 3/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/2. <b>3:</b> 2.5Y 5/4 <i>pardo oliva claro</i>       | Franco limosa                                               | <b>1, 2:</b> granular, fina, media <b>3:</b> bloques subang., m. gruesa, débil.               | Difuso                  | Desliza-miento rotacional de talud de morena. Guijarros. Noroeste.                               |
| N6  | <b>1:</b> 2.5Y 4/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/3. <b>3:</b> 2.5Y 5/4                                | <b>1, 2:</b> franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa | <b>1:</b> grano suelto. <b>2, 3:</b> bloques ang., m. gruesa, débil                           | Difuso                  | Talud de morena (~15°) (noroeste). Guijarros (desde 40 cm). Más compacto y arcilloso desde 32 cm |
| N7  | <b>1:</b> 2.5Y 3/2<br><b>2:</b> 2.5Y 4/2<br><b>3:</b> 2.5Y 4/3                            | franco limosa                                               | <b>1, 2:</b> grano suelto/ migajosa, fina, débil. <b>3:</b> masiva                            | Difuso                  | Barranca fluvial de paleocauce (oeste). Moteados desde 36 cm.                                    |
| N8  | <b>1:</b> 2.5Y 3/2<br><b>2:</b> 2.5Y 4/3<br><b>3:</b> 2.5Y 5/3                            | <b>1, 3:</b> franco limosa. <b>2:</b> franco arenosa        | <b>1, 2:</b> grano suelto/ granular, fina, débil. <b>3:</b> masiva                            | Gradual                 | Barranca fluvial (oeste).                                                                        |
| N9  | <b>1:</b> 2.5Y 3/1<br><b>2:</b> 2.5Y 3/2<br><b>3:</b> 2.5Y 4/4                            | Franco limosa                                               | <b>1, 2:</b> grano suelto/ migajosa, fina, débil. <b>3:</b> bloques ang., gruesa, débil       | Gradual y claro (40 cm) | Ladera (~20°) de valle fluvial. (oeste). Tinción de óxido de hierro 40-50 cm.                    |
| N10 | <b>1:</b> 2.5Y 3/1<br><b>2:</b> 2.5Y 4/2<br><b>3:</b> 2.5Y 4/3                            | Franco limosa                                               | <b>1, 2:</b> grano suelto/ migajosa, fina, débil. <b>3:</b> bloques ang., gruesa, débil       | Gradual                 | Ladera de valle fluvial (~20°) (oeste).                                                          |
| N11 | <b>1:</b> 2.5Y 4/2<br><b>2:</b> 2.5Y 5/2<br><b>3:</b> 2.5Y 5/3                            | Franco limosa                                               | <b>1, 2:</b> granular, gruesa, fuerte. <b>3:</b> bloques ang., gruesa, fuerte.                | Gradual                 | Ab. Talud de morena (~25°) (oeste). Moteados y CaCO <sub>3</sub> desde 20 cm.                    |
| N12 | <b>1:</b> 2.5Y 4/2. <b>2:</b> 2.5Y 4/3. <b>3:</b> 2.5Y 6/3                                | <b>1:</b> franco arenosa. <b>2, 3:</b> franca.              | <b>1:</b> granular, media, moderada. <b>2, 3:</b> masiva                                      | Difusa                  | Talud de morena (~25°) (oeste). CaCO <sub>3</sub> . Compacto, seco.                              |
| N13 | <b>1:</b> 2.5Y 3/3<br><b>2:</b> 2.5Y 3/3<br><b>3:</b> 2.5Y 3/3                            | <b>1:</b> franco arenosa. <b>2, 3:</b> franca.              | <b>1:</b> granular, media, moderada. <b>2, 3:</b> prismática, m. gruesa.                      | Difusa                  | Talud de morena (~25°) (oeste). CaCO <sub>3</sub> . Compacto, seco. Grietas de desecación        |

**Tabla 6.3.** Principales características macroscópicas de los perfiles naturales.

### 3. Micromorfología

En este apartado se presentan las descripciones micromorfológicas de seis perfiles (25 láminas delgadas): Ch, S2, S3, N13, P1 y P2 (Bullock *et al.* 1985; Courty *et al.* 1989; French 2003; Stoops 2003; Stoops *et al.* 2010). Al final de cada descripción se plantea brevemente una inferencia de los procesos que dieron lugar a las propiedades descriptas. En el capítulo 9 de discusión, se avanzará sobre la interpretación de modo más integral y comparativo, pero en esta instancia se vuelve necesario anclar las descripciones técnicas en los procesos generales implicados en cada caso.

#### 3.1. S2 (Sector 1)

**11-23 cm.** Microestructura. De canal (~250-500  $\mu\text{m}$  de ancho). Porosidad 20-25%: poros de empaquetamiento compuesto y cavidades (<400  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f<sup>2</sup>: 40/60. Distribución relacionada: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: cristalítica e indiferenciada (orgánica, 95% pellets<sup>3</sup>). Fracción gruesa. Escasa grava redondeada (<5 mm), sin orientación. Ocasional arena mediana redondeada/ subredondeada (~500  $\mu\text{m}$ ). Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200  $\mu\text{m}$ ) (Figura 6.9.A). Materia orgánica: 5-10%. Restos de tejido vegetal, mayormente raíces (hasta 2,5 cm) algunos como pseudomorfos de óxidos de Fe/Mn. Esporas. Grado de preservación A, B (predominio), C, D, E (de aquí en adelante, *sensu* Blazejewski *et al.* 2005). Edaforrasgos. Escasos nódulos e impregnaciones de Fe y Mn. Abundantes excrementos, túneles y rellenos. Interpretación. Alta bioturbación, depositación eólica (predominante) y coluvial. Macroscópicamente se registra un horizonte Ab.

**17-27 cm.** Microestructura. Granular (~2 cm) y de cavidades. Porosidad 10-15%: poros de empaquetamiento compuesto, cavidades (500-600  $\mu\text{m}$ ) y canales (~500  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 80/20. Distribución relacionada: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 80% humus y pellets). Fracción gruesa. Ocasional arena gruesa redondeada (500  $\mu\text{m}$ -1,5 mm) sin orientación y arena mediana subredondeada (500-600  $\mu\text{m}$ ). Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (~200  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: <5%.

---

<sup>2</sup> Relación gruesos sobre finos con un umbral de 50  $\mu\text{m}$ .

<sup>3</sup> Excrementos de meso y macro fauna como ácaros y lombrices (Kooistra y Pulleman 2010) en distintos grados de descomposición.



Restos de tejido vegetal (<5 mm), muchos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Preservación A, B. Edaforrasgos. Escasos nódulos de Fe y Fe/Mn (~1 mm). Abundantes excrementos, túneles y rellenos. Interpretación. Alta bioturbación, aunque menor que arriba. Depositación eólica (predominante) y coluvial (más que arriba). Los gránulos sugieren mezcla como producto de mamíferos pequeños como podrían ser los roedores. Macroscópicamente se registra un horizonte ACb.

**28-39 cm.** Microestructura. De canal (250 µm-1 mm de ancho) y migajosa (Figura 6.9.B). Porosidad 20-25%: poros de empaquetamiento compuesto y cavidades (500 µm- 1 mm). Masa basal. Relación g/f: 50/50. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: cristalítica e indiferenciada (orgánica, 90% pellets). Fracción gruesa. Ocasional arena gruesa redondeada/subredondeada, sin orientación. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (200 µm). Un fragmento de triza volcánica angular. Materia orgánica: 5-10%. Restos de tejido vegetal (<5 mm), algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn (Figura 6.9.B). Algas. Abundantes esporas. Preservación A, B, D. Edaforrasgos. Escasos nódulos de hierro (<2,5 mm). Abundantes excrementos distribuidos homogéneamente (Figura 6.9.B) y túneles. Pedosedimento<sup>4</sup> (Fedoroff *et al.* 2010) de arcilla limpia y laminada (300 µm). Intercalación oblicua de arena fina. Interpretación. Bioturbación intensa. Aporte eólico y coluvial, con rápida sedimentación de modo que la triza volcánica (de alta fragilidad) se preservó muy bien. Éste último también alerta acerca de la existencia de suelos bien desarrollados (escasamente representados bajo las condiciones actuales) que habrían sido deflacionados. En este perfil no se observan procesos de iluviación, por lo que se infiere que el agua que se incorpora a la matriz del suelo es escasa, tal como ocurre en la actualidad. Macroscópicamente se registra un horizonte ACb/C1.

### 3.2. Ch (Sector 1)

**17-29 cm.** Microestructura. De canal (400-750 µm). Porosidad 20-25%: fisuras horizontales/ subhorizontales (<250 µm), poros de empaquetamiento compuesto, canales (300-1000 µm) y cámaras. Masa basal. Relación g/f: 40/60 (Figura 6.9.C). Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada (70% humus). Fracción gruesa.

---

<sup>4</sup> Fragmento de suelo transportado. Se reconoce como tal porque presenta edaforrasgos que no se corresponden con los procesos que actúan *in situ*. Pueden ser gránulos, agregados, dominios de arcilla, etc. (McCarthy 2002).

Escasa grava subredondeada con orientación horizontal, escasa arena gruesa redondeada, ocasional arena media y abundante arena fina, angular/subangular moderadamente bien seleccionada. Materia orgánica: <5%, restos de tejido vegetal como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn; preservación C, D, E. Edaforrasgos. Abundante excremento, pasajes y rellenos de meso y macro fauna. Abundantes nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Escasos revestimientos de material fino mezclado con materia orgánica sobre partículas. Disolución de carbonatos. Interpretación. Intensa actividad biológica, “bio-mezcla”. Macroscópicamente se registra un horizonte A.

**29-40 cm.** Microestructura. De cavidad (200-750  $\mu\text{m}$ ). Porosidad: 20-25%: canales (250-500  $\mu\text{m}$ ), poros de empaquetamiento compuesto, fisuras (~100  $\mu\text{m}$ ) y cámaras (~2000  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 40/60. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada (70% humus). Fracción gruesa. Escasa grava subredondeada con orientación horizontal, escasa arena gruesa redondeada, ocasional arena media y abundante arena fina de forma angular y subangular moderadamente bien seleccionada. Materia orgánica: <5%, restos de tejido vegetal como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn; preservación C, D, E. Edaforrasgos. Abundante excremento, rellenos y pasajes. Abundantes nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Escasos revestimientos de material fino con humus sobre partículas. Disolución de carbonatos. Interpretación. Intensa actividad biológica. Esta muestra es prácticamente igual a la de arriba. Algunos sectores lucen más oscuros quizá por la mayor cantidad de carbón (ver abajo); incluso hay sectores con cierta “rubefacción” (oxidación de  $\text{Fe}^{+3}$  por combustión). Estos rasgos también podrían ser explicado por simple oxidación, pero la abundante presencia de carbón sugiere combustión. Macroscópicamente se registra un horizonte AC/C.

**40-49 cm.** Microestructura. Masiva/ de cavidad (200-750  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 5-10%. Masa basal. Relación g/f: 30/70. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada y cristalítica (70% humus). Fracción gruesa. Escasa arena gruesa redondeada y media; abundante arena fina angular bien seleccionada. Materia orgánica: <2%, preservación E. Edaforrasgos. Frecuentes nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Puntuaciones. Interpretación. Aporte eólico, con muy baja bioactividad y porosidad. Mayor compactación, cementación tal vez como producto de la disolución e infiltración de material fino y disolución de carbonatos (de valvas) de los niveles superiores. Macroscópicamente se registra un horizonte C.



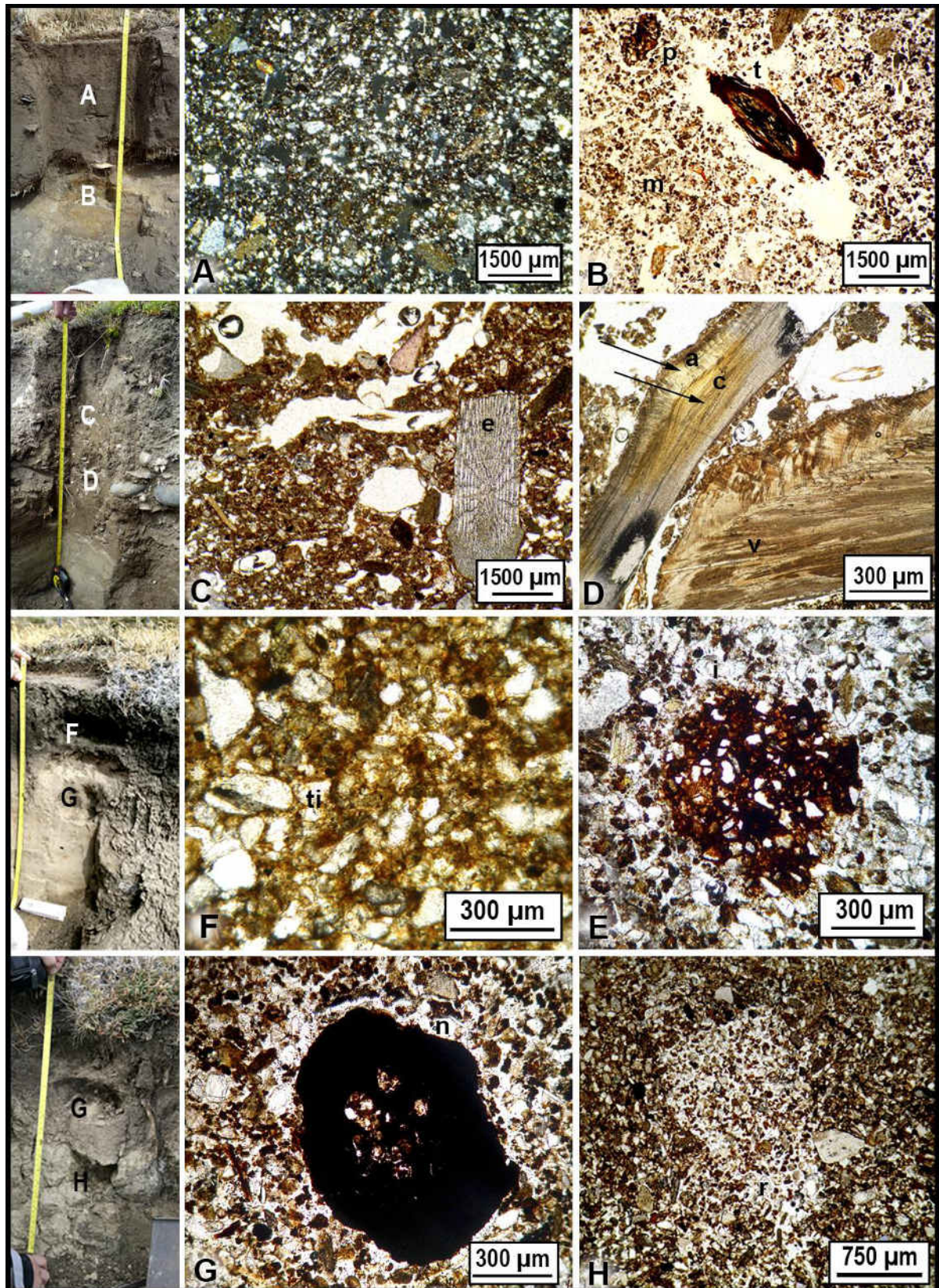


**Figura 6.9.** Microfotografías y su ubicación en los perfiles correspondientes. PPL = *plane polarized light* (nicoles paralelos); XPL = *cross polarized light* (nicoles cruzados). A- Arena fina bien



seleccionada; distribución relacionada porfirica de espacio doble (XPL; S2 11-23 cm). B- Microestructura migajosa (m), un pellet (p) y una sección en bisel de un restos de tejido vegetal reemplazado por óxido de Fe/Mn (PPL; S2 28-39 cm). C- Cavidades y canales en una relación g/f de 40/60; corte longitudinal de una espina de erizo (PPL; Ch 17-29 cm). D- Cortes longitudinales de valvas de molusco en una de las cuales se observa con claridad la capa de aragonita (a) y la de calcita (c) (PPL; Ch 29-40 cm). E- Distribución relacionada porfirica abierta y relación g/f de 20/80; tinción (ti) de la micromasa con óxidos de Fe (PPL; S3 9-20 cm). F- Impregnación (i) de óxido de Fe/Mn (PPL; S3 24-34 cm). G- Nódulo *geodic* de óxido de Fe/Mn (PPL; N13 16-28,5 cm). H- Rasgo de relleno de canal por pasaje de macrofauna de suelo (PPL; N13 24-34 cm).

### 3.3. S3 (Sector 2)

**9-20 cm. Microestructura.** De cavidad (500  $\mu$ m- 2,5 mm) y de canal (~500  $\mu$ m). Porosidad 25-30%. Masa basal. Relación g/f: 20/80. Distribución relacionada: porfirica abierta. Fabrica-b: indiferenciada, orgánica (90% humus). Fracción gruesa. Escasa arena gruesa (<1,5 mm) subredondeada, sin orientación. Ocasional arena mediana (~250  $\mu$ m). Abundante arena fina subangular bien seleccionada (100  $\mu$ m). Materia orgánica: 5-10%. Restos de tejido vegetal (<5 mm), algunos como pseudomorfos de óxidos de Fe/Mn. Preservación A. Edaforrasgos. Ocasionales nódulos, impregnaciones y tinciones de óxido de Fe/Mn (Figura 6.9.E). Interpretación. Bioturbación moderada por acción de raíces. Sedimentación mayormente de origen eólico. Macroscópicamente se registra un horizonte C/Ab.

**18-27,5 cm. Microestructura.** Migajosa y de cavidad (500  $\mu$ m - 1 mm). Porosidad 10-15%: fisuras (~60  $\mu$ m) y poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 20/80. Distribución relacionada: porfirica abierta. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 80% pellets y humus). Fracción gruesa. Frecuente arena gruesa/mediana subredondeada (300  $\mu$ m- 1,5 mm), sin orientación. Abundante arena fina subangular bien seleccionada (100  $\mu$ m). Materia orgánica: 10-15%. Restos de tejido vegetal (<2 cm), algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn, verticalmente orientados. Preservación A. Edaforrasgos. Ocasionales nódulos de Fe/Mn. En la segunda mitad se registran excremento y pasajes de fauna del suelo. Estratificaciones en la segunda mitad de la muestra. Meteorización sobre rocas. Muy escasos revestimientos de arcillas sucias. Interpretación. Bioturbación moderada. La mayor

meteorización de las rocas junto con los escasos revestimientos sugieren el paso de agua, en sentido vertical y descendiente. La sedimentación eólica continúa siendo el proceso geomorfológico predominante; las estratificaciones sugieren depositación rápida, donde la morfogénesis se superpone a la dinámica pedogenética. Macroscópicamente se registra un horizonte Ab, hecho que no tiene una expresión clara en las propiedades microscópicas.

**24-34 cm. Microestructura.** De cavidad (~500 µm) y migajosa a masiva. Porosidad 15-20%: poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 20/80. Distribución relacionada: porfirica abierta. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 90% humus y pellets). Fracción gruesa. Frecuente arena gruesa subredondeada (500-750 µm), sin orientación. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200 µm). Materia orgánica: 5-10%. Restos de tejido vegetal, algunos como pseudomorfo de óxido de Fe/Mn. Puntuaciones. Preservación A, B, E. Edaforrasgos. Ocasionales nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn (Figura 6.9.F); también en forma de tinciones y revestimientos sobre partículas minerales. Excrementos, rellenos y estratificaciones. Pedosedimento de arcilla limpia y laminada. Interpretación. Bioturbación moderada. La neoformación de óxidos de Fe/Mn y los revestimientos sugieren el paso de agua. La presencia del pedosedimento puede ser interpretada en los mismo términos que la registrada en S2 28-39 cm (existencia de suelos bien desarrollados, erosionados desde áreas próximas). Macroscópicamente se registra un horizonte Ab/ACb, aunque micromorfológicamente parezca un ACb/C1.

### 3.4. N13

**4-16 cm. Microestructura.** Migajosa a masiva. Porosidad 10-12%: poros de empaquetamiento compuesto y cavidades (~250 µm). Masa basal. Relación g/f: 10/90. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 90% pellets). Fracción gruesa. Escasa arena gruesa subredondeada/ redondeada sin orientación y más concentrada en la base. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200 µm). Materia orgánica: 10-15%. Restos de tejido vegetal (<1 cm), algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn, verticalmente orientados. Preservación B, C, D, E. Edaforrasgos. Escasos nódulos (~500 µm) e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Abundantes excrementos (cobertura total, destaca la abundancia de pellets de macrofauna), rellenos. Meteorización de minerales. Interpretación. Alta bioturbación. Sedimentación

mayormente eólica. Destaca la abundancia de la fracción fina, probablemente como resultado de la altura en la que se encuentra N13. Macroscópicamente se registra un horizonte A.

**16-28,5 cm.** Microestructura. Migajosa a masiva. Porosidad 5-10%: poros de empaquetamiento compuesto y canales (500-750  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 20/80. Distribución relacionada: porfirica a espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 95% pellets y humus). Fracción gruesa. Escasa grava redondeada (<5 mm). Escasa arena gruesa subredondeada/ redondeada sin orientación y más concentrada en la base. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: <10%. Restos de tejido vegetal que aumentan levemente hacia abajo (<1,5 cm), algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn, verticalmente orientados. Preservación A, B, D, E. Edaforrasgos. Ocasionales nódulos (Figura 6.9.G) e impregnaciones de Fe/Mn. Presencia de excrementos (circunscriptos en determinados sectores) y rellenos. Interpretación. Bioturbación moderada. Sedimentación eólica. Macroscópicamente se registra un horizonte C, la micromorfología sugiere un AC.

**24-34 cm.** Microestructura. Migajosa a masiva. Porosidad 5-10%: poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 20/80. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 90% humus y pellets). Fracción gruesa. Escasa arena gruesa subredondeada (500-750  $\mu\text{m}$ ), sin orientación. Abundante arena fina angular/subangular muy bien seleccionada (50-150  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: 5/10%. Restos de tejido vegetal, mayormente como pseudomorfo de óxidos de Fe/Mn, algunos verticalmente orientados. Preservación A, B. Edaforrasgos. Escasos nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Excrementos, rellenos (Figura 6.9.H), estratificaciones. Interpretación. Bioturbación moderada. Aporte eólica por pulsos rápidos. Macroscópicamente se registra un horizonte C.

### 3.5. P1

**(1) 28-41 cm.** Microestructura. Granular/migajosa (gránulos ~2 cm). Porosidad 20-25%: poros de empaquetamiento compuestos, canales (~1 mm de ancho) y cavidades (500-1000  $\mu\text{m}$ ) (Figura 6.10.A). Masa basal. Relación g/f: 40/60. Distribución relacionada: porfirica abierta. Fábrica-b: indiferenciada (60% pellets) y moteada. Fracción gruesa. Arena mediana, gruesa y grava frecuente (<1 cm), redondeada/subredondeada, con orientación subvertical. Abundante arena fina subangular pobremente seleccionada. Materia orgánica: 5-

10%. Restos de tejido vegetal (<5 mm), células y esporas; generalmente como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Preservación B, C, D, E. Edaforrasgos. Escasos revestimientos de arcillas sucias (de unos 200 µm) y material humificado adherido rodeando clastos. Excrementos, pasajes y rellenos de actividad de micro, meso y macro fauna. Interpretación. Bioturbación moderada/alta. Abundante aporte coluvial y, en menor medida, eólico. Escasa iluviación.

**2) 44-55 cm. Microestructura.** Granular/migajosa (gránulos <1,5 cm) (Figura 6.10.B). Porosidad 35-40%: poros de empaquetamiento compuesto, cavidades y cámaras (<1 mm). Masa basal. Relación g/f: 40/60. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: indiferenciada (60% humus y pellets), cristalítica y moteada. Fracción gruesa. Arena mediana ocasional (200-500 µm) y escasa arena gruesa y grava (<5 mm) redondeada/subredondeada, moderada orientación vertical. Abundante arena fina subangular, pobre/medianamente seleccionada. Materia orgánica: <5%. Restos de tejidos vegetales, algas y esporas, algunas como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Puntuaciones. Grados de preservación B, D. Edaforrasgos. Escasos revestimientos de arcillas sucias sobre y alrededor de la fracción gruesa. Excrementos y pasajes de macro fauna. Interpretación. Bioturbación moderada (mayor biodegradación que arriba). Abundante sedimentación coluvial y eólica. Procesos de iluviación escasos. Los gránulos podrías ser consecuencias de la acción de animales cavadores como los roedores (Figura 6.10.B).

**(3) 63-75 cm. Microestructura.** De cavidad (~2 mm). Porosidad 25-30%: canales (~1 mm de ancho), cámaras y poros de empaquetamiento compuestos (Figura 6.10.C). Masa basal. Relación g/f: 40/60. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada (75% humus) (Figura 6.10.C). Fracción gruesa. Arena mediana, gruesa y grava frecuente (<5 mm), subredondeada. Abundante arena fina subangular pobremente seleccionada. Materia orgánica: <5%. Restos de tejido vegetal, algas, células, material orgánico fino y puntuaciones, mayormente como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Grado de preservación A, C. Edaforrasgos. Escasos revestimientos de arcillas sucias sobre y alrededor de la fracción gruesa. Frecuentes revestimientos e hipo-revestimientos de pérdida de óxidos de Fe/Mn concentrados en la segunda mitad. Frecuentes –y más abajo abundantes– impregnaciones débiles de óxido de Fe/Mn. Excrementos. Interpretación. Intensa biodegradación. En la segunda mitad de la lámina, procesos de iluviación abundantes, responsables de la reducción y lixiviación de los óxidos de Fe/Mn (gleyzación y podzolización, respectivamente). Continúan los procesos de sedimentación coluvial y eólica.

**(4) 86-99 cm. Microestructura.** De canal/cavidad. Porosidad 20-25%: canales de raíces (~800  $\mu\text{m}$  de ancho) concentrados en la base, cavidades (>500  $\mu\text{m}$ ) y cámaras (entre 500-1000  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 30/70. Distribución relacionada: porfírica abierta. Fábrica-b: cristalítica y estriada (50-80% humus). Fracción gruesa. Arena mediana ocasional (<400  $\mu\text{m}$ ) y arena gruesa (<1,2 mm) y grava (<1,5 cm) escasa, redondeada, orientación horizontal. Abundante arena fina subangular, moderadamente bien seleccionadas. Estratificaciones. Materia orgánica: 5-10%. Restos de tejidos vegetales, material orgánico fino, células y puntuaciones. Grados de preservación D, E. Edaforrasgos. Abundante revestimientos, rellenos e hipo-revestimientos por pérdida de óxidos de Fe/Mn (Figura 6.10.D), en cámaras, cavidades, vesículas y canales de raíces. En algunos casos, se observa la precipitación *in situ* de calcita acicular (Villagrán y Poch 2014) creciendo al interior de los poros y restos vegetales reemplazados por óxidos dentro de los espacios (Figura 6.10.E). Otros edaforrasgos son la disolución de carbonatos, escasos excrementos, nódulos ocasionales, tinciones, precipitaciones, impregnaciones débiles y reemplazos de materia orgánica por óxido de Fe (abundantes en los últimos 3 cm). Interpretación. Baja bioactividad. Abundante iluviación responsable del lavado de los óxidos de Fe/Mn (gleyzación). Intensa sedimentación (por pulsos) tanto coluvial como eólica. Aumenta la fracción fina respecto a la muestra suprayacente. La fábrica-b estriada podría estar indicando la presencia de ciclos estacionales de humeada y desecación. La preservación de los frágiles cristales de calcita acicular es un indicador de poca remoción del depósito.

**(5) 101-113 cm. Microestructura.** De cavidad (~700  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 20-25%. Masa basal. Relación g/f: 30/70 y 40/60. Distribución relacionada: porfírica abierta. Fábrica-b: cristalítica y estriada (60% humus). Fracción gruesa. Arena mediana, gruesa y grava frecuente (<1 cm), subredondeada/redondeada. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas. Materia orgánica: 5-15%. Restos de tejidos vegetales, algas, mayormente como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn (Figura 6.10.F). Puntuaciones. Grados de preservación B, D, E. Edaforrasgos. Ocasionales revestimientos, rellenos e hipo-revestimientos de pérdida de óxidos de Fe/Mn. Abundantes tinciones, reemplazos de materia orgánica, impregnaciones débiles y nódulos de óxido de Fe/Mn que incrementan hacia abajo (Figura 6.10.F). Escasos sectores con presencia de óxido de Mn. Disolución de carbonatos (de valvas de moluscos) que forman revestimientos. Escasa presencia de excrementos de fauna de suelo. Interpretación. Muy baja bioactividad. Abundante iluviación responsable del lavado de los óxidos de Fe/Mn



(gleyización) y disolución del carbonato. Posibles momentos de anegamiento. Intensa sedimentación (por pulsos) eólica y coluvial. La fábrica-b estriada podría estar indicando la presencia de ciclos estacionales humedad/desecación, vinculados a la oscilación de la capa freática. Los procesos de iluviación habrían tenido/tiene lugar en momentos donde la capa freática se encontrara baja, ya que su presencia inhibe el drenaje/ infiltración.

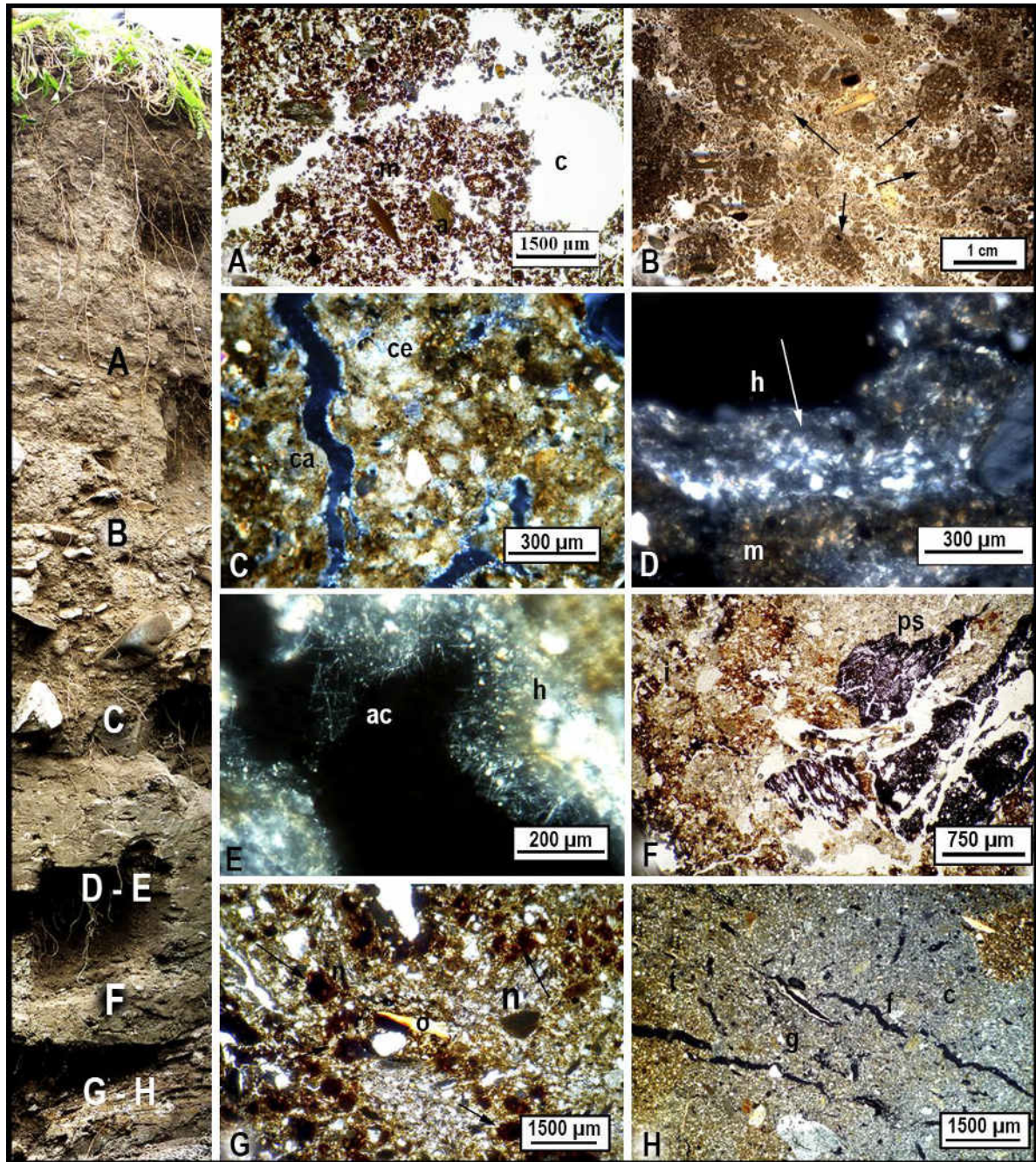


**Figura 6.10.** Microfotografías. A- Sección longitudinal de canal y cámara (c) por pasaje de macrofauna (lombrices), en microestructura migajosa por excrementos; en los intersticios hay poros de

empaquetamiento compuesto (PPL; (1) 28-41 cm). B- Vista sin aumentos en la que se observan los gránulos (scan; (2) 44-55 cm). C- Ceniza (ce) recristalizada impregnando masa basal; canal (ca) y fábrica-b moteada (XPL; (3) 63-75 cm). D- Hipo-revestimientos (h) en borde de poro de pérdida de óxido de Fe y fábrica-b moteada (m) (XPL; (4) 86-99 cm). E- Hipo-revestimiento (h) donde cristales aciculares de calcita re-precipitaron *in situ* dentro del poro (XPL; (4) 86-99 cm). F- Pseudomorfo de óxido de Fe/Mn sobre tejido vegetal (ps); impregnaciones (i) y tinciones (PPL; (5) 101-113 cm). G- (XPL; (6) 112-124 cm). H- Fisuras subhorizontales (f), partículas muy bien seleccionadas (arenas finas), matriz altamente reducida ( $\text{Fe}^{2+}$ ); fábrica-b cristalítica (XPL; (6) 112-124 cm).

**(6) 112-124 cm. Microestructura.** De canal (~800  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 10-15%: canales con orientación subvertical en la parte superior y subhorizontal en el centro y abajo (Figura 6.10.H). Cavidades (<1 mm). Masa basal. Relación g/f: mitad superior 40/60; mitad inferior 30/70. Distribución relacionada: porfirica de espacio abierto. Fábrica-b: cristalítica y estriada (30-50% humus) (Figura 6.10.H). Fracción gruesa. Arena mediana escasa (<500  $\mu\text{m}$ ), subredondeada. Abundante arena fina subangular de moderada (arriba) a muy bien seleccionada (abajo) (Figura 6.10.H). Estratificaciones. Materia orgánica: 5-10%. Restos de tejido vegetal, células, material orgánico fino y puntuaciones mayormente como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Grados de preservación B, D, E. La materia orgánica humificada presenta una orientación horizontal. Edaforrasgos. Abundantes nódulos de óxido de Fe/Mn, tinciones y reemplazos concentrados en los 4 cm superiores de la muestra, disminuyendo hacia abajo hasta desaparecer (Figura 6.10.G). Escasa presencia de óxidos de manganeso. Frecuentes procesos de disolución de carbonatos. Interpretación. Muy baja bioactividad. La fábrica-b estriada podría indicar ciclos estacionales de humeada/ desecación vinculados a la oscilación de la capa freática. Los  $\frac{3}{4}$  inferiores de la muestra no presentan óxidos de  $\text{Fe}^{3+}$  por lo que se infieren condiciones saturación de agua (gleyzación). Abundante sedimentación eólica (por pulsos) y coluvial. Las estratificación también podrían ser consecuencia de una sedimentación fluvial (planicie de inundación; French *et al.* 2009a) (Figura 6.10.H). Esta interpretación es consistente con la posición geomorfológica y la profundidad de la sección.

### 3.6. P2

(1) **18-30 cm.** Microestructura. De canal (~200  $\mu\text{m}$ ) sobreimpuesta a una de cavidad (~300  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 20-25%: poros de empaquetamiento compuestos. Masa basal. Relación g/f: 70/30. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: moteada (40-70% humus y pellets, disminuyen hacia abajo). Fracción gruesa. Arena mediana y gruesa frecuente (<1 mm), subredondeada/redondeada. Abundante arena fina angular/subangular moderadamente seleccionada. Presencia ocasional de trizas volcánicas bien preservadas (angulosas/subangulosas, de unos 100  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: <5%, disminuye hacia abajo. Restos de tejidos vegetales, material orgánico fino, esporas, puntuaciones (mayormente como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn). Grados de preservación B, D. Edaforrasgos. Escasos revestimientos de arcillas sucias sobre y alrededor de partículas minerales. Escasos revestimientos finos (~50  $\mu\text{m}$ ) de arcilla limpia alrededor de partículas minerales (Figura 6.11.A). Ocasionales nódulos, tinciones, impregnaciones débiles y reemplazos de óxido de Fe. Excrementos. Interpretación. Bioactividad moderada/escasa. Sedimentación eólica y coluvial. La excelente preservación de algunas trizas sugiere un rápido sepultamiento. Procesos de iluviación escasos/moderados.

(2) **30-43 cm.** Microestructura. De canal (250-400  $\mu\text{m}$  de ancho). Porosidad. 25-30%: cavidades (~250  $\mu\text{m}$ ) y vesículas (~500  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 30/70. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada (80-90% pellets y humus, disminuyen hacia abajo). Fracción gruesa. Arena mediana y gruesa abundante (<1 cm), subredondeada. Frecuente arena fina subangular bien seleccionadas. Trizas volcánicas (de unos 130  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: <5%. Restos de tejido vegetal (<6 mm), esporas y posibles algas. Grados de preservación A, D, E. Edaforrasgos. Escasos revestimientos (concentrados en la segunda mitad) de arcillas mezcladas con material humificado (<50  $\mu\text{m}$ ) sobre y alrededor de partículas minerales. Frecuentes nódulos, impregnaciones débiles y tinciones de óxido de Fe/Mn. Excrementos y pasajes de macro fauna. Pedosedimento (600  $\mu\text{m}$ ) de arcillas laminada (Figura 6.11.B). Interpretación. Similar a la muestra de arriba. Aumento de la fracción fina respecto del la muestra suprayacente. Bioactividad moderada/escasa. Sedimentación eólica y coluvial. La excelente preservación de algunas trizas sugiere un rápido sepultamiento. Procesos de iluviación escasos/moderados. Como fuera mencionado, la presencia del pedosedimento de esas características estaría sugiriendo un re-transporte y



depositación (eólica) de dominios de arcilla provenientes de un sector del paisaje con suelos o paleosuelos bien desarrollados.

**(3) 43-55 cm. Microestructura.** De cavidad y migajosa (500  $\mu\text{m}$ - 1 mm). Porosidad 25-30%. **Masa basal.** Relación g/f: 20/80. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: estriada (5-10% humus). **Fracción gruesa.** Arena mediana abundante (<500  $\mu\text{m}$ ), subredondeada, orientación subvertical. Frecuente arena fina subangular moderada a pobremente seleccionada. Trizas volcánicas (cerca de 66  $\mu\text{m}$ ). Fitólitos elongados (40  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: <5% (casi ausencia de macrorestos). Grados de preservación C, D. **Edaforrasgos.** Abundantes revestimientos (entre 40-80  $\mu\text{m}$ ) de arcilla mezclada con material orgánico humificado en poros y sobre partículas (Figura 6.11C). Pedosedimento (300  $\mu\text{m}$ ) de arcillas laminada. Escasos nódulos de óxido de Fe/Mn y minerales opacos ocasionales. **Interpretación.** Escasa/ nula bioactividad. La fábrica-b de tipo estriada, los revestimientos y los nódulos de óxido de Fe/Mn sugieren la existencia de ciclos de humedad/ desecamiento de tipo estacional. Las precipitaciones que habrían promovido los procesos de iluviación no habrían sido abundantes ya que las arcillas se encuentran mezcladas con humus y con ausencia de laminaciones. Como en los casos anteriores, la buena preservación de las trizas y fitólitos estarían indicando procesos de sedimentación rápidos, tanto coluviales como eólicos. Una vez más, el pedosedimento sugiere sectores del paisaje con suelos o paleosuelos bien desarrollados (con horizonte Bt).

**(4) 55-66,5 cm. Microestructura.** De canal (~1 mm de ancho) y de cavidad (~800  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 15-20%: cámaras. **Masa basal.** Relación g/f: 50/50. Distribución relacionada: quitónica y porfirica de espacio simple. Fábrica-b: moteada (5-10% humus). **Fracción gruesa.** Arena mediana abundante (<500  $\mu\text{m}$ ), subredondeada/ redondeada, orientación subvertical. Frecuente arena fina subangular bien seleccionada. Un fitolito prismático elongado de bordes denticulados (células largas del tejido epidérmico de gramíneas). Materia orgánica: <5% (casi ausencia de macrorestos). Material orgánico fino, puntuaciones. Grado de preservación E. **Edaforrasgos.** Abundantes revestimientos de arcillas con material humificado y límpidas en poros y sobre partículas. Abundantes nódulos, tinciones e impregnaciones débiles de óxido de Fe/Mn. Pasajes de macro fauna. **Interpretación.** Escasa bioactividad. Disminución de la porosidad. Las interpretaciones de la muestra suprayacente son válidas para este nivel en relación a la entrada de agua por iluviación y procesos de sedimentación. Sin embargo, a diferencia de la lámina anterior, en este caso, algunas de las arcillas iluviadas son límpidas.

En principio, esto podría relacionarse con la mayor profundidad (existen otras causas de ocurrencia de arcillas límpidas, como la presencia de una cobertura vegetal más espesa, pero esto no podrían justificarse dado el carácter contiguo de la otra muestra que no presenta arcillas de estas características).

**(5) 68-82 cm. Microestructura.** De cavidad (~500  $\mu\text{m}$ ) y de canal (400  $\mu\text{m}$ -1 mm). Porosidad 10-15%: vesículas (~400  $\mu\text{m}$ ) y cámaras. Masa basal. Relación g/f: arriba 60/40 y abajo 40/60. Distribución relacionada: porfírica de espacio simple. Fábrica-b: estriada y moteada (5% humus reemplazado por óxido de Fe en la parte inferior de la muestra). Fracción gruesa. Arena mediana y gruesa abundante (<1 mm), subredondeada/redondeada. Frecuente arena fina subangular/angular bien seleccionada (120-200  $\mu\text{m}$ ). Singular cantidad de trizas volcánicas concentradas en la segunda mitad (cientos, <600  $\mu\text{m}$ ), buen estado de conservación (angulosas) (Figura 6.11.D); contenidas en masa basal con un claro predominio de rocas volcánicas subredondeadas, bien seleccionadas (~400  $\mu\text{m}$ ) y feldespatos angulosos bien seleccionados (40  $\mu\text{m}$ ). Materia orgánica: <5% (casi ausencia). Grado de preservación B. Edaforrasgos. En la primer mitad, revestimientos ocasionales (20-30  $\mu\text{m}$ ) de arcilla limpia, en poros y sobre partículas. Frecuentes revestimientos de arcilla (con fabric-b estriada) en cavidades y canales, concentrados en el centro de la lámina y escasos hacia abajo. Abundantes nódulos, tinciones e impregnaciones débiles de óxido de Fe que incrementan hacia abajo. Presencia de nódulos dendríticos de óxido de manganeso (~250  $\mu\text{m}$ ) (Figura 6.11.E). Interpretación. Escasa/nula bioactividad. Clara disminución de la porosidad respecto a la lámina de arriba. La fábrica-b estriada, los revestimientos de arcilla y los nódulos e impregnaciones de Fe sugieren el paso de agua que incluyen momentos de anegamiento o escasa presencia de oxígeno (por la presencia de óxido de Mn dendrítico). Sedimentación eólica (predominante) y coluvial. El abundante depósito de trizas en perfecto estado de conservación, rodeadas de rocas volcánicas bien seleccionadas sugiere una depositación eólica y rápido sepultamiento. A diferencia de las trizas aisladas halladas más arriba, este caso estaría indicando una depositación primaria producto de una erupción. El retrabajo no puede descartarse, pero es poco probable dado a las formas angulosas de las trizas.

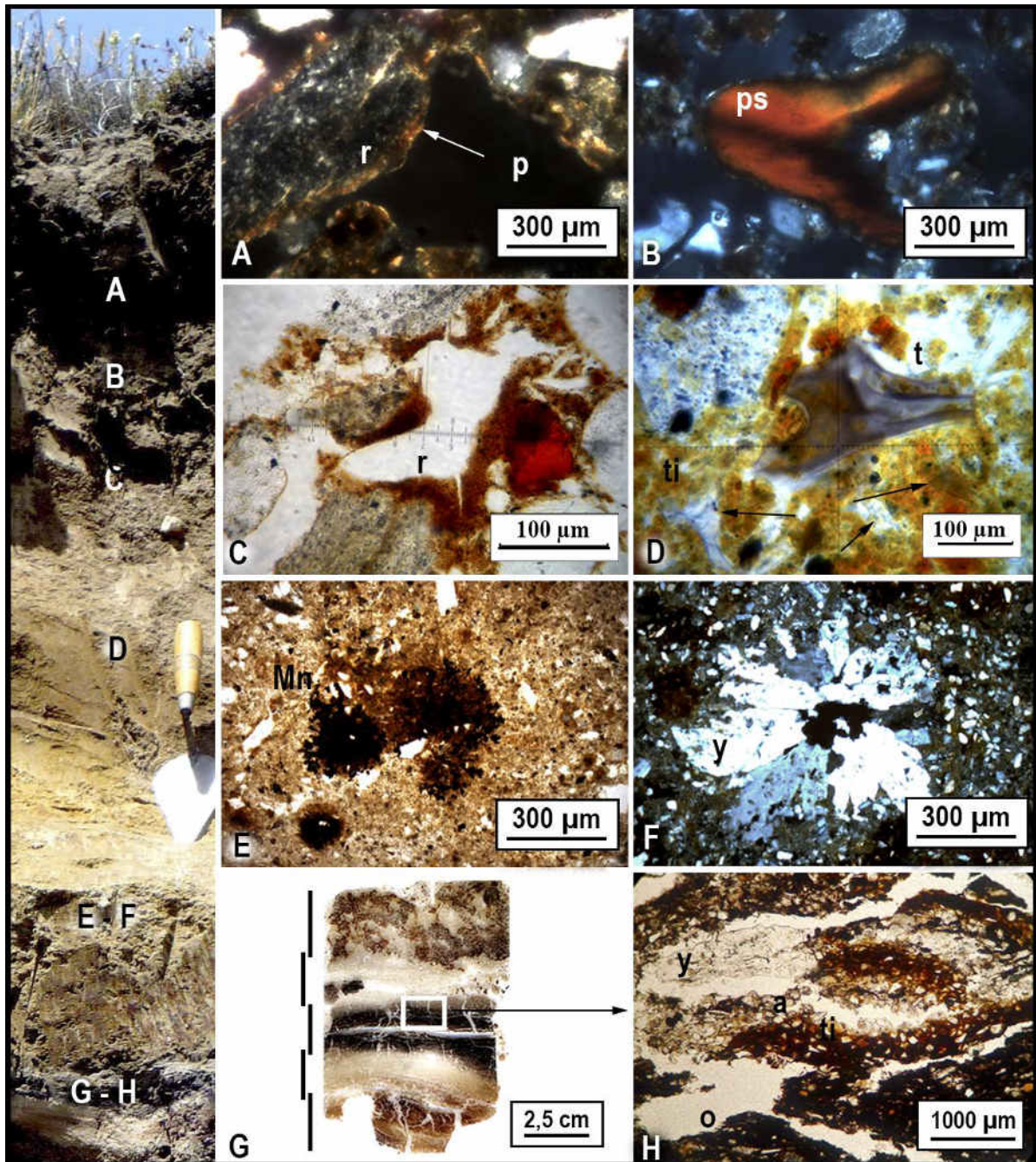


**Figura 6.11.** A- Revestimientos delgados de arcilla (r) con extinción difusa, sobre partículas tamaño arena mediana, redondeadas; poro de empaquetamiento simple (p) (XPL; (1) 18-30 cm). B- Pedosedimento (ps) de dominio de arcilla laminada (XPL; (2) 30-43 cm). C- Revestimiento (R) en poro de arcilla mezclada con material orgánico fino y óxido de Fe (PPL; (3) 43-55 cm). D- Fragmento de triza (t) volcánica (vidrio) en masa basal con fuerte impregnación/ tinción de óxido de Fe (ti; oxihidróxidos, probablemente goethita) (PPL; (5) 68-82 cm). E- Impregnación fuerte de óxido de Mn dendrítico (Mn) en masa basal impregnada de óxido de Fe (PPL; (6) 104-114 cm). F- Cristales lenticulares de yeso (y) en cavidad; fábrica de birrefringencia estriada y arenas finas muy bien

seleccionadas (XPL; (6) 104-114 cm). G- Vista de lámina delgada sin aumento (scan; (7) 123-133 cm). H- Intercalación de arenas finas bien seleccionadas en capas orgánicas (o) altamente degradadas; cristal lenticular de yeso (y) en poro aplanado (PPL; (7) 123-133 cm).

**(6) 104-114 cm. Microestructura.** De canal (~70 µm de ancho) y de cavidad (<3 mm). Porosidad 25-35%: cámaras y vesículas (~70 µm). Masa basal. Relación g/f: 35/65. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: estriada (5-10% humus y pellets en la parte superior). Fracción gruesa. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas. Materia orgánica: <5%. Restos de tejido vegetal con grados de preservación C, D, E; mayormente como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Edaforrasgos. Abundantes hiporevestimientos (de unos 200 µm), algunos laminados. Escasos revestimientos de arcilla limpia en poros (<20 µm) y, hacia la base, sobre impregnaciones débiles de óxido de Fe. Intercalaciones de arcilla con fábrica-b estriada. Abundantes nódulos, tinciones, impregnaciones débiles y reemplazos de óxido de Fe (máxima abundancia a lo largo de todo el perfil). Precipitaciones dendríticas de óxido de manganeso. Tres áreas con precipitación de minerales de yeso: cristales prismáticos, tipo drusas (Figura 6.11.F), creciendo hacia el interior de una cavidad con rasgos de disolución diferencial, tipo parches rellenando poros, algunos con impregnaciones débiles de óxido de Fe/Mn sobreimpuestas y en otros caso por debajo de los cristales de yeso. Interpretación. Escasa/nula bioactividad. El único agente sedimentario parece ser el viento. La fábrica-b estriada, los revestimientos, los hiporevestimientos, los nódulos de óxido de Mn dendrítico y los cristales de yeso sugieren ciclos de saturación de agua y desecamiento extremo. Los minerales de yeso en este contexto incluso podrían vincularse con el desecamiento de un cuerpo de agua somero (Poch *et al.* 2010). Esto último cobra sentido con la lámina delgada subyacente.

**(7) 123-133 cm.** Esta lámina presenta al menos cinco capas que se describen separadamente (de arriba hacia abajo: I-V) (Figura 6.11.G). Microestructura. I. De cavidad (300-600 µm). Porosidad 15-20%: cámaras. II. De cavidad (~1 mm). Porosidad 12-15%. III. Aplanada. Porosidad 35-40%: poros aplanados (~70 µm) y cámaras. IV. De cavidad (~1 mm). Porosidad 20-25%: cámaras y vesículas (~400 µm). V. Aplanada. Porosidad 20-25%: poros aplanados (~400 µm) y cavidades (~250 µm). Masa basal. Relación g/f: I. 80/20. II. 80/20. III. 30/70 y 70/30 en las interdigitaciones. IV. 20/80. V. 50/50. Distribución relacionada: I, II.

porfírica de espacio simple. III. no aplica. IV. porfírica abierta. V. porfírica de espacio doble. Fábrica-b: I. moteada (<5% humus). II. moteada (<5% humus, menos que arriba). III. cristalítica e indiferenciada (95% humus). IV. Cristalítica (45% humus). V. estriada, moteada (85% humus reemplazado por óxido de Fe/Mn). Fracción gruesa. I. II y III. Arena fina angular bien seleccionada (60-120  $\mu\text{m}$ ). Fitólitos y trizas. IV. Arena media, gruesa y grava ocasional (<3 mm), redondeada. Arena fina angular moderadamente/bien seleccionada. V. Arena fina angular moderadamente seleccionada. Materia orgánica: I y II. < 5%. Posibles tejidos de alga con grados de preservación C, D. III y IV. <5%. Si bien son capas casi enteramente orgánicas (especialmente III), se observan muy pocos macrorestos vegetales (grado de preservación E) (Figura 6.11.H). V. <5%. Algunos restos de tejido probablemente de algas. Grados de preservación C, D, E. reemplazados por óxido de Fe. Edaforrasgos. Abundantes nódulos, tinciones, reemplazos e impregnaciones débiles de óxido de Fe. Escasa precipitación de óxido de manganeso. Pellets de ácaro. I. revestimientos (de unos 200  $\mu\text{m}$ , en poros) e hipo-revestimientos de partículas finas (de fábrica-b cristalítica) mezcladas con material humificado. II. revestimientos escasos y finos (40  $\mu\text{m}$ ) de arcillas con alto contenido de material humificado. I, II y III. frecuentes cristales y precipitaciones secundarias de yeso (Figura 6.11.H). Interpretación. En conjunto, esta sección estaría mostrando los sedimentos de fondo de laguna (probablemente una margen), con ciclos reiterados de desecación (encogimiento del cuerpo lacustre), depositación eólica y sumersión (expansión de la laguna).

### 3.7. Mineralogía

El análisis mineralógico de S2, Ch, S3 y N13 (Tabla 6.4. y Figura 6.12.) muestra cierta homogeneidad entre todos los perfiles, con un predominio de feldespatos potásicos, líticos (mayormente rocas volcánicas y metamórficas), óxido de Fe/Mn (nódulos, impregnaciones y tinciones) y en bastante menor proporción, anfíboles, plagioclasas y minerales opacos. Entre los minerales minoritarios (<5%) se encuentra cuarzo, glauconita, piroxenos, epidoto, entre otros. Vale destacar que sólo en el Sector 1 (S2, Ch) se registran fitólitos y trizas volcánicas.

|                      | S2   |      |      | Ch   |      |      | S3   |      |      | N13  |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    |
| Feldespatos potásico | 49,5 | 47,0 | 52,8 | 28,8 | 39,3 | 51,5 | 44,1 | 35,8 | 47,7 | 21,4 | 46,3 | 48,6 |
| Líticos              | 28,3 | 29,2 | 24,0 | 23,3 | 19,6 | 14,6 | 24,8 | 37,5 | 26,0 | 28,9 | 32,6 | 30,6 |
| Nódulos ox. Fe/Mn    | 2,2  | 5,4  | 2,8  | 7,2  | 7,9  | 8,8  | 5,6  | 5,6  | 9,7  | 16,2 | 7,4  | 5,8  |
| Anfíboles            | 5,1  | 3,8  | 4,2  | 16,1 | 12,1 | 7,9  | 4,7  | 2,1  | 5,8  | 19,1 | 4,5  | 4,3  |
| Plagioclasas         | 3,8  | 2,7  | 2,8  | 8,5  | 5,6  | 1,7  | 8,1  | 5,9  | 3,1  | 6,4  | 5,0  | 3,6  |
| Opacos               | 4,1  | 5,4  | 7,6  | 11,4 | 10,3 | 12,1 | 7,8  | 5,6  | 3,5  | 0    | 0    | 0,4  |
| Cuarzo               | 2,9  | 2,2  | 0,8  | 1,3  | 0,9  | 1,3  | 2,5  | 4,9  | 1,9  | 2,3  | 2,5  | 2,2  |
| Glauconita           | 1,3  | 1,6  | 2,0  | 0,8  | 1,9  | 0,8  | 0,9  | 0,7  | 0,8  | 0,6  | 0    | 1,1  |
| Piroxenos            | 1,3  | 0,5  | 0,8  | 1,3  | 1,4  | 0    | 0,6  | 1,0  | 0,8  | 1,2  | 0,8  | 1,4  |
| Epidoto              | 1,0  | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0,9  | 0,7  | 0,8  | 2,9  | 0,8  | 1,1  |
| Fitolitos            | 0,6  | 1,6  | 1,1  | 0    | 0,5  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Circón               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1,2  | 0    | 0,7  |
| Trizas               | 0    | 0,5  | 0,6  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Apatita              | 0    | 0    | 0,3  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,4  |
| Microclino           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,3  | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Tinciones ox. Fe/Mn  | 5    | 8    | 5    | 40   | 35   | 30   | 30   | 30   | 20   | 5    | 30   | 20   |
| Clorita              | x    | xx   | —    | —    | —    | —    | x    | x    | —    | —    | —    | x    |
| Sericita             | —    | xxx  | xxx  | xxx  | xxx  | xxx  | —    | —    | xx   | —    | x    | xxx  |

**Tabla 6.4.** Frecuencias relativas de minerales. 1, 2, 3 representan las tres muestras de menor (1) a mayor profundidad. Cloritas y sericitas (como neoformación a partir de los minerales de feldespatos), al ser arcillas, sólo permitieron una estimación semi-cuantitativa de su frecuencia.

La abundancia de minerales de rápida alteración y la escasa presencia de granos de cuarzo indica un perfil mineralógico de poca madurez (Pettijohn 1993), consistente con la baja agresividad química de los ambientes fríos y semiáridos de la región y la cercanía de las áreas de aporte (playa, morenas, río, etc.). Entre estos perfiles existen poco cambios verticales en la frecuencia de minerales mayoritarios (Figura 6.12.), hecho que podría señalar una ausencia de discordancias erosivas y/o pocos cambios de las áreas de aporte y/o homogeneidad de la diversidad mineralógica de las distintas dichas áreas de aporte. Cabe señalar que no se tomaron muestras del horizonte C que suprayace al Ab, por lo que no es posible evaluar con la información disponible si este contacto entre horizontes ha implicado un episodio de erosión previa a la sedimentación del material parental del suelo actual.

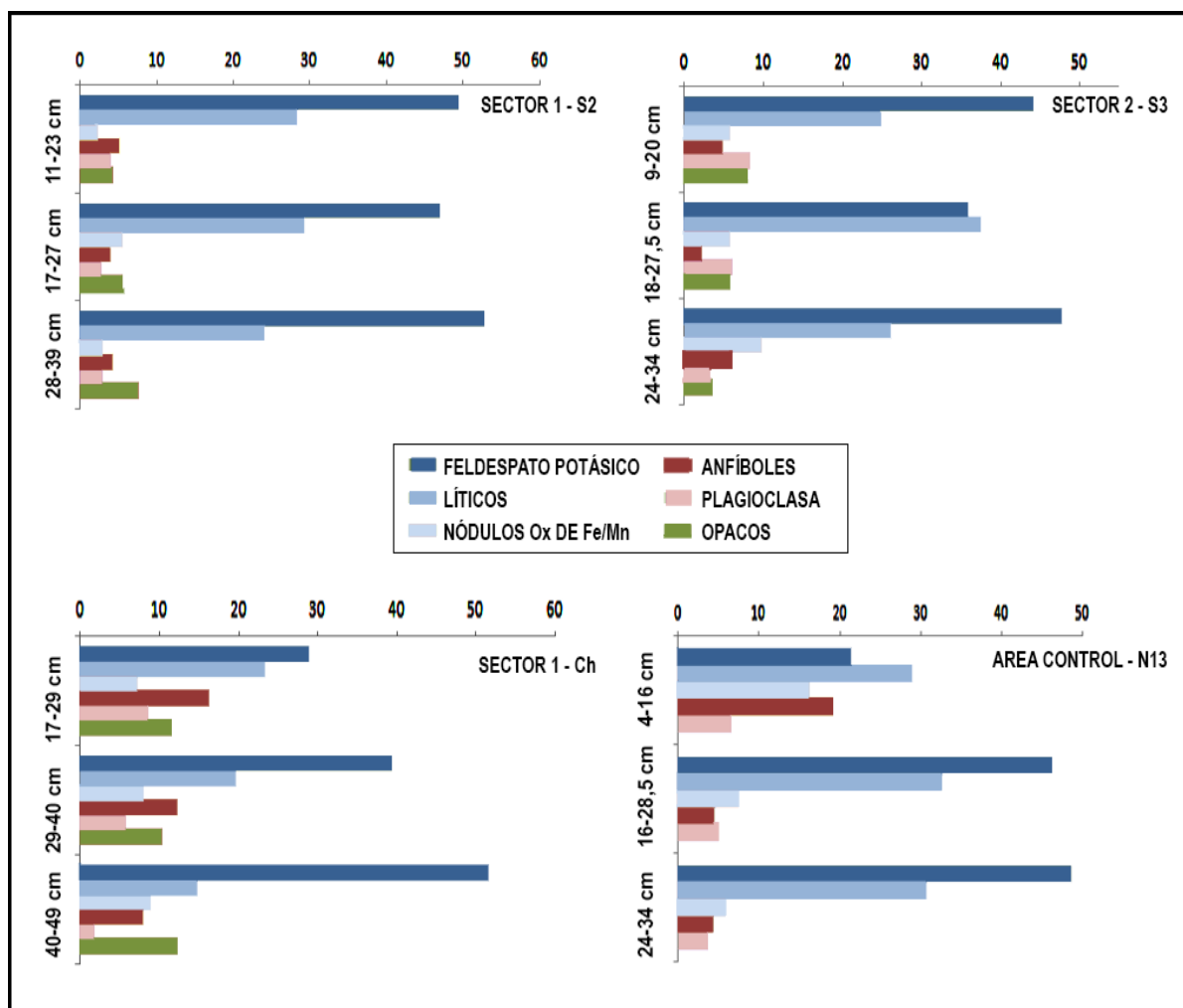


**Figura 6.12.** Proporción de minerales mayoritarios (>5%).

La distribución vertical de las frecuencias de los principales minerales registrados en las secciones delgadas de P1 y P2 (Tabla 6.5. y Figura 6.13.) también muestra un predominio de feldespatos potásicos, líticos (rocas volcánicas y metamórficas), óxido de hierro/Mn (como nódulos, impregnaciones y tinciones) y, en menor proporción, anfíboles, plagioclasas, minerales opacos y cuarzo (estos dos último se encuentran en mayor proporción en P2). Entre los minerales minoritarios se encuentran carbonatos, piroxenos, epidoto, glauconita, apatita y circón, entre otros con muy baja representatividad.



|                     | P1   |      |      |      |      |      | P2   |      |      |      |     |      |      |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
|                     | #1   | #2   | #3   | #4   | #5   | #6   | #1   | #2   | #3   | #4   | #5  | #6   | #7   |
| Feldespato potásico | 52,8 | 45   | 41,4 | 42,9 | 41,4 | 48,1 | 32,5 | 22,9 | 21,8 | 17,3 | 41  | 45,8 | 41,7 |
| Líticos             | 24,3 | 17,8 | 21,7 | 10,6 | 24,7 | 15,4 | 34   | 38,3 | 45,2 | 39,1 | 23  | 20,3 | 24,8 |
| Nódulos ox. Fe/Mn   | 9,8  | 24,4 | 17,8 | 15,9 | 12,9 | 13,1 | 11,5 | 17,1 | 13,3 | 18,1 | 9,2 | 5,5  | 7,1  |
| Plagioclasas        | 4,7  | 2,1  | 2    | 7,4  | 4,3  | 9,3  | 6,8  | 6,9  | 2    | 9,5  | 7,1 | 5,5  | 6,7  |
| Anfiboles           | 2,6  | 4,5  | 2    | 8,5  | 4,8  | 4,7  | 3,1  | 5,1  | 3,6  | 3,3  | 6   | 4,4  | 2,8  |
| Opacos              | 0    | 0    | 11,2 | 6,9  | 5,9  | 0,9  | 4,2  | 3,4  | 9,3  | 5,3  | 4,9 | 3,3  | 3,4  |
| Cuarzo              | 3    | 1,2  | 1,3  | 3,7  | 0    | 1,9  | 1,6  | 1,7  | 0    | 0    | 5,7 | 7,7  | 3,1  |
| Piroxenos           | 0,4  | 1,7  | 0,7  | 1,6  | 1,1  | 2,8  | 2,1  | 0,6  | 1,2  | 2,5  | 1,4 | 4,1  | 2,5  |
| Epidoto             | 0,4  | 1,7  | 0,7  | 0    | 2,7  | 0,9  | 0,5  | 0,6  | 0,4  | 0,8  | 0,4 | 2,2  | 1,2  |
| Glauconita          | 0,9  | 0,4  | 0,7  | 2,1  | 0,5  | 1,4  | 0,5  | 0,6  | 0,4  | 0,4  | 0,4 | 0    | 0,3  |
| Fitolitos           | 0,9  | 0,8  | 0,7  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0    | 0    | 1,6  | 2,1  | 1,1 | 0    | 1,8  |
| Apatita             | 0,4  | 0    | 0    | 0    | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,6  | 0    | 0,8  | 0   | 0    | 0    |
| Circón              | 0    | 0,4  | 0    | 0    | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0    | 0    | 0,4  | 0   | 0    | 0    |
| Yeso                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1,1  | 3,4  |
| Trizas              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2,1  | 1,1  | 0,8  | 0    | *   | 0    | 0,3  |
| Microclino          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,6  | 0    | 0    | 0   | 0    | 0,6  |
| Biotita             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,4  | 0    | 0   | 0    | 0,3  |
| Moscovita           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,6  | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    |
| Zeolita             | 0    | 0    | 0    | x    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,4  | 0   | 0    | 0    |
| Arcillas            | xxx  | xxx  | xx   | xxx  | xxx  | xx   | x    | x    | x    | x    | x   | x    | x    |
| Tinciones ox. Fe/Mn | xx   | x    | x    | x    | xxx  | xxx  | x    | xxx  | x    | xxx  | xx  | xxxx | xxx  |
| Carbonatos          | 0    | x    | xxx  | xxx  | x    | x    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    |
| Sericita            | x    | 0    | 0    | x    | 0    | x    | 0    | x    | 0    | x    | x   | x    | x    |
| Clorita             | x    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | x    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | x    |

**Tabla 6.5.** Frecuencias relativas de minerales. \* significa que la cantidad de trizas es tan grande que se hace imposible cuantificarlas; del total del área de la muestra, se estima que las trizas (matriz sostén) estarían representando aproximadamente el 40% del área.

Vale destacar la presencia de fitolitos prácticamente a lo largo de todo el perfil de P1 y P2. Como ya fue señalado en la descripción micromorfológica, en P2 existe una gran cantidad de trizas volcánicas (totalmente ausentes en P1) con un destacado pico en #5. Al igual que los otros perfiles, los valores de cuarzo vs. feldespato de P1 y P2 muestran una madurez mineralógica baja (Pettijohn 1993).



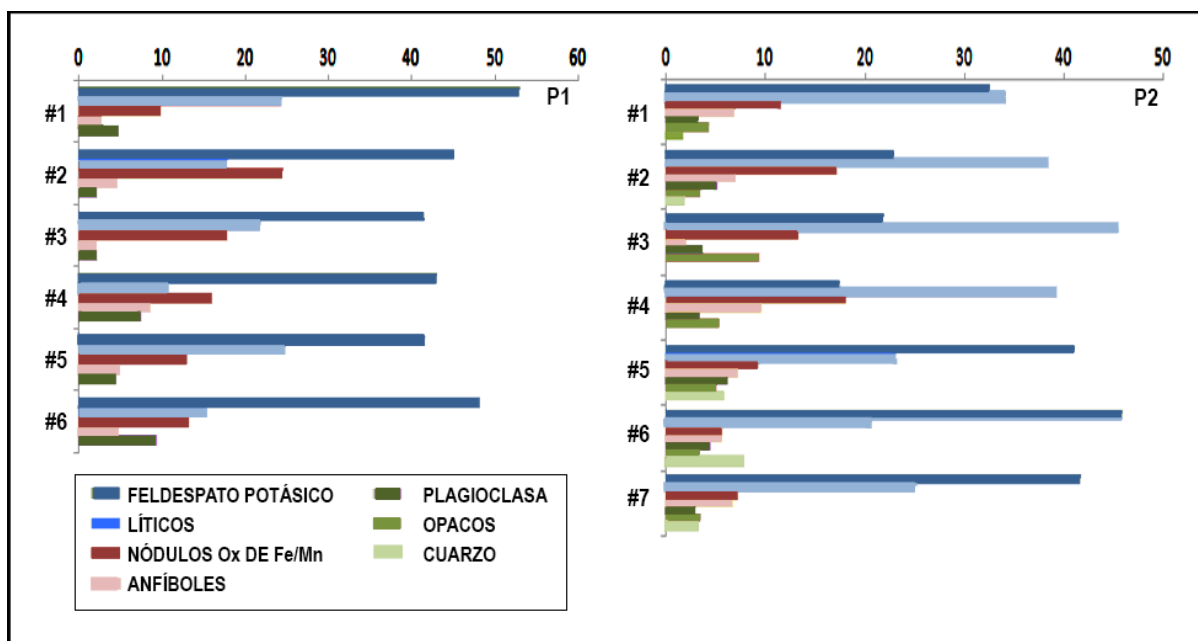


**Figura 6.13.** Proporción de minerales mayoritarios. Nótese la diferencia entre la #4 y #5 de P2.

### 3.8. Por lo tanto...

Las propiedades macroscópicas y microscópicas contribuyen a la definición de los horizontes de suelo. En cada uno de éstos suceden una serie de procesos que son relevantes para la comprensión del sistema ambiental y, al mismo tiempo, los procesos formadores del registro arqueológico. Por lo tanto, a partir de la información presentada hasta aquí se infieren los horizontes que conforman el perfil de suelo en cada caso.

Los sondeos arqueológicos y perfiles naturales no ofrecen dificultades mayores en la determinación del perfil de suelo ya que los horizontes se distinguen macroscópicamente y las secciones delgadas de algunos de estos casos confirman el hecho de que se trata de perfiles poco desarrollados de tipo A-AC-C, A-C ó A-C-Ab-ACb-C1 (ver arriba Figura 6.3.). Sin embargo, la profundidad de P1 y P2 presentan otros desafíos en donde la micromorfología de suelos ha resultado clave a la hora de diferenciar horizontes que no se distinguen con claridad a ojo desnudo.

En el caso de P1 (Figura 6.15.) se observa por debajo del perfil de suelo actual muy pobremente desarrollado (A-C) un horizonte altamente bioturbado de color pardo grisáceo oscuro y estructura granular/migajosa. Estas características sugieren un horizonte A enterrado que no se observa macroscópicamente. Hacia abajo, con límites graduales, se registra un leve

aumento de la frecuencia de revestimientos sobre partículas y poros, un cambio en la microestructura y en la fábrica-b. Estos rasgos podrían indicar un horizonte transicional de tipo ABb. Macroscópicamente, los cambios en la coloración hacia tonalidades grisáceas, el registro de una estructura de bloques angulares y el aumento de partículas finas podrían sostener esta interpretación, pese a la dificultad que emerge de interpretar paleo-horizontes que siguen conectados con la dinámica actual (Zárate e Imbellone 1999).

Por debajo, se registran abundantes hipo-revestimientos de pérdida de óxidos de Fe/Mn, probablemente como consecuencia de la saturación temporal de macro-poros (horizonte Bb). Es probable que esta reducción y migración de los óxidos haya estado promovida por la oscilación de la capa freática. Este proceso de gleyzación continúa por debajo (horizonte BCgb) en combinación con abundantes nódulos e impregnaciones de oxi-hidróxidos que se vuelven prácticamente ausentes en el contacto con la capa freática (Cg-W).

La caracterización mineralógica de este perfil no muestra cambios significativos o discontinuidades en el tipo y frecuencia de los minerales representados. El grupo de los feldespatos (tamaño arena mediana/ fina) es el más abundante, y tanto su forma predominantemente subangular como su selección sugieren una depositación eólica. Los líticos (segundo grupo más representado) muestra formas más subredondeadas y tamaños algo más grandes (arena gruesa/ grava) indicando una posible incorporación por arrastre coluvial, desde la pendiente de la morena terminal.

Por otro lado, el caso de P2 (Figura 6.15.) se distingue del anterior porque no registra, macro ni microscópicamente horizontes enterrados. Las observaciones macroscópicas son consistentes con las descripciones micromorfológicas que señalan un perfil de tipo A-AB-B hasta los aproximadamente 70 cm de profundidad, con la presencia de revestimientos de arcilla en poros y sobre partículas minerales. Destaca en estos horizontes la frecuente/abundante presencia de óxidos de Fe/ Mn en forma de nódulos, como pseudomorfo de materia orgánica, tinciones e impregnaciones débiles.

Por debajo del horizonte B existe un cambio pronunciado en la frecuencia de ciertos componentes minerales. Como ya fue señalado más arriba, los feldespatos (tamaño arena fina de forma subangular/angular, de probable origen eólico) presentan frecuencias más altas, mientras que los líticos muestran frecuencias sustancialmente más bajas que en los horizontes suprayacente. Adicionalmente, en este horizonte interpretado como C, se observan porcentajes muy elevados de trizas volcánicas muy bien preservadas, lo que sugiere una

deposición eólica y un rápido sepultamiento. Estos cambios en la frecuencia de componentes minerales son interpretados como una mayor abundancia en la sedimentación en vez de como una discordancia erosiva. Macroscópicamente se observa un claro cambio en la coloración, consistente con las descripciones microscópicas que registran una fuerte impregnación de oxi-hidróxidos en la masa basal. La disminución de la porosidad, los cambios texturales y la presencia de nódulos dendríticos de óxido de manganeso son otras propiedades que diferencian a este horizonte.

Se interpreta un horizonte C1 aproximadamente a los 100 cm de profundidad. Macroscópicamente existe un cambio notable en la coloración del suelo, que va del pardo amarillento al pardo grisáceo. Microscópicamente, se observa un aumento en la porosidad, en la fracción de finos ( $>50\ \mu\text{m}$ ) y en los hipo-revestimientos de óxido de Fe. La mineralogía indica que no existen grandes diferencias respecto al horizonte C mencionado arriba, pero es de destacar que no se registran trizas volcánicas. La presencia de nódulos dendríticos de óxido de manganeso sugiere momentos de anegamiento, mientras que la presencia de cristales de yeso en poros estaría indicando condiciones de desecación ya que la precipitación de este mineral se asocia a la evaporación progresiva de aguas ricas en sulfatos y cloruros (cuerpos de agua someros) (Poch *et al.* 2010).

Por debajo de C1 se observa una capa orgánica con material altamente degradado (Oa), de unos ocho centímetros de espesor, probablemente asociado a un cuerpo de agua somero. Como ya fue señalado, a unos 15 metros al sur de P2, en otra unidad de excavación (Morello *et al.* 1998) esta capa orgánica se registró 24 cm más abajo y con un espesor mayor, de unos 15 cm. Estas características estarían indicando un cuerpo de agua en forma de cubeta, siendo la sección que aflora en perfil, una margen de dicho cuerpo. Los cristales de yeso junto con otras partículas de arenas finas bien seleccionadas que se encuentran interdigitadas entre la materia orgánica podría indicar períodos de desecación de un cuerpo lacustre efímero, con alto contenido de sales, que se seca y se colmata de sedimentos eólicos (Mees 1999).

Finalmente, por debajo de Oa se señala un horizonte C2 que se diferencia de C1 por la ausencia de hipo-revestimientos por pérdida de óxido de Fe. Macroscópicamente se observa una coloración diferente probablemente asociada al cuerpo de agua suprayacente.

#### 4. Estudios granulométricos

La Tabla 6.6. presenta los valores granulométricos y parámetros estadísticos (sus medias y desviaciones estándar) en sondeos arqueológicos (Sector 1 y 2) y áreas naturales. En términos generales estos datos muestran medias y modas que van de arena fina a limo grueso. Pese a que los valores de selección indican poblaciones pobre a muy pobremente seleccionadas, los resultados de curtosis señalan un predominio de curvas leptocúrticas (agudas), lo que estaría indicando la actuación mayoritaria de un agente de sedimentación, en este caso el eólico. Este parámetro es consistente con la micromorfología que muestra sectores con abundante arena fina, angulosa y bien seleccionada, típica de la acción eólica.

En S1 predomina la textura franco limosa, en S2 la franco arenosa y en el área natural la franco limosa. Las medias y modas muestran en todos los casos fracciones de arena muy fina a limo grueso (texturas franco arenosas y franco limosas), con leves disminuciones granulométricas perfil abajo. Las curvas son siempre unimodales, a excepción de dos perfiles naturales que son bimodales (N6 y N8). Las muestras son pobre a muy pobremente seleccionadas, en especial en el área de control, lo que estaría indicando menor acumulación de arenas eólicas o una mezcla permanente de aquellas con material coluvial. Los valores de asimetría y curtosis tampoco destacan diferencias entre los casos, siendo mayormente curvas simétricas y leptocúrticas, respectivamente.

Los sondeos del Sector 2 son más homogéneos en sus características granulométricas y presentan fracciones algo más gruesas (asimetrías positivas) que el Sector 1 y el área natural. En esta última, y como es de esperar dado que los distintos sondeos se ubican en posiciones topográficas distintas, presenta mayor variabilidad en las medias y en los parámetros estadísticos. De hecho, entre estos sondeos, destaca la presencia de contextos bimodales, como N6 y N8, tal vez como consecuencia de la acción coluvial y fluvial respectivamente. En la mayoría de los casos, aumentan las fracciones finas en profundidad, aunque levemente.

Al considerar separadamente la fracción arcillosa se observa que en general ésta se presenta en proporciones que va de 2 a 8% (a excepción de N6-3). Estos porcentajes son bajos y alerta (y hasta podría explicar) acerca de la ausencia de algunas propiedades edafológicas macro y microscópicas. Esto es relevante debido a que la presencia de una buena estructuración o revestimientos de arcillas constituyen propiedades asociadas a un buen desarrollo edáfico, pero siempre y cuando exista arcilla en el sistema.

|              |             | Granulometría ( $\phi$ ) |                   |           |         |           |        |          |          | % Arcilla | Textura |
|--------------|-------------|--------------------------|-------------------|-----------|---------|-----------|--------|----------|----------|-----------|---------|
|              |             | media                    | moda              | selección |         | asimetría |        | curtosis |          |           |         |
| Sector 1     | S2-1        | 3.66                     | 4                 | 1.76      | pobre   | -0.08     | simet. | 2.14     | m/lepto. | 2.6       | F-L     |
|              | S2-2        | 3.79                     | 4                 | 2.54      | m/pobre | -0.12     | simet. | 1.59     | m/lepto. | 5.1       | F-L     |
|              | S2-3        | 4.33                     | 5                 | 2.32      | m/pobre | -0.12     | —      | 1.40     | lepto.   | 6         | F-L     |
|              | S4-1        | 3.82                     | 4                 | 1.24      | pobre   | -0.16     | —      | 0.84     | plati.   | 3.3       | F-L     |
|              | S4-2        | 4.37                     | 4                 | 2.13      | m/pobre | 0.18      | m/+    | 1.33     | lepto.   | 7.4       | F-L     |
|              | S4-3        | 4.71                     | 4.5               | 1.45      | pobre   | 0.11      | m/+    | -0.07    | m/plati. | 5         | F-L     |
|              | S5-1        | 3.40                     | 4                 | 2.20      | m/pobre | -0.10     | —      | 1.22     | lepto.   | 3.5       | F-A     |
|              | S5-2        | 3.44                     | 4                 | 2.46      | m/pobre | -0.03     | simet. | 1.81     | m/lepto. | 4.5       | F-A     |
|              | S5-3        | 3.30                     | 3.5               | 2.14      | m/pobre | -0.08     | simet. | 1.29     | lepto.   | 2.9       | F-A     |
|              | $\tilde{x}$ | 3,87 a.<br>m/fina        | 4,11 l.<br>grueso | 2.03      | m/pobre | -0.05     | simet. | 1.28     | lepto.   | 4.48      |         |
| DE           | 0.49        | 0.42                     | 0.45              |           | 0.12    |           | 0.63   |          | 1.58     |           |         |
| Sector 2     | S1-1        | 3.55                     | 3.5               | 1.50      | pobre   | 0.15      | m/+    | 1.06     | meso.    | 2.5       | F-A     |
|              | S1-2        | 4.13                     | 3.5               | 1.98      | pobre   | 0.29      | m/+    | 1.65     | m/lepto. | 6.1       | F       |
|              | S1-3        | 3.88                     | 3.5               | 1.73      | pobre   | 0.09      | simet. | 1.04     | meso.    | 3.3       | F-A     |
|              | S2-1        | 3.64                     | 3.5               | 1.30      | pobre   | 0.06      | simet. | 1.07     | meso.    | 2.1       | F-A     |
|              | S2-2        | 3.82                     | 3.5               | 1.45      | pobre   | 0.10      | m/+    | 1.55     | m/lepto. | 2.8       | F-A     |
|              | S2-3        | 4.26                     | 3.5               | 2.01      | m/pobre | -0.05     | simet. | 1.80     | m/lepto. | 6.9       | F       |
|              | S3-1        | 3.65                     | 3.5               | 1.25      | pobre   | 0.16      | m/+    | 0.74     | plati.   | 2         | F-A     |
|              | S3-2        | 4.14                     | 3.5               | 2.10      | m/pobre | 0.36      | m/+    | 1.49     | lepto.   | 6.1       | F       |
|              | S3-3        | 3.82                     | 3.5               | 1.64      | pobre   | 0.24      | m/+    | 0.99     | meso.    | 3.2       | F       |
|              | $\tilde{x}$ | 3,88 a.<br>m/fina        | 3,5 a.<br>m/fina  | 1.66      | pobre   | 0.16      | m/+    | 1.27     | lepto.   | 3.89      |         |
| DE           | 0.25        | 0                        | 0.31              |           | 0.13    |           | 0.36   |          | 1.92     |           |         |
| Área control | N6-1        | 3.37                     | 4.5               | 3.27      | m/pobre | -0.58     | m/-    | 2.01     | m/lepto. | 4.2       | F-L     |
|              | N6-2        | 4.05                     | 3.5 / 5           | 2.45      | m/pobre | -0.04     | simet. | 1.70     | m/lepto. | 6.2       | F-L     |
|              | N6-3        | 6.07                     | 5 / 9.5           | 1.99      | pobre   | 0.37      | m/+    | 2.58     | m/lepto. | 24.3      | F-Ar-L  |
|              | N7-1        | 3.90                     | 4                 | 1.82      | pobre   | 0.06      | simet. | 0.62     | m/plati. | 3.3       | F-L     |
|              | N7-2        | 3.98                     | 4                 | 2.05      | m/pobre | 0.02      | simet. | 2.01     | m/lepto. | 4.6       | F-L     |
|              | N7-3        | 3.77                     | 4.5               | 2.19      | m/pobre | -0.28     | simet. | 1.33     | lepto.   | 4         | F-L     |
|              | N8-1        | 2.79                     | 4                 | 2.75      | m/pobre | -0.56     | m/-    | 1.07     | meso.    | 2.3       | F-L     |
|              | N8-2        | 3.32                     | 4.5               | 2.44      | m/pobre | -0.21     | simet. | 1.49     | lepto.   | 3.5       | F-A     |
|              | N8-3        | 3.18                     | -1.5 / 5          | 3.16      | m/pobre | -0.68     | m/-    | 1.16     | lepto.   | 3.5       | F-L     |
|              | N13-1       | 3.32                     | 3.5               | 1.71      | pobre   | -0.07     | simet. | 1.08     | meso.    | 2         | F-A     |
|              | N13-2       | 3.72                     | 3.5               | 1.67      | pobre   | 0.21      | m/+    | 1.67     | m/lepto. | 3.4       | F       |
|              | N13-3       | 4.27                     | 3.5               | 2.09      | m/pobre | 0.38      | m/+    | 1.12     | lepto.   | 8         | F       |
|              | $\tilde{x}$ | 3,81 a.<br>m/fina        | 4 l.<br>grueso    | 2.30      | m/pobre | -0.11     | simet. | 1.49     | lepto.   | 3.84      |         |
| DE           | 0.83        | 0.43                     | 0.53              |           | 0.36    |           | 0.54   |          | 1.75     |           |         |

**Tabla 6.6.** Análisis granulométricos y parámetros estadísticos (Folk y Ward 1957). La textura no es al tacto (como en la Tabla 6.3.) sino que se calculó por las proporciones de arena, limo y arcilla. a. = arena; m/ = muy; l. = limo; simet. = simétrica; - = negativo; + = positivo; meso. = mesocúrtico; lepto. = leptocúrtico; plati. = platicúrtico; F = franco; L = limoso; A = arenoso; Ar = arcillo.

Finalmente, la proporción de gravas (Tabla 6.7.) presenta valores bajos en los sondeos arqueológicos de ambos sectores. Este hecho no puede vincularse directamente a una baja acción de procesos coluviales, sino más bien a la distancia de las áreas de aporte de la fracción grava. En este sentido, no puede descartarse la incorporación coluvial de los materiales arqueológicos, hecho que será discutido más adelante.

|            | % Grava |       | % Grava |      | % Grava |      | % Grava |
|------------|---------|-------|---------|------|---------|------|---------|
| Sec 1 S1-1 | 2,9     | N1-1  | 3,5     | P1-1 | 9,9     | P2-1 | 0,9     |
| Sec 1 S1-2 | 3,1     | N1-2  | 0,5     | P1-2 | 8,3     | P2-2 | 0,0     |
| Sec 1 S1-3 | 0,9     | N1-3  | 0,8     | P1-3 | 6,7     | P2-3 | 1,3     |
| Sec 1 S3-1 | 0,8     | N5-1  | 13,8    | P1-4 | 7,3     | P2-4 | 0,2     |
| Sec 1 S3-2 | 0,5     | N5-2  | 11,8    | P1-5 | 7,7     | P2-5 | 0,1     |
| Sec 1 S3-3 | 0,9     | N5-3  | 0,3     | P1-6 | 8,1     | P2-6 | 0,0     |
| Sec 2 S4-1 | 0,2     | N8-1  | 0,0     | P1-7 | 8,5     | P2-7 | 0,0     |
| Sec 2 S4-2 | 1,3     | N8-2  | 8,7     | P1-8 | 9,6     | P2-8 | 0,0     |
| Sec 2 S4-3 | 0,0     | N8-3  | 4,0     | P1-9 | 3,3     |      |         |
| Sec 2 S5-1 | 0,4     | N9-1  | 0,9     |      |         |      |         |
| Sec 2 S5-2 | 0,3     | N9-2  | 0,3     |      |         |      |         |
| Sec 2 S5-3 | 0,7     | N9-3  | 0,5     |      |         |      |         |
|            |         | N12-1 | 5,2     |      |         |      |         |
|            |         | N12-2 | 5,0     |      |         |      |         |
|            |         | N12-3 | 3,4     |      |         |      |         |

**Tabla 6.7.** Proporción de gravas. Sec = Sector.

En el área natural aparece una mayor variabilidad en las proporciones de grava debido a que se trata de distintas posiciones geomorfológicas. Destacan con mayores frecuencias los casos N5, N8 y N12, ubicados en deslizamientos rotacionales del frente acantilado, en una ladera de valle fluvial y en el talud de morena, respectivamente. En conjunto, no se detecta ninguna tendencia clara, ya que N1 se encuentra muy próximo a N8, en la misma situación geomorfológica, y sus valores son distintos.

Pese a que P1 se encuentra a apenas 15 m respecto a S1 (Sector 1), los porcentajes de grava son considerablemente más altos; fluctúan de 9,9 a 6,7% y bajan a 3,3% en los niveles más bajos. Este contraste es difícil de explicar en términos geomorfológicos. Contrariamente, en P2 se observan los valores más bajos de frecuencia de grava.

## 5. Geoquímica

La información geoquímica se focalizó principalmente en los sondeos arqueológicos (Ozán y Tchilinguirían 2015) y, en menor medida en P1 (Ozán *et al.* 2015a). En la Tabla 6.8. y Figura 6.14. se presentan y grafican estos resultados.

Para los sondeos arqueológicos y perfiles naturales, los valores de  $P_{total}$  oscilan entre 0,01 y 0,15%; y no existen diferencias marcadas entre las distintas muestras, aunque el bajo número de las mismas podría estar ocultado algún patrón. Destaca un valor comparativamente alto en N7-1 (nivel superficial en barraca de meandro abandonado). En todos los perfiles, los valores de P muestran una disminución en profundidad, situación esperable ya que la materia orgánica también disminuye hacia abajo y el fósforo refleja indirectamente –entre otras cosas– la mineralización del fósforo orgánico. Estos resultados también muestran que los sondeos arqueológicos no se diferencian de los naturales.

Por su lado, el porcentaje de  $CaCO_3$  oscila entre 0 y 1,6%. Las diferencias entre el Sector 1 (S2, S4 y S5) y el Sector 2 (S1, S2 y S3) son menores y ambas se distinguen del área natural de control, que presenta valores inferiores y menos variables. Destacan dos valores relativamente más altos en S2 (Sector 1) y S3 (Sector 2). En los perfiles naturales los porcentajes de  $CaCO_3$  tienden a disminuir en profundidad, mientras que en los perfiles arqueológicos presentan un comportamiento variable, siendo que a veces disminuyen perfil abajo, a veces incrementan y otras simplemente oscilan. Esta ausencia de tendencia clara podría vincularse con los restos materiales de las ocupaciones humanas (ceniza, valvas, material óseo) y/o con la incorporación a través del viento de valvas trituradas de la playa (carbonato detrítico).

La materia orgánica, medida indirectamente a través de los porcentajes de carbono orgánico e inorgánico ( $C_{total}$ ), varía entre 4,5 y 14,6% y no muestra diferencias entre los sectores, ni entre estos y el área de natural. En todos los casos, la tendencia general es la del decrecimiento perfil abajo, situación consistente con los valores observados de  $\%P_{total}$ .

En términos generales, el pH es de neutro a levemente ácido en los sondeos arqueológicos de ambos sectores y ácido en los perfiles naturales. Estos datos podrían guardar relación con el  $\%CaCO_3$ , que es sensiblemente inferior en los perfiles naturales (la disolución de carbonatos debería elevar el pH). Lo relevante en este punto es que el pH de los sondeos arqueológicos se encuentra por debajo de 7.4, que constituye el umbral por debajo del cual

comienzan a actuar procesos de disolución en distintas magnitudes dependiendo del flujo de agua (*e.g.* Hedges y Milliard 1995; Karkanis 2010).

|              |             | % P <sub>total</sub> | % CaCO <sub>3</sub> | % C <sub>total</sub> | pH  |              | % P <sub>total</sub> | % CaCO <sub>3</sub> | % C <sub>total</sub> | pH     |
|--------------|-------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------|
| Sector 1     | S2-1        | 0,086                | 0,30                | 14,55                | 6.2 | Área natural | N8-1                 | 0,027               | 0,34                 |        |
|              | S2-2        | 0,039                | 0,72                | 10,61                | 7.0 |              | N8-2                 | 0,024               | 0,29                 |        |
|              | S2-3        | 0,043                | 1,58                | 9,09                 | 7.6 |              | N8-3                 | 0,053               | 0,31                 |        |
|              | S4-1        | 0,076                | 0,35                | 9,06                 | 6.6 |              | N13-1                | 0,082               | 0,02                 | 10,75  |
|              | S4-2        | 0,032                | 0,33                | 5,30                 | 6.8 |              | N13-2                | 0,029               | 0,13                 | 8,95   |
|              | S4-3        | 0,015                | 0,15                | 4,57                 | 6.8 |              | N13-3                | 0,053               | 0,00                 | 6,36   |
|              | S5-1        | 0,024                | 0,44                |                      |     |              | $\tilde{x}$          | 0,05                | 0,28                 | 8,82   |
|              | S5-2        | 0,021                | 0,14                |                      |     |              | DE                   | 0,04                | 0,17                 | 3,12   |
|              | S5-3        | 0,027                | 0,19                |                      |     |              | #1                   |                     | 1,2                  | 12,307 |
|              | $\tilde{x}$ | 0,04                 | 0,47                | 8,87                 | 6.8 |              | #2                   |                     | 2,5                  | 9,438  |
|              | DE          | 0,02                 | 0,45                | 3,65                 | 0.5 |              | #3                   |                     | 3,7                  | 9,275  |
|              |             |                      |                     |                      |     |              | #4                   |                     | 5,6                  | 6,881  |
|              |             |                      |                     |                      |     |              | #5                   |                     | 5,3                  | 6,556  |
| Sector 2     | S1-1        | 0,055                | 0,30                |                      |     | P1           | #6                   |                     | 5,3                  | 6,793  |
|              | S1-2        | 0,028                | 0,26                |                      |     |              | #7                   |                     | 4,4                  | 6,170  |
|              | S1-3        | 0,025                | 0,15                |                      |     |              | #8                   |                     | 4,7                  | 5,951  |
|              | S2-1        | 0,082                | 0,27                | 11,63                | 6.3 |              | #9                   |                     | 0,7                  | 5,935  |
|              | S2-2        | 0,013                | 0,52                | 9,85                 | 7.2 |              | $\tilde{x}$          |                     | 3,71                 | 7,70   |
|              | S2-3        | 0,029                | 0,44                | 4,52                 | 7.6 |              | DE                   |                     | 1,83                 | 2,18   |
|              | S3-1        | 0,092                | 1,32                |                      |     |              | #1                   |                     |                      | 6.8    |
|              | S3-2        | 0,028                | 0,37                |                      |     |              | #2                   |                     |                      | 7      |
|              | S3-3        | 0,044                | 0,43                |                      |     |              | #3                   |                     |                      | 6.8    |
|              | $\tilde{x}$ | 0,04                 | 0,45                | 8,67                 | 7   |              | #4                   |                     |                      | 6.9    |
|              | DE          | 0,03                 | 0,34                | 3,7                  | 0.6 |              | #5                   |                     |                      | 6.9    |
|              |             |                      |                     |                      |     |              | #6                   |                     |                      | 7.2    |
|              |             |                      |                     |                      |     |              | #7                   |                     |                      | 6.7    |
| Área natural | N6-1        | 0,052                | 0,26                |                      |     | P2           | #8                   |                     |                      | 4.1    |
|              | N6-2        | 0,05                 | 0,23                |                      |     |              | $\tilde{x}$          |                     |                      | 6.5    |
|              | N6-3        | 0,013                | 0,51                |                      |     |              | DE                   |                     |                      | 1      |
|              | N7-1        | 0,153                | 0,47                | 13,76                | 6,4 |              |                      |                     |                      |        |
|              | N7-2        | 0,012                | 0,44                | 7,97                 | 6.3 |              |                      |                     |                      |        |
|              | N7-3        | 0,027                | 0,37                | 5,13                 | 4.8 |              |                      |                     |                      |        |

**Tabla 6.8.** Parámetros geoquímicos.

El caso de P1 muestra valores sensiblemente superiores de CaCO<sub>3</sub> entre #2 y #6. La materia orgánica disminuye en profundidad y el pH es alcalino a lo largo de toda la secuencia a excepción de la última muestra, con valores levemente ácidos probablemente como resultado del contacto con la capa freática. La alcalinidad de este perfil también contrasta con los valores de P2, que oscilan entre 4.1 y 7.2.



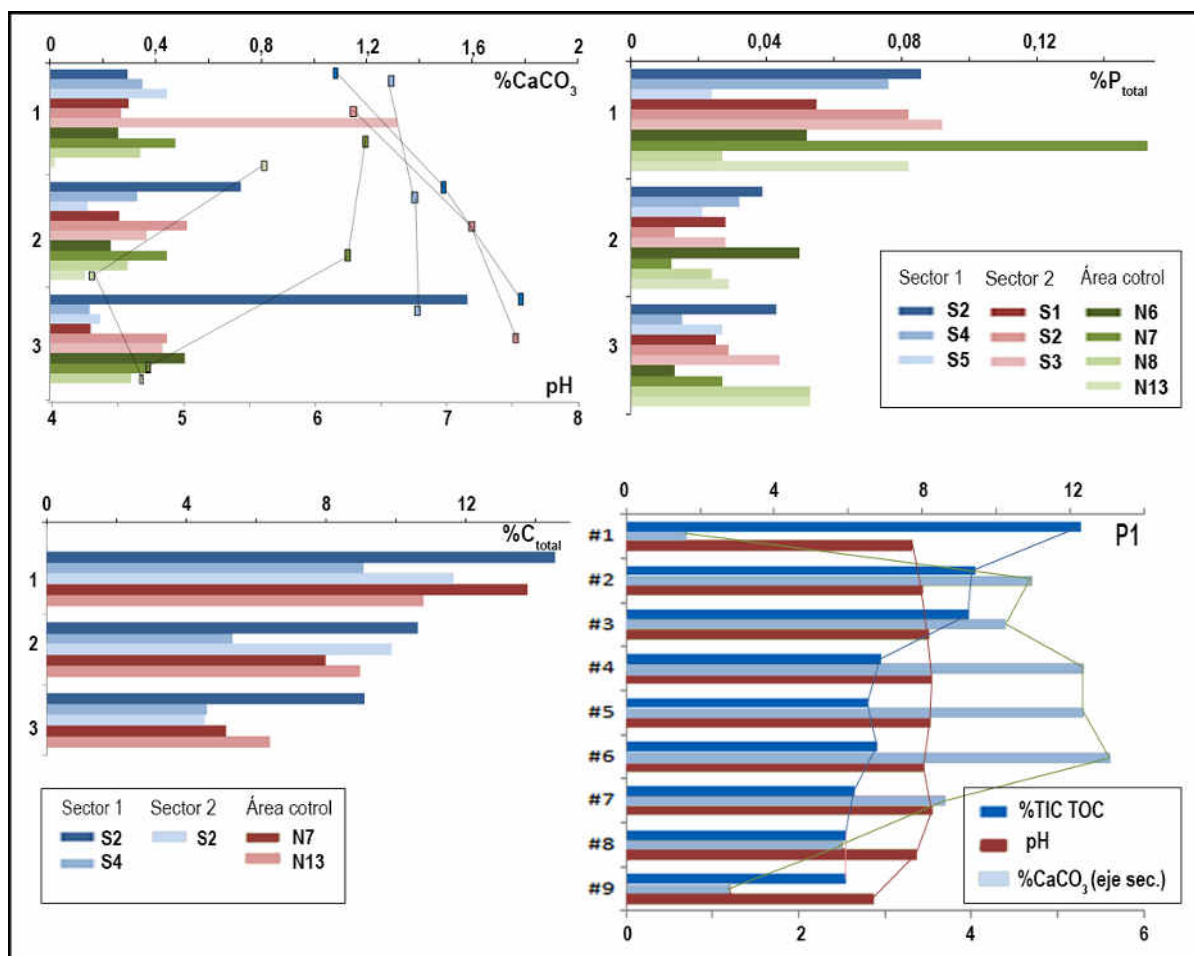


**Figura 6.14.** Se presentan los valores de los parámetros geoquímicos (abscisas) de la Tabla 6.8. Los números del eje de las ordenadas indican la posición descendente de las muestras.

## 6. Propiedades magnéticas

Como ya fue indicado en el capítulo 5, el trabajo con propiedades magnéticas se focalizó en P1 y P2<sup>5</sup>; y sólo se realizaron mediciones de susceptibilidad magnética sobre algunos de los otros sondeos arqueológicos y perfiles naturales. La Tabla 6.9. y Figura 6.15. muestran los parámetros magnéticos obtenidos de los ciclos de histéresis, así como aquellos de magnetización remanente isotérmica y campo inverso (Ozán y Orgeira 2015). La Figura 6.16. representa dos ciclos de histéresis característicos del comportamiento de las muestras analizadas. De los valores de H<sub>c</sub> y H<sub>cr</sub> obtenidos surge que el mineral magnético dominante es magnetita y/o titanomagnetita; algunos niveles de P2 tienen otro mineral dominante.

<sup>5</sup> La elección de estos dos perfiles para estudiar más propiedades magnéticas se debe a que ambos constituyen secuencias más largas de modo que pueden verse cambios verticales en los parámetros.

| Prof. (cm)                                                                                | X<br>(10 <sup>-7</sup> ) | Ms              | Mrs    | Hc              | Hcr     | Mrs/Ms | Hcr/Hc  | X/Ms<br>(10 <sup>-5</sup> ) | S    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|--------|-----------------|---------|--------|---------|-----------------------------|------|
| P1                                                                                        |                          |                 |        |                 |         |        |         |                             |      |
| (1) 30-40                                                                                 | 13,6                     | 0,019           | 0,002  | 11,560          | 26,469  | 0,095  | 2,290   | 7,04                        | 0,87 |
| (2) 40-50                                                                                 | 16,8                     | 0,030           | 0,001  | 4,680           | 22,953  | 0,028  | 4,904   | 5,51                        | 0,87 |
| (3) 50-60                                                                                 | 18,2                     | 0,061           | 0,005  | 2,865           | 16,327  | 0,079  | 5,699   | 2,99                        | 0,4  |
| (4) 60-70                                                                                 | 14,7                     | 0,050           | 0,004  | 2,147           | 29,379  | 0,079  | 13,683  | 2,97                        | 1    |
| (5) 73-80                                                                                 | 6,8                      | 0,020           | 0,001  | 7,795           | 26,830  | 0,049  | 3,442   | 3,48                        | 1    |
| (6) 80-90                                                                                 | 6,4                      | 0,023           | 0,002  | 8,376           | 26,176  | 0,071  | 3,125   | 2,80                        | 1    |
| (7) 90-100                                                                                | 5,8                      | 0,018           | 0,001  | 7,047           | 27,038  | 0,072  | 3,837   | 3,14                        | 0,87 |
| (8) 100-110                                                                               | 4,7                      | 0,015           | 0,002  | 11,498          | 27,316  | 0,144  | 2,376   | 3,21                        | 0,87 |
| (9) 110-120                                                                               | 1                        | 0,005           | 0,003  | 138,709         | 27,680  | 0,600  | 0,200   | 2,02                        | 0,87 |
| P2                                                                                        |                          |                 |        |                 |         |        |         |                             |      |
| (1) 10-15                                                                                 | 11,74                    | 0,025           | 0,0005 | 5,947           | 24,330  | 0,019  | 4,091   | 4,63                        | 0,87 |
| (2) 20-30                                                                                 | 11,23                    | 0,082           | 0,0003 | 2,595           | 332,639 | 0,004  | 128,167 | 1,36                        | 0,87 |
| (3) 30-40                                                                                 | 17,93                    | 0,070           | 0,0005 | 2,035           | 147,836 | 0,007  | 72,635  | 2,54                        | 0,87 |
| (4) 40-50                                                                                 | 9,57                     | 0,065           | 0,0008 | 2,203           | 23,689  | 0,012  | 10,754  | 1,47                        | 1    |
| (5) 50-60                                                                                 | 10,7                     | 0,051           | 0,0005 | 1,305           | 39,907  | 0,010  | 30,587  | 2,09                        | 0,9  |
| (6) 60-70                                                                                 | 8,47                     | 0,025           | 0,0011 | 6,030           | 26,100  | 0,043  | 4,328   | 3,40                        | 0,91 |
| (7) 73-80                                                                                 | 17,7                     | 0,040           | 0,0053 | 3,267           | 41,638  | 0,134  | 12,744  | 4,47                        | 0,87 |
| (8) 105-114                                                                               | 7,25                     | 0,007           | 0,0037 | 24,817          | 27,340  | 0,520  | 1,102   | 10,1                        | 0,87 |
| X (10 <sup>-7</sup> ) m <sup>3</sup> /kg de sondeos arqueológicos y perfiles naturales de |                          |                 |        |                 |         |        |         |                             |      |
| S2/A 10-20 cm                                                                             | 0,7                      | S1/2A 30-40 cm  | 10,5   | N1/A 10-20 cm   | 6,1     |        |         |                             |      |
| S2/AC 20-30 cm                                                                            | 7,9                      | S1/2AC 40-50 cm | 12,8   | N1/AC 20-30 cm  | 0,4     |        |         |                             |      |
| S2/C 30-40 cm                                                                             | 3,5                      | S1/2C 50-60 cm  | 12,9   | N1/C 30-40 cm   | 2,6     |        |         |                             |      |
| S4/A 10-20 cm                                                                             | 6,5                      | S3/ 2A 20-30 cm | 11,4   | N13/A 10-20 cm  | 1,3     |        |         |                             |      |
| S4/AC 20-30 cm                                                                            | 3,8                      | S3/2AC 30-40 cm | 12,2   | N13/AC 20-30 cm | 1,4     |        |         |                             |      |
| S4/C 30-40 cm                                                                             | 0,3                      | S3/2C 40-50 cm  | 1,3    | N13/C 30-40 cm  | 1,3     |        |         |                             |      |

**Tabla 6.9.** X- susceptibilidad magnética (1000 Hz; m<sup>3</sup>/kg). Ms- magnetización de saturación (Am<sup>2</sup>/kg). Mrs- magnetización remanente de saturación (Am<sup>2</sup>/kg). Hc- coercitividad (mT). Hcr- coercitividad de la remanencia (mT). Relaciones: Mrs/Ms, Hcr/Hc, X/Ms, S= Sratio (100 Hz-).

De la forma de las curvas surge, con un insinuado cinturón de avispa, que en la mayoría de ellas hay una presencia dominante de minerales de baja coercitividad (ferrimagnéticos) con una fracción subordinada de minerales de alta coercitividad (Figura 6.16.A). Las curvas representadas por la Figura 6.16.B son características de muestras en donde el mineral magnético dominante es de alta coercitividad.

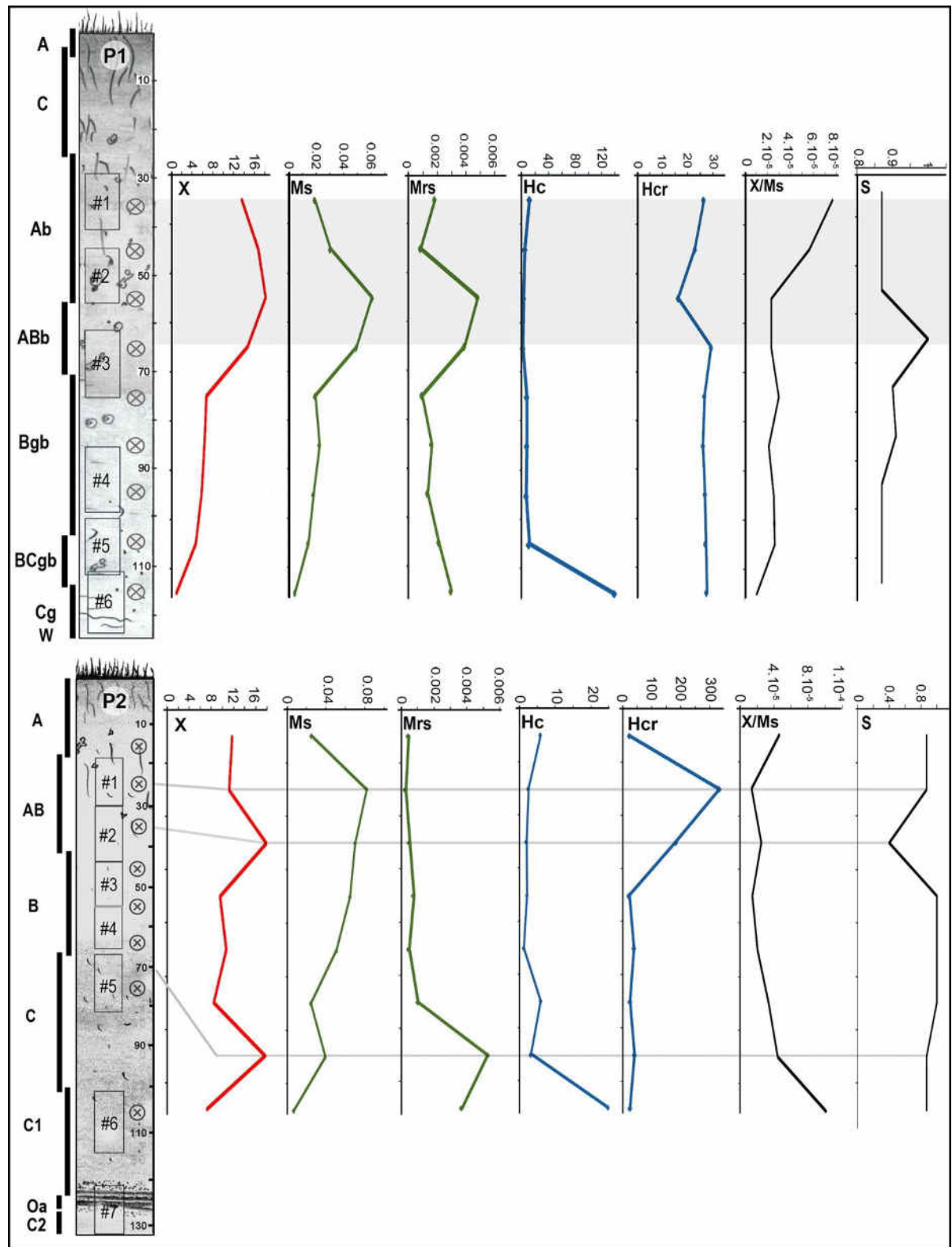


**Figura 6.15.** Perfiles de suelo de P1 y P2, con la ubicación de las muestras micromorfológicas (rectángulo) y no estructuradas (cruz). Los gráficos corresponden a los valores de susceptibilidad

magnética ( $X$ ), magnetización de saturación ( $M_s$ ), magnetización remanente de saturación ( $M_{rs}$ ), coercitividad ( $H_c$ ), coercitividad de la remanencia ( $H_{cr}$ ), la relación  $X/M_s$  y  $S_{ratio}$  ( $S$ ).

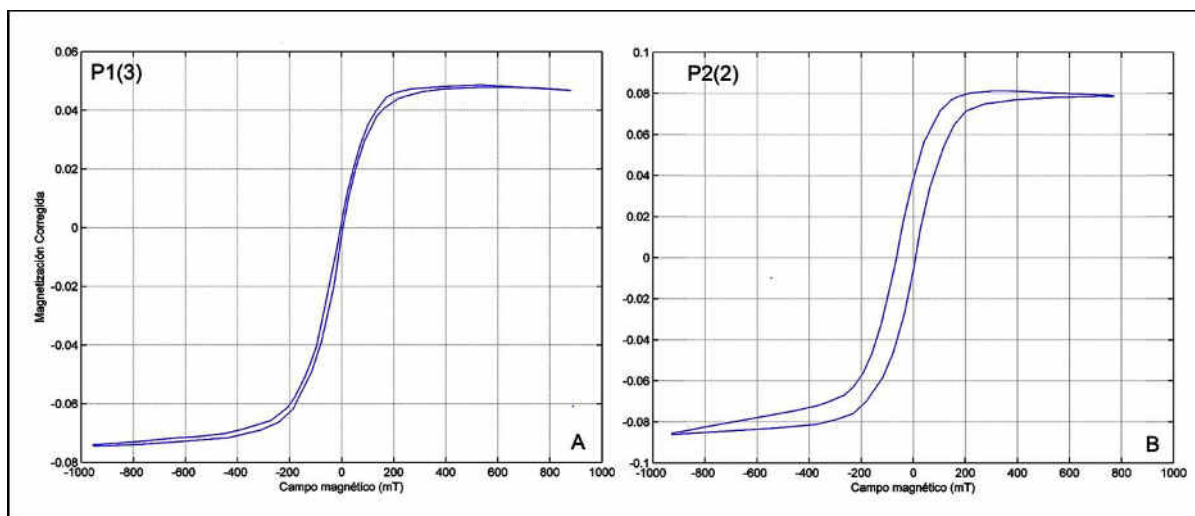


**Figura 6.16.** Ejemplos de ciclos de histéresis característicos de: A- P1 (50-60 cm) y B- P2 (70-80 cm).

En P1 hay un incremento de los parámetros magnéticos extensivos (vinculados a la concentración y/o tamaño de partícula magnética) en la sección superior del perfil. El aumento en la relación  $X/M_s$  estaría indicando un aumento del tamaño de partícula hacia el techo; en consecuencia, el incremento de los parámetros extensivos debe atribuirse no sólo al incremento de tamaño de partícula sino también a una mayor concentración de minerales magnéticos. Las relación de parámetros  $S$  ( $S_{ratio}$  IRM-300 mT/ IRM-1000 mT; Figura 6.15.) indica que todas las muestras del perfil tienen como mineralogía dominante la de baja coercitividad.

El perfil P2 exhibe oscilaciones de los parámetros extensivos de menor magnitud ( $X$ ,  $M_s$  y  $M_{rs}$ ), a excepción de la muestra 7 (73-80 cm) (Figura 6.15.), donde la cercanía respecto a depósitos lacustres subyacentes podría tener un efecto sustantivo en la señal de esta muestra. Por otra parte, destaca el marcado aumento de  $H_{cr}$  hacia los 30 cm (muestra 2), no asociado a cambios de tamaño de partícula (variaciones de  $X/M_s$ ). Tal variación debe atribuirse exclusivamente a la presencia dominante de minerales de alta coercitividad (hematita y/o goethita). Este hecho también queda manifestado en los valores notablemente alejados de 1 en la relación  $S$ . Ello se interpreta como la no saturación de la muestra en campos de 300 mT.

La Figura 6.17. representa las relaciones de parámetros de histéresis con el objeto de estimar el tamaño de partícula magnética (Dunlop 2002). Estas relaciones son significativas

exclusivamente en los casos en que el mineral dominante sea ferrimagnético (magnetita y/o titanomagnetita pobre en Ti). De la figura se infiere que P1 posee partículas con dominio pseudo-simple, destacándose un pico de partículas de dominio simple y superparamagnéticas. Por su lado, la relación de parámetros en P2 muestra partículas con dominio pseudo-simple y multidominio. Las muestras 3, 4 y 5 (a 30-40, 40-50 y 50-60 cm respectivamente), cuya relación  $H_{cr}/H_c$  es superior a 100, evidencian presencia de dos minerales magnéticos de baja y alta coercitividad, muy probablemente magnetita y/o titanomagnetita, y hematita y/o goethita respectivamente (Figura 6.17. y Tabla 6.9.). La muestra 7 (73-80 cm) tiene relaciones de parámetros compatibles con presencia de magnetita superparamagnética.

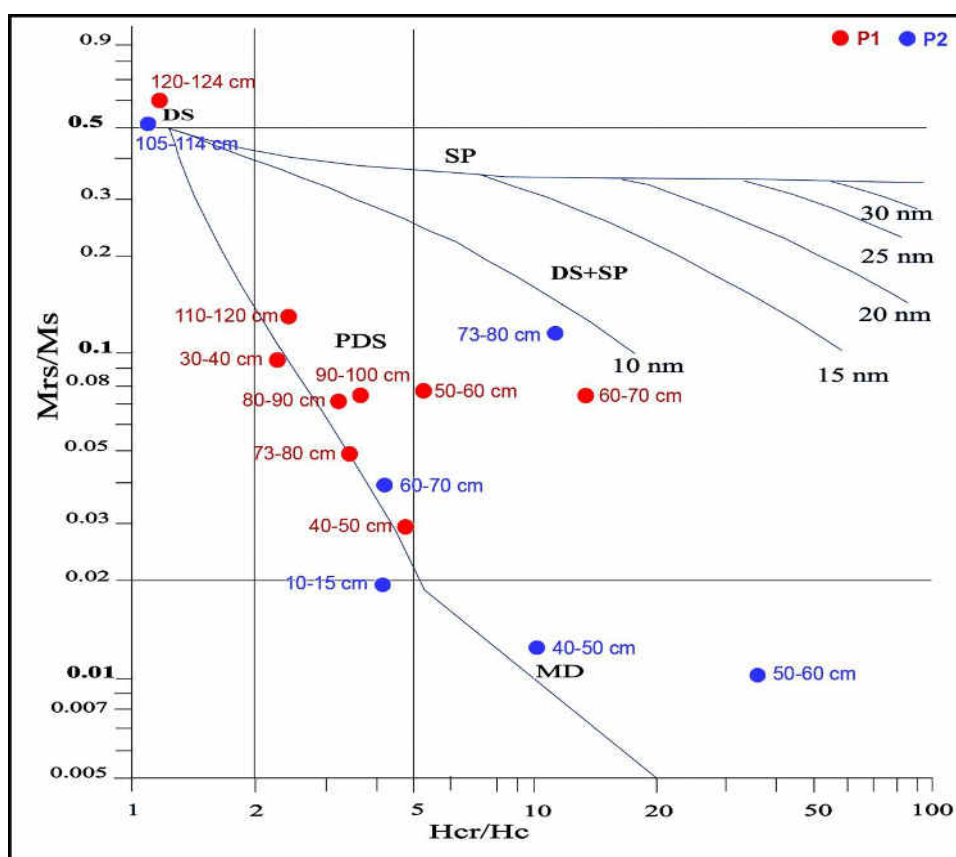


**Figura 6.17.** Relación de parámetros  $M_{rs}/M_s$  y  $H_{cr}/H_c$  de P1 (círculos rojos) y P2 (círculos azules). DS= dominio simple; DPS = dominio pseudo-simple; SP= superparamagnéticas; MD= multi-dominio.

Finalmente, en la Figura 6.18. se ilustra comparativamente la susceptibilidad magnética ( $X$ ) de P1, P2, algunos sondeos arqueológicos y perfiles naturales. Del gráfico se desprende que al menos los primeros valores de P1 (hasta los 60-70 cm) son bastante superiores respecto

a sectores muy próximos espacialmente, con y sin material arqueológico; y lo mismo sucede con dos muestras de P2 a los 20-30 y 70-80 cm.

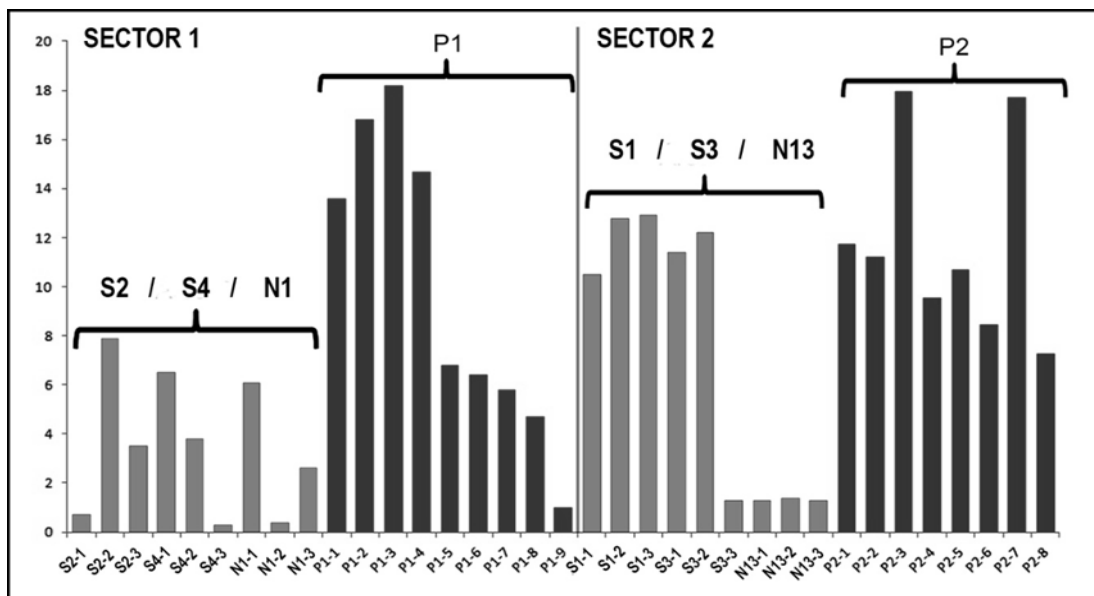


**Figura 6.18.** Comparación de susceptibilidad magnética de P1, P2 y áreas adyacentes.

## 7. Registro arqueológico

La Tabla 6.10. presenta las densidades verticales del registro arqueológico hallado en los sondeos del Sector 1 y 2. Si se toma al material arqueológico conjuntamente (lítico, restos óseos, valvas y carbones) las máximas concentraciones se ubican entre los 10 y 50 cm, o en rangos más acotados dependiendo el caso (Tabla 6.10., ver sombreados). Las distribuciones son mayormente unimodales, y es de destacar que sus formas presentan algunas diferencias en función del tipo de material (lítico, óseo y malacológico). El Sector 1 posee una mayor densidad de material óseo y malacológico que el Sector 2, que presenta una mayor densidad de artefactos líticos (Ozán y Tchilinguirán 2015).

En términos generales el material óseo presenta situaciones tafonómicas diferentes a igual profundidad, lo que estaría indicando cierta diacronía en la depositación y/o mezcla de material arqueológico y natural (Borrero 2013b). Hay huesos de *Ctenomys* sp., peces y guanaco, algunos de los cuales presentan rasgos de combustión. Las valvas (*Nacella* sp., *Mytilus* sp., *Perumytilus* sp., *Aulacomya* sp.) se destacan por su buen estado de conservación (Borrero 2013b).

| SECTOR 1 |     |        |                |                 |    |     | SECTOR 2                       |      |        |                |                 |    |    |
|----------|-----|--------|----------------|-----------------|----|-----|--------------------------------|------|--------|----------------|-----------------|----|----|
| H        | cm  | Lítico | Óseo<br>(NISP) | Valvas<br>(MNI) | C. | Σ   | H                              | Cm   | Lítico | Óseo<br>(NISP) | Valvas<br>(MNI) | C. | Σ  |
| Ch.      |     |        |                |                 |    |     | S1                             |      |        |                |                 |    |    |
| A/C      | -10 | 5      | 1              | 0               | —  | 6   | A<br>C<br>Ab<br>ACb<br>C1<br>Σ | -10  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
| Ab       | -20 | 19     | 10             | 20              | x  | 49  |                                | -20  | 1      | 0              | 0               | —  | 1  |
|          | -30 | 11     | 16             | 48              | x  | 75  |                                | -30  | 1      | 0              | 0               | —  | 1  |
| ACb      | -40 | 1      | 8              | 42              | x  | 51  |                                | -40  | 34     | 5              | 0               | —  | 39 |
| C1       | -50 | 6      | 3              | 40              | x  | 49  |                                | -50  | 8      | 1              | 0               | —  | 9  |
|          | -60 | 0      | 6              | 0               | —  | 6   |                                | -60  | 2      | 0              | 0               | —  | 2  |
| Σ        |     | 42     | 44             | 150             | x  | 236 | Σ                              | 46   | 6      | 0              | —               | 52 |    |
| S1       |     |        |                |                 |    |     | S2                             |      |        |                |                 |    |    |
| A/C      | -10 | 0      | 0              | 0               | —  | 0   | A<br>C<br>Ab<br>ACb<br>C1<br>Σ | -10  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
| Ab       | -20 | 0      | 18             | 0               | —  | 18  |                                | -20  | 13     | 1              | 0               | —  | 14 |
| Ab/ACb   | -30 | 7      | 7              | 0               | —  | 14  |                                | -30  | 20     | 3              | 0               | —  | 23 |
| ACb/C1   | -40 | 2      | 0              | 5               | x  | 7   |                                | -40  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
| C1       | -50 | 9      | 25             | 5               | x  | 39  |                                | -50  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
|          | Σ   | 18     | 50             | 10              | x  | 78  |                                | Σ    | 33     | 4              | 0               | —  | 37 |
| S2       |     |        |                |                 |    |     | S3                             |      |        |                |                 |    |    |
| A/C      | -10 | 0      | 0              | 0               | —  | 0   | A/C<br>Ab<br>ACb<br>C1<br>Σ    | -10  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
| Ab       | -20 | 9      | 2              | 0               | —  | 11  |                                | -20  | 10     | 1              | 0               | —  | 11 |
|          | -30 | 10     | 7              | 0               | —  | 17  |                                | -30  | 11     | 3              | 0               | —  | 14 |
| ACb      | -40 | 0      | 0              | 0               | x  | 0   |                                | -40  | 10     | 9              | 1               | x  | 22 |
| C1       | -50 | 0      | 0              | 3               | —  | 3   |                                | -50  | 6      | 0              | 0               | —  | 6  |
|          | Σ   | 19     | 9              | 3               | —  | 31  |                                | -60  | 1      | 0              | 0               | —  | 1  |
| S3       |     |        |                |                 |    |     | Σ                              | 38   | 13     | 1              | —               | 54 |    |
| S4       |     |        |                |                 |    |     | S4                             |      |        |                |                 |    |    |
| A/C      | -10 | 1      | 0              | 0               | —  | 1   | A/C<br>Ab<br>ACb<br>C1<br>Σ    | -10  | 1      | 0              | 0               | —  | 1  |
| Ab       | -20 | 2      | 0              | 0               | —  | 2   |                                | -20  | 13     | 2              | 0               | —  | 15 |
|          | -30 | 2      | 0              | 0               | —  | 2   |                                | -30  | 5      | 0              | 0               | —  | 7  |
| ACb      | -40 | 0      | 0              | 0               | —  | 0   |                                | -40  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
| C1       | -50 | 0      | 0              | 1               | —  | 1   |                                | -50  | 1      | 0              | 0               | —  | 1  |
|          | Σ   | 5      | 0              | 1               | —  | 6   |                                | Σ    | 20     | 2              | 0               | —  | 24 |
| S4       |     |        |                |                 |    |     | S5                             |      |        |                |                 |    |    |
| A/C      | -10 | 5      | 0              | 0               | —  | 5   | A/C<br>Ab<br>ACb<br>C1<br>Σ    | -10  | 1      | 0              | 0               | —  | 3  |
| Ab       | -20 | 1      | 1              | 2               | —  | 4   |                                | -20  | 3      | 0              | 0               | —  | 2  |
|          | -30 | 0      | 0              | 0               | —  | 0   |                                | -30  | 3      | 1              | 0               | —  | 6  |
| ACb      | -40 | 0      | 0              | 0               | —  | 0   |                                | -40  | 3      | 0              | 0               | —  | 4  |
| C1       | -50 | 2      | 0              | 0               | —  | 2   |                                | -50  | 0      | 0              | 0               | —  | 0  |
|          | Σ   | 8      | 1              | 2               | —  | 11  |                                | Σ    | 10     | 1              | 0               | —  | 16 |
| S5       |     |        |                |                 |    |     | TOTAL/m³                       |      |        |                |                 |    |    |
| A/C      | -10 | 0      | 0              | 0               | —  | 0   | TOTAL/m³                       | 1046 | 173    | 6              | —               | —  |    |
| Ab       | -20 | 4      | 0              | 0               | —  | 4   |                                |      |        |                |                 |    |    |
|          | -30 | 2      | 1              | 2               | —  | 5   |                                |      |        |                |                 |    |    |
| ACb      | -40 | 4      | 1              | 1               | —  | 6   |                                |      |        |                |                 |    |    |
| C1       | -50 | 1      | 0              | 0               | —  | 1   |                                |      |        |                |                 |    |    |
|          | Σ   | 11     | 2              | 3               | —  | 16  |                                |      |        |                |                 |    |    |
| TOTAL/m³ |     | 531    | 546            | 872             | —  | —   |                                |      |        |                |                 |    |    |

**Tabla 6.10.** Distribución vertical del registro. El sombreado indica niveles de mayor concentración. H = horizonte; C. = presencia de espículas de carbón. Densidades totales redondeadas a números enteros (modificado de Ozán y Tchilinguirian 2015).

El conjunto lítico está representado casi enteramente por desechos de talla que incluyen lascas y lascas indiferenciadas (en general menores a los tres centímetros de largo). Adicionalmente, se registró un nódulo probado con lascados aislados (en Ch) y cuatro artefactos formatizados en S1 y S3 (Sector 2) (K. Borrazzo com. pers. 2015). Las materias primas representadas son rocas metamórficas, rocas silicificadas (que incluyen toba silicificada de Chorrillo Miraflores), rocas riolíticas, rocas lutíticas y cuarzo (K. Borrazzo com. pers. 2015). En suma, los materiales hallados muestran artefactos de formatización informal y manufactura expeditiva (Andresky 1998).

En la Tabla 6.11. se sintetiza la información generada por investigaciones previas (modificado de Calás y Lucero 2009; Ozán *et al.* 2015a) a partir del material colectado en las unidades denominadas “3” (cuyo perfil occidental es el que se estudió en esta tesis) y la unidad aledaña “90N/1E” (Morello *et al.* 2004a; Massone *et al.* 2007; Calás y Lucero 2009).

| P1<br>Prof. (cm) | Artefactos<br>líticos/m <sup>3</sup> | Material<br>óseo (NISP/m <sup>3</sup> ) | Valvas<br>(MNI/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|
| 0-10             | 47                                   |                                         |                                 |
| 10-20            | 234                                  | 805                                     | 383                             |
| 20-30            | 246                                  |                                         |                                 |
| 30-40            | 178                                  |                                         |                                 |
| 40-50            | 165                                  | 1168                                    | 1814                            |
| 50-60            | 171                                  |                                         |                                 |
| 60-70            | 39                                   |                                         |                                 |
| 70-80            | 137                                  | 692                                     | 2724                            |
| 80-90            | 21                                   |                                         |                                 |
| 90-100           | 22                                   |                                         |                                 |
| 100-110          | 23                                   | 150                                     | 704                             |
| 110-120          | 8                                    |                                         |                                 |
| 120-130          | 8                                    |                                         |                                 |

**Tabla 6.11.** Distribución vertical de las densidades de materiales arqueológicos de excavaciones previas; (Morello *et al.* 2004a; Massone *et al.* 2007; modificado de Calás y Lucero 2009).

### 7.1. Componentes antropogénicos en secciones delgadas

La Tabla 6.12. detalla los componentes antropogénicos registrados en las secciones delgadas (Figura 6.19.), consignando el grado de meteorización de huesos y valvas. P1 presenta una mayor abundancia respecto a los otros sondeos arqueológicos, aunque Ch también se destaca. Entre todos los materiales arqueológicos, destacan los restos óseos y malacológicos (valvas de moluscos, gasterópodos y equinodermos).



| Sondeo   | Material<br>(frecuencia absoluta de fragmentos) |       |        |        |        | Grado de<br>meteorización <sup>1</sup> |   |   |    | Observaciones                                                                                                                                                      |
|----------|-------------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|----------------------------------------|---|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | óseo                                            | valva | carbón | ceniza | lítico | 0                                      | 1 | 2 | 3  |                                                                                                                                                                    |
| S2-1     | 4                                               | 0     | 0      | —      | 0      | 0                                      | 0 | 0 | 4  | En poros. Marcas de rodamiento. 200-2000 µm                                                                                                                        |
| S2-2     | 3                                               | 0     | 0      | —      | 0      | 0                                      | 0 | 2 | 1  |                                                                                                                                                                    |
| S2-3     | 9                                               | 0     | 0      | —      | 0      | 0                                      | 1 | 1 | 7  |                                                                                                                                                                    |
| TOTAL S2 | 16                                              | 0     | 0      | —      | 0      |                                        |   |   |    |                                                                                                                                                                    |
| Ch-1     | 7                                               | 13    | *9     | —      | 0      | 0                                      | 4 | 1 | 2  | *Abundante carbón <100 µm. Buena preservación (250-2000 µm). Óseo: 150 µm-2 cm. Algunos quemados. Valvas: 500 µm -3 cm (predominio horizontal en Ch 1).            |
| Ch-2     | 7                                               | 24    | *      | —      | 0      | 0                                      | 2 | 2 | 3  |                                                                                                                                                                    |
| Ch-3     | 3                                               | 9     | *2     | —      | 0      | 0                                      | 0 | 0 | 3  |                                                                                                                                                                    |
| TOTAL Ch | 17                                              | 46    | *11    | —      | 0      | 0                                      | 0 | 3 | 6  |                                                                                                                                                                    |
| S3-2     | 0                                               | 0     | 0      | —      | 1      |                                        |   |   |    | Microlasca de unos 5 mm, fragmentada <i>in situ</i> .                                                                                                              |
| TOTAL S3 | 0                                               | 0     | 0      | —      | 1      |                                        |   |   |    |                                                                                                                                                                    |
| P1-1     | 23*                                             | 6     | 14     | —      | 1      | 0                                      | 0 | 6 | 18 | Carbones: <100-6000 µm. Pseudomorfo de Ox. Fe/Mn. En general buena preservación. Óseo: 200-15000 µm (quemado, disolución, recristalización). Valvas: 200-30000 µm. |
| P1-2     | 10*                                             | 20    | 9      | x      | 1      | 0                                      | 0 | 6 | 4  |                                                                                                                                                                    |
| P1-3     | 12*                                             | 15    | 3      | xxx    | 0      | 0                                      | 0 | 9 | 3  |                                                                                                                                                                    |
| P1-4     | 2                                               | 23    | 8      | xx     | 0      | 0                                      | 0 | 0 | 2  |                                                                                                                                                                    |
| P1-5     | 3*                                              | 28    | 0      | —      | 0      | 0                                      | 0 | 3 | 0  |                                                                                                                                                                    |
| P1-6     | 3*                                              | 9     | 0      | —      | 0      | 0                                      | 0 | 2 | 1  |                                                                                                                                                                    |
| TOTAL P1 | 47                                              | 74    | 34     | —      | 2      | 0                                      | 0 | 1 | 8  |                                                                                                                                                                    |
| P2-2     | 11                                              | 1     | *7     | —      | 0      | 0                                      | 1 | 4 | 6  |                                                                                                                                                                    |
| P2-3     |                                                 |       | *      | —      | 0      | 0                                      | 1 | 0 | 0  | Ausencia en el resto del perfil. *Abundante carbón <100 µm. El carbón presenta distintos grados de preservación (250-750 µm).                                      |
| TOTAL P2 | 11                                              | 1     | *7     |        |        |                                        |   |   |    |                                                                                                                                                                    |

**Tabla 6.12.** Frecuencias absolutas del micro-registro arqueológico. <sup>1</sup> Los grados de meteorización sólo aplican para la descripción de fragmentos óseos y malacológicos (en negrita).

Si bien no se puede descartar una depositación natural del material óseo, los perfiles naturales y en los niveles no arqueológicos de P2 no se registraron restos óseos, sugiriendo que los micro-restos óseo se encuentran efectivamente relacionados con las ocupaciones humanas. También se registran carbones, ceniza recristalizada y, en muy baja frecuencia artefactos líticos. Destaca la prácticamente ausencia de componentes antropogénicos en S3 del Sector 2.

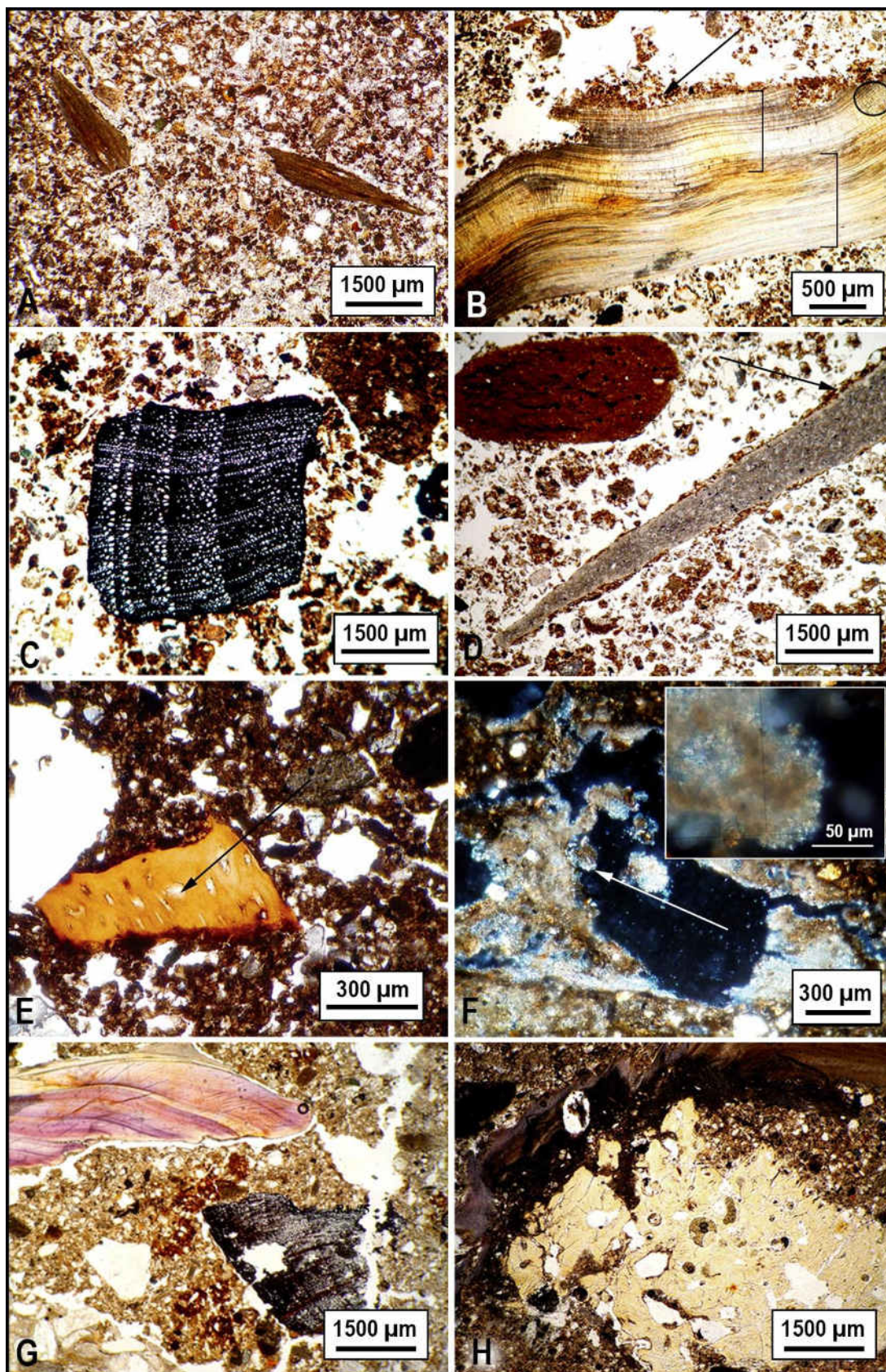


**Figura 6.19.** Microfotografías. A- microlasca de roca metamórfica fragmentada *in situ*; la fractura no es fresca (PPL; S3 18-27 cm). B- valva de molusco (proablemente *Nacella* sp.) muy bien conservada; la llave superior indica la capa de aragonito y la inferior y mejor conservada de calcita. La flecha muestra la depositación por procesos iluviales de material fino mezclado con materia orgánica; este rasgo indica estabilidad (PPL; P1 28-41 cm). C- fragmento subredondeado de carbón vegetal con buena preservación histológica (PPL; 28-41 cm). D- microlasca rodeada de revestimientos de material fino y materia orgánica, indicadores de estabilidad (PPL; 44-55 cm). E- fragmento subangular de hueso quemado con buena preservación; la flecha indica los canales de Havers (PPL, P1 63-75 cm). F- ceniza vegetal recristalizada o ceniza calcítica (Canti 2003a); en el cuadro amplificado pueden verse agregados microcristalinos calcíticos (“POCC” Brochier y Thinosn 2003) (XPL; P1 63-75 cm). G- valva de molusco (probablemente *Mytilus* sp.) y fragmento de carbón reemplazado por óxidos de Fe/Mn (PPL; P1 101-113 cm). H- valva de molusco y hueso en un estadio avanzado de disolución (PPL; 112-124 cm).

En términos generales, los componentes antropogénicos no presenta un patrón de orientación claro (vertical u horizontal), y dada la alta acción biomecánica que se registra en las muestras delgadas, es altamente probable que estos materiales arqueológicos estén revueltos y mezclados. Es de destacar que los fragmentos de hueso quemado se encuentran en estadios de meteorización menos avanzados, mostrando formas angulosas y buena preservación de rasgos histológicos como los canales de Havers.

# **CAPÍTULO 7**

*Tres Arroyos*





## TRES ARROYOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en TA ( $S53^{\circ}21.693'$   $W68^{\circ}47.817'$ ). Como fue mencionado en el capítulo 2, el trabajo en este sitio estuvo enfocado principalmente a discutir el origen de las depresiones circulares (Figura 7.3.) ubicadas sobre y al pie del talud del Cerro de los Onas; y a evaluar la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro arqueológico subsuperficial. En la Tabla 7.1. se detallan las dataciones obtenidas en investigaciones previas para el lapso del Holoceno Tardío (ver secuencia completa en capítulo 4).

| Sector   | Datación (AP) | Código lab. | Material     | Prof. (cm) | Rango cal. 1 $\sigma$ AP | Mediana       | Cita                       |
|----------|---------------|-------------|--------------|------------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| TA7      | 100 $\pm$ 50  | N/I         | carbón       | 10-15      | 7-245                    | –             | Massone <i>et al.</i> 1993 |
| TA1[I]   | 135 $\pm$ 85  | MC1079      | carbón       | N/I        | 0-113                    | 143 $\pm$ 93  | Repaire y Hugues 1977      |
| TA14(89) | 210 $\pm$ 50  | N/I         | carbón       | 25-30      | 12-257                   | 174 $\pm$ 87  | Massone <i>et al.</i> 1993 |
| TA14(89) | 280 $\pm$ 70  | N/I         | carbón       | 17         | 150-442                  | 292 $\pm$ 117 | Massone <i>et al.</i> 1993 |
| TA1[III] | 700 $\pm$ 70  | DIC303852   | carbón       | 30         | 560-660                  | 618 $\pm$ 47  | Massone <i>et al.</i> 1993 |
| TA1[Va]  | 1120 $\pm$ 40 | Beta101054  | óseo guanaco | 80-90      | 933-1049                 | 980 $\pm$ 44  | Massone <i>et al.</i> 1998 |
| TA1[IV]  | 1340 $\pm$ 50 | Beta30903   | carbón       | 50-60      | 1180-1270                | 1232 $\pm$ 44 | Massone <i>et al.</i> 1993 |
| TA14(30) | 2280 $\pm$ 60 | Beta101055  | óseo guanaco | N/I        | 2101-2311                | 2237 $\pm$ 72 | Prieto <i>et al.</i> 1997  |

**Tabla 7.1.** Dataciones del Holoceno Tardío de Tres Arroyos (calibradas a un sigma AP; *OxCal* 4.2; Bronk Ramsey 2009). N/I = no informa.

### 1. Geomorfología

Como ya fue indicado, TA se ubica en el Cerro de los Onas, con registro arqueológico en cuevas, aleros y a lo largo del talud. El cerro se encuentra en un área de serranías bajas, próximas a la depresión que conecta Bahía Inútil con Bahía San Sebastián (Coronato 2014). La Figura 7.1. presenta el mapa geomorfológico del sitio, la Figura 7.2. ilustra algunos rasgos geomorfológicos relevantes y la Figura 7.3. muestra una vista panorámica de las depresiones circulares.



**Figura 7.1.** Mapa geomorfológico TA.

En el mapa puede verse el cauce del río San Martín, su planicie de inundación y sectores de antiguas planicies de inundación o de cauces efímeros/ estacionales. A diferencia de MA2 y como se presentará para el caso de CSN en el próximo capítulo, el paisaje de TA es más homogéneo, con un predominio de geoformas fluviales, responsables del retrabajo de depósitos glaciares.

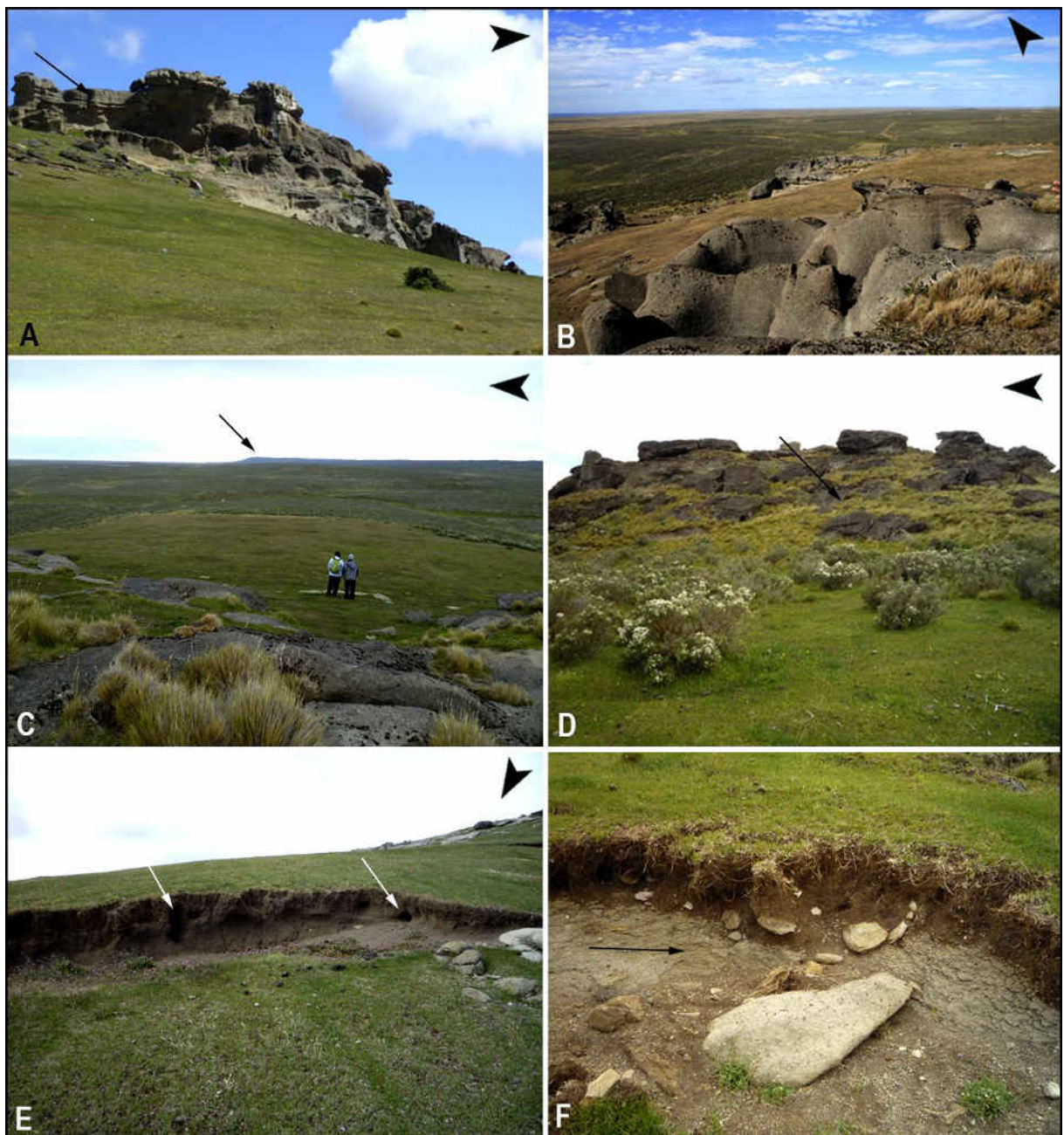


**Figura 7.2.** A- Talud edafizado este del Cerro de los Onas, nótese cómo la acción eólica modeló las areniscas líticas del afloramiento. B- Vista hacia el noreste donde se observan suaves lomajes y paleocauces fluviales. C- Vista hacia el este, la flecha indica, a lo lejos, las Sierras Carmen Sylva. D- talud



oeste, la flecha señala la presencia de bloques caídos. E- talud noreste en el que se observan frecuentes perfiles expuestos por deslizamientos planares (escarpas de erosión); las flechas indican la presencia de cuevas de roedores. F- vista más cercana de uno de los perfiles expuestos en el que a poca profundidad se observa la roca de caja (saprolito/ regolito) y otros bloques de mayores dimensiones.

El talud del cerro se encuentra estabilizado por una espesa cobertura vegetal y no se observan caídas de bloques recientes. Las pendientes del talud norte/noroeste, presentan un sector superior que oscila entre  $18-8^\circ$  y uno medio entre  $16-8^\circ$  (el sector bajo es casi plano) (L. Borrero com. pers. 2014). Como se desprende del mapa topográfico (Figura 4.10., capítulo 4), este flanco presenta inclinaciones similares al flanco noreste.



**Figura 7.3.** Vista de las depresiones circulares del talud norte/noreste.

## 2. Caracterización macroscópica de los perfiles

La Figura 7.4. y Tabla 7.2. ilustran y describen las principales características macroscópicas de los sondeos realizados tanto dentro como fuera de las depresiones circulares, en el sitio (área de mayor concentración de materiales arqueológicos) y fuera de él. En otras palabras, los distintos sondeos se ubican en cuatro situaciones distintas: 1) dentro del sitio, dentro de la depresión; 2) dentro del sitio, fuera de la depresión; 3) fuera del sitio, dentro de la depresión; y 4) fuera del sitio, fuera de la depresión.

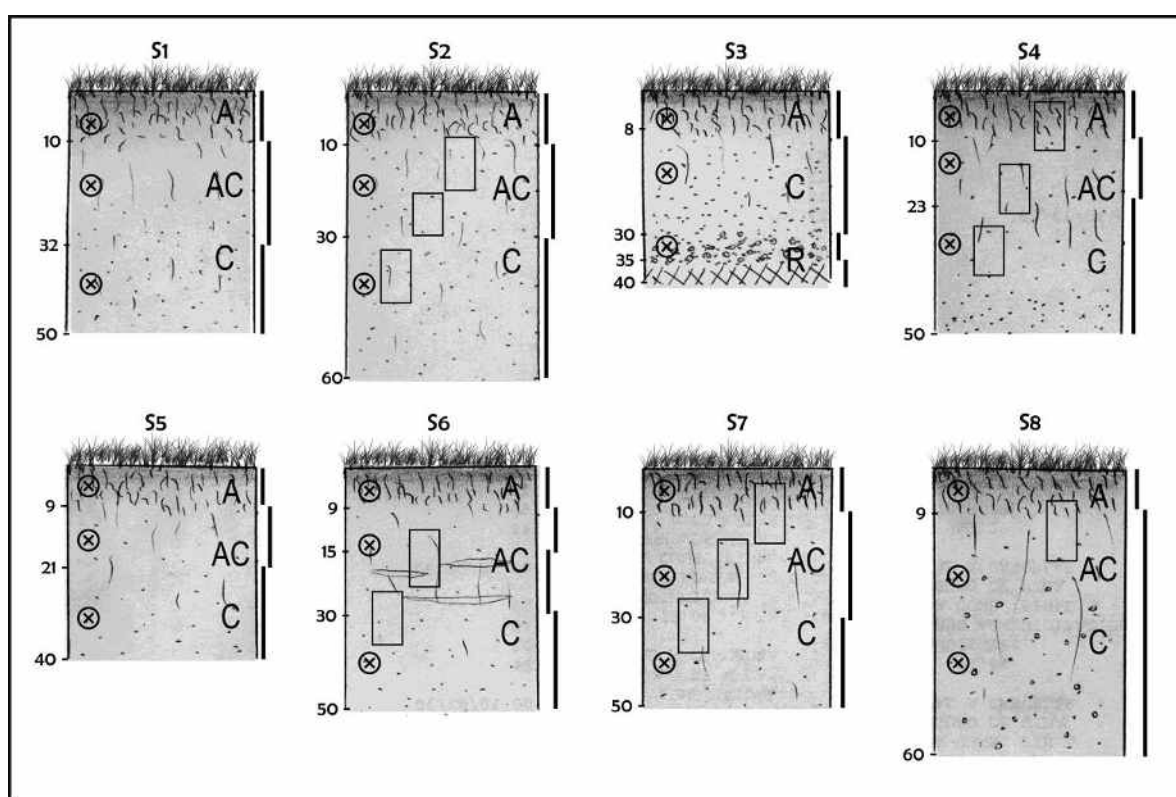


**Figura 7.4.** Esquemas a escala de los sondeos. Las cruces señalan la posición de la toma de muestras no estructuradas y los rectángulos las muestras micromorfológicas.

Los perfiles muestran suelos muy pobremente desarrollados (A-AC-C ó A-C) en términos de diferenciación de horizontes (Figura 7.5.), aunque su estructuración – predominantemente granular- es fuerte. En términos generales, por debajo de la champa de unos 10 cm de espesor, el *value* es algo más bajo (coloraciones pardo/ pardo grisáceas más oscuras, de la hoja 10YR) y se aclara en profundidad con límites difusos. Las texturas al tacto

son mayormente franco limosas, aunque la fuerte estructuración dificulta la evaluación. Destaca el caso de S3, en donde aflora la roca de caja a apenas 35-40 cm de profundidad.

|    | COLOR                                                                                                                               | TEXTURA                                                      | ESTRUCTURA                                                                                                       | LÍMITE                 | OTROS                                                                                                                                                                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1 | <b>1:</b> 10YR 3/2, <i>pardo grisáceo muy oscuro</i> . <b>2:</b> 10YR 5/2, <i>pardo grisáceo</i> . <b>3:</b> 10YR 5/3, <i>pardo</i> | <b>1, 2:</b> Franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa. | <b>1:</b> Granular, fina, fuerte. <b>2,3:</b> granular, muy gruesa, fuerte.                                      | Difuso                 | Fuera del sitio, dentro de depresión, entre matas, arbustos y vegetación de vega. Sin inclinación. Mayor compactación desde 32 cm.                                   |
| S2 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 4/2, <i>pardo grisáceo muy oscuro</i> .                                                          | <b>1, 2:</b> Franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa. | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2,3:</b> granular, muy gruesa, fuerte.                                                | Difuso                 | Fuera del sitio, dentro de depresión. Sobre la superficie se observan huesos de oveja. Leve inclinación. Mayor compactación desde ~35 cm.                            |
| S3 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 4/2.                                                                                             |                                                              | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2, 3:</b> granular/ bloques angulares, muy gruesa, fuerte.                            | Difuso                 | Fuera del sitio, fuera de depresión. A los 17, regolito; a los 35 cm, roca de base (Figura 7.5.A).                                                                   |
| S4 | <b>1, 2:</b> 10YR 4/2. <b>3:</b> 10YR 5/2.                                                                                          | <b>1, 2:</b> Franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa. | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2:</b> granular, muy gruesa, fuerte. <b>3:</b> bloques angulares, muy gruesa, fuerte. | Gradual y difuso       | Fuera del sitio, fuera de depresión. Lombrices y raíces gruesas. Más grava y humedad hacia abajo.                                                                    |
| S5 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 4/2. <b>3:</b> 10YR 5/2.                                                                         | <b>1, 2:</b> Franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa. | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2:</b> granular, muy gruesa, fuerte. <b>3:</b> bloques angulares, muy gruesa, fuerte. | Difuso                 | Dentro del sitio, fuera de depresión. Al lado de TA14(88) (Massone <i>et al.</i> 1993; Figura 7.5.D).                                                                |
| S6 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 4/2. <b>3:</b> 10YR 5/2.                                                                         | <b>1, 2:</b> Franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa. | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2:</b> granular, muy gruesa, fuerte. <b>3:</b> bloques angulares, muy gruesa, fuerte. | Difuso y claro         | Dentro del sitio, fuera de la depresión. Lentes con material más claro. Presencia de raíces gruesas. Al lado de TA14(89) (Massone <i>et al.</i> 1993; Figura 7.5.E). |
| S7 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 4/2. <b>3:</b> 10YR 3/2.                                                                         | <b>1, 2:</b> Franco limosa. <b>3:</b> franco arcillo limosa. | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2:</b> granular, muy gruesa, fuerte. <b>3:</b> bloques angulares, muy gruesa, fuerte. | Difuso (Figura 7.4.B). | Dentro del sitio, dentro de depresión. Inclinación moderada. Vértebra de guanaco articuladas a 20 cm (Figura 7.5.C). Cuevas de roedores. Compacto desde 30 cm.       |
| S8 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 4/2.                                                                                             | <b>1:</b> Franco arenosa. <b>2, 3:</b> franco limosa.        | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2, 3:</b> granular, muy gruesa, fuerte.                                               | Difuso.                | Dentro del sitio, dentro de depresión. Inclinación moderada. Frecuentes gravas.                                                                                      |

**Tabla 7.2.** Principales características macroscópicas de los sondeos dentro y fuera del sitio. “1, 2, 3” señala las posiciones de las muestras en orden descendiente (ver cruces en Figura 7.4.).





**Figura 7.5.** A- Perfil de S3 (35 cm) en cuya base se observa la roca de caja. B- Perfil de S7 que ejemplifica la escasa diferenciación de horizontes con límites difusos. C- Planta de S7 (a 20 cm de profundidad) en la que se observan vértebras de guanaco en posición articulada. D- Panta de S5, sondeo en el sector exterior de la impronta TA14(88) (Massone *et al.* 1993). E- Panta de S6, sondeo en el sector exterior de la impronta TA14(89) (Massone *et al.* 1993).

### 3. Micromorfología

A continuación se presenta la descripción micromorfológica de cinco perfiles (12 láminas delgadas): S2, S4, S6, S7 y S7 (ver posición en Figura 7.4.). Como para el caso de MA2, al final de cada descripción se plantea brevemente una inferencia de los procesos que pudieron dar lugar a las propiedades descritas. El criterio de selección de perfiles para análisis micromorfológicos fue que estos se ubicaran tanto dentro como fuera de la depresión circular, y dentro y fuera del área de concentración de material arqueológico.

### 3.1. S2 (fuera del sitio, dentro de la depresión)

**8-17 cm.** Microestructura. Granular (<1500  $\mu\text{m}$ ). Porosidad: 25-30%: poros de empaquetamiento compuesto y algunos canales (500-1000 $\mu\text{m}$ ) (Figura 7.6.A). Masa basal. Relación g/f: 10/90. Distribución relacionada: porfirica abierta. Fábrica-b: indiferenciada, levemente moteada (95% humus y pellets). Fracción gruesa. Escasa grava, arena gruesa y media redondeada; abundante arena fina, angulosa, bien seleccionada. Materia orgánica: 15-20%, restos de tejido vegetal (muchos muestran birrefringencia, otros se presentan como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn), una espora; preservación A, B, C, D, E. Edaforrasgos. Abundantes excrementos, ocasionales nódulos de óxido de Fe/Mn. Escasos revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Interpretación. Bioturbación intensa. Coluvio. Macroscópicamente se registra un horizonte A inferior.

**20-29 cm.** Microestructura. Granular (<1000  $\mu\text{m}$ ). Porosidad: 25-30%: poros de empaquetamiento compuesto y algunos canales (250-500  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 30/70. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: débilmente moteada y algunos sectores poro-estriada (95% humus y pellets). Fracción gruesa. Escasa grava y arena gruesa redondeada; frecuente arena media redondeada y abundante fina angular pobremente seleccionada. Materia orgánica: <10%, restos de tejido vegetal, algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn, otros frescos (birrefringentes), esporas; preservación A, B, C, D, E. Edaforrasgos. Abundante excremento, escasos revestimientos de arcilla sucia sobre poros. Ocasionales nódulos de óxido de Fe/Mn. Interpretación. Menor actividad biológica. Aumento de la fracción gruesa: coluvio. Macroscópicamente se registra un horizonte A/AC.

**34-43 cm.** Microestructura. Granular (<2000  $\mu\text{m}$ )/ de canal (250-500  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 20-25%: poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 25/75. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: de indiferenciada a débilmente moteada. Fracción gruesa. Escasa grava y arena gruesa redondeada; frecuente arena media redondeada y abundante fina angular pobremente seleccionada. Materia orgánica: <5%, restos de tejido vegetal como pseudomorfo de óxidos de Fe/Mn; esporas. Preservación D, E. Edaforrasgos. Abundantes excrementos coalescentes/ indiferenciados. Escasos revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Frecuentes nódulos de óxido de Fe/Mn. Pedosedimento de arcilla limpia y laminada. Interpretación. Menos bioactividad que arriba. Coluvio (rodamiento) (Figura 7.6.C). La presencia de un dominio de arcilla orientada,

“pedosedimento” (Fedoroff *et al.* 2010), podría sugerir la presencia cercana de un horizontes bien desarrollos (Bt ó Btb). Macroscópicamente se registra un horizonte A/AC.

### 3.2. S4 (fuera del sitio, fuera de la depresión)

**2-11 cm.** Microestructura. Granular (<2500 µm). Porosidad 15-20%: poros de empaquetamiento compuesto y canales (200-700 µm). Masa basal. Relación g/f: 15/85. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: débilmente moteada (90% humus y pellets). Fracción gruesa. Escasa grava y arena gruesa redondeada/subredondeada; ocasional arena media y frecuente arena fina subangular, pobremente seleccionada. Materia orgánica: 15/20%, restos de tejido vegetal, células, esporas; algunos como pseudomorfs de óxido de Fe/Mn. Preservación A (alta birrefringencia), B, D, E. Edaforrasgos. Abundantes excrementos, coalescentes. Puntuaciones. Escasos revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Ocasionales nódulos de Fe/Mn. Interpretación. Alta bioactividad. Algunos procesos coluviales (rodamiento). Macroscópicamente se registra un horizonte A.

**14-24 cm.** Microestructura. Granular (<2500 µm)/ de canal (100-500µm). Porosidad 15-20%: poros de empaquetamiento compuesto, canales, cavidades (250-1500 µm). Masa basal. Relación g/f: 25/75. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada y débilmente estriada (70% humus y pellets). Fracción gruesa. Muy escasa grava (menos que arriba) y arena gruesa, redondeada; ocasional arena mediana subredondeada y abundante arena fina angular bien seleccionada. Materia orgánica: <10%, restos de tejido vegeta, células, algunas como pseudomorfs de óxido de Fe/Mn; preservación A, B (alta birrefringencia; Figura 7.6.D). Edaforrasgos. Abundantes excrementos coalescentes e indiferenciados. Puntuaciones. Ocasionales nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Escasos revestimientos de arcilla sucia sobre partículas. Interpretación. Alta bioturbación (pero menos que arriba). La fracción gruesa sugiere procesos de sedimentación eólica y, en menor medida, coluviales. La fábrica-b estaría indicando mayor paso de agua por el sistema. Macroscópicamente se registra un horizonte AC.

**27-38 cm.** Microestructura. De canal (200-500 µm). Porosidad 15%: canales, cavidades (250-1500 µm). Masa basal. Relación g/f: 25/75. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada y en menor medida grano estriada (70% humus). Fracción gruesa. Ocasional grana y arena gruesa, redondeada/subredondeada con orientación vertical/subvertical. Ocasional arena media y abundante arena fina subangular bien seleccionada. Materia orgánica: <5%, restos de tejido vegetal, algunos como pseudomorfs de óxido de

Fe/Mn y otros frescos (alta birrefringencia); preservación A, B, C. Edaforrasgos. Excrementos, rellenos. Frecuentes nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Ocasionales revestimientos muy delgados de arcillas limpias sobre partículas (grano-estriada) y en poros (Figura 7.6.E). Ocasionales revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Interpretación. Procesos eólicos y coluviales. Iluviación. Moderada bioturbación por raíces. Macroscópicamente se registra un horizonte C.

### 3.3. S6 (dentro del sitio, fuera de la depresión)

**12-23 cm.** Microestructura. De cavidad (250-100  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 10-15%: poros de empaquetamiento compuesto y canales ( $\sim 500\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 30/70. Distribución relacionada: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: estriada, grano-estriada (60% humus) (Figura 7.6.F). Fracción gruesa. Ocasional grava, arena gruesa y media redondeada, abundante arena fina pobremente seleccionada. Materia orgánica: <10%, restos de tejido vegetal, esporas (como pseudomorfo de óxido de Fe/Mn y fresco, birrefringente); preservación A, B, C, D, E. Edaforrasgos. Excrementos coalescentes indiferenciados. Ocasionales nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. Puntuaciones. Escasos revestimientos de arcillas sucias. Interpretación. Bioturbación moderada. Coluvio. Macroscópicamente se registra un horizonte AC.

**25-36 cm.** Microestructura. Granular (<3000  $\mu\text{m}$ ). Porosidad 20-25%: canales (<500  $\mu\text{m}$ ) y poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 40/60. Distribución relacionada: porfírica de espacio simple. Fábrica-b: estriada, grano-estriada y poro-estriada (50% humus). Fracción gruesa. Frecuente grava, arena gruesa y media redondeada; frecuente arena fina subangular/ angular pobremente seleccionada. Materia orgánica: <2%, restos de tejido vegetal como pseudomorfo de óxido de Fe/Mn; Preservación E. Edaforrasgos. Excrementos indiferenciados. Frecuentes revestimientos de arcilla sucia y escasas arcillas límpidas, también como hipo-revestimientos (Figura 7.6.G) y sobre partículas ( $\sim 40\mu\text{m}$  de espesor). Frecuentes nódulos e impregnaciones de óxido de Fe/Mn. En la segunda mitad se observa una alineación horizontal de gravas, arriba de la cual se registran más gravas y de mayores dimensiones que abajo. Interpretación. Bioturbación baja, más agua en el sistema, mayor aporte coluvial (por pulsos). Procesos de iluviación. La presencia de una triza volcánica algo meteorizada sugiere una tasa de sedimentación moderada. Macroscópicamente se registra un horizonte C.



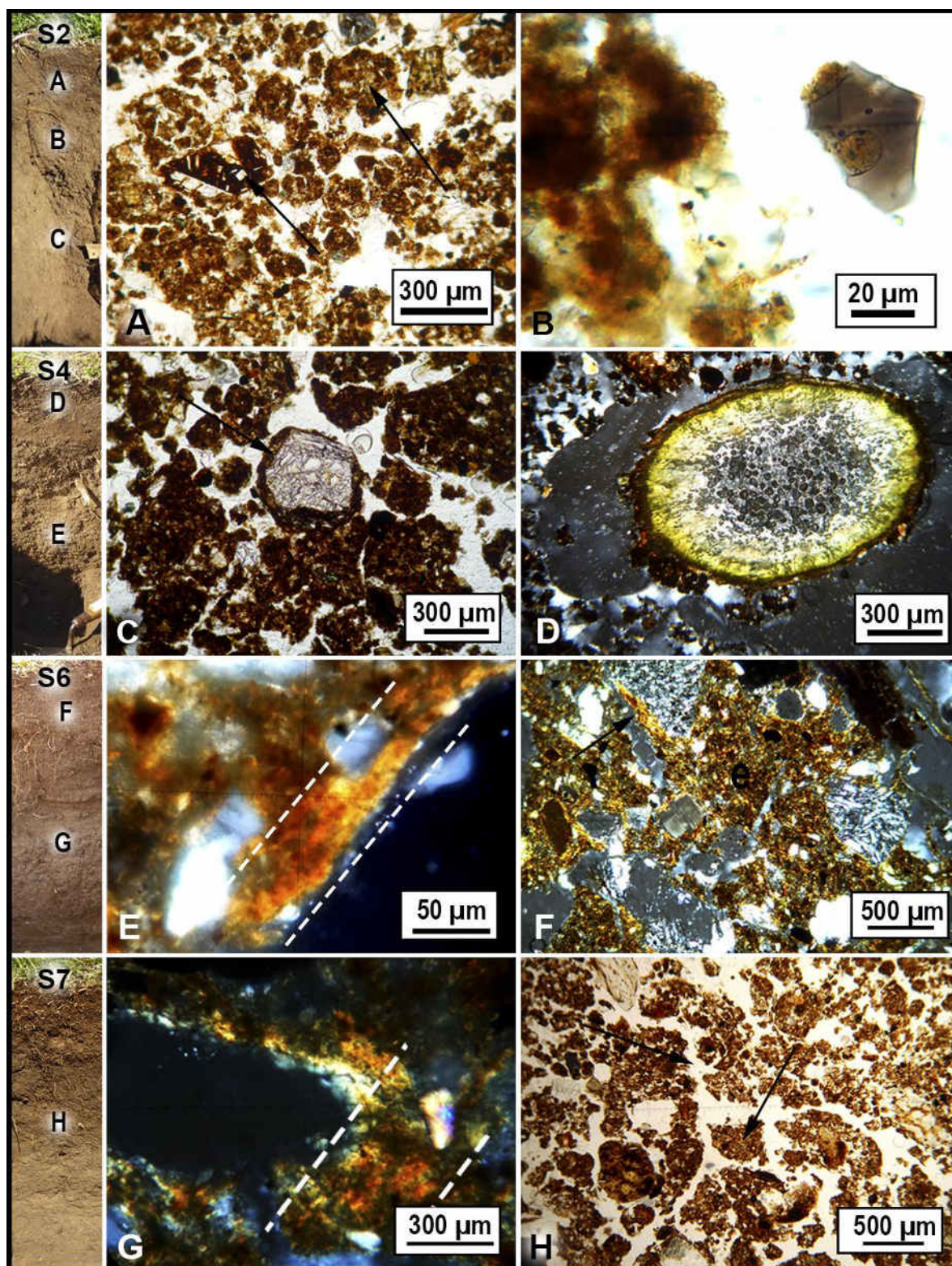


**Figura 7.6.** Microfotografías de las láminas delgadas y su ubicación en los perfiles correspondientes. A- Estructura granular y poros de empaquetamiento compuesto. La flecha inferior señala un nódulo de óxido de Fe/Mn (PPL; S2 8-17 cm). B- Fragmento de triza volcánica en sección transversal a una vesícula, nótese la buena preservación en la angularidad de los bordes (PPL; S2 20-29 cm). C- Revestimiento perimetral de material fino mezclado con materia orgánica en torno a una partícula



mineral que podría sugerir procesos de transporte/ rodamiento (PPL; S2 34-42 cm). D- Sección transversal de resto de tejido vegetal (raíz?) cuya alta birrefringencia indica buena preservación (XPL; S4 2-11 cm). E- Revestimiento en poro de arcilla límpida (XPL; S4 27-38 cm). F- Fábrica-b estriada (e), porfirica de espacio doble; la flecha señala una fábrica-b grano-estriada (XPL; S6 12-23 cm). G- Hipo-revestimientos de arcilla límpida (XPL; S6 25-36 cm). H- Microestructura de canal sobreimpuesta a una granular (PPL; S7 16-28 cm).

### **3.4. S7 (dentro del sitio, dentro de la depresión)**

**2-16 cm.** Microestructura. Granular (<1500  $\mu\text{m}$ )/ masiva. Porosidad 25-30%: poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 15/85. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: débilmente moteada y grano estriada (80% pellets y humus). Fracción gruesa. Muy escasa grava (sólo una partícula), redondeada. Ocasional arena gruesa y mediana, redondeada/subredondeada. Frecuente arena fina, subangular, pobremente seleccionada. Materia orgánica: 10-15%, restos de tejido vegetal, esporas, algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn, otros frescos; preservación B, E. Edaforrasgos. Abundantes excrementos, rellenos. Ocasionales revestimientos de arcillas sucias sobre y alrededor de partículas. Escasos revestimientos e hipo-revestimientos de arcilla limpia sobre partículas, muy delgados. Interpretación. Alta bioactividad. Iluviación. Coluvio. Macroscópicamente se registra un horizonte A inferior.

**16-28 cm.** Microestructura. De canal (250-500  $\mu\text{m}$ ) sobreimpuesta a una granular (<1000  $\mu\text{m}$ ) (Figura 7.6.H). Porosidad 15-20%: canales, poros de empaquetamiento compuesto y algunas cavidades (<1000  $\mu\text{m}$ ). Masa basal. Relación g/f: 10/90. Distribución relacionada: porfirica abierta. Fábrica-b: moteada, estriada y grano estriada (70% humus). Fracción gruesa. Escasa grava subredondeada, ocasional arena gruesa y mediana redondeada y abundante arena fina subangular moderadamente bien seleccionada. Materia orgánica: <5%, restos de tejido vegetal, células, esporas, mayormente como pseudomorfo de óxido de Fe/Mn, alguna fresca. Preservación B, C, D. Edaforrasgos. Frecuentes nódulos e impregnaciones de óxidos de Fe/Mn. Excrementos indiferenciados. Ocasionales revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Escasos revestimientos de arcillas limpias, laminadas, sobre partículas, muy delgados. Interpretación. Bioactividad moderada. Coluvio, iluviación. Macroscópicamente se registra un horizonte AC.

**28-37 cm.** Microestructura. Granular (<1500 µm)/ masiva. Porosidad 10-15%: poros de empaquetamiento compuesto, canales (100-500 µm) y cavidades (250-1000 µm). Masa basal. Relación g/f: 25/75. Distribución relacionada: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: débilmente moteada, grano estriada (70% humus y pellets). Fracción gruesa. Un solo fragmento de grava subredondeada, frecuente arena gruesa y media, redondeada; y abundante arena fina subangular pobremente seleccionada. Materia orgánica: <5%, restos de tejido vegetal, células, algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn, otros frescos; preservación B, D. Edaforrasgos. Frecuentes nódulos e impregnaciones de óxidos de Fe/Mn. Excrementos indiferenciados. Ocasionales revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Escasos revestimientos de arcillas limpias, laminadas, sobre partículas, muy delgados. Interpretación. Bioactividad moderada/ baja. Coluvio (más que arriba), iluviación estacional. Macroscópicamente se registra un horizonte C.

### **3.5. S8 (dentro del sitio, dentro de la depresión)**

**8-20 cm.** Microestructura. Granular (<750 µm)/ masiva. Porosidad 20/25%: poros de empaquetamiento compuesto y algunos canales (~250 µm). Masa basal. Relación g/f: 35/65. Distribución relacionada: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: moteada, grano estriada, poro estriada (60% pellets y humus). Fracción gruesa. Escasa grava redondeada/subredondeada, orientación vertical. Frecuente arena gruesa, redondeada; ocasional arena media y frecuente arena fina subangular pobremente seleccionada. Materia orgánica: <10%, restos de tejido vegetal, algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Preservación A (alta birrefringencia), B, D. Edaforrasgos. Abundantes excrementos indiferenciados. Abundantes óxidos de Fe/Mn como nódulos e impregnaciones. Abundantes revestimientos de arcillas sucias sobre partículas. Abundantes revestimientos de arcillas limpias, laminadas, sobre poros y partículas (= Fábrica-b). Interpretación. Moderada bioactividad. Procesos de iluviación estacional (derretimiento de nieve?) y coluviales. Los pequeños gránulos también podrían haber sido depositados por acción eólica.

### **3.6. Mineralogía**

La Figura 7.7. y Tabla 7.3. resumen la cuantificación del análisis mineralógico de las secciones delgadas. En términos generales predominan los feldespatos potásicos, los óxidos

de Fe/Mn en forma de nódulos, las plagioclasas y los líticos (rocas sedimentarias del alero, volcánicas y metamórficas). En menor proporción está representado el cuarzo, anfíboles, minerales opacos y piroxenos. Vale destacar que en S2, S4 y S6 se observan algunas trizas volcánicas (Figura 7.6.B).

No obstante estas tendencias generales, existe bastante variabilidad entre los sondeos. Al menos con la muestra disponible, dicha variabilidad no parece relacionarse con la ocupación humana (no existen tendencias dentro y fuera del área de concentración de material arqueológico), ni con la posición microtopográfica (no se observan diferencias dentro y fuera de las depresiones).

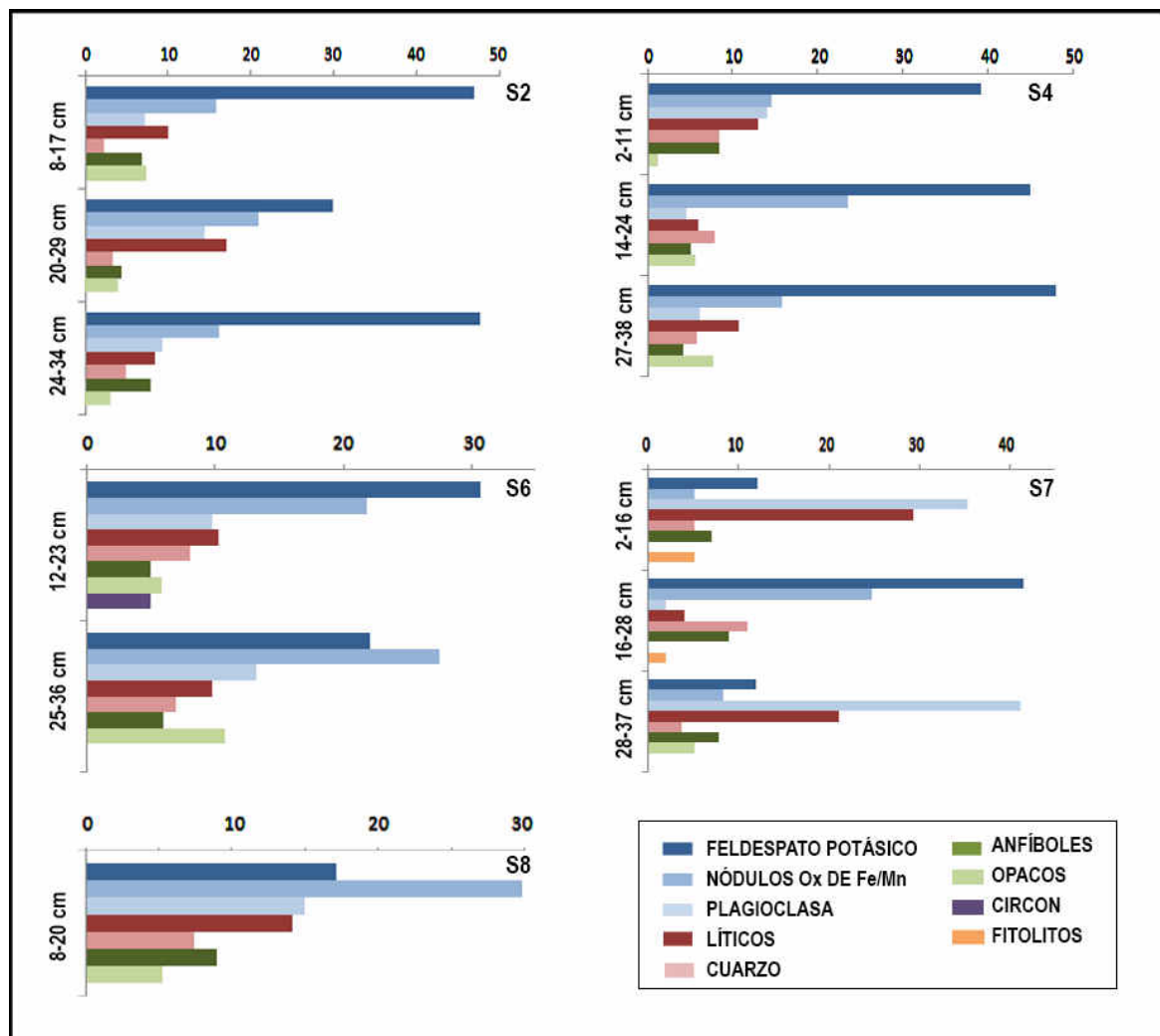


**Figura 7.7.** Frecuencias relativas de los minerales mayoritarios (>5%).

La abundancia de minerales de rápida alteración y la escasa presencia de granos de cuarzo indica un perfil mineralógico de poca madurez (Pettijohn 1993), coherente con la

proximidad del área de aporte principal (la arenisca del alero) y la baja agresividad química del ambiente. Sin embargo, se conoce que el cuarzo en ambientes con ciclos de congelamiento/ descongelamiento se vuelve inestable (French 2007 y referencias allí citadas). Si bien a nivel intra-sondeo existen cambios en las frecuencias de minerales, la presencia de ellos se mantiene constante, sugiriendo pocos o nulos cambios en las áreas de aporte. Con esta información disponible, no se corrobora la presencia de discordancias erosivas.

|                       | DENTRO DE DEPRESIÓN |       |       |            |       |       | FUERA DE DEPRESIÓN |      |            |       |            |       |
|-----------------------|---------------------|-------|-------|------------|-------|-------|--------------------|------|------------|-------|------------|-------|
|                       | S2<br>(cm)          |       |       | S7<br>(cm) |       |       | S8<br>(cm)         |      | S4<br>(cm) |       | S6<br>(cm) |       |
|                       | 8-17                | 20-29 | 34-43 | 2-16       | 16-28 | 28-37 | 8-20               | 2-11 | 14-24      | 27-38 | 12-23      | 25-36 |
| Feldespatos potásicos | 47,1                | 29,8  | 47,8  | 12,1       | 41,6  | 11,9  | 17,2               | 39,3 | 45         | 48,1  | 30,7       | 22,1  |
| Nódulos ox. Fe/Mn     | 15,8                | 21    | 16,3  | 5,1        | 24,8  | 8,3   | 29,9               | 14,6 | 23,6       | 15,8  | 21,8       | 27,5  |
| Plagioclasas          | 7,2                 | 14,4  | 9,4   | 35,4       | 2     | 41,3  | 14,9               | 14   | 4,6        | 6,2   | 9,8        | 13,2  |
| Líticos               | 10                  | 17,1  | 8,4   | 29,3       | 4     | 21,1  | 14,2               | 12,9 | 6          | 10,8  | 10,2       | 9,8   |
| Cuarzo                | 2,3                 | 3,3   | 4,9   | 5,1        | 10,9  | 3,7   | 7,5                | 8,4  | 7,9        | 5,8   | 8          | 6,9   |
| Anfiboles             | 6,8                 | 4,4   | 7,9   | 7,1        | 8,9   | 7,8   | 9                  | 8,4  | 5,1        | 4,2   | 4,9        | 5,9   |
| Opacos                | 7,2                 | 3,9   | 3     | 0          | 0     | 5     | 5,2                | 1,1  | 5,5        | 7,7   | 5,8        | 10,8  |
| Piroxenos             | 0,5                 | 2,2   | 0,5   | 0          | 4     | 0     | 0,7                | 0,6  | 0,5        | 0     | 0,9        | 2     |
| Fitolitos             | 1,4                 | 0     | 0,5   | 5,1        | 2     | 0     | 0                  | 0,6  | 0          | 0     | 0,9        | 0     |
| Epidoto               | 0,9                 | 1,1   | 1     | 1          | 1     | 0,5   | 0                  | 0    | 0,5        | 1,2   | 0,9        | 0,5   |
| Glauconita            | 0,9                 | 1,7   | 0     | 0          | 0     | 0     | 1,5                | 0    | 0,5        | 0,4   | 0,9        | 0     |
| Circón                | 0                   | 0,6   | 0     | 0          | 0     | 0     | 0                  | 0    | 0          | 0     | 4,9        | 0     |
| Trizas                | 0                   | 0,6   | 0     | 0          | 0     | 0     | 0                  | 0    | 0,5        | 0     | 0,4        | 0,5   |
| Apatita               | 0                   | 0     | 0     | 0          | 0     | 0     | 0                  | 0    | 0,5        | 0     | 0          | 0     |
| Clorita               | -                   | -     | x     | -          | xx    | x     | -                  | -    | -          | -     | -          | xx    |
| Tinciones ox. Fe/Mn   | xx                  | x     | x     | x          | xx    | x     | xx                 | x    | x          | xx    | xx         | xx    |

**Tabla 7.3.** Porcentajes de minerales registrados en las láminas delgadas. Entre los líticos predominan las areniscas del afloramiento, cuyo cemento está compuesto por óxidos de Fe/Mn y las partículas por rocas volcánicas, anfíboles y piroxenos. También se encuentran rocas volcánicas y metamórficas.

### 3.7. Por lo tanto...

El análisis micromorfológico y mineralógico muestra perfiles de suelo poco desarrollados, situación consistente con las observaciones macroscópicas. Destacan las microestructuras granulares como producto de la bioturbación de meso/macro fauna de suelo

y raíces, aunque procesos relacionados con ciclos de congelamiento/ descongelamiento (Bertran y Texier 1999; French 2007) y la proporción de arcilla expansibles también podrían influir en esta microestructura. En todos los casos existe un predominio de las fracciones más finas ( $<50\ \mu\text{m}$ ), aunque con variaciones entre e intra-sondeo. Se registra un importante componente eólico en todas las muestras (probablemente representado por granos de feldespato potásico y escaso cuarzo), asociado y mezclado en distintas proporciones con material coluvial (mayormente representado por los líticos, ver también Figura 7.10.). En conjunto la sedimentación presenta tasas moderadas a altas dada la buena preservación de las trizas volcánicas. En casi todos los casos las fábricas-b y la presencia de revestimientos sugieren procesos de iluviación moderados, pero regulares. Un análisis detallado de porosidad fue realizado con *JMicroVision v1.2.7*. (Figura 7.8.).

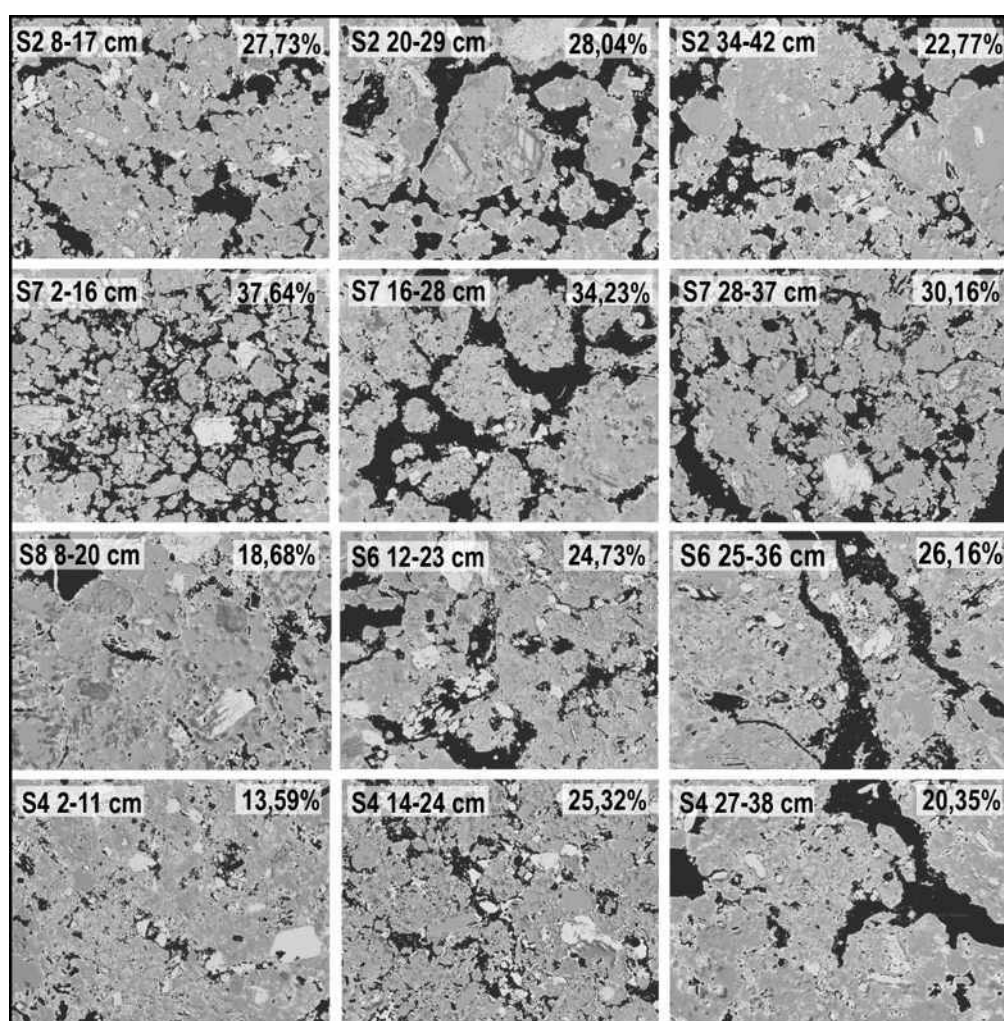


**Figura 7.8.** Cuantificación del porcentaje del área poral (en negro) con *JMicroVision v1.2.7*. Las microfotografías fueron tomadas con lente 10x, a excepción de las muestras de S7, tomadas en 4x.

Este software libre cuantifica con mayor precisión (respecto a la estimación visual descripta arriba) el espacio poral, permitiendo al mismo tiempo una visualización más nítida de la morfología del poro (Moretti *et al.* 2012). La Figura 7.8. muestra una microfotografía por sección delgada. De este análisis se desprende que la porosidad dentro de la depresión es, en promedio, algo superior a la de fuera de la depresión; y que la primera es más del tipo “poro de empaquetamiento compuesto”, mientras que fuera de la depresión hay además más cavidades y fisuras. Los poros de empaquetamiento se relacionan con una microestructura granular más fuerte, que a su vez puede ser consecuencia de una mayor bioturbación, ciclos de congelamiento/ descongelamiento y/o cantidad de material fino (arcillas expansibles).

#### **4. Estudios granulométricos**

La Tabla 7.4. muestra que, en promedio, los sedimentos van de limo medio a arena fina y son pobre/muy pobremente seleccionados. Esto último indica que existen varios agentes de sedimentación y/o el agente predominante es de baja selectividad. A excepción de S6, todas las muestras poseen asimetrías positivas, lo que indica que las colas de las distribuciones se encuentran del lado de los finos, dato consistente con las medias, las modas y la descripción micromorfológica.

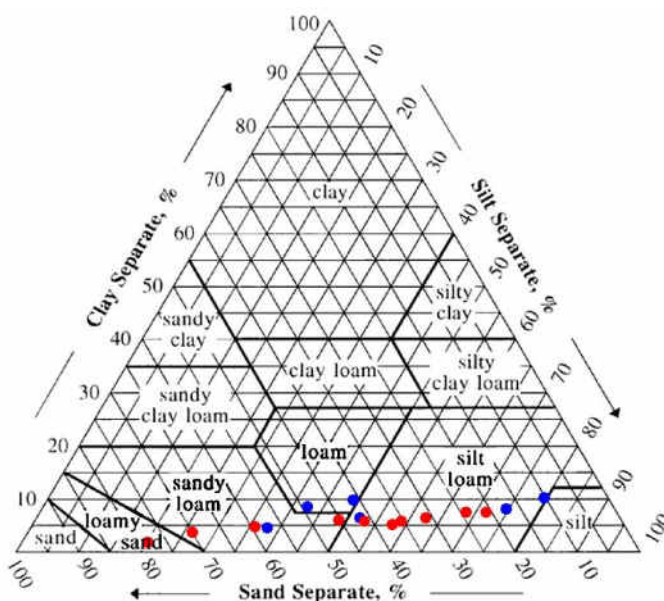
La curtosis o agudeza constituye un parámetro de mayor variabilidad entre las muestras. A grandes rasgos podría decirse que los sondeos fuera de las depresiones presentan curvas de meso a platicúrticas (campana de normal a achatada, típica de la mezcla de poblaciones distintas), mientras que dentro de las depresiones las curvas tiende a ser de meso a leptocúrticas (campanas de normal a agudas más asociadas con el predominio de un agente).

El caso de S6 -fuera de la depresión- destaca por poseer un mayor porcentaje de arcilla (13,8%); mientras que en el otro extremo –y pese a su proximidad espacial- se encuentra S8 –dentro de la depresión- (5,4%). La Figura 7.9. señala que las texturas no muestran diferencias entre los sondeos. Finalmente, la cuantificación de la fracción grava en todos los sondeos (Figura 7.10.) indica valores que van entre 0.5 y 17% (sin considerar el de 35,5% de S3 que en realidad se trata de regolito). Aquí tampoco parecen existir tendencias claras entre e intra-sondeo; siendo que muestras muy próximas espacialmente presentan diferencias pronunciadas en el porcentaje de gravas y viceversa. Sin embargo, cabe señalar que, en promedio, la fracción de grava fuera de las depresiones es levemente mayor. Asimismo, entre los sondeos ubicados por fuera de las depresiones la proporción de grava aumenta en profundidad.

|                     |             | Granulometría ( $\phi$ ) |                   |              |             |             |  | arcilla | textura |
|---------------------|-------------|--------------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|--|---------|---------|
|                     |             | media                    | moda              | selección    | asimetría   | curtosis    |  | %       |         |
| DENTRO DE DEPRESIÓN | S2-1        | 4,68                     | 4,0               | 1,79 pobre   | 0,29 +      | 1,07 meso.  |  | 8,6     | F-A     |
|                     | S2-2        | 4,68                     | 4,0               | 1,71 pobre   | 0,25 +      | 1,07 meso.  |  | 8,1     | F-L     |
|                     | S2-3        | 5,18                     | 4,5               | 1,62 pobre   | 0,21 +      | 0,98 meso.  |  | 10,7    | F-L     |
|                     | $\tilde{x}$ | l. grueso<br>4,85        | l. grueso<br>4,16 | 1,71 pobre   | 0,25 +      | 1,04 meso.  |  | 9,13    | -       |
|                     | S7-1        | 3,92                     | 3,5               | 2,00 pobre   | 0,25 +      | 1,18 leptó. |  | 6,2     | F-A     |
|                     | S7-2        | 5,17                     | 5,0               | 1,67 pobre   | 0,19 +      | 0,92 meso.  |  | 11,1    | F-L     |
|                     | S7-3        | 4,97                     | 4,5               | 1,87 pobre   | 0,18 +      | 1,13 leptó. |  | 9,5     | F-L     |
|                     | $\tilde{x}$ | l. grueso<br>4,68        | l. grueso<br>4,33 | 1,85 pobre   | 0,20 +      | 1,08 meso.  |  | 8,93    | -       |
|                     | S8-1        | 2,98                     | 0.5 y 3.5         | 2,36 m/pobre | 0,16 +      | 0,89 plati. |  | 4,5     | A-F     |
|                     | S8-2        | 4,63                     | 4,0               | 2,01 m/pobre | 0,08 simet. | 1,34 leptó. |  | 7,4     | F-L     |
|                     | S8-3        | 4,67                     | 4,5               | 2,05 m/pobre | 0,04 simet. | 1,24 leptó. |  | 8,4     | F-L     |
|                     | S8-4        | 2,27                     | 1 y 4             | 2,11 m/pobre | 0,26 +      | 0,96 meso.  |  | 1,2     | F-A     |
|                     | $\tilde{x}$ | a. m/fina<br>3,64        | a. fina<br>2,92   | 2,13 m/pobre | 0,14 +      | 1,11 leptó. |  | 5,38    | -       |
|                     | S4-1        | 3,90                     | 4,0               | 1,97 pobre   | 0,16 +      | 1,23 leptó. |  | 5,8     | F-A     |
|                     | S4-2        | 4,50                     | 4,0               | 2,09 m/pobre | 0,04 simet. | 1,05 meso.  |  | 9,1     | F-L     |
|                     | S4-3        | 4,35                     | 3,5               | 2,37 m/pobre | 0,19 +      | 0,86 plati. |  | 11,7    | F       |
| FUERA DE DEPRESIÓN  | $\tilde{x}$ | l. grueso<br>4,25        | a. m/fina<br>3,83 | 2,15 m/pobre | 0,13 +      | 1,05 meso.  |  | 8,87    | -       |
|                     | S6-1        | 5,74                     | 4,5               | 1,57 pobre   | 0,15 +      | 0,84 plati. |  | 15,4    | F-L     |
|                     | S6-2        | 5,45                     | 4,5               | 1,61 pobre   | 0,14 +      | 0,95 meso.  |  | 12,2    | F-L     |
|                     | S6-3        | 4,27                     | 1 y 6             | 2,97 m/pobre | -0,16 -     | 0,67 plati. |  | 13,9    | F       |
|                     | $\tilde{x}$ | l. medio<br>5,15         | l. grueso<br>4,5  | 2,05 m/pobre | 0,04 simet. | 0,82 plati. |  | 13,83   | -       |

**Tabla 7.4.** Análisis granulométricos y parámetros estadísticos (Folk y Ward 1957). La textura fue calculada por proporciones de arena, limo y arcilla (en sedígrafo), a diferencia de la textura al tacto descripta en la Tabla 7.2. a. = arena; m/ = muy; l. = limo; simet. = simétrica; - = negativo; + = positivo; meso. = mesocúrtico; leptó. = leptocúrtico; plati. = platicúrtico; F-A = franco arenoso; F-L = franco limoso; A-F = areno franco; F = franco.

**Figura 7.9.** Triángulo textural. En rojo y azul las muestras ubicadas dentro y fuera de las depresiones respectivamente.



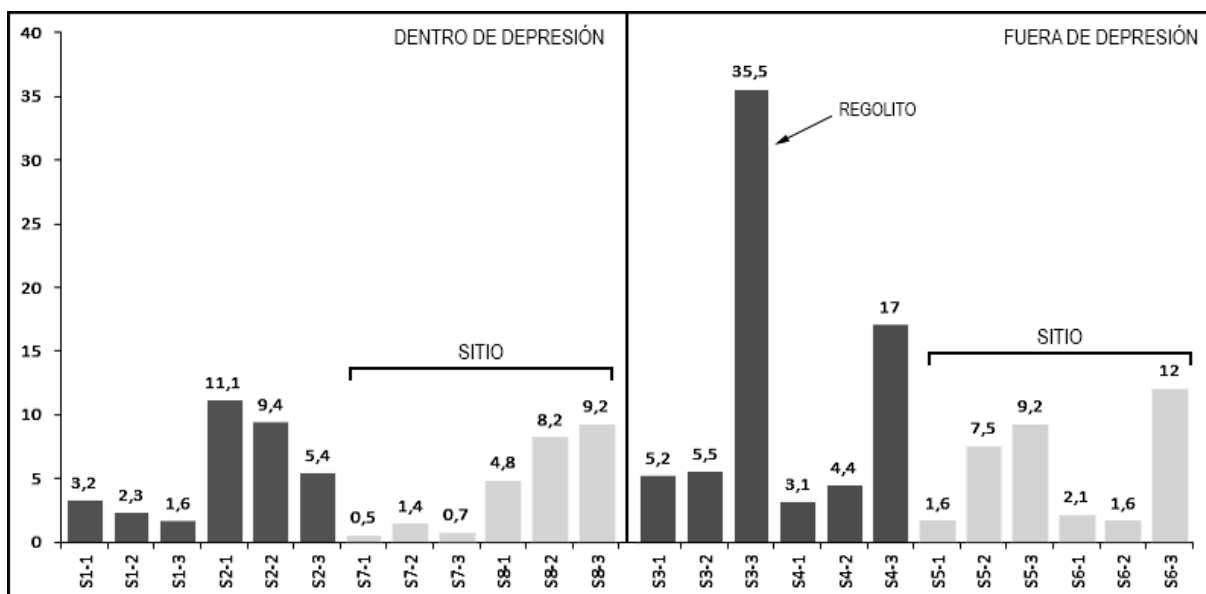


**Figura 7.10.** Porcentajes de grava.

## 5. Geoquímica y susceptibilidad magnética

La Tabla 7.5. presenta valores de pH, carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ) y susceptibilidad magnética (X). La experiencia previa con MA2 (capítulo 6) permitió elegir sólo aquellos parámetros que mostraron ser más funcionales a los intereses, por lo que se optó por no realizar mediciones de  $\%C_{\text{total}}$  y  $\%P_{\text{total}}$ .

| DENTRO DE IMPRONTA                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                    | S1-1  | S1-2  | S1-3  | S2-1  | S2-2  | S2-3  | S7-1  | S7-2  | S7-3  | S8-1  | S8-2  | S8-3  |
| pH                                 |       |       |       | 5,9   | 6,3   | 6,3   | 6,2   | 6,3   | 6,3   | 6,1   | 6     | 5,9   |
| $\%\text{CaCO}_3$                  |       |       |       | 0,6   | 0,7   | 0,9   | 0,1   | 0     | 0,7   |       |       |       |
| X                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ( $10^{-7} \text{m}^3/\text{kg}$ ) | 19,33 | 21,53 | 21,41 | 16,01 | 18,63 | 19,77 | 24,41 | 32,06 | 30,4  | 25,79 | 29,11 | 30,28 |
| FUERA DE IMPRONTA                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                    | S3-1  | S3-2  | S3-3  | S4-1  | S4-2  | S4-3  | S5-1  | S5-2  | S5-3  | S6-1  | S6-2  | S6-3  |
| pH                                 |       |       |       | 6,1   | 5,9   | 5,7   |       |       |       | 6     | 6     | 5,9   |
| $\%\text{CaCO}_3$                  |       |       |       | 0,6   | 0,6   | 0,1   |       |       |       | 0,2   | 1,1   | 0,7   |
| X                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ( $10^{-7} \text{m}^3/\text{kg}$ ) | 16,98 | 18,44 | 22,1  | 18,39 | 20,5  | 21,78 | 25,18 | 28,24 | 29,34 | 31,38 | 31,57 | 30,44 |

**Tabla 7.5.** Valores de pH, porcentaje de  $\text{CO}_3$  y susceptibilidad magnética (X), frecuencia 0.1, Instrumento *Bartington*. Sombreados los sondeos ubicados dentro del sitio.



De los datos se desprende que los dos primeros parámetros se comportan de manera homogénea en todos los sondeos y en profundidad en cada perfil. En conjunto se observa que el pH es levemente ácido (5.7-6.3), datos consistentes con los bajos valores de carbonatos (<1,1%).

Por su lado, los valores de susceptibilidad magnética muestran que la misma aumenta levemente en profundidad. No parecen existir tendencias entre los sondeos ubicados dentro y fuera de las depresiones, pero sí se observa que los sondeos ubicados en el área de mayor densidad arqueológica presentan valores más altos (Figura 7.11.).

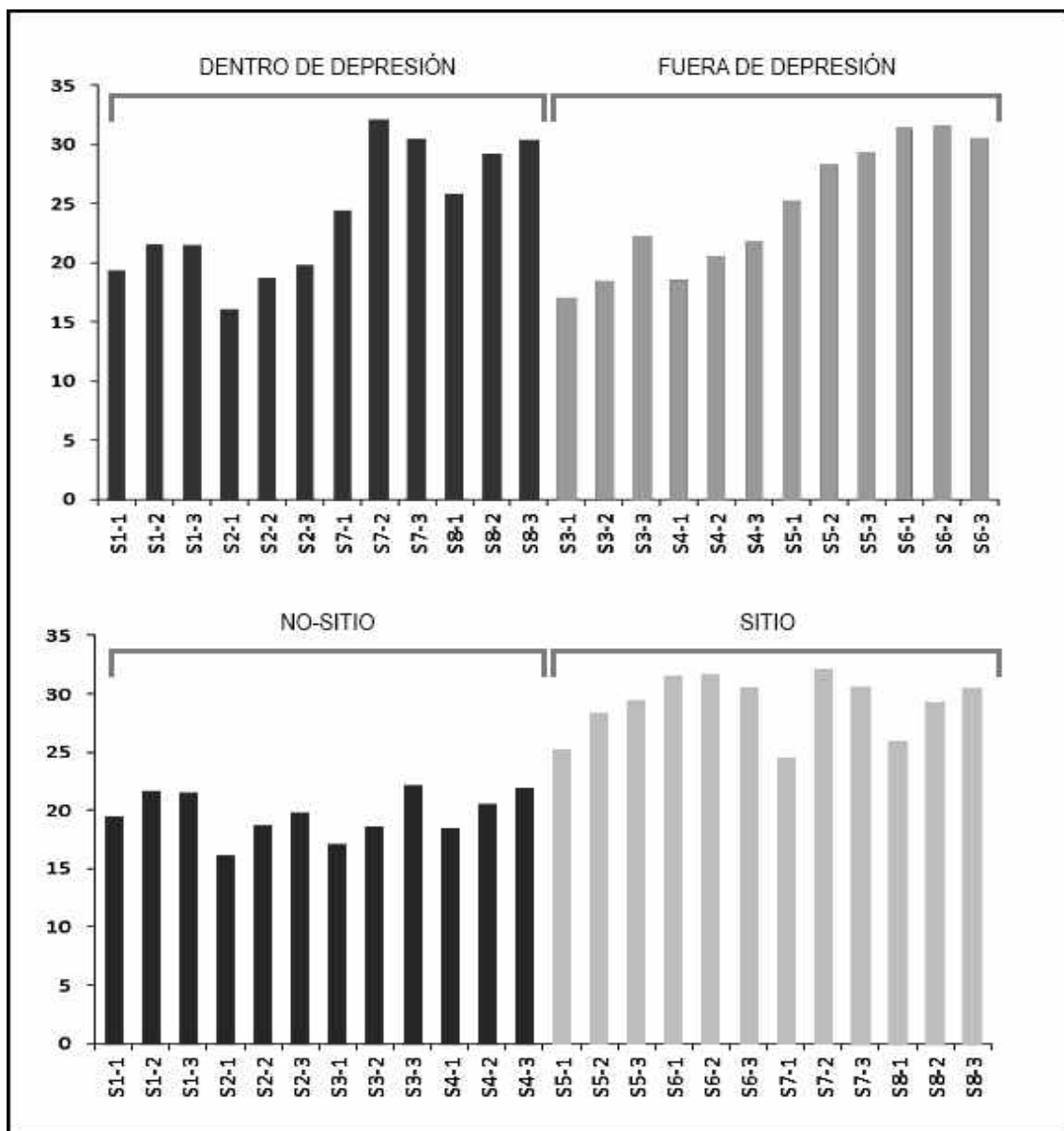


**Figura 7.11.** Valores de susceptibilidad magnética agrupando sondeos dentro y fuera de la depresión (arriba) y sondeos dentro y fuera del área de concentración arqueológica (abajo).

## 6. Registro arqueológico

Los materiales arqueológicos recuperados en los sondeos comprenden restos óseos, desechos líticos, espículas de carbón y pequeños fragmentos de pigmento rojo. La Tabla 7.6. presenta las frecuencias verticales absolutas de estos materiales. Las mayores concentraciones se dan entre los 10-30 cm de profundidad, aunque no existe una tendencia muy marcada. La Figura 7.12 ilustra las frecuencias de artefactos líticos, restos óseo (NISP) y espículas de carbón en los cuatro sondeos ubicados dentro del sitio. Parte del registro óseo muy probablemente haya sido incorporado de forma natural, como lo sugieren las vértebras de guanaco articuladas a los 20 cm de profundidad (Figura 7.5.C).

| DENTRO DE DEPRESIÓN |                    |        |                |                       |     | FUERA DE DEPRESIÓN                                                                                                                        |                    |        |                |                       |    |    |    |
|---------------------|--------------------|--------|----------------|-----------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|----------------|-----------------------|----|----|----|
| Horizonte           | Prof.<br>(cm)      | Lítico | Óseo<br>(NISP) | Carbón<br>(espículas) | Σ   | Horizonte                                                                                                                                 | Prof.<br>(cm)      | Lítico | Óseo<br>(NISP) | Carbón<br>(espículas) | Σ  |    |    |
| S1                  |                    |        |                |                       |     | S3 (sin material)                                                                                                                         |                    |        |                |                       |    |    |    |
| A                   | 0-10               | 0      | 0              | 0                     | 0   |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
| AC                  | 10-20              | 2      | 1              | 0                     | 3   | S4                                                                                                                                        |                    |        |                |                       |    |    |    |
|                     | 20-30              | 0      | 1              | 0                     | 1   | A                                                                                                                                         | 0-10               | 1      | 0              | 0                     | 1  |    |    |
| Σ                   |                    | 2      | 2              | 0                     | 4   | Σ                                                                                                                                         |                    | 1      | 0              | 0                     | 1  |    |    |
| S2                  |                    |        |                |                       |     | S5                                                                                                                                        |                    |        |                |                       |    |    |    |
| A                   | 0-10               | 0      | 0              | 0                     | 0   | A                                                                                                                                         | 0-10               | 0      | 0              | 0                     | 0  |    |    |
| AC                  | 10-20              | 0      | 7              | 0                     | 7   | AC                                                                                                                                        | 10-20              | 6      | 6              | 1                     | 13 |    |    |
| Σ                   |                    | 0      | 7              | 0                     | 7   | Σ                                                                                                                                         |                    | 6      | 6              | 1                     | 13 |    |    |
| S7                  |                    |        |                |                       |     | S6                                                                                                                                        |                    |        |                |                       |    |    |    |
| A                   | 0-10               | 1      | 27             | 3                     | 31  | A                                                                                                                                         | 0-10               | 2      | 3              | 16                    | 21 |    |    |
| AC                  | 10-20 <sup>1</sup> | 3      | 79             | 17                    | 99  | AC                                                                                                                                        | 10-20 <sup>2</sup> | 4      | 20             | 45                    | 69 |    |    |
|                     | 20-30              | 0      | 13             | 40                    | 53  |                                                                                                                                           | 20-30              | 1      | 4              | 0                     | 5  |    |    |
| C                   | 30-40 <sup>2</sup> | 1      | 4              | 0                     | 5   | Σ                                                                                                                                         |                    |        |                |                       | 27 | 61 | 95 |
|                     | 40-50 <sup>3</sup> | 0      | 0              | 0                     | 0   |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
| Σ                   |                    | 5      | 123            | 60                    | 188 | Promedios de densidades por m <sup>3</sup> de S7, S8, S5 y S6<br>Lítico = 150 (dentro del sitio)<br>Óseo (NISP) = 1164 (dentro del sitio) |                    |        |                |                       |    |    |    |
| S8                  |                    |        |                |                       |     |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
| A                   | 0-10               | 0      | 4              | 0                     | 4   |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
| AC                  | 10-20              | 2      | 8              | 0                     | 10  |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
|                     | 20-30              | 0      | 1              | 0                     | 1   |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
| C                   | 30-40              | 1      | 11             | 0                     | 12  |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
|                     | 40-50              | 0      | 3              | 0                     | 3   |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |
| Σ                   |                    | 3      | 27             | 0                     | 30  |                                                                                                                                           |                    |        |                |                       |    |    |    |

**Tabla 7.6.** Frecuencias absolutas de materiales por sondeo. El sombreado destaca los sondeos dentro del área de mayor concentración de registro. <sup>1</sup> Fragmento de alambre. <sup>2</sup> Pigmento. <sup>3</sup> Fibra de oveja.

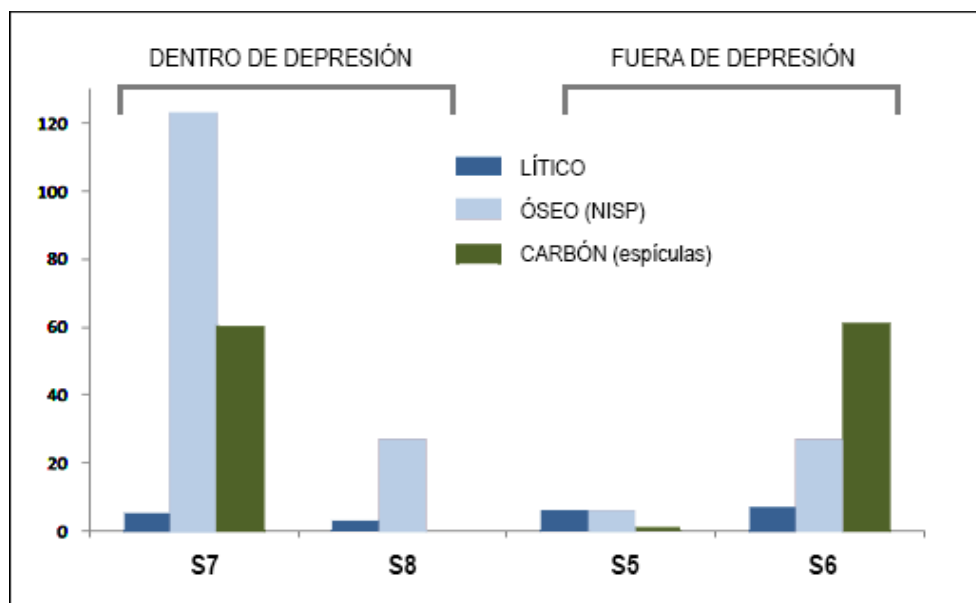


**Figura 7.12.** Frecuencias de materiales arqueológicos.

Dentro de los desechos indiferenciados de roca silicificada destacan dos desechos de vidrio transparente en S7 (0-10 cm) y en S5 (10-20 cm). El conjunto óseo se encuentra representado principalmente por roedor, seguido por guanaco, oveja y algunos ejemplares de ave en S7 y S8. En S7 (20-30 cm) también se hallaron dos pequeños fragmentos de valva, en mal estado. Entre los huesos de roedor cabe señalar el caso de fragmentos quemados en S6 (10-20 cm) y S7 (20-30 cm); y la presencia de marcas de raíces sobre huesos de guanaco en S7 (0-20 cm) y S8 (20-30 cm) (Borrero 2013b).

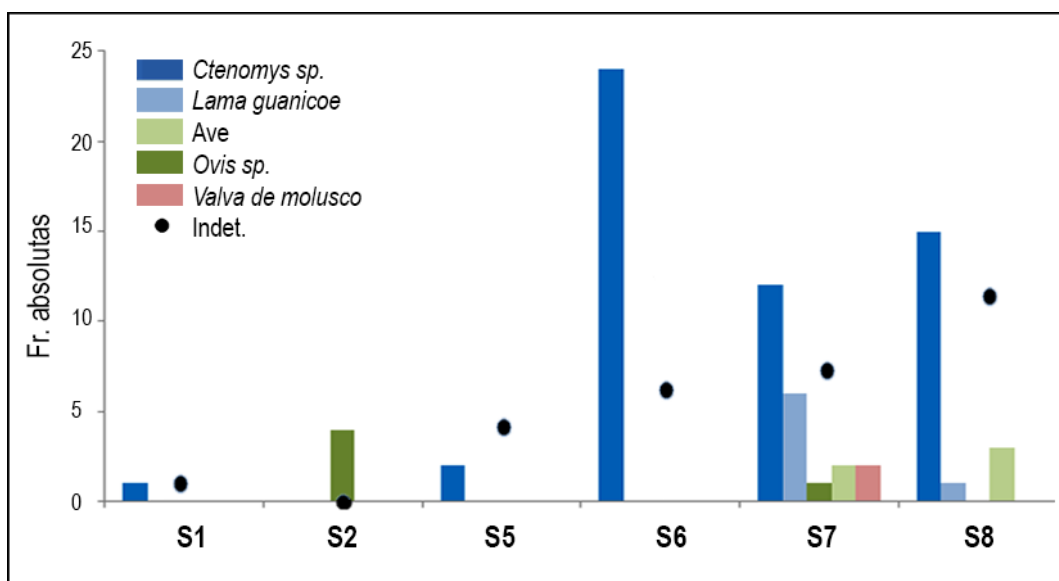


**Figura 7.13.** Frecuencias absolutas de *taxa* por sondeo (Borrero 2013b).

## 6.1. Componentes antropogénicos en secciones delgadas

La Tabla 7.7. presenta las frecuencias de fragmentos óseos y carbones hallados en las muestras micromorfológicas (Figura 7.14). Las muestras pertenecientes a S7 y S8 poseen las mayores frecuencias, situación consistente en relación a los hallazgos macroscópicos (ver arriba Figura 7.12.). Sin embargo, el caso de S6, pese a arrojar abundantes espículas de carbón y fragmentos óseos durante la excavación, no registra materiales arqueológicos a nivel microscópico. Las frecuencias son mayores en las muestras que corresponden a perfiles dentro de las depresiones, pero las diferencias en el muestreo dificultan la comparación.

|             | Material       |        | Grado de meteorización <sup>1</sup> |   |   |   | Observaciones                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|----------------|--------|-------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | óseo           | carbón | 0                                   | 1 | 2 | 3 |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S2 8-17 cm  | 1              | 0      | 0                                   | 0 | 1 | 0 | Dentro de sitio, dentro de depresión. Material óseo de 600-4000 µm (Figura 7.13.A). Algunos en posiciones estables. Tres casos calcinados (Figura 7.13.B).                                                                                 |
| S2 20-29 cm | 3              | 0      | 0                                   | 1 | 2 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S2 34-43 cm | 1              | 0      | 0                                   | 0 | 0 | 1 |                                                                                                                                                                                                                                            |
| TOTAL S2    | 5              | 0      |                                     |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S4 2-11 cm  | 1              | 0      | 1                                   | 0 | 0 | 0 | Fuera del sitio, fuera de depresión. El resto óseo probablemente corresponde a un roedor (Figura 7.13.C). El carbón posee una mala preservación (reemplazo por óxido de Fe/Mn).                                                            |
| S4 14-24 cm | sin materiales |        |                                     |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S4 27-38 cm | 0              | 1      | -                                   | - | - | - |                                                                                                                                                                                                                                            |
| TOTAL S4    | 1              | 1      |                                     |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S6          | sin materiales |        |                                     |   |   |   | Dentro del sitio, fuera de depresión.                                                                                                                                                                                                      |
| S7 2-16 cm  | 0              | 6      | -                                   | - | - | - | Dentro del sitio, dentro de depresión. Carbones de entre 100-3000 µm, mala preservación, como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Material óseo de entre 500-100 µm (Figura 7.13.D). Uno tiene la apariencia de estar quemado (Figura 7.13.E). |
| S7 16-28 cm | 1              | 3      | 0                                   | 0 | 0 | 1 |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S7 27-38 cm | 1              | 0      | 0                                   | 1 | 0 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                            |
| TOTAL S7    | 2              | 9      |                                     |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                            |
| S8 8-20 cm  | 2              | 7      | 0                                   | 0 | 0 | 3 | Dentro del sitio, dentro de depresión. Carbones de entre 200-8000 µm, en estados variados de preservación (Figura 7.13.F y G) (pseudomorfos de óxido de Fe/Mn). Material óseo de entre 200-500 µm (Figura 7.13.G y G).                     |
| TOTAL S8    | 2              | 7      |                                     |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                            |

**Tabla 7.7.** Frecuencias absolutas del micro-registro arqueológico en las secciones delgadas. <sup>1</sup> Los grados de meteorización sólo aplican para los fragmentos óseos.

Entre el conjunto óseo, los grados de meteorización son variables, indicando una depositación diacrónica y/o mezcla de los depósitos, que incluyen componentes no antrópicos. Cabe señalar la presencia de restos óseos quemados, calcinados y carbones, todos indicadores



de combustión. La excelente preservación de algunos carbones en S8 (Figura 7.13.F) podría estar indicando baja o nula migración vertical y/o horizontal.

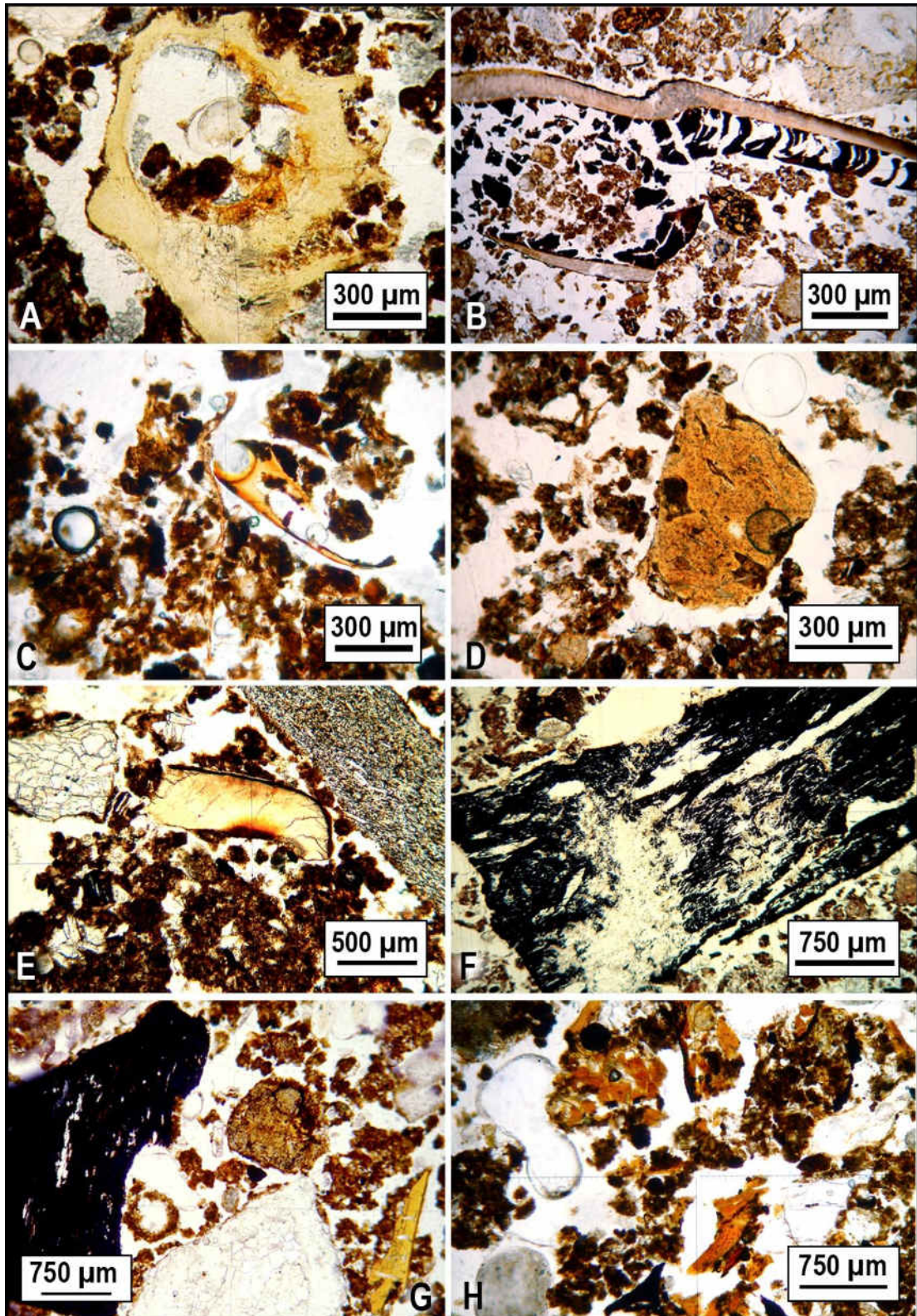


**Figura 7.14.** A- Fragmento óseo con revestimientos de material fino mezclado con materia orgánica (posición de estabilidad); precipitación de óxidos de Fe al interior; grado 2, presencia de canales por

ataque bacteriano (Jans *et al.* 2004) (PPL; S2 8-17 cm). B- Resto óseo calcinado (PPL; S2 20-29 cm). C- Fragmento óseo (roedor?) en muy buen estado de preservación (PPL; S4 2-11 cm). D- Fragmento óseo altamente meteorizado (PPL; S7 16-28 cm). E- Fragmento óseo (posiblemente quemado dada la presencia de *crackings*; Nicholson 1993), con buena preservación. F- Carbón con excelente preservación (PPL; S7 27-38 cm). G- Carbón con preservación regular (pseudomorfo de óxido de Fe/Mn) y fragmento óseo angular, en posición vertical y con rastros de estabilidad (revestimientos) (PPL; S8 8-20 cm). H- Restos óseos altamente fragmentados (quemados?) (PPL; S8 8-20 cm).



# **CAPÍTULO 8**

*Cerro Sin Nombre*





## CERRO SIN NOMBRE

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en CSN ( $S53^{\circ}16'42.51''$   $W68^{\circ}35'1.08''$ ) donde el objetivo fue, como en los otros caso, discutir cómo y en qué medida los procesos naturales modificaron las propiedades del registro arqueológico (estado, abundancia, distribución horizontal y vertical), prestando especial atención a la influencia de la pendiente de cerro. Aquí también se buscó generar información vinculada a los cambios morfológicos del alero. En la Tabla 8.1. se detallan las dataciones radiocarbónicas y rangos calibrados, nótese que los dos más jóvenes se superponen, razón por la cual existe cierta probabilidad de que se trate del mismo evento ocupacional.

| Datación         | Código Lab. | Material     | Prof. (cm)<br>/sondeo | Rango cal.<br>1 $\sigma$ AP | Mediana       | Cita                            |
|------------------|-------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1150 $\pm$ 60 AP | LP-3045     | óseo guanaco | 40-50/S8              | 938-1065 AP                 | 1021 $\pm$ 68 | Este trabajo                    |
| 1250 $\pm$ 60 AP | Beta116975  | óseo guanaco | 75/S3-98              | 1001-1179 AP                | 1124 $\pm$ 77 | Favier Dubois y<br>Borrero 2005 |
| 2230 $\pm$ 80 AP | LP2940      | óseo guanaco | 90-97/S8              | 2101-2311 AP                | 2194 $\pm$ 99 | Este trabajo                    |

**Tabla 8.1.** Dataciones calibradas a 1 sigma, curva SHcal13, *OxCal* 4.2 (Bronk Ramsey 2009).

### 1. Geomorfología

La Figura 8.1. presenta un nuevo mapa geomorfológico del área de CSN, basado en Vilas y colaboradores (1999), pero incluyendo geoformas no mapeadas como determinados cuerpos lacustres (actuales y secos), paleocanales del río San Martín, canales de marea y caminos, entre otros aspectos.

Como ya fue expuesto en los capítulos 3 y 4, existen numerosos trabajos que han abordado el área de estudio desde perspectivas geomorfológicas, sedimentológicas y geoarqueológicas, incluso con el grado de resolución espacial que se observa en el mapa presentado aquí (Codignotto y Malumián 1891; Vilas *et al.* 1986/87, 1999; Ferrero 1996; Isla y Bujalesky 2000; Favier Dubois 2001; Favier Dubois y Borrero 2005; Bujalesky 2007). En efecto, la presentación de la geomorfología de CSN de este apartado tiene el objetivo específico de reunir y sintetizar la información preexistente, reevaluando el tratamiento que se le ha hecho a las dataciones radiocarbónicas de los cheniers (ver abajo) a la luz de los valores

conocidos de efecto reservorio local para valvas de molusco (Cordero *et al.* 2003), material sobre el cual han sido datados los cheniers. El algoritmo utilizado para la calibración con efecto reservorio local no permite por el momento incluir la curva ShCal13, por lo cual fue utilizada, por *default*, la curva del hemisferio norte (B. Bronk Ramsey com. pers. 2015).

Retomado sucintamente el estado de la cuestión, y como se ilustra en la Figura 8.1., CSN forma parte de un paleoacantilado que se extiende hasta Cerro de las Bandurrias. La llanura de cheniers<sup>1</sup> extendida en un antiguo intermareal (que reposa sobre depósitos de till Cuaternario) atestigua la progradación de la línea de costa desde al menos el 5270±190 AP (*ca.* 5330 cal. AP) hasta la actualidad (Codignotto 1983; Vilas *et al.* 1986/87, 1999; Ferrero 1996; Isla y Bujalesky 2000). Dicha progradación ha sido explicada por la paulatina y constante acumulación de sedimentos acarreados por deriva litoral, aquellos provenientes de la meteorización de las areniscas que afloran al oeste y –principalmente- por el descenso del nivel del mar (Ferrero 1996; Vilas *et al.* 1999). Se ha estimado que hace unos 1000 años que ya no existen las condiciones hidrodinámicas necesarias para la formación de los cheniers (Ferrero 1996). El conjunto de dataciones a partir de valvas ubicadas en los distintos cordones o lagunas aledañas (Tabla 8.2.) indican un ritmo de progradación de unos 2,35 m/año hace unos 5000 años, descendiendo a 0,6 m/año para el Holoceno Tardío final.

En la Tabla 8.2. se presentan las dataciones calibradas aplicando el efecto reservorio local (Cordero *et al.* 2003). Si bien las investigaciones previas trazaron dos transectas con una serie de dataciones cada una, aquí sólo se considera la transecta más próxima a CSN, que es la que pasa por Cerro de las Bandurrias y de los Gatos (Figura 8.1.). Asimismo, se quitaron de la secuencia tres dataciones incongruentes (975±120 AP, 2595±80 AP y 3195±60 AP; Ferrero 1996) de acuerdo a la secuencia que plantea que a mayor distancia de la línea de costa actual, mayor antigüedad deben tener los depósitos. Finalmente se consignan las tasas de progradación de la costa, tomando como punto medio del rango calibrado la mediana que arroja el programa *OxCal* 4.2. De este cálculo se desprende que la tasa no ha sido pareja a lo largo de los últimos *ca.* 3700, oscilando entre 0,74 a 2 m/año. A modo comparativo, este mismo cálculo de tasas de progradación se realizó a partir de las dataciones sin calibrar, obteniendo valores que no se alejan notablemente del caso anterior.

---

<sup>1</sup> Los cheniers son formas lineales que se disponen de modo sub-paralelo entre sí y respecto a la línea de costa. Los cheniers del área no superan los 70-80 cm de altura, unos 20-100 cm de ancho y aparecen por segmentos de 20-600 m de longitud (pese a que en la Figura 8.1. se representan con una línea continua). Se originan por acumulación de valvas y limos en periodos de tormenta con oleaje del sudeste, que se superpone a la dinámica de marea y deriva litoral. Luego los cordones son fijados por vegetación, recibiendo al mismo tiempo sedimentos finos, de algunas decenas de centímetros, de origen eólico desde el oeste (Vilas *et al.* 1986/87; Ferrero 1996).

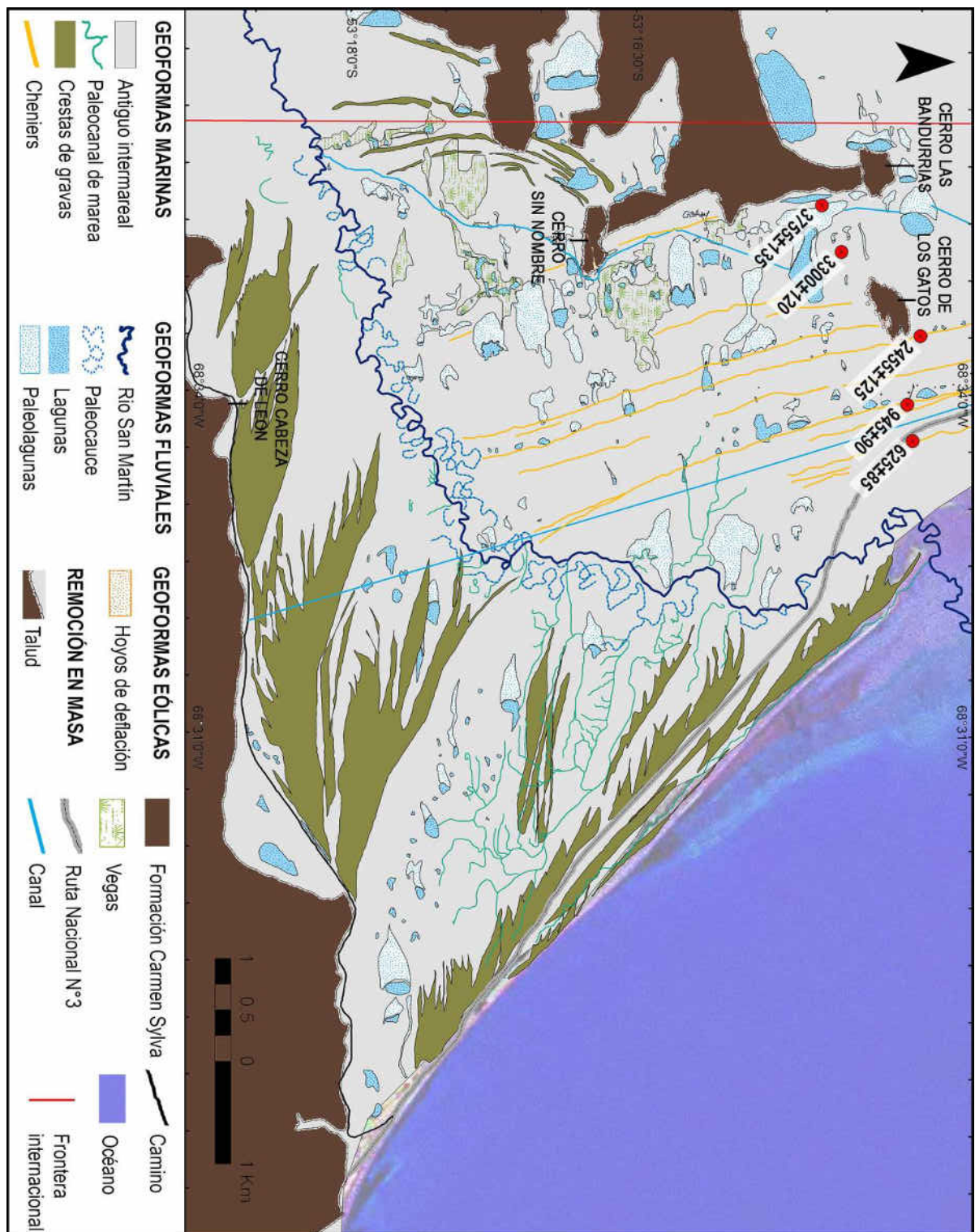


**Figura 8.1.** Mapa geomorfológico del área de CSN. Se consigna sobre los cheniers las medianas de las edades calibradas (ver rango en Tabla 8.2). El cerro en cuestión se orienta en una dirección oeste-este y los sondeos se ubican en el flanco noreste, norte y este.

Estos últimos resultados se diferencian de aquellos presentados por Ferrero (1996) y Vilas y colaboradores (1999), en tanto que no señalan una desaceleración de la progradación hacia momentos del Holoceno Tardío final. En promedio las tasas se mantienen en  $\sim 1$  m/año, tal como fue planteado por Codignotto (1983).

| $^{14}\text{C}$ | Metros a línea de MA | Rango cal. $1 \sigma$ AP<br>ER $265 \pm 45$ AP | Mediana $\pm \sigma$<br>(redondeo*) | Cita            | Progradación por tramo<br>(m/año) | Progradación por tramo<br>s/ cal. (m/año) |
|-----------------|----------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| 1320 $\pm$ 90   | 380                  | 533-695                                        | 625 $\pm$ 85                        | Ferrero 1996    | 2                                 | 1,47                                      |
| 1660 $\pm$ 65   | 880                  | 860-1045                                       | 945 $\pm$ 90                        | Ferrero 1996    | 0,74                              | 0,84                                      |
| 2990 $\pm$ 80   | 2000                 | 2326-2595                                      | 2455 $\pm$ 125                      | Codignotto 1983 | 1,14                              | 1,35                                      |
| 3700 $\pm$ 85   | 2960                 | 3185-3424                                      | 3300 $\pm$ 120                      | Ferrero 1996    | 1,03                              | 1,27                                      |
| 4070 $\pm$ 90   | 3430                 | 3616-3880                                      | 3755 $\pm$ 135                      | Ferrero 1996    | Total = 0,97<br>$R^2 = 0.93$      | Total = 1,11<br>$R^2 = 0.94$              |

**Tabla 8.2.** Dataciones de cheniers calibradas aplicando el valor de efecto reservorio local (Cordero *et al.* 2003). La Figura 8.1. señala la posición de estos fechados (basado en Codignotto 1983; Ferrero 1996; Vilas *et al.* 1999; Isla y Bujalesky 2000; Favier Dubois y Borrero 2005). MA = marea alta; cal. = calibrado;  $R^2$  = valor de regresión entre las dataciones y las distancias a la línea de marea alta. La pendiente es de 0,0305% (Ferrero 1996) y por tanto, depreciable para el cálculo de la tasa de progradación. Redondeo a múltiplos de 5 y 10. La calibración y los cálculos de progradación fueron realizados para este trabajo.

## 2. Caracterización macroscópica de los perfiles

La Figura 8.2. ilustra la ubicación de los sondeos realizados alrededor del cerro, incluyendo aquellos llevados a cabo en investigaciones previas (S1-96, S2-96 y S3-98) que serán retomados en la discusión. Se detallan asimismo los hallazgos aislados y las transectas de recolección de guijarros superficiales que se presentan en el apartado 7. Luego, la Figura 8.3 y Tabla 8.3. ilustran y describen las características macroscópicas de los perfiles de cada sondeo, consignando en cada caso si se trata de sondeos dentro del sitio o por fuera de él.

Se desprende de este análisis que en las distintas posiciones del talud y flancos del cerro, los suelos son pobremente desarrollados, y están sometidos a una sedimentación y retransporte eólico, coluvial y coluvial-hídrico, formando depósitos mixtos, delgados estratos y lentes de coloraciones y granulometrías diferenciales (Figura 8.4. S2). Los casos S4, S5 y

S7, al pie del talud y próximos al canal artificial, poseen mayor humedad e incluso niveles saturados, donde además afloran las arcillas del antiguo intermareal (Figura 8.4. S4).

Los colores se encuentran entre los pardos/ pardos grisáceos, las texturas oscilan entre areno francas y franco arenosas y la estructuración es baja o nula (Figura 8.4. S7). Destaca la presencia de bloques de la arenisca del alero en S1, S2, S3 y S8 (Figuras 8.3. y 8.4. S2).

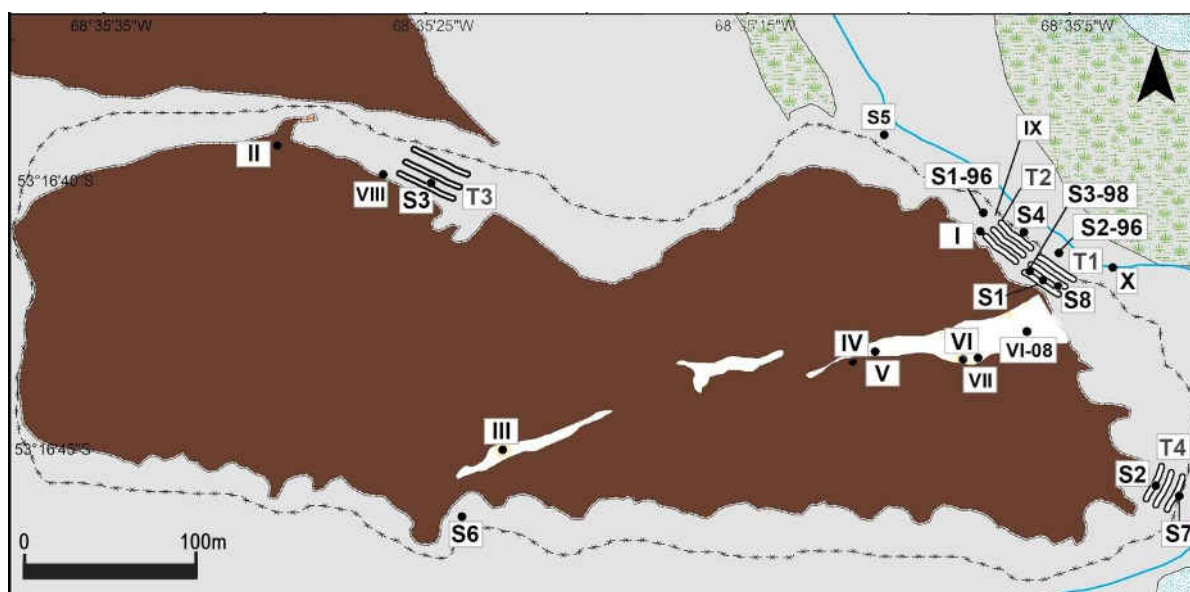


**Figura 8.2.** Fragmento de mapa geomorfológico. Ubicación de los sondeos, hallazgos aislados (I, II...) y transectas de recolección superficial de guijarros (T1, T2... sector alto, medio y bajo). La línea punteada representa el talud (ver referencias en Figura 8.1.).

Se observa un incipiente horizonte A asociado a la presencia de una cobertura vegetal, donde en la actualidad pastan ovinos que aportan gran cantidad de materia orgánica. Por debajo del horizonte A incipiente se registra un horizonte C formado por distintas proporciones de sedimentos de origen eólico y coluvial. Los perfiles de S1, S2, S3 y S7 muestran además un horizonte A sepultado (Ab), entre unos 16 y 40 cm de profundidad. Estos horizontes son apenas perceptibles a nivel macroscópico, pero han sido detectados por sus propiedades micromorfológicas (ver abajo), tales como la estructura migajosa, la intensa bioturbación, los altos contenidos de macrorestos vegetales y material humificado.

Este perfil de suelo enterrado se observa más nítidamente fuera de la pendiente, en el sector superior del cerro y a unos cientos de metros de él, en las barrancas de lagunas secas (ver catena en Figura 8.5.). Estos suelos enterrados, clasificados dentro del orden de los

Molisoles ya fueron descriptos y discutidos en otros trabajos llevados a cabo en CSN y sitios cercanos como Cerro de los Gatos, Cerro Cabeza de León y la Localidad de los Chorrillos (Favier Dubois 1998, 2001, 2003, 2007). Como ya fue mencionado en el capítulo 3 y 6, las dataciones de estos suelos enterrados se ubican entre los *ca.* 300-1000 cal. AP (*e.g.* Favier Dubois 2003; Barberena y Borrero 2010; Coronato *et al.* 2011).

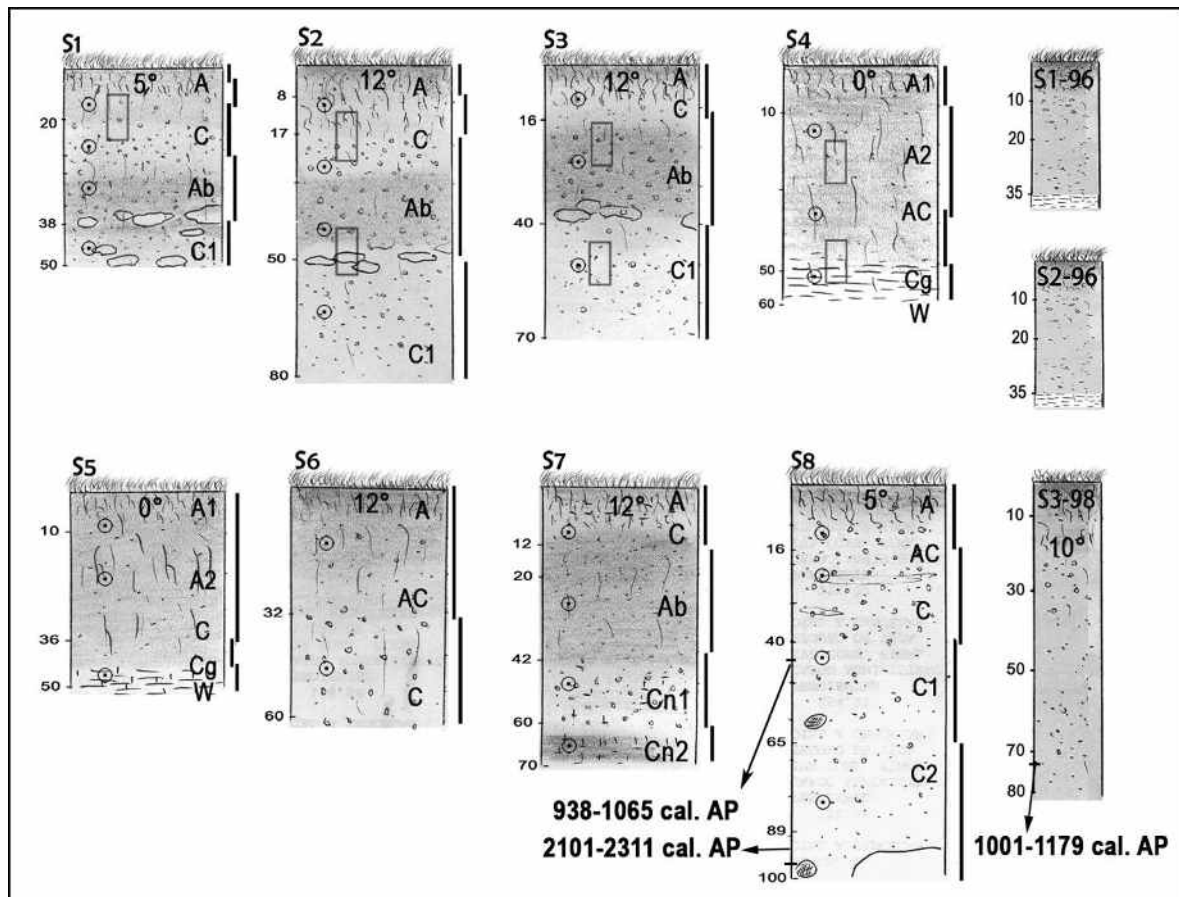


**Figura 8.3.** Esquemas a escala de los sondeos y sus horizontes de suelo. Las cruces señalan la posición de la toma de muestras no estructuradas y los rectángulos de las muestras micromorfológicas.

La variabilidad de los perfiles obedece sobre todo a su situación topográfica (cotas altas, medias o bajas) y la posición cardinal, debido a que la intensa acción eólica del oeste/sudoeste genera tasas de sedimentación diferenciales en los distintos flancos del cerro. Probablemente por esta razón, S6 no muestra horizontes enterrados y los sondeos del flanco noreste, en posiciones altas y medias del talud, presentan depósitos más espesos. Es de destacar el caso de S1 y S8 que al encontrarse alineados con los hoyos de deflación del sector superior del cerro captan mayor cantidad de sedimento (Figura 8.6.).

|    | COLOR                                                                                                                                                                                       | TEXTURA                                                 | ESTRUCTURA                                                                                                      | LÍMITE          | OTROS                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1 | <b>1, 4:</b> 10YR 3/2, <i>pardo grisáceo muy oscuro</i> . <b>2, 3:</b> 10YR 4/3, <i>pardo</i> .                                                                                             | <b>1, 3:</b> Areno franca. <b>2, 4:</b> franco arenosa. | <b>1:</b> Granular, muy gruesa, débil. <b>2, 4:</b> bloques ang. muy gruesa, débil. <b>3:</b> grano suelto.     | Difuso, claro   | Dentro del sitio, a 12 m de distancia de S3-98 y a 3 m del alero, sobre camino de ovejas (disminución de cobertura vegetal). Abundante rocosidad en superficie. Bloques del alero desde los ~38 cm. |
| S2 | <b>1:</b> 10YR 3/3, <i>pardo oscuro</i> . <b>2, 3:</b> 10YR 3/2. <b>4:</b> 10YR 4/2 <i>par-do grisáceo oscuro</i> .                                                                         | <b>1, 2:</b> Areno franca. <b>3, 4:</b> franco arenosa. | <b>1, 3, 4:</b> Grano suelto. <b>2:</b> granular, muy gruesa, débil.                                            | Claro, difuso   | Dentro del sitio. Mayor exposición a los westerlies. Bloques del alero a los ~50 cm.                                                                                                                |
| S3 | <b>1:</b> 10YR 3/3. <b>2:</b> 10YR 3/2. <b>3:</b> 10YR 4/2.                                                                                                                                 | <b>1, 2, 3:</b> areno franca.                           | <b>1, 2:</b> Grano suelto. <b>3:</b> bloques ang. muy gruesa, débil.                                            | Gradual         | Fuera del sitio. Aquí el cerro aflora pocos cm. Abundantes guijarros en superficie. A ~40 cm, bloques del alero.                                                                                    |
| S4 | <b>1:</b> 10YR 2/2, <i>pardo muy oscuro</i> . <b>2:</b> 10YR 3/1, <i>gris muy oscuro</i> . <b>3:</b> 5Y 6/2, <i>gris oliva claro y gris</i> . <b>4:</b> 10YR 6/2, <i>gris pardo claro</i> . | <b>1, 2:</b> Areno franca. <b>3:</b> Arcillosa.         | <b>1, 3:</b> Masiva. <b>2:</b> granular, muy gruesa, moderada.                                                  | Difuso, abrupto | Dentro del sitio, a 2,5 m del canal (alta humedad en sedimentos, anegados hacia el final). Desde los ~50 cm, arcillas del intermareal.                                                              |
| S5 | <b>1:</b> 10YR 2/2. <b>2:</b> 10YR 3/1. <b>3:</b> 5Y 6/2 y 10YR 5/6, <i>pardo amarillento</i> .                                                                                             | <b>1, 2:</b> Areno franca. <b>3:</b> arcillosa.         | <b>1, 2, 3:</b> Masiva.                                                                                         | Difuso, abrupto | Fuera del sitio. Grandes raíces a lo largo del perfil. Humedad, anegamiento hacia la base, donde afloran las arcillas del intermareal. Moteados.                                                    |
| S6 | <b>1:</b> 10YR 2/2. <b>2:</b> 10YR 4/3.                                                                                                                                                     | <b>1:</b> Franco arenosa. <b>2:</b> areno franca.       | <b>1:</b> Grano suelto. <b>2:</b> bloques angulares muy gruesa, moderada.                                       | Difuso          | Fuera del sitio. Mayor exposición a los westerlies. Aumento de compactación desde los 32 cm.                                                                                                        |
| S7 | <b>1, 2:</b> 10YR 3/2. <b>3:</b> 10YR 4/3. <b>4:</b> 10YR 4/1, <i>gris oscuro</i> .                                                                                                         | <b>1,2,4:</b> Areno franca. <b>3:</b> arenosa.          | <b>1, 2:</b> Grano suelto. <b>3:</b> granular, muy gruesa, débil. <b>4:</b> bloques ang., muy gruesa, moderada. | Difuso, claro   | Fuera del sitio. Mayor exposición a los westerlies. A 15 m del alero y a 12 m del canal. Sedimentos muy húmedos. Moteados.                                                                          |
| S8 | <b>1:</b> 10YR 3/2. <b>2:</b> 10YR 3/3. <b>3:</b> 10YR 4/2. <b>4:</b> 10YR 4/3.                                                                                                             | <b>1, 2:</b> Areno franca. <b>3, 4:</b> franco arenosa. | <b>1, 2:</b> Grano suelto. <b>3:</b> granular, muy gruesa, débil. <b>4:</b> bloques ang., muy gruesa, moderada. | Difuso          | Dentro del sitio. Incremento de la humedad hacia abajo. Cuevas de roedor. Lentes. Bloques del alero a los ~94 cm.                                                                                   |

**Tabla 8.3.** Principales características macroscópicas de los sondeos. “1, 2, 3, 4” señala las posiciones de las muestras en orden descendiente, donde “1” es la muestra más superficial (ver cruces en Figura 8.4.). “ang.” = angulares.





**Figura 8.4.** Ejemplo de tres perfiles de CSN. S2- Nótese el estrato más claro, la presencia de bloques del alero y la abundancia de gravilla por encima de ellos. S7- Textura areno franca/ arenosa, con límites difusos y claros (flecha) entre las coloraciones y muy débil estructuración. S4- Base del sondeo próximo al canal, en el nivel donde comienza a aparecer las arcillas con tonalidades características de óxidos de hierro en estado reducido, correspondientes al intermareal, saturadas por el agua de la capa freática (los sondeos fueron realizados cuando el canal artificial se encontraba seco).

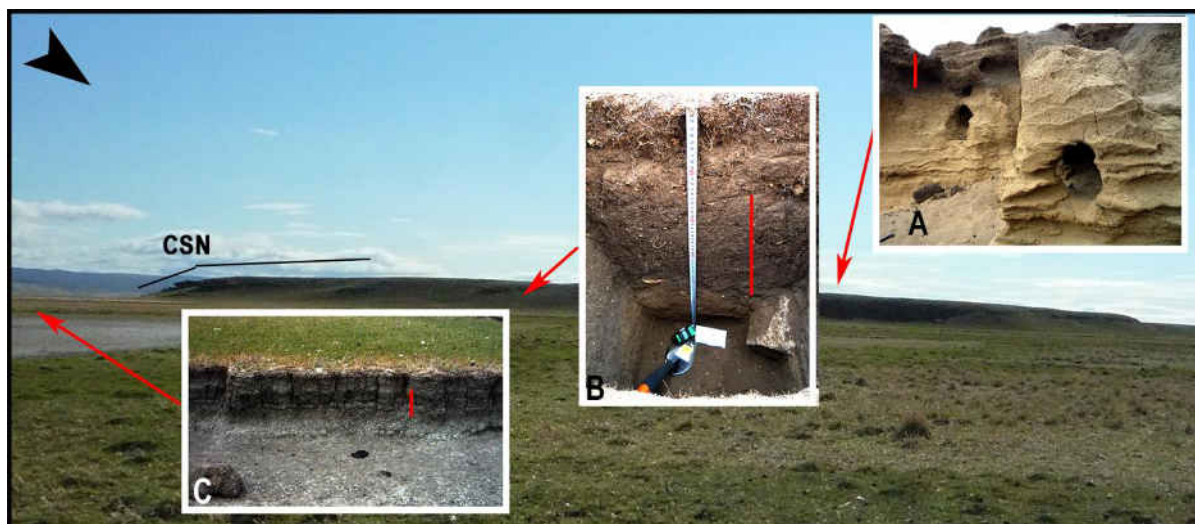


**Figura 8.5.** Vista panorámica (suroeste) de CSN. La imagen ilustra la catena de perfiles de suelo en torno a CSN. A- perfil desarrollado en el sector superior del cerro (suelo enterrado por sedimentos eólicos). B- perfil en pendiente (suelo enterrado por sedimentos eólicos y coluviales). C- perfil en antigua planicie supramareal, pedogénesis a partir de sedimentos eólicos y lacustres. Entre A y C existe una longitud aproximada de 300 metros.



**Figura 8.6.** Izquierda: imagen satelital (*Google Earth*<sup>®</sup>) que muestra la pluma de arena eólica desde los hoyos de deflación del sector superior, cubriendo S1 y S8. Derecha: fotografía que ilustra el mismo proceso.

### 3. Micromorfología

Se presentan en los próximos apartados la descripción micromorfológica correspondiente a cuatro perfiles (siete láminas delgadas) de los sondeos S1, S2, S3 y S4 (ver posición en Figura 8.3.). Al final de cada descripción se plantea brevemente una inferencia de los procesos que pudieron dar lugar a las propiedades descritas. El criterio de selección de los perfiles buscó diferentes cotas o sectores del talud (alto, medio y bajo), diferentes flancos del cerro y sondeos con registro arqueológico abundante, escaso y ausente.

#### 3.1. S1 - flanco noreste, pendiente 5°, sector alto del talud, dentro del sitio

**12-24 cm. *Microestructura*.** Migajosa con sectores aplanados en menor medida. Porosidad 20-25%: cavidades (<1,5  $\mu\text{m}$ ), poros de empaquetamiento compuestos, canales (<400  $\mu\text{m}$  de ancho) y poros aplanados. ***Masa basal*.** Relación g/f: 40/60. Distribución relacionada: porfirica de espacio doble. Fábrica-b: moteada y grano-estriada (pellets y humus que aumentan hacia abajo de 10% a 70%). ***Fracción gruesa*.** Escasa grava redondeada, arena gruesa abundante bien seleccionada y escasa arena media y fina. Materia orgánica: 90-10%, restos de tejido vegetal que decrecen hacia abajo. La primera porción presenta una orientación horizontal, como pseudomorfos de óxidos de Fe/Mn. Grado de preservación A, B. ***Edaforasgos*.** Revestimientos delgados de arcilla límpida (<50  $\mu\text{m}$ ). Ocasionales nódulos de Fe/Mn. Abundantes excrementos (<5 mm) (Figura 8.1.A), pasajes. Pedosedimento (Fedoroff *et al.* 2010). ***Interpretación*.** Bioactividad intensa. Los delgados revestimientos podrían relacionarse con procesos de iluviación moderados como por ejemplo vinculados al

derretimiento e infiltración de nieve estacional. El tipo de micromasa estriada es consistente con este proceso. Sedimentación eólica y coluvial. La presencia de un dominio de arcilla orientada (pedosedimento) podría sugerir la presencia cercana de un horizonte de iluviación (Bt/ Btb). El tejido vegetal aplanado podría corresponder a excremento de oveja pisoteado por el mismo ganado. Macroscópicamente se registra un horizonte C, aunque las propiedades microscópicas muestran abundante material orgánica, sugiriendo un horizonte más superficial de incipiente desarrollo.

### **3.2. S2 – flanco este, pendiente 12°, sector alto del talud, dentro del sitio**

**11-25 cm. Microestructura.** Migajosa y aplanada en el sector superior (Figura 8.7.B). Porosidad 15-20%: poros de empaquetamiento compuestos y cavidades. Masa basal. Relación g/f: 50/50. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (80-90% pellets y humus que aumentan hacia abajo). Fracción gruesa. Escasa grava y arena gruesa subredondeada, arena media y fina frecuente, moderadamente bien seleccionada. Materia orgánica: restos de tejido vegetal que decrecen hacia abajo de 95% a <5%, orientación horizontal en el sector superior. Grados de preservación A, B, C, D, E. Edaforasgos. Ocasionales nódulos de óxido de Fe/Mn e impregnaciones de opacos. Abundantes excrementos de macrofauna como lombrices. Interpretación. Bioactividad intensa de macrofauna. Predominio de sedimentación eólica sobre la coluvial (Figura 8.7.C). El tejido vegetal con orientación aplanada podría corresponder a excremento de oveja pisoteado por el mismo ganado. Procesos REDOX moderados/ altos. Macroscópicamente se registra un horizonte C, aunque las propiedades micromorfológicas señalan un horizonte más de tipo transicional AC.

**40-53 cm. Microestructura.** Migajosa. Porosidad 10-15%: poros de empaquetamiento compuestos. Masa basal. Relación g/f: 70/30. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (60-10% pellets y humus que disminuyen hacia abajo). Fracción gruesa. Frecuente grava redondeada y subangular, disminuye en la segunda mitad. Abundante arena media bien seleccionada (Figura 8.7.D). Materia orgánica: <5%, restos de tejidos vegetales, algunos como pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Grados de preservación D y E. Edaforasgos. Abundantes excrementos. Meteorización química de la roca del alero. Un fragmento de pedosedimento de arcilla límpida bien orientada (Figura 8.7.E).



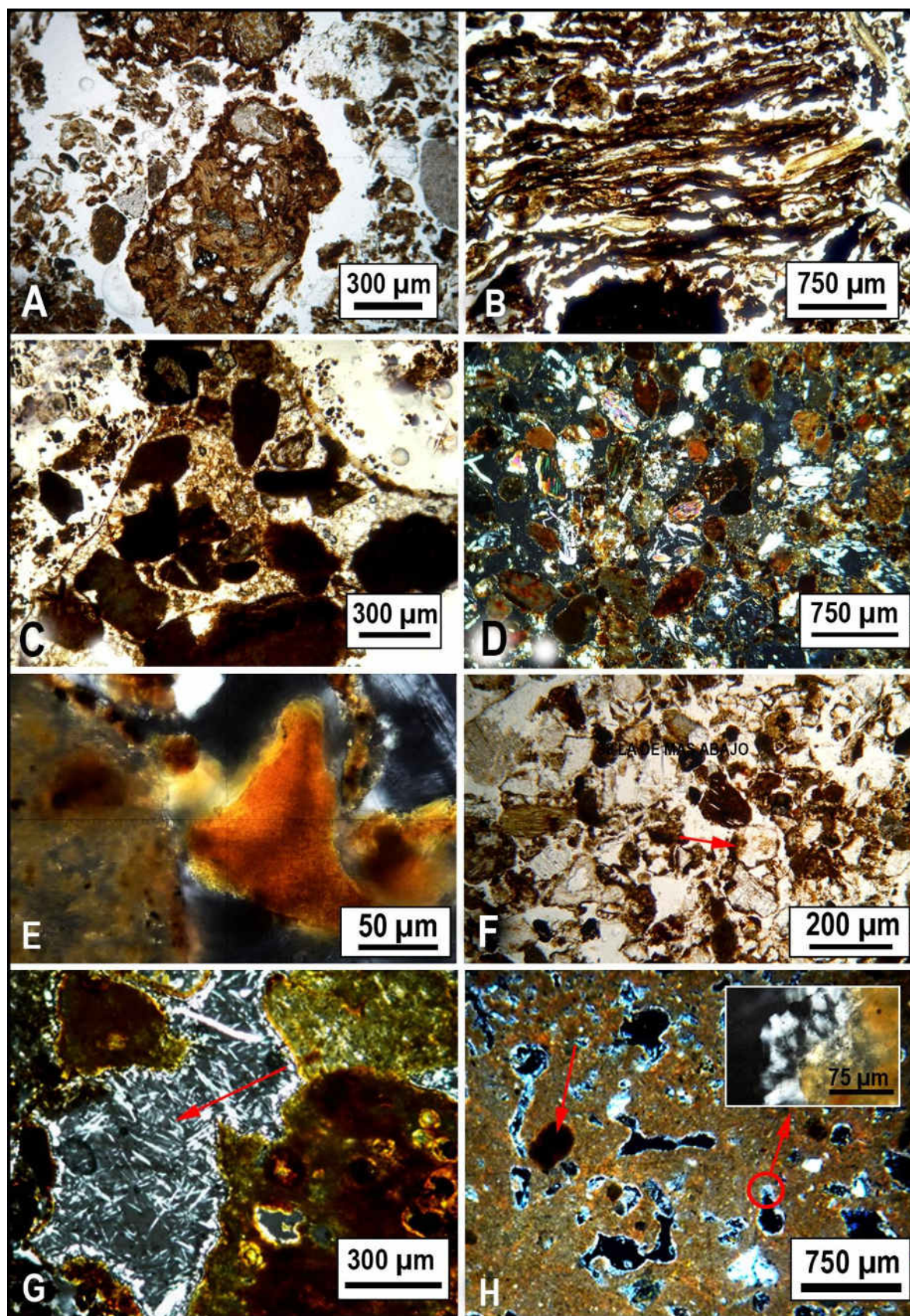


**Figura 8.7.** Microfotografías de las láminas delgadas. A- Pellets probablemente pertenecientes a alguna especie de lombrices de la familia Eudrilidae (Kooistra y Pulleman 2010), en estructura

migajosa con poros de empaquetamiento compuestos (PPL; S1 12-24 cm). B- Restos de tejido vegetal con orientación aplanada (excremento de oveja?), grado de conservación C (Blazejewski *et al.* 2005) (PPL; S2 11-25 cm). C- Partícula tamaño grava de la arenisca lítica del alero, forma angular (PPL; S2 11-25 cm). D- Masa basal porfirica de espacio simple, compuesta por partículas tamaño arena moderadamente bien seleccionada, redondeada/ subredondeada (líticos, anfíboles, opacos) (XPL; S2 40-53 cm). E- Pedosedimento, dominio de arcilla límpida y bien orientada (McCarthy 2002; Fedoroff *et al.* 2010) (XPL; S2 40-53 cm). F- Arena mediana moderadamente bien seleccionada, redondeada (líticos, anfíboles, feldespatos) algunos granos presentan revestimientos de arcilla sucia a su alrededor (PPL; S3 45-58 cm). G- Cemento zeolítico de las areniscas del alero en procesos de disolución (XPL; S4 18-30 cm). H- Vesículas formadas en las arcillas del antiguo intermareal; fábrica- estriada, nódulos de óxido de Fe/Mn y detalle de un mineral neoformado hacia el interior del poro (probablemente calcita) (XPL; S4 44-56 cm).

Interpretación. Aumento de la compactación (por disminución de la porosidad) respecto a la muestra de arriba. Intensificación de procesos de sedimentación coluvial y eólica (morfogénesis activa). La presencia de un dominio de arcilla orientada (pedosedimento) podría sugerir la presencia cercana de un horizonte (o paleohorizonte) de iluviación (Bt). La meteorización química de las areniscas del alero podría deberse a condiciones de mayor humedad de la matriz. La muestra fue tomada entre lo que macroscópicamente se señala como horizonte Ab y la transición hacia un horizonte C. Esta observación macroscópica es consistente con las propiedades micromorfológicas.

### **3.3. S3 – flanco norte, pendiente 12°, sector alto del talud, fuera del sitio**

**14-26 cm.** Microestructura. Migajosa/ granular (<6 mm) con sectores aplanados. Porosidad 10-15%: poros de empaquetamiento compuestos, canales (por raíces, 500 µm-1 mm de ancho). Masa basal. Relación g/f: 70/30. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (20-60% pellets) y granoestriada. Fracción gruesa. Ocasional grava y arena gruesa subredondeada, concentrada en la segunda mitad. Abundante arena media/fina redondeada bien seleccionada. Algunas estratificaciones. Materia orgánica: de 70% a <5%, restos de tejido vegetal que disminuyen hacia abajo, disposición horizontal en la parte superior. Grados de preservación B, D, E. Edaforasgos. Frecuentes excrementos y pasajes. Impregnaciones débiles y ocasionales nódulos de óxido de Fe/Mn. Interpretación.

Bioactividad intensa a moderada de meso y macro fauna. Sedimentación eólica y, en relativamente en menor medida, coluvial. Las estratificaciones señalan que esta sedimentación fue, en cierta medida, por pulsos (probablemente promovidos por acción hídrico-coluvial). Posible iluviación estacional. Macroscópicamente se registra un horizonte Ab.

**45-58 cm.** Microestructura. Migajosa. Porosidad 10-15%: canales (~500-750  $\mu\text{m}$  de ancho) y cavidades (<2 mm). Masa basal. Relación g/f: 70/30. Distribución relacionada: porfírica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (10-20% humus) y granoestriada. Fracción gruesa. Escasa grava redondeada, abundante arena gruesa y frecuente arena fina. El material grueso se concentra en la primera mitad. Materia orgánica: <5% (prácticamente ausente); grados de preservación A, C, D. Edaforasgos. Impregnaciones débiles y pseudomorfos de óxido de Fe/Mn. Alta meteorización físico-química de las rocas del alero. Ocasionales excrementos indiferenciados. Ocasionales revestimientos de arcillas sucias (Figura 8.7.F). Interpretación. Similar a la muestra suprayacente, con menor bioactividad. Procesos coluviales y eólicos (material parental), por pulsos o intensidad diferencial (por la concentración del material grueso en el sector superior de la lámina). Posible iluviación estacional. La meteorización de la roca del alero, los nódulos e impregnaciones podrían haber sido favorecidos por una moderada/ alta humedad en la matriz. La baja porosidad de la muestra sugiere una alta compactación y –en efecto- peores condiciones de drenaje (mayor humedad). Macroscópicamente se registra un horizonte C1.

#### **3.4. S4 – flanco noreste, pendiente 0°, sector bajo del talud, dentro del sitio**

**18-30 cm.** Microestructura. De canal (500  $\mu\text{m}$ –5 mm, por raíces) y migajosa. Porosidad 10-15%: poros de empaquetamiento compuesto. Masa basal. Relación g/f: 60/40. Distribución relacionada: porfírica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (80-90% pellets y humus). Fracción gruesa. Grava subredondeada/redondeada frecuente, abundante arena gruesa y escasa arena fina. Materia orgánica: de 40% a <5%, restos de tejidos vegetales que disminuyen hacia abajo, grados de preservación C, D, E. Esporas ocasionales. Edaforasgos. Abundantes excrementos y pasajes de meso y macro fauna. Escasos óxidos de Fe/Mn. Meteorización físico-química de minerales (Figura 8.7.G) y restos orgánicos. Interpretación. Bioactividad alta (fauna y raíces). Predominio de procesos coluviales respecto a los eólicos. Humedad. Macroscópicamente se registra un horizonte A2.



**44-56 cm. Microestructura.** Migajosa (en mitad superior), de canal (en mitad inferior, 500  $\mu\text{m}$  – 1 mm) y de cavidades (500-750  $\mu\text{m}$ ). Porosidad, mitad superior 20-25%: poros de empaquetamiento compuesto. Mitad inferior: 5-10%, abundantes vesículas (50  $\mu\text{m}$  - 1 mm), cavidades, poros aplanados (de unos 400  $\mu\text{m}$  de ancho) y canales (50  $\mu\text{m}$ -1 mm de ancho) (Figura 8.7.H). **Masa basal.** Relación g/f, mitad superior: 10/90. Distribución relacionada: porfirica de espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (50-70% humus). Relación g/f, mitad inferior: 1/99 (Figura 8.7.H). Distribución relacionada: mónica. Fábrica-b: moteada, poro-estriada y estriada (50% humus) (Figura 8.7.H). El tipo de contacto entre ambas masas basales es abrupto/ neto. **Fracción gruesa.** Mitad superior: frecuente arena gruesa subredondeada, sin orientación. Escasa arena mediana y fina subangular. Mitad inferior: escasa arena fina y mediana. Materia orgánica: <5%, grado de preservación D, E. Algunas esporas. En la parte inferior el escaso tejido vegetal se dispone horizontalmente. **Edaforasgos.** Mitad superior: escasos revestimientos de arcilla sucia. Impregnaciones débiles de óxido de Fe/Mn. Excrementos. Mitad inferior: revestimientos finos de arcilla sobre poros. Impregnaciones débiles de óxido de Fe/Mn. Excrementos de meso y macro-fauna. **Interpretación.** Esta muestra indica la zona de oscilación de la capa freática, en este sentido, muestra abundantes proceso que se relacionan con el paso o estancamiento de agua (fábricas-b de tipo estriada, impregnaciones, revestimientos, alta meteorización de minerales y materia orgánica, etc.). Moderada/ baja morfogénesis promovida por la ausencia de pendiente y la lejanía del sondeo respecto a la pluma de sedimentación eólica del sector superior del cerro. Macroscópicamente se registra un horizonte AC-Cg.

### 3.5. Mineralogía

La Tabla 8.4. y la Figura 8.8. resumen las frecuencias relativas de los minerales registrados en las secciones delgadas. De estos datos se desprende que, en todos los casos, más del 50% de las partículas son fragmentos líticos. Entre éstos predominan ampliamente las rocas sedimentarias que se corresponden con la arenisca del alero. La fracción clástica de las misma está representada por rocas volcánicas (muchas de ellas con presencia de óxidos), glauconita y componentes monominerales; mientras que el cemento se compone de agregados de zeolita prismática corta, en menor medida zeolita de hábito prismático largo y otros (escasos) minerales silíceos indeterminados. Los otros fragmentos de roca representados

parecen los componentes de la fracción clástica de la arenisca que una vez que se meteoriza (disolución del cemento) libera aquellos componentes.

|                       | S1 (cm) | S2 (cm) |       | S3 (cm) |       | S4 (cm) |       |
|-----------------------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                       | 12-24   | 11-25   | 40-53 | 14-26   | 45-58 | 18-30   | 44-56 |
| Líticos               | 50,4    | 73,2    | 68,7  | 83,7    | 74,6  | 71,0    | 61,2  |
| Nódulos ox. Fe/Mn     | 15,0    | 7,8     | 7,6   | 7,2     | 10,2  | 14,5    | 13,3  |
| Feldespatos potásicos | 11,0    | 5,2     | 7,6   | 2,4     | 4,0   | 6,1     | 9,2   |
| Anfiboles             | 7,1     | 7,2     | 9,0   | 1,9     | 4,0   | 5,3     | 9,2   |
| Opacos                | 12,6    | 2,6     | 3,3   | 4,3     | 5,6   | 0,8     | 4,1   |
| Piroxenos             | 1,6     | 1,3     | 2,4   | 0,5     | 1,1   | 0,8     | 0,0   |
| Plagioclasas          | 0,0     | 2,6     | 0,0   | 0,0     | 0,6   | 0,8     | 0,0   |
| Glauconita            | 2,4     | 0,0     | 0,5   | 0,0     | 0,0   | 0,0     | 1,0   |
| Cuarzo                | 0,0     | 0,0     | 0,5   | 0,0     | 0,0   | 0,0     | 1,0   |
| Epidoto               | 0,0     | 0,0     | 0,5   | 0,0     | 0,0   | 0,8     | 0,0   |
| Fitolitos             | 0,0     | 0,0     | 0,0   | 0,0     | 0,0   | 0,0     | 1,0   |
| Tinciones ox. Fe/Mn   | x       | x       | x     | x       | xx    | xxx     | xxx   |
| Zeolitas              | xxx     | xxx     | xxx   | xxx     | xxx   | xxx     | xxx   |

**Tabla 8.4.** Porcentajes de los distintos minerales registrados en las láminas delgadas.

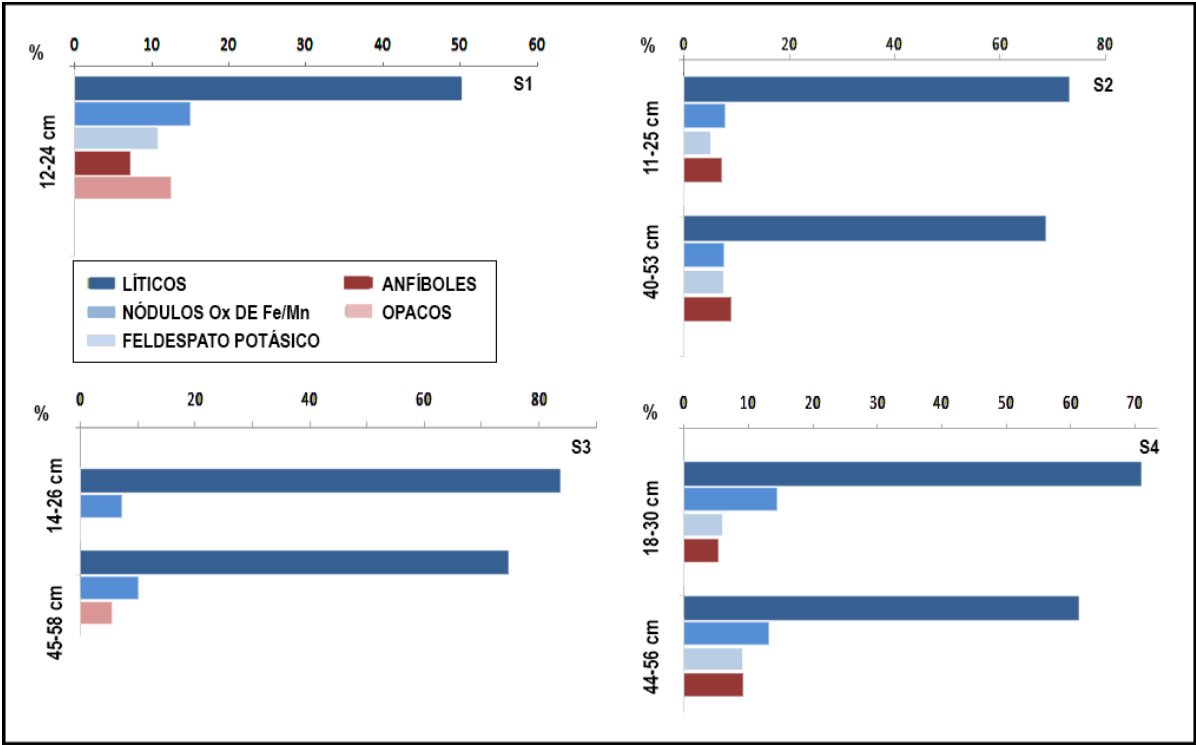


**Figura 8.8.** Representación gráfica de las frecuencias relativas de minerales más representados (>5%).



Entre los líticos también se encuentran rocas volcánicas, muchas de las cuales probablemente fueron parte de la arenisca y que, tras procesos de disolución del cemento zeolítico, quedaron liberadas en la matriz del suelo. Siguen en el orden de representación mineralógica, aunque con frecuencias menores al 15%, los óxidos de Fe/Mn (en forma de nódulos), los feldespatos potásicos y los anfíboles. Minoritariamente se han podido reconocer minerales opacos, piroxenos, plagioclasas, glauconita, cuarzo y epidoto, entre algunos otros.

No existen cambios significativos a nivel vertical y entre las muestras provenientes de los distintos sondeos tampoco se observa grandes contrastes, más allá de una mayor frecuencia de líticos en S3. La abundancia de minerales de rápida alteración y la escasa presencia de granos de cuarzo indica un perfil mineralógico de poca madurez (Pettijohn 1993).

### **3.6. Por lo tanto...**

En términos generales, el estudio micromorfológico es consistente con las observaciones macroscópicas en tanto que muestra perfiles de suelo poco desarrollados. Asimismo, la evaluación de las propiedades microscópicas destaca una gran proporción de materia orgánica, incluso hasta profundidades que alcanzan los ~50 cm. Los procesos de sedimentación coluvial y eólica se encuentran muy claramente representados en las láminas, mientras que el registro de delgados revestimientos de arcilla límpida estaría indicando procesos de iluviación moderados, tal vez de carácter estacional (Texier y Meireles 2003). La cuantificación mineralógica de las muestras analizadas no señala cambios verticales ni horizontales en las frecuencias y grupos mineralógicos. Esto equivale a decir que no hubo grandes cambios en la fuente de sedimentación.

## **4. Estudios granulométricos**

La Tabla 8.5. y Figura 8.9. reúnen la información granulométrica de S1, S2, S3 y S8<sup>2</sup>. A partir de estos datos se observa que las medias y modas de la distribución se ubican en la fracción arena muy fina/ arena fina. En S2 se observan distribuciones bimodales en las

---

<sup>2</sup> Para los estudios de precisión con sedígrafo se submuestrearon los perfiles ya que todos están en igual situación geomorfológica, con pocas variaciones topográficas, hecho que vuelve redundante el resultado granulométrico.

fracciones de arena media y arena muy fina. Más allá de estos parámetros medios, el conjunto de las muestras varía entre arena gruesa y limo grueso, con texturas que oscilan entre las franco arenosas y areno francas. Podría señalarse que S8 exhibe granulometrías algo más finas que el resto. No existen tendencias claras respecto a cambios verticales, aunque en términos muy generales se podría decir que existe cierta disminución granulométrica en profundidad. Los porcentajes de arcilla oscilan entre 1,55-8,23%, es decir, son muy bajos. En los distintos perfiles se observa que esta fracción aumenta en profundidad y es levemente mayor en S2.

| Sondeo      | Granulometría (φ) |                 |           |         |           |        |          |        | % Arcilla | Textura |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------|---------|-----------|--------|----------|--------|-----------|---------|
|             | media             | moda            | selección |         | asimetría |        | curtosis |        |           |         |
| S1-1        | 1,78              | 0,50            | 2,21      | m/pobre | 0,23      | +      | 1,01     | meso.  | 1,6       | A-F     |
| S1-2        | 3,03              | 1,00            | 2,32      | m/pobre | 0,09      | simet. | 0,76     | plati. | 3,77      | F-A     |
| S1-3        | 2,78              | 3,50            | 1,98      | pobre   | 0,06      | simet. | 1,07     | meso.  | 2,69      | F-A     |
| S1-4        | 3,52              | 4,00            | 2,07      | m/pobre | 0,00      | simet. | 1,12     | lepto. | 5,01      | F-A     |
| $\tilde{x}$ | 2,78<br>a. m/fina | 2,25<br>a. fina | 2,14      | m/pobre | 0,10      | +      | 0,99     | meso.  | 3,27      | -       |
| S2-1        | 2,40              | 3,00            | 1,77      | pobre   | 0,05      | simet. | 1,00     | meso.  | 1,67      | A-F     |
| S2-2        | 2,98              | 1 / 3,5         | 2,15      | m/pobre | 0,02      | simet. | 0,99     | meso.  | 4,11      | F-A     |
| S2-3        | 2,97              | 1 / 4           | 2,35      | m/pobre | 0,14      | +      | 0,90     | plati. | 4,37      | F-A     |
| S2-4        | 3,15              | 1,50            | 2,54      | m/pobre | 0,56      | m/+    | 0,70     | plati. | 8,23      | F-A     |
| $\tilde{x}$ | 2,87<br>a. m/fina | 2,33<br>a. fina | 2,20      | m/pobre | 0,19      | +      | 0,90     | meso.  | 4,60      | -       |
| S3-1        | 2,73              | 1,00            | 2,17      | m/pobre | 0,24      | +      | 0,93     | meso.  | 3,97      | F-A     |
| S3-2        | 2,98              | 3,50            | 2,00      | pobre   | -0,05     | simet. | 1,03     | meso.  | 2,85      | F-A     |
| S3-3        | 2,40              | 1,50            | 2,18      | m/pobre | 0,56      | m/+    | 1,12     | lepto. | 4,15      | A-F     |
| $\tilde{x}$ | 2,70<br>a. m/fina | 2<br>a. fina    | 2,11      | m/pobre | 0,25      | +      | 1,03     | meso.  | 3,66      | -       |
| S8-1        | 2,20              | 3,50            | 2,00      | pobre   | -0,03     | simet. | 1,06     | meso.  | 1,55      | A-F     |
| S8-2        | 3,93              | 4,50            | 2,21      | m/pobre | -0,03     | simet. | 0,99     | meso.  | 6,23      | F-Ar    |
| $\tilde{x}$ | 3,07<br>a. m/fina | 4<br>a. m/fina  | 2,10      | m/pobre | -0,03     | simet. | 1,03     | meso.  | 3,89      | -       |

**Tabla 8.5.** Análisis granulométricos y parámetros estadísticos (Folk y Ward 1957). La textura fue calculada por proporciones de arena, limo y arcilla (Figura 8.9.), a diferencia de la textura al tacto descripta en la Tabla 8.3. a. = arena; m/ = muy; simet. = simétrica; - = negativo; + = positivo; meso. = mesocúrtico; lepto. = leptocúrtico; plati. = platicúrtico; A-F = areno franco; F-A = franco arenoso; F-Ar = franco arcilloso.

Respecto al parámetro de selección, las muestras indican contextos de pobre a muy pobremente seleccionados, hecho que estaría indicando la actuación de varios agentes de sedimentación, agentes de baja selectividad, o bien, una mezcla de agentes de alta y baja selección. Sin embargo, cabe destacar que, a través del análisis micromorfológico descrito arriba, se registraron algunos casos con moderada a buena selección, por lo que este parámetro estadístico podría estar enmascarado. De hecho, la existencia de curvas leptocúrticas o agudas (S1-4, S3-3), son consistentes con poblaciones relativamente bien seleccionadas. Lejos de ser una incongruencia, la combinación de información cuantitativa y cualitativa, muestra un panorama que advierte acerca de las limitaciones de distintos métodos y cómo, de modo combinado, pueden superarse.

La asimetría indica curvas de positivas a simétricas (sólo S2-4 es muy positiva). Estos resultados estarían señalando poblaciones en las que predominan las fracciones finas. Por su lado, el cálculo de la curtosis o agudeza señala un predominio de curvas de meso a platicúrticas (o achatadas), correspondientes a poblaciones en las que habría actuado más de una agente de sedimentación. La bimodalidad señalada en S2 también estaría apoyando esta idea de varios procesos actuando conjuntamente. Ni la selección, ni la asimetría ni la curtosis señalan tendencias inter o intra-sondeo.

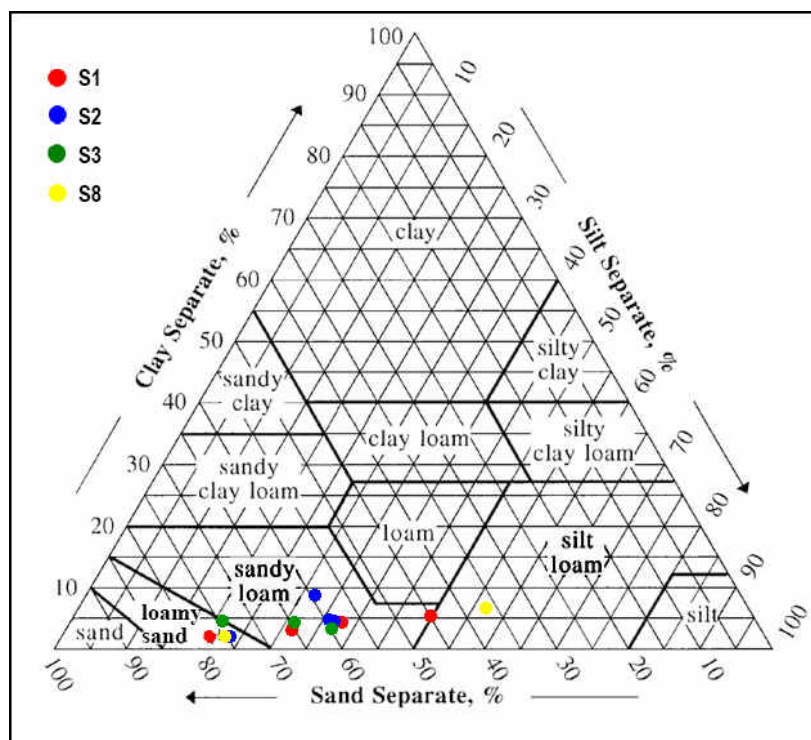


**Figura 8.9.** Triángulo textural correspondiente a las muestras de S1, S2, S3 y S8.

La cuantificación de grava (Figura 8.10.) realizada en todos los sondeos, indica proporciones que oscilan entre 1,5-21, 8%, sin tendencias verticales intra-sondeo, pero con claras diferencias entre los mismos. Por caso, S1 y S8 (ubicados en el mismo flanco del cerro, en el talud superior y medio, respectivamente) presentan las mayores proporciones de grava. Paralelamente, sondeos como S2 presentan frecuencias muy variables (de 1,5 a 19,9%), mientras que el resto de los casos (S3, S4, S5, S6 y S7) muestran frecuencias menores al 13%.

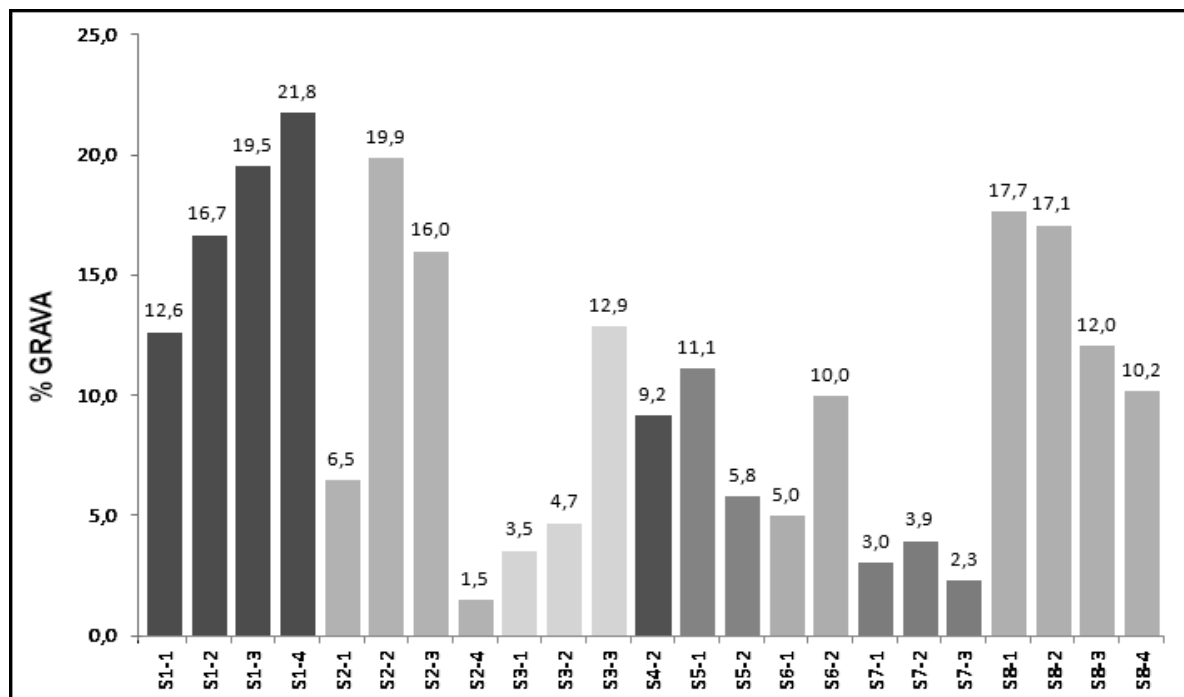


**Figura 8.10.** Proporciones relativas de grava por sondeo (donde “1” indica la muestra más superficial). Las muestras S4-1, S4-3, S5-3 y S7-3 no pudieron ser procesadas debido a su alto grado de agregación que no permitió su separación con mortero blando.

Finalmente, resta mencionar que durante las excavaciones en S1, S2, S3 y S8 se han hallado grandes bloques pertenecientes a la arenisca del cerro, de morfologías tabulares (Figura 8.11). Sus dimensiones superan los 25 cm de largo y se hallan entre los 40 y 50 cm de profundidad en S1, S2 y S3 y a los 90-100 cm en S8. La posición de estos bloques en relación a los otros parámetros granulométricos será retomada en el capítulo 9 para discutir la antigua línea de goteo del alero.



**Figura 8.11.** Bloques registrados en los distintos sondeos y detalle del contraste sedimentológico subyacente en S2, ver Tabla 8.5., las diferencias entre las muestras “S2-3” y “S2-4” (Ozán *et al.* 2015b).

## 5. Geoquímica

Los porcentajes de carbonatos oscilan entre 0-3.1% y, en términos generales, el pH es levemente ácido. Sin embargo, este último varía de 4.8 (horizonte A de S1) a 9.2 (arcillas del intermareal de S4) (Tabla 8.6.). La incorporación de excremento de oveja sobre la superficie podría ser en gran parte responsable de los pH ácidos de los niveles superficiales, mientras los carbonatos de origen marino y otras sales de los niveles más profundos de los sondeos en cotas bajas serían los causantes de pH más elevados.

|      | pH   | %CaCO <sub>3</sub> |      | pH   | %CaCO <sub>3</sub> |
|------|------|--------------------|------|------|--------------------|
| S1-1 | 4,81 | 0,4                | S3-2 | 6,5  | 0,2                |
| S1-2 | 5,15 | 0,0                | S3-3 | 6,74 | 0,4                |
| S1-3 | 6,33 | 1,5                | S4-1 | 8,29 | 2,0                |
| S1-4 | 6,62 | 1,6                | S4-2 | 7,71 | 1,7                |
| S2-1 | 5,36 | 0,0                | S4-3 | 9,16 | 3,1                |
| S2-2 | 6,43 | 0,6                | S8-1 | 5,6  | 1,8                |
| S2-3 | 7,16 | 0,8                | S8-2 | 5,76 | 1,6                |
| S2-4 | 7,18 | 1,9                | S8-3 | 7,29 | 0,7                |
| S3-1 | 5,36 | 0,6                | S8-4 | 7,6  | 1,7                |

**Tabla 8.6.** Valores de pH y porcentajes de carbonatos.

En este contexto, debe tenerse en cuenta que las características paleoquímicas podrían haber sido muy diferentes a las actuales (Karkanas 2010) ya que la presencia de ovejas y la construcción del canal artificial (posterior a la década del '70) que condicionan los niveles de pH y la humedad constituyen circunstancias modernas.

## **6. Registro arqueológico**

En los próximos apartados se describen, desde un punto de vista tafonómico, el registro lítico y óseo (Ozán *et al.* 2015b). Adicionalmente, se presenta un análisis de los componentes antropogénicos registrados en las secciones delgadas, también desde una mirada tafonómica.

### **6.1. Registro lítico**

Se recuperaron 453 artefactos entre los sondeos S1, S2, S4 y S8 (el resto de los sondeos no entregó material lítico). La clase artefactual dominante es la de los desechos, y dentro de los instrumentos se identificaron raederas, muescas, raspadores, denticulados, artefactos bifaciales, filos retocados, un cepillo, una cuña, un percutor y un yunque; también se recuperaron algunos núcleos explotados mediante técnica bipolar. En conjunto, predominan los últimos estadios de formatización y una manufactura expeditiva (Borrazzo 2013b).

Las materias primas más frecuentes son las rocas silicificadas y riolíticas, seguidas por lutitas, rocas basálticas (algunas con fenocristales), cuarzo y toba riolítica y silicificada del tipo Miraflores (Borrazzo 2013b). Escasamente representado se encuentra xilópalo, rocas milonitizadas, jaspe, ópalo y rocas melanocráticas probablemente utilizadas para la manufactura de bolas (Borrazzo 2013b; Borrazzo y Etchichury 2013).

En la Figura 8.12. se grafican, en frecuencias absolutas, las distribuciones verticales del material lítico por sondeo. En S1 y S2 la máxima frecuencia (enteramente representada por desechos) coincide con la presencia de un horizonte Ab, justo por encima de los bloques de arenisca del alero (Figura 8.3.). De modo semejante, en S4, la mayor frecuencia de material lítico (mayormente desechos y escasos instrumentos y núcleos) coincide con el horizonte A del perfil de suelo actual. En S8 se registran frecuencias máximas de artefactos (mayormente desechos y escasos instrumentos y núcleos) en los horizontes AC y C3, por arriba del evento de caída de bloques.

La Tabla 8.7. presenta la distribución vertical de los tamaños de los artefactos. A partir de estos datos puede observarse que no existe una tendencia clara al respecto. En S1 los

artefactos no superan los 3 cm a lo largo de todo el perfil y en S2 existe un predominio de desechos menores a 2 cm. En S4, entre los 10-30 cm, se observa una mayor variabilidad en los tamaños (horizonte A) aunque los artefactos menores a los 3 cm siguen constituyendo la mayor parte del conjunto. El caso de S8 también muestra mayor variedad de tamaños a lo largo del perfil, con dimensiones que alcanzan los 6 cm.

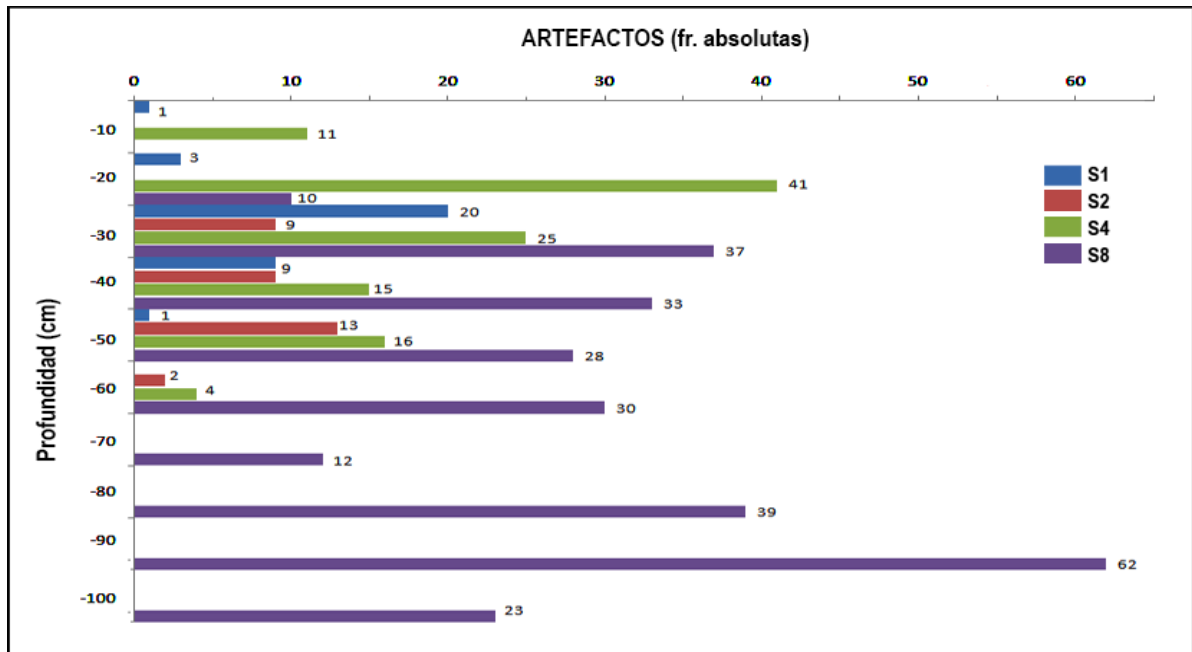


**Figura 8.12.** Distribución vertical de frecuencias absolutas de artefactos líticos por sondeo.

| Sondeo<br>(cm) | % Rango de tamaño (cm) |     |     |    |    |    | Sondeo<br>(cm) | % Rango de tamaño (cm) |    |    |    |    |    |
|----------------|------------------------|-----|-----|----|----|----|----------------|------------------------|----|----|----|----|----|
|                | <1                     | <2  | <3  | <4 | <5 | <6 |                | <1                     | <2 | <3 | <4 | <5 | <6 |
| -10            | -                      | -   | 100 | -  | -  | -  | -40            | 20                     | 53 | 27 | -  | -  | -  |
| -20            | 100                    | -   | -   | -  | -  | -  | S4 -50         | 13                     | 63 | 25 | -  | -  | -  |
| S1 -30         | 65                     | 35  | -   | -  | -  | -  | -60            | 25                     | 50 | 25 | -  | -  | -  |
| -40            | 44                     | 56  | -   | -  | -  | -  | -20            | 30                     | 50 | -  | 20 | -  | -  |
| -50            | -                      | 100 | -   | -  | -  | -  | -30            | 65                     | 24 | 3  | 5  | -  | 3  |
| -30            | 89                     | 11  | -   | -  | -  | -  | -40            | 82                     | 18 | -  | -  | -  | -  |
| S2 -40         | 67                     | 22  | -   | -  | 11 | -  | -50            | 57                     | 32 | 7  | -  | 4  | -  |
| -50            | 69                     | 24  | -   | 8  | -  | -  | S8 -60         | 40                     | 50 | 3  | -  | 3  | 3  |
| -60            | 100                    | -   | -   | -  | -  | -  | -70            | -                      | 58 | 17 | 17 | -  | 8  |
| -10            | 55                     | 45  | -   | -  | -  | -  | -80            | 36                     | 44 | 15 | 3  | 3  | -  |
| S4 -20         | 24                     | 46  | 22  | 2  | 2  | 2  | -90            | 39                     | 42 | 13 | 5  | 2  | -  |
| -30            | 20                     | 48  | 20  | 8  | 4  | -  | 100            | 17                     | 48 | 17 | 4  | -  | -  |

**Tabla 8.7.** Frecuencias relativas de la distribución vertical de tamaños (cm) de artefactos líticos (porcentajes fueron redondeados a números enteros; modificado de Ozán *et al.* 2015b:Tabla 2).



En términos generales, la abrasión del conjunto lítico es baja y no parece distribuirse de manera pautada estratigráficamente en ninguno de los sondeos. El caso de S4 destaca por tener un 26,8% del conjunto con algún grado de abrasión (W1 y en menor medida W2 *sensu* Borrazzo 2006). En S8 sólo hay 2 piezas con W1 (a 10-20 cm). La precipitación de sales ocurre en pocos artefactos y su cobertura es muy poco extensa y discontinua, sólo se da en un 3,6% de la muestra de S4 (este dato es consistente con los mayores porcentajes de carbonatos de este sondeo; Tabla 8.6). En suma, pese a que estas alteraciones de superficie son en general bajas, S4 muestra algunas frecuencias distintivas.

Respecto al grado de fragmentación del conjunto (Tabla 8.8.), S1 muestra que los niveles con mayor proporción de artefactos fragmentados coinciden con los horizontes A y C3. El caso de S2 muestra que el grado de fragmentación se mantiene más o menos constante a lo largo del perfil, con un leve aumento coincidente con el horizonte Ab. En S4 la fragmentación aumenta con la profundidad, presentando un incremento en Cg, y en S8 se mantiene constante (sondeo que además presenta las frecuencias más altas).

| Prof.<br>(cm) | Fragmentación |     |    |     |    |     |    |     |
|---------------|---------------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
|               | S1            |     | S2 |     | S4 |     | S8 |     |
|               | %             | abs | %  | abs | %  | abs | %  | abs |
| -10           | 100           | 1   | -  | -   | 30 | 3   | -  | -   |
| -20           | 0             | 0   | -  | -   | 30 | 13  | 70 | 7   |
| -30           | 70            | 14  | 40 | 4   | 50 | 12  | 70 | 26  |
| -40           | 30            | 3   | 60 | 5   | 60 | 9   | 60 | 21  |
| -50           | 100           | 1   | 50 | 6   | 60 | 9   | 70 | 19  |
| -60           | -             | -   | 50 | 1   | 80 | 3   | 60 | 17  |
| -70           | -             | -   | -  | -   | -  | -   | 40 | 5   |
| -80           | -             | -   | -  | -   | -  | -   | 60 | 24  |
| -90           | -             | -   | -  | -   | -  | -   | 60 | 40  |
| -100          | -             | -   | -  | -   | -  | -   | 50 | 12  |
| Total         | 56            | 19  | 48 | 16  | 44 | 49  | 62 | 171 |

**Tabla 8.8.** Distribución vertical de la frecuencia relativa (%) y absoluta (abs) de artefactos fragmentados (modificado de Ozán *et al.* 2015b:Tabla 3).

Los hallazgos aislados en superficie (n=10; ver ubicación en Figura 8.2.) se encuentran en cotas altas, mayormente fragmentados (7/10) y presentan dimensiones superiores a las registradas en estratigrafía. Ninguno de los artefactos es menor a los 30 mm y alcanzan los 80 mm.

## 6.2. Registro óseo

En los sondeos S1, S2, S4, S7 y S8 se recuperó un NISP de 314. Los *taxa* más representados son guanaco, roedor, ave y oveja. Luego se hallaron algunos huesos de zorro gris y pinnípedo (Figura 8.13.). Los restos de oveja y zorro gris no siempre fueron encontrados en los primeros centímetros, por caso en S8 se registró a los 20 cm un hueso carpiano entero de oveja y a los 80 cm un atlas entero de zorro gris (Borrero 2014). La abundancia de huesos de roedores en todos los niveles, las marcas de aquellos sobre la superficie de los huesos (Tabla 8.10.) y el registro de cuevas durante las excavaciones, sugieren que la acción de esos pequeños mamíferos podría estar implicada en las migraciones registradas (Figura 8.14.). Los huesos de ovejas encontrados a hasta los 20 cm también podría ser consecuencia del pisoteo de ganado y humano, de hecho la forma y tamaño de los huesos carpeanos son proclives al enterramiento (Borrero 2007; Eren *et al.* 2010; Thiébaud *et al.* 2010). En la Figura 8.15. se grafican las distribuciones verticales del NISP.

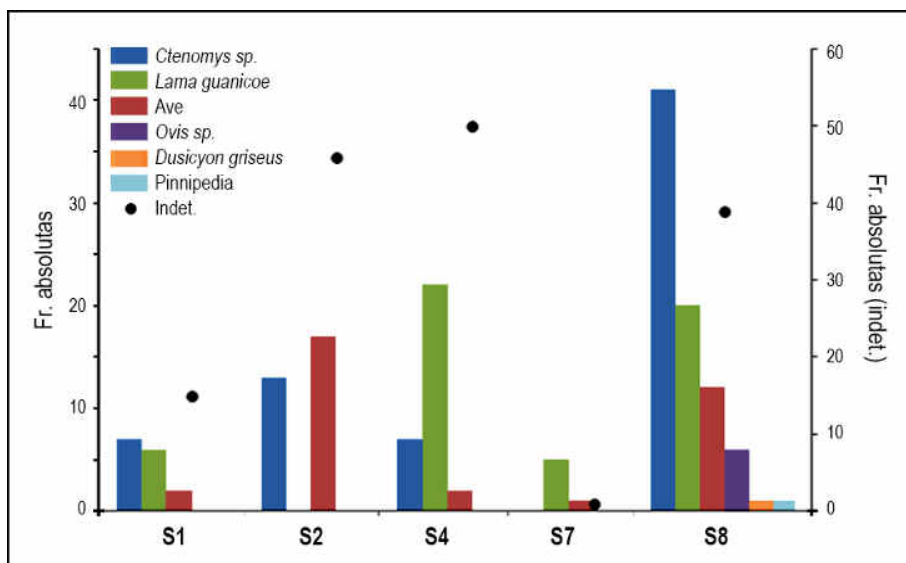


**Figura 8.13.** Frecuencias absolutas del NISP de los *taxa* registrados en cada sondeo.



**Figura 8.14.** Izquierda: hoyos de unos 15 cm de diámetro, excavados por roedores (*Ctenomys sp.*). Derecha: cueva de *Ctenomys* activa (S8, a 90 cm).

En términos generales, entre los casos en los que se pudo determinar, los grados de meteorización muestran un predominio de los grados bajos (0 y 1) y no parece existir ninguna tendencia en función de la profundidad (Tabla 8.9.). Los valores de pH (Tabla 6) no parecen estar imponiendo un sesgo de conservación diferencial del conjunto, ya que niveles con alta frecuencia de material óseo se encuentran en contextos con pH bajos, que no favorecen la preservación, y viceversa (Berna *et al.* 2004).

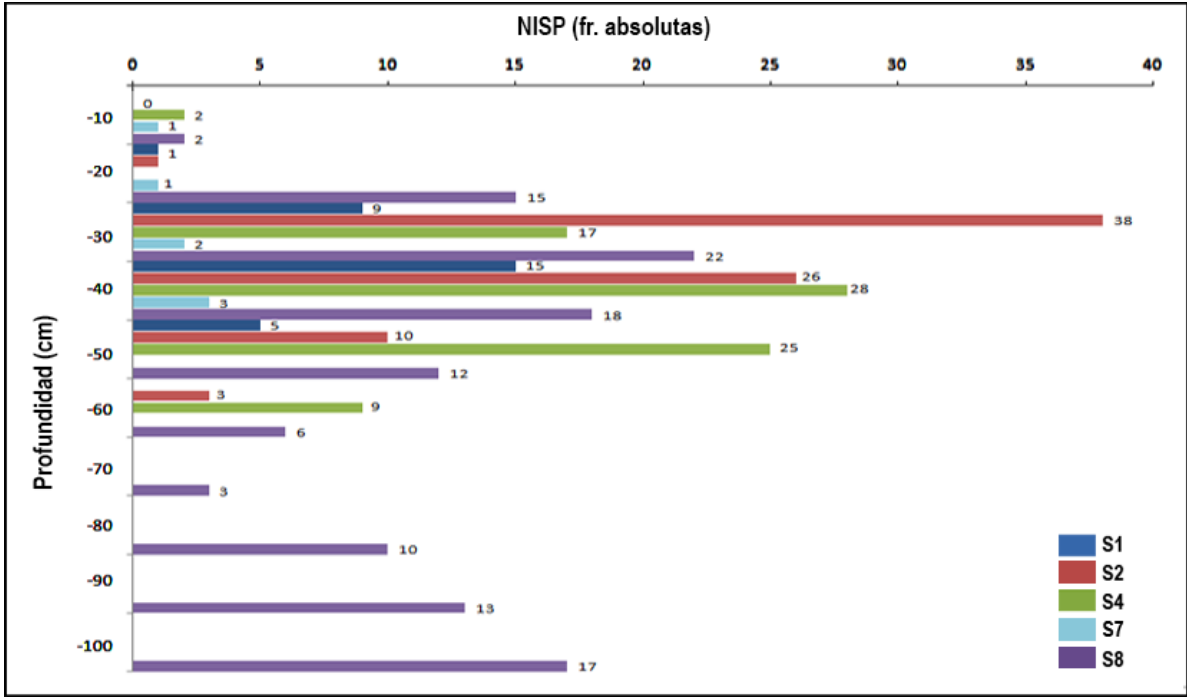


**Figura 8.15.** Distribución vertical de las frecuencias absolutas de NISP por sondeo. fr. = frecuencias.

| Prof.<br>(cm) | Grados de meteorización (W) |   |    |   |    |   |    |   |    |   |
|---------------|-----------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
|               | S1                          |   | S2 |   | S4 |   | S7 |   | S8 |   |
|               | 0                           | 1 | 2  | 1 | 0  | 1 | 0  | 1 | 0  | 1 |
| -10           | -                           | - | -  | - | -  | 1 | 1  | - | -  | - |
| -20           | -                           | - | -  | - | -  | - | -  | - | -  | - |
| -30           | -                           | - | -  | 1 | -  | - | -  | 1 | -  | - |
| -40           | 1                           | - | 1  | - | -  | - | -  | 3 | -  | - |
| -50           | 3                           | 1 | -  | - | 4  | 2 | -  | - | 2  | 1 |
| -60           | -                           | - | -  | - | -  | 1 | -  | - | -  | 1 |
| -70           | -                           | - | -  | - | -  | - | -  | - | -  | 1 |
| -80           | -                           | - | -  | - | -  | - | -  | - | 5  | - |
| -90           | -                           | - | -  | - | -  | - | -  | - | 1  | - |
| -100          | -                           | - | -  | - | -  | - | -  | - | 1  | 1 |

**Tabla 8.9.** Frecuencias absolutas de los grados de meteorización por sondeo y en profundidad (modificado de Ozán *et al.* 2015b:Tabla 4).

En la Tabla 8.10. se detallan las alteraciones naturales y antrópicas del material óseo en función de la profundidad. En general éstas no son abundantes y se concentran entre los 30-50 cm de profundidad. Entre las naturales destaca la ubicuidad de las marcas de roedores (en especial en S1 y S7) y la marcas de raíces (en especial en los niveles superiores de S4). Entre las marcas culturales predominan las fracturas, luego las alteraciones térmicas y algunas huellas de corte. Finalmente, el tamaño de los huesos de acuerdo a su posición en la pendiente y su profundidad no muestran ningún patrón.

| Alteraciones     | Profundidad (cm)   |     |     |     |     |     |     |     |     |      | %    |
|------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
|                  | -10                | -20 | -30 | -40 | -50 | -60 | -70 | -80 | -90 | -100 |      |
| S1               | radículas          |     |     |     | 1   |     |     |     |     |      | 3,3  |
|                  | roedor             |     |     | 3   | 4   |     |     |     |     |      | 23,3 |
|                  | manganeso          |     |     |     | 1   |     |     |     |     |      | 3,3  |
|                  | fractura antrópica |     |     | 1   | 2   |     |     |     |     |      | 10   |
| S2               | radículas          |     |     | 1   |     |     |     | 1   |     |      | 2,6  |
|                  | roedor             |     |     | 1   |     |     |     |     |     |      | 1,3  |
|                  | manganeso          |     |     |     | 1   |     |     |     |     |      | 1,3  |
| S4               | radículas          |     |     | 1   | 3   | 9   |     |     |     |      | 16   |
|                  | roedor             |     |     |     | 2   | 1   |     |     |     |      | 3,7  |
|                  | alteración térmica |     |     |     | 1   | 1   |     |     |     |      | 6,2  |
|                  | fractura antrópica |     |     |     | 1   | 2   |     |     |     |      |      |
| S7               | roedor             |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |      | 28,6 |
|                  | fractura antrópica |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |      | 28,6 |
| S8               | roedor             |     |     |     |     | 2   | 2   | 1   | 3   | 3    | 9,3  |
|                  | alteración térmica |     |     | 2   | 2   |     |     |     | 1   |      |      |
|                  | huellas            |     |     |     |     | 1   |     |     | 1   |      | 11,9 |
|                  | fractura antrópica |     |     | 1   |     | 2   |     |     | 2   | 1    | 1    |
| TOTAL (absoluto) |                    | 0   | 2   | 8   | 13  | 27  | 2   | 2   | 7   | 1    | 4    |

**Tabla 8.10.** Distribución vertical de las frecuencias absolutas de alteraciones naturales y antrópicas (sombreado) por sondeo. % = porcentaje que representan las alteraciones naturales y antrópicas en el conjunto total de huesos (modificado de Ozán *et al.* 2015b:Tabla 5).

### 6.3. Componentes antropogénicos en secciones delgadas

A partir de las láminas delgadas procesadas para los análisis micromorfológicos y mineralógicos, se procedió al conteo de los componentes antropogénicos para su caracterización microtafonomica. En seis de las siete láminas se registraron fragmentos óseo y sólo en dos (S1 12-24 cm y S2 40-53 cm) también pequeños carbones (Figura 8.16. y Tabla 8.11.).



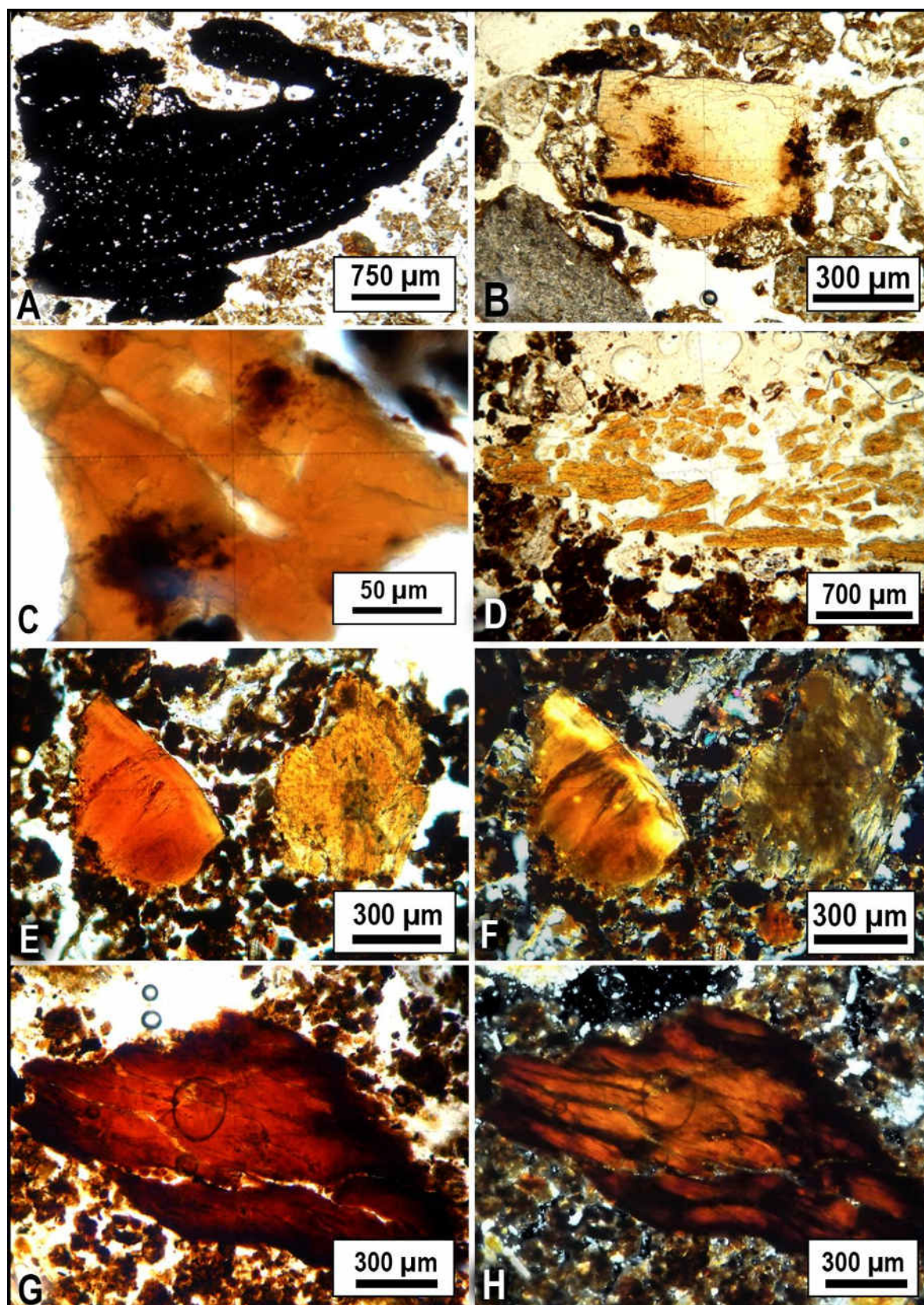


**Figura 8.16.** Microfotografías de componentes antropogénicos. A- Fragmento de carbón subangular con buena preservación histológica (PPL; S1 12-24 cm). B- Fragmento óseo subangular/angular con óxido de Mn y fracturas (PPL; S1 12-24 cm). C- Fragmento óseo subredondeado con óxido de Mn y

fracturas (PPL; S2 11-25 cm). D- Resto óseo altamente fragmentado/ desintegrado *in situ* (PPL; S4 44-56 cm). E y F- Dos fragmentos óseos con distinto grado de meteorización (PPL y XPL respectivamente; S4 18-30 cm). G y H- Fragmento óseo redondeado y alterado térmicamente (PPL y XPL respectivamente; S4 18-30 cm).

|             | Material |        | Grado de meteorización <sup>1</sup> |   |   |    | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|----------|--------|-------------------------------------|---|---|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | óseo     | carbón | 0                                   | 1 | 2 | 3  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| S1 12-24cm  | 10       | 5      | 0                                   | 0 | 3 | 7  | Fragmentos óseos de 200-700 µm, predominio de posición horizontal, precipitación de óxidos de Mn, rajaduras, recristalizaciones. Carbones de 200-5000 µm, buena preservación histológica, pseudomorfos de óxido de Fe/Mn.                                  |
| TOTAL S1    | 10       | 5      |                                     |   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| S2 11-25cm  | 11       | 0      | 0                                   | 0 | 4 | 7  | Lámina superior: fragmentos óseos de 125-2500 µm, fracturas longitudinales, precipitación de óxido de Mn, un fragmento posiblemente quemado. Posiciones de estabilidad. Lámina inferior: fragmentos óseos de 125-400 µm (mayor fragmentación), disolución. |
| S2 40-53cm  | 16       | 1      | 0                                   | 0 | 0 | 16 |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| TOTAL S2    | 27       | 0      |                                     |   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| S3 14-26cm* | 2        | 0      | 0                                   | 0 | 0 | 2  | Fragmentos óseos de 150-200 µm, recristalizaciones.                                                                                                                                                                                                        |
| TOTAL S3    | 2        | 0      |                                     |   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| S4 18-30cm  | 40       | 0      | 0                                   | 0 | 6 | 34 | Lámina superior: fragmentos óseos de 100-1500 µm, posición de estabilidad, recristalizaciones, óxidos de Mn, craquelados. Algunos muestras alteraciones térmicas. Lámina inferior: fragmentos óseos de 300-1200 µm, estabilidad, craquelados.              |
| S4 44-56cm  | 18       | 0      | 0                                   | 0 | 9 | 9  |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| TOTAL S4    | 58       | 0      |                                     |   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                            |

**Tabla 8.11.** Frecuencias absolutas del micro-registro arqueológico en las secciones delgadas. <sup>1</sup> Los grados de meteorización sólo aplican para los fragmentos óseos. \* = sondeo por fuera del área de concentración de materiales arqueológicos, en la lámina delgada subyacente de S3 no se observan fragmentos óseos.

El caso de S4 se destaca marcadamente por la alta frecuencia de restos óseos, con tamaños variables (100-1500 µm) y generalmente mala preservación, hecho que se repite en el resto de las muestras. Cabe señalar la presencia de fragmentos con distintos grados de meteorización, ubicados en el mismo sector (Figura 8.16.E y F), indicando una mezcla de historias tafonómicas. Los procesos responsables de la destrucción de este micro-registro óseo son tanto químicos como físicos, que van disolviendo, redondeando y fragmentando el material. Los dos fragmentos de S3 (ubicado fuera del sitio), de dimensiones muy pequeñas, parecen haber sido incorporados a la matriz por procesos no antrópicos.

## 7. El material superficial: las transectas en pendiente

Tal como fue explicitado en el capítulo 5, se realizaron 12 transectas perpendiculares a la pendiente, distribuidas en cuatro flancos del cerro (ver arriba Figura 8.3.). A lo largo de éstas transectas de unos 25 metros de largo, se registró la frecuencia, tamaño, forma y orientación de los guijarros naturales desprendidos del alero.

La Tabla 8.12. indica que, en todos los casos, la frecuencia de clastos disminuye con la pendiente (menos clastos al pie del talud, pendiente 0°). Las formas de los guijarros son subesféricas y sus tamaños son en general menores a los 10 cm<sup>2</sup>.

|                       |                      | Guijarros        |                                           |                                  |                                    |                                  |                                 |               |
|-----------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Transectas<br>(25 m)  | Cobertura<br>vegetal | Fr.<br>absolutas | % Fr. relativa por rango de tamaño y peso |                                  |                                    |                                  | Promedio<br>eje menor/<br>mayor |               |
|                       |                      |                  | 0,25-10 cm <sup>2</sup><br>0,4-16 gr.     | <40 cm <sup>2</sup><br>17-63 gr. | <100 cm <sup>2</sup><br>64-157 gr. | <250 cm <sup>2</sup><br><392 gr. |                                 |               |
| T1                    | <i>a</i>             | 80-100%          | 22                                        | 18                               | 27                                 | 36                               | 18                              | 0,8 (DE=0,19) |
| 17-0°                 | <i>m</i>             | 100%             | 1                                         | 0                                | 100                                | 0                                | 0                               | 0,5           |
|                       | <i>b</i>             | 100%             | 0                                         | 0                                | 0                                  | 0                                | 0                               | —             |
| T2                    | <i>a</i>             | 0-20%            | 106                                       | *88                              | 8                                  | 3                                | 1                               | 0,9 (DE=0,18) |
| 15-0°                 | <i>m</i>             | 70-100%          | 42                                        | 31                               | 29                                 | 26                               | 14                              | 0,8 (DE=0,19) |
|                       | <i>b</i>             | 100%             | 3                                         | 0                                | 67                                 | 33                               | 0                               | 0,8 (DE=0,10) |
| T3                    | <i>a</i>             | 20-100%          | 36                                        | *69                              | 14                                 | 14                               | 3                               | 0,8 (DE=0,16) |
| 22-0°                 | <i>m</i>             | 100%             | 25                                        | 44                               | 36                                 | 20                               | 0                               | 0,8 (DE=0,17) |
|                       | <i>b</i>             | 100%             | 1                                         | 100                              | 0                                  | 0                                | 0                               | 1             |
| T4                    | <i>a</i>             | 0-100%           | 30                                        | *57                              | 30                                 | 10                               | 3                               | 0,8 (DE=0,18) |
| 12-0°                 | <i>m</i>             | 5-100%           | 21                                        | *38                              | 33                                 | 19                               | 10                              | 0,8 (DE=0,2)  |
|                       | <i>b</i>             | 100%             | 8                                         | 50                               | 38                                 | 0                                | 13                              | 0,8 (DE=0,15) |
| TOTAL (fr. absolutas) |                      |                  | 275                                       | 166                              | 58                                 | 37                               | 14                              |               |

**Tabla 8.12.** Cuantificación de los guijarros de las transectas por segmento del talud: *a*, *m*, *b* = alto, medio, bajo, respectivamente. fr. = frecuencia; DE = desviación estándar; \* = abundante presencia de gravilla, <0,5 cm de largo, no cuantificable por unidad. Las bajas coberturas vegetales de T4 corresponden a senderos de ovejas. Los porcentajes fueron redondeados a números enteros y los pesos fueron estimados teóricamente a partir de un guijarro subesférico modelo (modificado de Ozán *et al.* 2015:Tabla 7).

A fin de ahondar en los procesos relacionados con la gravedad en la pendiente, se registraron las orientaciones de los guijarros (*e.g.* Bertran y Texier 1995; Bertran *et al.* 1997; Texier *et al.* 1998; Lenoble y Bertran 2004; Lenoble 2005). La Figura 8.17. muestra dicha orientación (o “fábrica” *sensu* Bertran *et al.* 1997) de acuerdo al sector de la pendiente. Para

esta cuantificación sólo se consideraron los casos de guijarros ovalados (con una relación entre el eje menor y mayor cercana a 0,5).

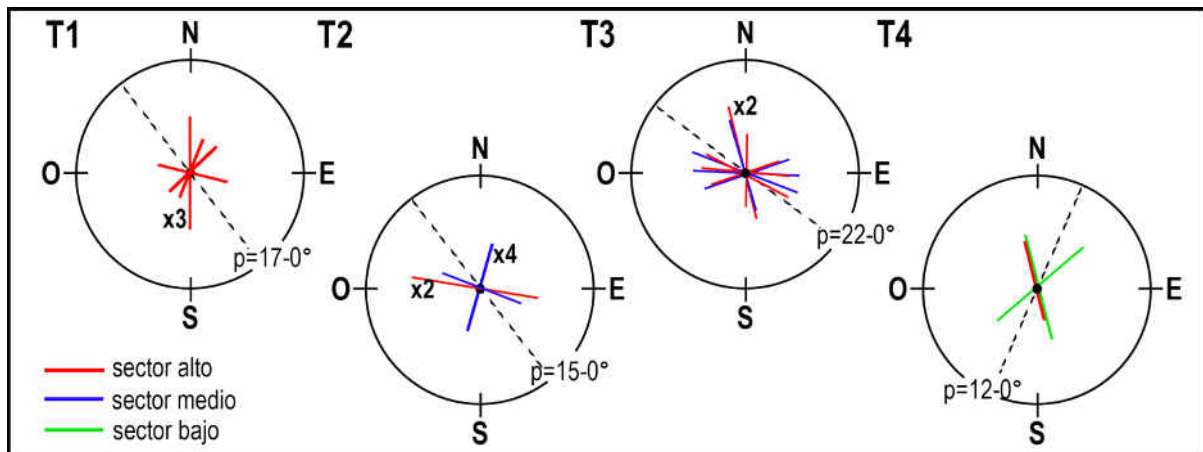


**Figura 8.17.** Orientación de los guijarros del sector alto, medio y bajo de cada flaco. La dirección de la pendiente se indica con una línea punteada y la letra “p”. x2, x3 y x4 señalan la cantidad de guijarros que hay en esa dirección (modificado de Ozán *et al.* 2015b:Figura 9).

En la transecta T1 prácticamente no se registraron guijarros en la cota media y baja. El caso de T2 muestra las frecuencias absolutas más altas, probablemente como consecuencia de la menor cobertura vegetal. En el sector alto y medio del talud de T2 predominan los guijarros menores a los 10 cm<sup>2</sup>. Los tamaños más pequeños y más grandes se encuentran ausentes en el sector bajo, que además sólo cuenta con tres casos. La transecta T3 se encuentra en la pendiente más pronunciada y la variación de frecuencias relativas por tamaño presenta un comportamiento similar a T2, esto es, los tamaños mayores están menos representados. Finalmente, en el caso de la transecta T4 se observa que en los sectores bajos del talud están representados prácticamente todos los tamaños de guijarros. Este hecho contrasta con los casos anteriores.

Tomadas todas las transectas conjuntamente, la orientación general de los guijarros (ovalados) respecto a la dirección de la pendiente es oblicua (Figura 8.17.). Sin embargo, en T3, predominan los guijarros con orientación subparalela a la pendiente, hecho que podría relacionarse con la mayor inclinación de esa pendiente respecto a las otras o la acción diferencial allí de otros agentes como el ganado.



## **PARTE III**

*Discusión y conclusiones*

### **CAPÍTULO 9**

*Discusión de casos*



## DISCUSIÓN DE CASOS

*“Whichever direction we move in, whether along the microscopic or the macroscopic pathway, we are going to be confronted with a palimpsest of some sort. What is different about these different sorts of palimpsest is their spatio-temporal scale and their resolution.”*

(Bailey 2007:210).

Este capítulo se organiza en tres secciones en las que se discuten los resultados presentados de MA2, TA y CSN a la luz de los objetivos generales y específicos establecidos. En cada caso se plantean apartados temáticos transversales a las distintas líneas de evidencia puestas en juego, comparando algunos aspectos entre los *loci* y con otros de la región (Figura 9.1.).

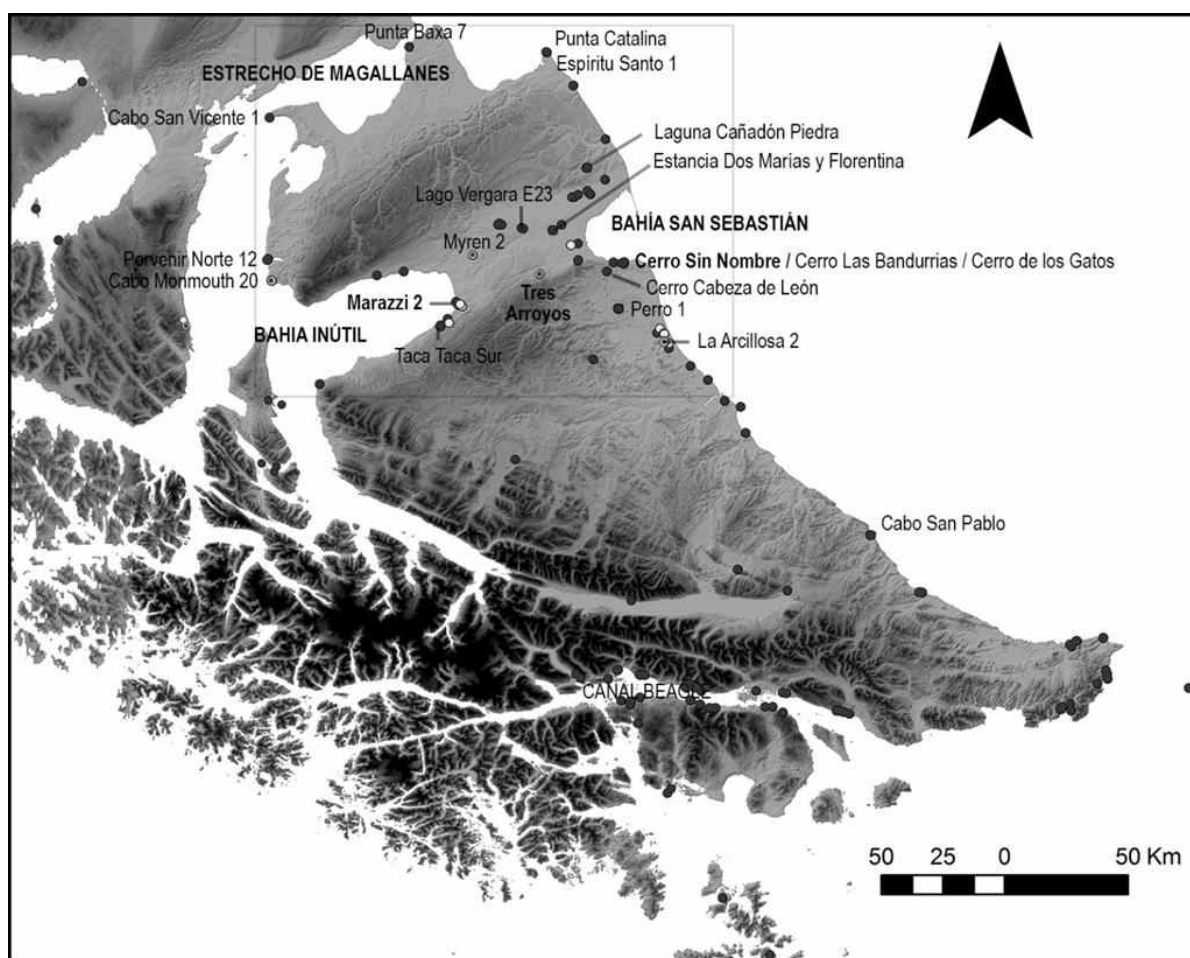


**Figura 9.1.** Mapa con los lugares mencionados a lo largo de este capítulo.

## 1. MARAZZI 2

### *Objetivos*

- ✓ Evaluar cómo los procesos naturales modifican las propiedades del registro arqueológico.
- ✓ Comprender la evolución de los factores del sistema ambiental y, en efecto, los escenarios que habitaron las poblaciones humanas pasadas.
- ✓ Analizar la estratigrafía y microestratigrafía de P1 y P2 para discutir procesos de formación e historia ocupacional.
- ✓ Buscar parámetros geoarqueológicos sensibles para reconocer el grado de modificación antrópica de los suelos y sedimentos.
- ✓ Explicar la distribución vertical del registro, considerando momentos, formas y agentes de depositación.

### 1.1. Suelos y geomorfología

En el capítulo 2 se ha señalado a través del concepto de catena o toposecuencia (*e.g.* Milne 1935; Birkeland 1999) la influencia de la topografía en la formación y desarrollo de los suelos. Esta idea también se desprende directamente de los factores formados del suelo, uno de los cuales es justamente la topografía (Jenny 1941; Fitzpatrick 1976). Pero la geomorfología comprende la topografía, y además, estudia la edad de la superficie<sup>1</sup> y la dinámica morfogenética y erosiva resultante de la acción de distintos agentes como el viento, el agua, el hielo, etc. En suma, los procesos geomorfológicos y el relieve o topografía (que además se influyen mutuamente) intervienen directamente en la formación y grado de desarrollo de los horizontes de un suelo, contenedores del registro arqueológico.

Este interjuego será más notable en paisajes geomorfológicamente más complejos y donde el desarrollo de un perfil de suelo es influenciado constantemente por la incorporación de sedimentos, como se registra en MA2. Aquí, donde las altitudes cambian en una escala espacial de decenas de metros (y con ellas la vegetación, el drenaje, la granulometría, etc.), es posible reconocer diferencias acentuadas en los perfiles de suelo en una micro-escala (Dincauze 2000). En efecto, es esperable que el material arqueológico depositado o redepositado en suelos ubicados en las distintas posiciones del paisaje tendrá historias tafonómicas distintas.

La Figura 9.2. ilustra con algunos ejemplos representativos de los perfiles estudiados, las variaciones edafológicas en función de la posición geomorfológica. Los casos de P1 y P2 serán tratados más abajo. De esto se desprende lo siguiente.

---

<sup>1</sup> En geomorfología, el tiempo de formación vuelve a 0 con el rejuvenecimiento causado por la dinámica erosiva.

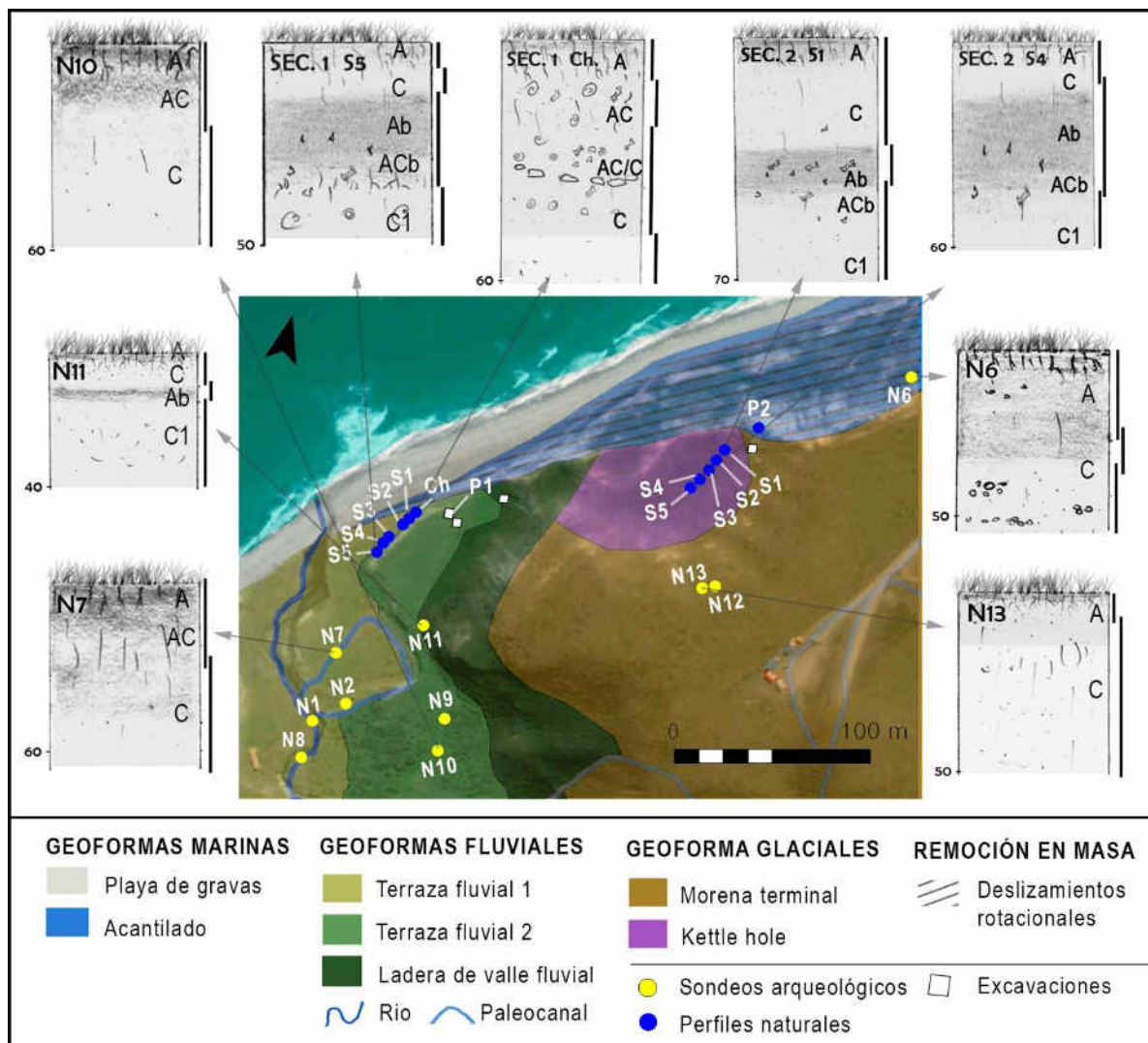


**Figura 9.2.** Fragmento de mapa geomorfológico (Figura 6.1., capítulo 6) con ejemplos de perfiles ubicados en distintas geoformas. N3, N4 y N5 están fuera del límite de este mapa, aledaños a N6.

1) *Los suelos de la terraza alta del río Torcido*, en la barranca que da hacia la playa de gravas (Sector 1 S1, S2, S3, S4 y S5), poseen un perfil A-C-Ab-ACb-C1, donde el horizonte Ab se encuentra a una profundidad de unos 10 cm. Adicionalmente, el perfil N11, ubicado en la misma terraza pero más hacia el sur, también presenta las mismas características.

El caso de Ch no presenta distinción de horizontes a nivel macroscópico (aunque sí a nivel micromorfológico), probablemente como consecuencia de la alta frecuencia de material arqueológico. En otras palabras, las poblaciones humanas, como agentes geomorfológicos y transformadores (Butzer 1986; Zárate 1994; Odling-Smee *et al.* 2003), estarían sobreponiendo una firma específica a la dinámica natural.

2) *Los suelos de la terraza baja del río Torcido* (N1, N2, N7, N8) muestran un perfil A-AC-C. Nuevamente, el motivo por el cual estos suelos no fueron sepultados, mientras que los otros ubicados en una cota más alta y más hacia el norte sí, parece tener su explicación en la geomorfología. Estos casos no sólo poseen una menor exposición eólica a los vientos del oeste, sino que se encuentran en una superficie geomorfológica más joven (las terrazas bajas son temporalmente posteriores a las altas), en donde los agentes sedimentarios y procesos pedogenéticos han tenido menos tiempo para actuar.

3) *Los suelos en la ladera de la morena terminal*, en la depresión del kettle hole (Sector 2, S1, S2, S3, S4, S5), tienen un perfil A-C-Ab-ACb-C1 que, a diferencia de los otros presentados, posee un horizonte C más espeso (entre 15-30 cm). Los sondeos de este Sector 2 también se orientan al noroeste, como en el Sector 1, por lo que también existe un aporte eólico permanente constatado a través de los análisis granulométricos y micromorfológicos. Asimismo, los datos señalan una mayor incorporación de material coluvial respecto a Sector 1, al tratarse de una pendiente más pronunciada hacia una zona deprimida del paisaje. Este argumento no sólo se desprende del mapa geomorfológico, sino también de los estudios granulométricos y mineralógicos que indican partículas algo más gruesas y mayor cantidad de líticos (provenientes de las morenas).

4) *En el sector más alto del paisaje, sobre una pendiente pronunciada de la ladera de la morena terminal* se ubican los perfiles N12 y N13. Estos casos prácticamente no poseen una diferenciación macroscópica de horizontes en tanto que la sedimentación eólica (interpretada por la presencia de arenas muy finas bien seleccionadas) y coluvial (representada por la alta frecuencia de grava y líticos) fue más intensa que los procesos pedogenéticos.

5) *Los suelos próximos al acantilado inactivo*, en exposiciones por deslizamientos rotacionales (N3, N4, N5 y N6), presentan un perfil de suelo de tipo A-C o A-AC-C; en ningún caso se detectó un suelo enterrado. Si bien existe un constante aporte eólico, la orientación de estos perfiles es norte/noroeste por lo que es probable que reciba menos partículas que los casos anteriores. Es la tasa de sedimentación lo que establece la posibilidad de que ese suelo pueda incorporar las partículas a su dinámica, sea sepultado o se convierta en un depósito sedimentario en donde los procesos pedogenéticos están ausentes.

En suma, en el área de MA2 existen suelos muy pobremente desarrollados ubicados en cotas muy altas y pendientes pronunciadas (A-C); suelos mejor desarrollados, sepultados por unos 15-30 cm de sedimento eólico y coluvial en el kettle hole (A-C-Ab-ACb-C1); los mismos suelos, pero sepultados por una capa de 10 cm la terraza alta del río; y suelos con un

perfil A-AC-C en la terraza baja y próximos al acantilado inactivo, hacia el noreste. De esta evaluación también se desprende que la frecuencia y distribución vertical del registro material de los distintos sectores debe ser –en primer lugar- interpretado a la luz de estas dinámicas antes de comparar distintos sectores. En contextos edafizados, no importa tanto a qué profundidad se encuentre el material sino el horizonte de donde provenga.

Por lo tanto, si se identifica un horizonte de suelo A, en contacto con la superficie o enterrado, debe tenerse en cuenta que en todo su espesor, que puede ser normalmente de 10-40 cm, el material arqueológico muy probablemente se encuentre mezclado. En este sentido, no se debe esperar una coherencia estratigráfica, sobre todo al momento de elegir material para datar, pero también a la hora de interpretar los materiales recuperados. En estos casos, una decisión metodológica apropiada sería la de buscar materiales con historias tafonómicas diferentes, de modo de captar al menos un rango temporal mínimo<sup>2</sup>. Con el horizonte transicional AC, estaría sucediendo lo mismo, pero con mayor probabilidad de hallar materiales algo más antiguos. Finalmente, los materiales arqueológicos en un horizonte C proponen una ventana interesante no sólo para detectar situaciones pre-pedogénesis (con implicancias ambientales), sino que en este horizonte que constituye el material parental a partir del cual se forma el suelo sería esperable cierta coherencia estratigráfica (pese a posibles migraciones verticales por cuevas, fisuras, raíces, etc.), sobre todo cuando se trata de depósitos formados por sedimentos eólicos y/o coluviales, situación que además aumenta la resolución temporal de los eventos de depositación de materiales culturales.

## **1.2. Depositación de restos materiales en suelos: procesos de formación**

La Figura 9.3. ilustra las frecuencias verticales presentadas en la Tabla 6.10 del capítulo 6, junto con las distintas profundidades de los horizontes de suelo. Se observa que las concentraciones o modas del conjunto de materiales arqueológicos tienen lugar en los horizontes Ab y/o ACb, con algunas variantes en cada caso. Esta forma en la distribución vertical también se repite, en términos generales, si se toman los distintos materiales arqueológicos por separado (lítico, óseo y valvas).

---

<sup>2</sup> Este fue el criterio utilizado por Borrero en contextos como Tres Arroyos y San Genaro, donde efectivamente se constató la asociación de huesos de muy distinta edad con historias tafonómicas diferentes (Borrero 2000).



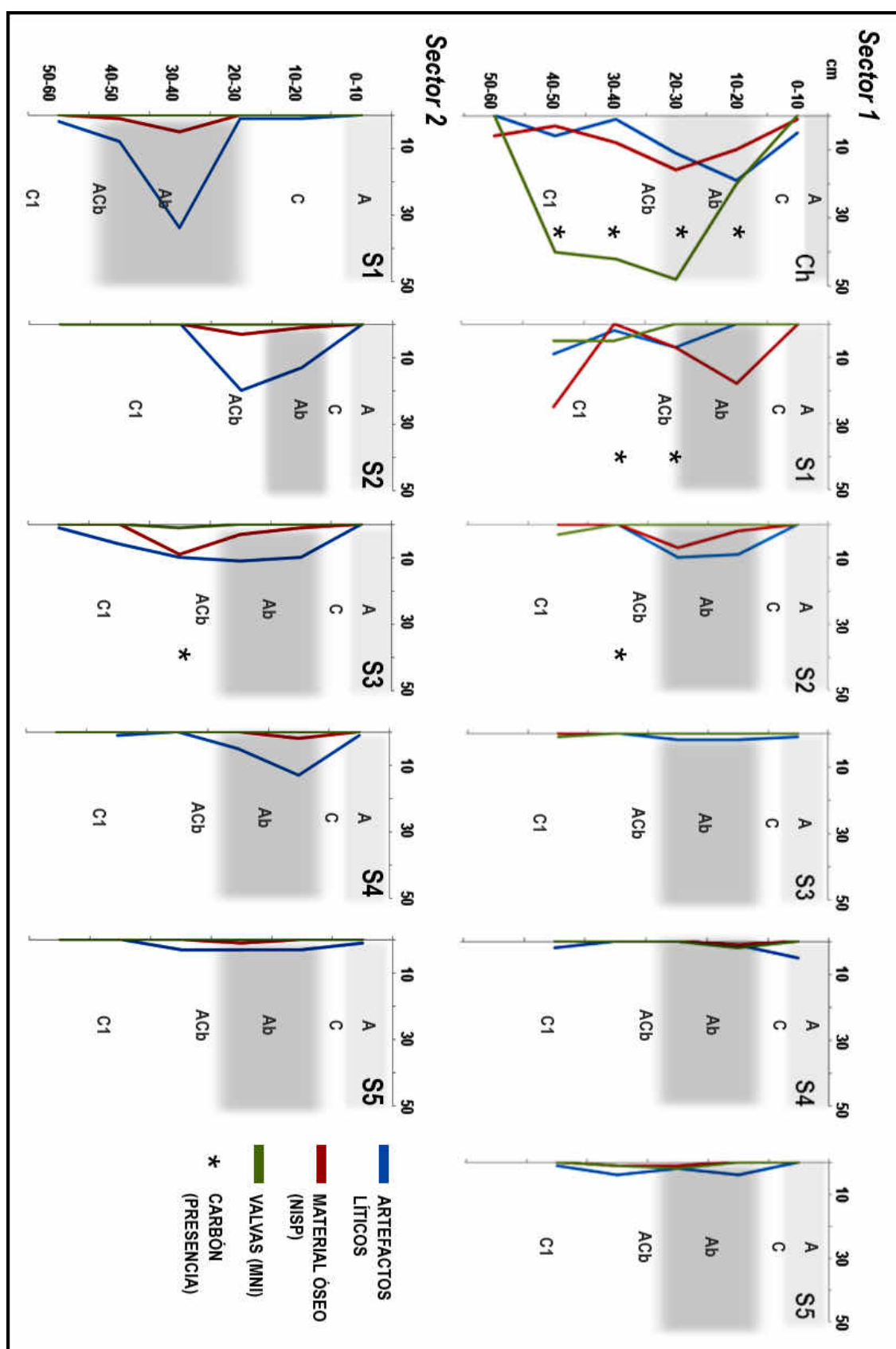


**Figura 9.3.** Representación gráfica de las frecuencias verticales de restos óseos, artefactos líticos y fragmentos de valvas, en relación a la profundidad y horizontes de suelo (ver Tabla 6.9., capítulo 6).

La excepción a aquella distribución la constituyen las valvas de Ch y S1 (Sector 1), con modas en C1; y los restos óseos de S1 (Sector 1) que también se concentran en el horizonte C1. La abundancia de componentes antropogénicos cuantificados a partir de las secciones delgadas (Tabla 6.12., capítulo 6) es consistente con esta tendencia. A partir de estos datos es posible discutir distintos escenarios de depositación del material cultural, en función del horizonte en el que se encuentre.

1) *Registro arqueológico ubicado en el horizonte A (suelo actual, perfil A-C)*. En este escenario el material posiblemente haya sido depositado en la superficie de ese suelo (y enterrado por pisoteo, acción biomecánica u otro) y/o, más probablemente, re-transportado desde posiciones erosionadas pendiente arriba por acción coluvial.

La primera alternativa (“*in situ*”) implicaría un material cultural muy joven ya que es probable que el suelo actual tenga unas décadas o pocas centurias. La segunda posibilidad (trasporte coluvial) estaría involucrando mezcla de material. Vale destacar que sólo el 5,7% de todo el registro arqueológico recuperado en los sondeos (representado mayormente por pequeños desechos líticos y sólo dos fragmentos óseos sin marcas culturales) se ubica en el actual horizonte A. El viento y los flujos laminares de agua son agentes potenciales de transporte de materiales pequeños (Favier Dubois 1998; Bertran *et al.* 2012; Borrazzo 2013a). En el caso de CSN presentado más abajo se avanzará en la discusión de estos procesos.

2) *Registro arqueológico en el horizonte Ab*. Parece probable que gran parte de los eventos ocupacionales de Marazzi 2 hayan estado asociados a esta superficie estable en términos geomorfológicos. Esto se desprende de las mayores densidades artefactuales y de la naturaleza tiempo-transgresiva del suelo. Los materiales depositados habrían ingresado a la matriz del suelo por los mismos procesos mencionados arriba para el caso del horizonte A. La combinación en un mismo horizonte de restos óseos (tanto macroscópicos como microscópicos) con distintos grados de meteorización, quemados y calcinados (Borrero 2013b), sugieren un *cumulative palimpsest* (Bailey 2007:204) de múltiples ocupaciones con muy baja resolución temporal y conductual (Binford 1981).

Las densidades por m<sup>3</sup> para los diferentes materiales de cada sector (Tabla 6.10., capítulo 6) indican que el material óseo (NISP) es casi cuatro veces superior en el Sector 1 respecto al 2 y la densidad de artefactos líticos es casi el doble en el Sector 2, donde además las valvas se encuentran prácticamente ausentes. Por lo mencionado arriba, las tasas de sedimentación son algo inferiores en el Sector 1 respecto al 2, razón por la cual las densidades del primero tienden a sobrestimar su abundancia en el análisis comparativo con el Sector 2.

Este aspecto subraya la importancia de comparar contextos iso-geomorfológicos/edafológicos.

Cronológicamente, existe en el Sector 2 un fechado en un horizonte superficial de *ca.* 690-900 cal. AP (Morello *et al.* 1998). Esta cronología aproximada del suelo es consistente con la información regional, que circunscribe la formación de este suelo enterrado entre el *ca.* 300-1000 cal. AP (Favier Dubois 2003, 2007; Arroyo-Kalin *et al.* 2007; Barberena y Borrero 2010; Coronato *et al.* 2011).

3) *Registro en el horizonte ACb.* Temporalmente, podría tratarse de los mismos eventos ocupacionales de arriba. La profundidad y correspondencia con un horizonte transicional sería producto de la extensamente descrita acción biomecánica de los suelos (*e.g.* Darwin 1896; Stein 1983; Johnson 1989, 2002; Armour-Chelu y Andrews 1994; Balek 2002; Van Nest 2002; Canti 2003b; Favier Dubois 2009; Kutschera y Elliott 2010; *cf.* Araujo *et al.* 2013). La intensa bioactividad registrada en el análisis micromorfológico de meso y macrofauna de suelo dan cuenta de la existencia de estos procesos.

4) *Registro en C1.* El material hallado en este horizonte provendría de, o bien ocupaciones previas al desarrollo del suelo suprayacente, lo que equivale a decir, ocupaciones sobre el material parental a partir del cual se formó el perfil A-AC-C; o bien el material arqueológico habría alcanzado este nivel por procesos de migración vertical (raíces, mamíferos pequeños, fisuras estructurales, crioturbación, etc.). La presencia de valvas de moluscos en este nivel, en el Sector 1, sugiere la primera alternativa ya que la fragilidad de este registro hace que su migración sea poco probable sin que sufra destrucción (aunque la migración por caída en cuevas de roedores podría ser una posibilidad de movimiento sin destrucción). Adicionalmente, la preservación del periostraco en algunas valvas de molusco (Figura 9.4.) estaría dando cuenta de un sepultamiento rápido (Zubimendi 2012; Hammond 2014), hecho registrado en la presencia de estratificaciones en las secciones delgadas de arenas depositadas por acción eólica.

En suma, un análisis detallado de la posición vertical de los distintos materiales arqueológicos, posibilita la comprensión de las distintas historias depositacionales que, junto con la obtención de algunas dataciones, permite anclar ciertas cronologías relativas para las ocupaciones. Este planteo trasciende el caso de MA2, proponiendo líneas de discusión aplicables a otros contextos donde el registro arqueológico se distribuye a lo largo de un perfil de suelo.

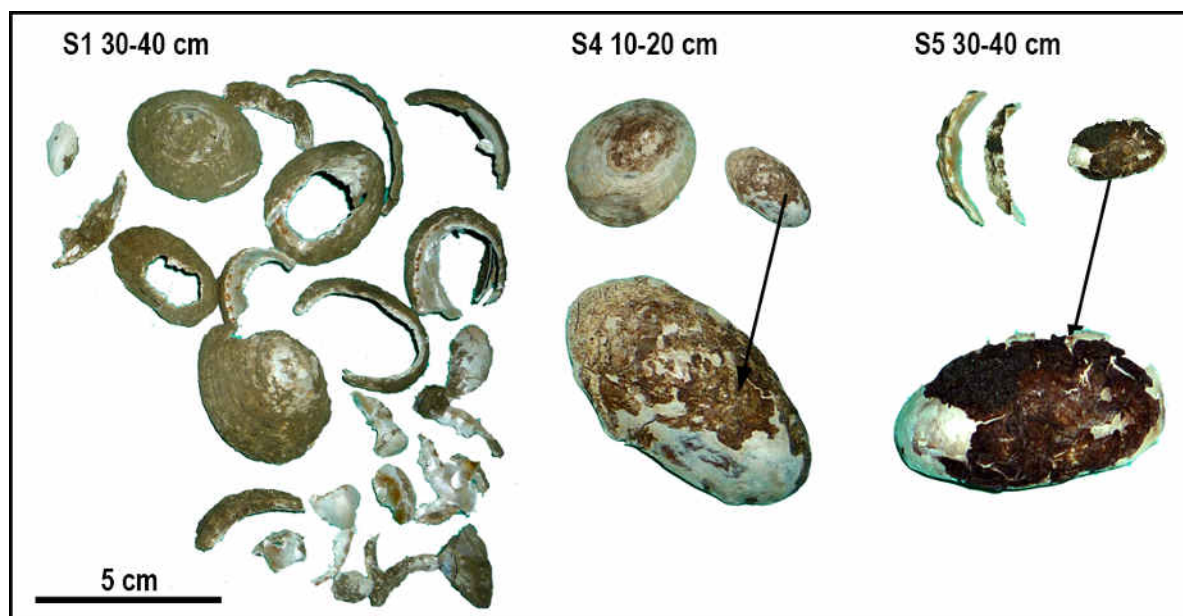


**Figura 9.4.** Ejemplos de valvas de molusco con preservación del periostraco hallado en los sondeos S1, S4 y S5 del Sector 1 de MA2.

### 1.3. Sitio vs. no-sitio: intensidad de ocupación humana

En el capítulo 2, bajo el paraguas de la biogeografía, se señaló que la idea de intensidad de ocupación humana se conectaba con la de jerarquización de espacios, áreas marginales/nodales y –en efecto- movilidad (Borrero 2004). Se enfatizó que esta noción de intensidad se vincula con la duración, redundancia, funcionalidad y demografía de una población que ocupa un espacio en distintas escalas espaciales (Brooks y Yellen 1987; Horne 1993; Dincauze 2000; Barberena 2008; Borrero *et al.* 2008). Esto último refiere a que una región pudo haber sido “nodal” sin que todos los *loci* arqueológicos que en ella se encuentran presenten grandes tasas de depositación de materiales o, por el contrario, un *locus* pudo haber sido un “lugar privilegiado” (*sensu* Schlanger 1992), intensamente ocupado, en el contexto de un área poco jerarquizada. Incluso este mismo planteo escalar puede llevarse al nivel intra-localidad o intra-sitio. En otras palabras, al hablar de intensidad de ocupación humana, es importante señalar en qué escala espacial se está aplicando el concepto.

En el capítulo 4, a partir de los antecedentes arqueológicos del área de Magallania insular, se habló de áreas nodales como espacios privilegiados y programados en la geografía cultural del norte de la Isla (Borrero 2004; Borrero y Barberena 2006; Borrero *et al.* 2008; Pallo 2013; Borrazzo 2014). En este planteo, las costas de Bahía Inútil (localidades arqueológicas de Marazzi y Bahía Inútil; Massone 1997) constituiría un área nodal por

presentar altas tasas de descarte de materiales culturales, cierta continuidad espacial a lo largo de kilómetros, evidencias de entierros humanos e ítems de interacción a larga distancia como la toba silicificada de Miraflores, obsidiana verde y negra (Guichón *et al.* 2001b; Manzi 2004; Martin *et al.* 2004; Borrazzo 2014).

A nivel regional, MA2 forma parte de un área nodal, y en escala de sitio, las investigaciones previas definieron a este *locus* como un campamento estable, intensamente ocupado a través del tiempo (Massone 1997; Morello *et al.* 1998, 2004). En una escala aún más acotada, se señaló que el Sector 1 habría sido ocupado más duradera y redundantemente (Calás y Lucero 2009). En efecto, Bahía Inútil fue un área nodal, MA2 un sitio intensamente ocupado dentro de esa región y que el Sector 1 fue un espacio de redundancia específica, re-uso o congruencia espacial (Dewar 1986; Brooks y Yellen 1987).

De esta discusión mayor nace el objetivo específico de indagar acerca la intensidad de ocupación humana en la escala de sitio, pero sin considerar las frecuencias o densidades del registro arqueológico *per se* para su evaluación, sino considerando la modificación geoquímica, sedimentológica, mineralógica, micromorfológica y magnética de los suelos y sedimentos. Como fue explicitado previamente, este objetivo fue una de las razones que motivó el diseño metodológico basado en la idea de “sitio *vs.* no-sitio”, donde áreas naturales de control sirvieran de contraste o ruido de fondo para detectar anomalías en los sectores ocupados y, dentro de éstos, grados de ocupación. Considerar parámetros no arqueológicos puede ser una vía de entrada útil para y complementaria para no sobrestimar las frecuencias (de artefactos, NISP, MNI, etc.) como indicador de intensidad.

Considerando los sondeos arqueológicos del Sector 1, 2 y el área natural (no se tuvieron en cuenta los perfiles P1 y P2 para este objetivo), en el capítulo 6 se expusieron los resultados de %P<sub>total</sub>, %CaCO<sub>3</sub>, pH, %C<sub>total</sub>, análisis granulométricos, micromorfológicos, mineralógicos y de susceptibilidad magnética. A excepción de los valores de CaCO<sub>3</sub>, ninguno de los otros parámetros mostró ser sensible a las ocupaciones humanas tal como se esperaba (*e.g.* valores más altos de P, C y susceptibilidad magnética dentro del sitio; porosidad diferencial no explicable por procesos no-antrópicos en las secciones delgadas, etc.). En síntesis, las diferencias existentes entre los sondeos pudieron ser mejor explicadas por la misma dinámica geomorfológica que por las ocupaciones humanas (Ozán y Tchilinguirian 2015).

En contraste, el %CaCO<sub>3</sub> efectivamente mostró diferencias entre los perfiles arqueológicos y naturales. Las diferencias entre el Sector 1 y 2 resultaron ser menores y ambos se distinguieron del área natural de control que presentó valores inferiores y menos

variables. El %CaCO<sub>3</sub> en los perfiles naturales presentó una tendencia decreciente en profundidad, mientras que en los perfiles arqueológicos se registró un comportamiento variable. Esta ausencia de tendencia clara dentro del sitio podría vincularse con las ocupaciones humanas. Como ya fue indicado en el apartado metodológico, las fuentes antrópicas posibles de CaCO<sub>3</sub> son las valvas de molusco, las cenizas producto de la combustión de restos vegetales (en combinación con H<sub>2</sub>O+CO<sub>2</sub>; Canti 2003a) y la meteorización química de restos óseos. Los perfiles arqueológicos presentan uno o varios de estos componentes registrados macro y microscópicamente. Sin embargo, no es posible descartar la incorporación de CaCO<sub>3</sub> a través de sedimentos de origen eólico con pequeños fragmentos de valvas trituradas de la playa (“carbonato detrítico”), aunque este “ruido de fondo” trató de controlarse con las muestras del área natural.

En síntesis, en términos generales, no pudieron encontrarse parámetros sensibles para distinguir la intensidad de ocupación humana a partir de indicadores no-arqueológicos. Esto podría implicar que: a) los parámetros sensibles son otros; b) las ocupaciones humanas no fueron lo suficientemente intensas como para imprimir una firma que se sobreponga a una variable ambiental en los parámetros elegidos; c) la firma se perdió por meteorización; y/o d) la precisión de los métodos químicos no es sensible a la detección de la variabilidad buscada. Sin embargo, vale destacar que el %CaCO<sub>3</sub> resultó ser una vía apropiada para profundizar en futuras investigaciones. Queda asimismo en la agenda, evaluar separadamente el fósforo y carbono orgánico del inorgánico, explorar análisis de multi-elementos y ahondar en el estudio mineralógico (Avery y Bascomb 1974; Entwistle *et al.* 1998, 2000; Karkanis *et al.* 1999, 2000, 2002; Macphail 2000; Rypkema *et al.* 2007). En esta instancia de la investigación se decidió profundizar en las propiedades magnéticas que se discuten a continuación.

#### **1.4. Pedogénesis, combustión y pigmentos: propiedades magnéticas**

Como ya se expuso en el capítulo 6, para las propiedades magnéticas se consideraron los perfiles P1, de la unidad “3” (Massone *et al.* 2007), y P2, ubicado a unos 15 metros de la unidad “25N/35E” (Morello *et al.* 1998). Esta elección se basó en que estos perfiles ofrecían una estratigrafía más profunda y con mayores potencialidades para la detección de una señal humana no-arqueológica, permitiendo al mismo tiempo profundizar en el entendimiento de la evolución de la dinámica del suelo en ese ambiente.

Se llevaron a cabo mediciones de tres propiedades magnéticas: a) susceptibilidad magnética, b) ciclos de histéresis y c) magnetización remanente isotérmica con campo

inverso. De estas mediciones se obtuvieron una serie de parámetros que, en conjunto, indican el tipo de mineral (de alta o baja coercitividad), la cantidad de mineral magnético y –en menor medida- el tamaño de partícula y la naturaleza de la misma (Dearing 1999).

En suelos o sedimentos, la intensidad y tipo de firma magnética depende de varios factores que tienen que ver con el tipo de mineral presente en el suelo (de la roca de caja, el material parental y las partículas que llegan a través de distintos agentes como el viento) y múltiples procesos relacionados por ejemplo con el flujo de agua en el suelo (vinculado a su vez con las precipitaciones, porosidad, pendiente, granulometría), determinada actividad bacteriana y reacciones físico-químicas que tienen lugar en los horizontes superficiales de un suelo. La señal magnética también es afectada por procesos de combustión y quema por lo que resulta un dato útil para algunas preguntas arqueológicas (*e.g.* Crowther y Barker 1995; Dalan y Banerjee 1998; Marmet *et al.* 1999; Sinito *et al.* 2001; Crowther 2003; Tsatskin y Nadel 2003; Ellwood *et al.* 2004; Macphail y Crowther 2004; Goldberg y Macphail 2006; Tsatskin *et al.* 2006; Dalan 2008; Rosendhal *et al.* 2014).

La Figura 9.5. sintetiza los aspectos relevantes de este apartado. El trabajo con propiedades magnéticas en P1 indicó un aumento en la señal magnética (por presencia de magnetita y/o titanomagnetita) entre los 30-70 cm de profundidad. Esta señal coincide con un horizonte Ab y ABb, en el que se registra una actividad antrópica intensa que incluye restos de carbón, ceniza vegetal y material óseo alterado térmicamente, todos claros indicadores de combustión (Figuras 6.15., 6.17. y 6.19., capítulo 6). Más aún, las partículas de dominio simple y superparamagnéticas registradas a los 60-70 cm de profundidad coinciden exactamente con la mayor abundancia de cenizas vegetales registradas en las muestras micromorfológicas. Consistentemente, en estos horizontes, los estudios mineralógicos mostraron que la frecuencia de nódulos de óxido de hierro y minerales opacos (parte de ellos probablemente atribuibles a magnetita) también muestran un pico a esta profundidad (Ozán y Orgeira 2015). Se postula que este aumento de opacos que coincide con un incremento en la señal magnética podría corresponder a magnetita antropogénica originada por combustión en los fogones. Por último, cabe agregar que los valores de susceptibilidad magnética de Ab y ABb en P1 son superiores a los registrados en los sondeos arqueológicos y perfiles naturales del Sector 1, a decenas y algunos cientos de metros de P1 (Figura 6.18., capítulo 6).

Si bien como se señaló arriba la pedogénesis provoca un aumento de la señal magnética, al igual que la combustión, en este caso se descarta la primera porque la alteración de magnetita detrítica por pedogénesis es sugerida si hay precipitaciones pluviales moderadas a



abundantes, destacada disponibilidad de materia orgánica, pH ácido y/o presencia de agua poral con sílice en solución (Orgeira *et al.* 2011), condiciones que no se cumplen en P1. Esto estaría señalando con mayor robustez que las ocupaciones humanas fueron las causantes del enriquecimiento de la señal magnética.

Una implicancia arqueológica directa de este hecho es que es altamente probable que el contexto de P1 sea *in situ*, y no una acumulación por procesos coluviales u otros agentes no-antrópicos. Dicho en otras palabras, los sedimentos que contienen el material arqueológico son “coherentes” con las propiedades de los mismos: materiales que indican combustión contenidos en sedimentos enriquecidos en su señal magnética por temperatura.

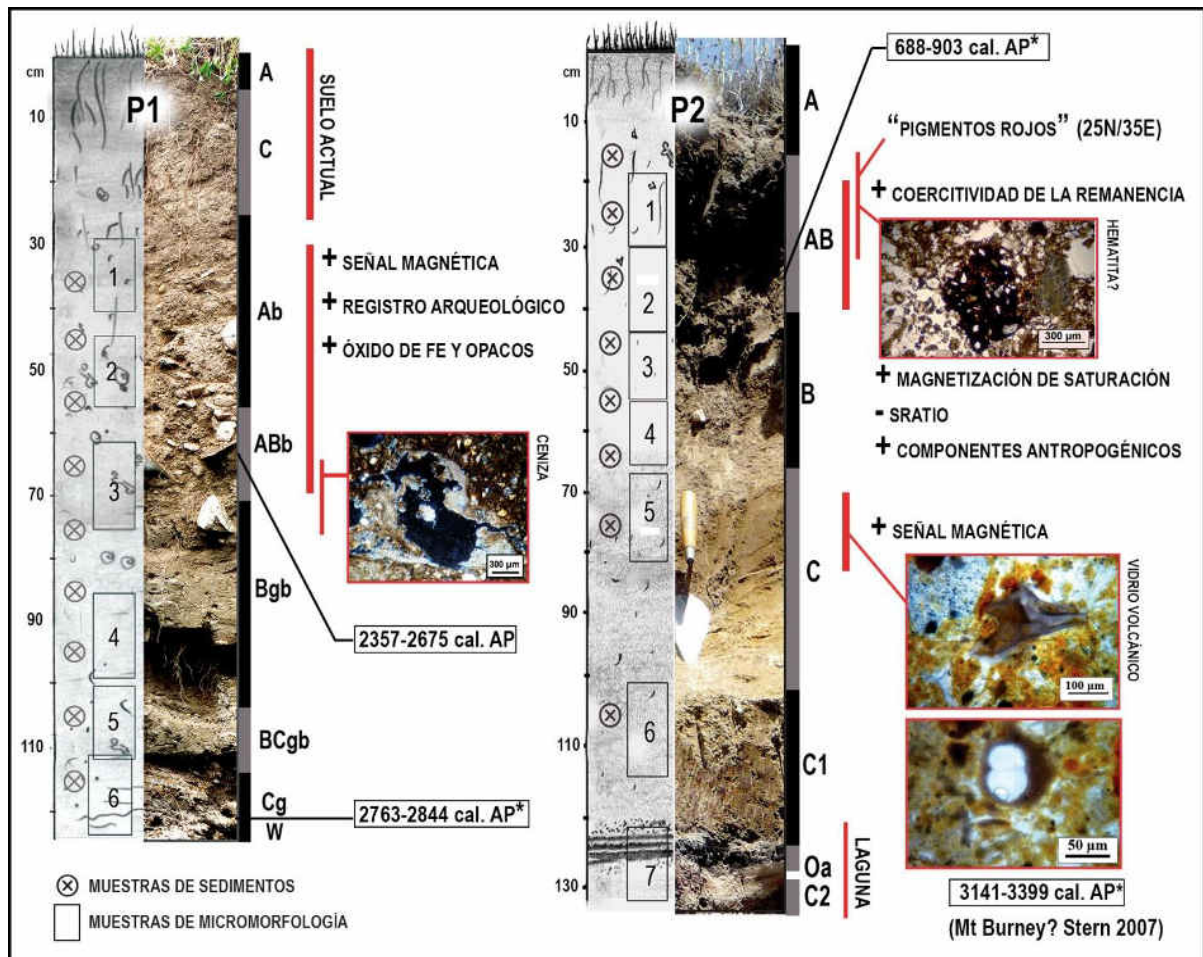


**Figura 9.5.** Síntesis esquemática de los aspectos principales que surgen de las propiedades magnéticas de P1 y P2. Los límites entre horizontes son “difusos”, pese a que en la representación con barras se observan como “claros”. Las cronologías que se señalan con “\*” no pertenecen a los perfiles ilustrados: el fechado de la base de P1 pertenece al mismo nivel de la unidad de excavación aledaña denominada 90N/1E (Morello *et al.* 2004a); el fechado que se consigna en el horizonte AB de P2 pertenece a la unidad de excavación 25N/35E, a igual profundidad (Morello *et al.* 1998), ubicada a



unos 15 metros hacia el sur del perfil en cuestión; y el fechado que se indica para el vidrio volcánico pertenece a la datación de la última erupción del Mt. Burney (Stern 2007).

El perfil P2 presenta diferencias en los minerales magnéticos presentes (Figura 9.5.). Se destacan valores elevados de coercitividad de la remanencia entre 20-40 cm de profundidad, compatibles con hematita finamente particulada (5-25  $\mu\text{m}$ ; De Boer 1999). Esta hematita, (que también parece observarse en los estudios micromorfológicos, Tsatskin *et al.* 2006) podría incluso tener un origen antrópico. La excavación arqueológica ubicada a unos 15 metros al sur de P2 (Morello *et al.* 1998) describe la presencia de “pigmento rojo” entre los 15 y 30 cm de profundidad, coincidiendo con el pico de coercitividad de P2. Vale destacar que el uso de pinturas corporales y sobre objetos entre las poblaciones Selk’nam del norte de la Isla se encuentra bien documentado desde la llegada de los primeros europeos (Fiore 2014; Fiore *et al.* 2008). Este hecho plantea la posibilidad de que dichos pigmentos sean total o parcialmente los responsables del incremento del parámetro de coercitividad. Estos resultados abrieron una nueva línea de investigación interdisciplinaria que está en proceso.

El mencionado pico de coercitividad también coincide con un ligero incremento de la magnetización de saturación, un descenso marcado de  $S_{\text{ratio}}$ , la presencia de un horizonte AB y la máxima abundancia de componentes antropogénicos registrados en las muestras micromorfológicas que incluyen carbón (Figura 6.15., capítulo 6). Adicionalmente la muestra ubicada a 73-80 cm de profundidad se destaca por sus valores relativamente altos en la señal magnética y su consistencia entre todos los otros parámetros. A esta profundidad no se observan componentes antropogénicos en las secciones delgadas, ni aflora material arqueológico en el perfil. Este aumento de la señal probablemente se relaciona con el incremento de concentración de minerales magnéticos (magnetita y/o titanomagnetita) contenidos en el depósito con vidrio volcánico. Más aún, según la relación de parámetros de histéresis establecida (Dunlop 2002) se puede inferir presencia de magnetita superparamagnética, posiblemente como inclusión en el vidrio volcánico. A su vez, las relaciones de parámetros magnéticos estarían también indicando la presencia de partículas de tipo dominio simple y superparamagnéticas (Figura 6.17., capítulo 6) (Ozán y Orgeira 2015).

La muestra en cuestión se corresponde con un horizonte C caracterizado por abundante vidrio volcánico de tipo básico, cuya buena preservación (trizas con formas angulares) sugiere depositación eólica y rápido sepultamiento en un medio relativamente neutro. Esta información surge de las muestras micromorfológicas. Como se indica en la Figura 9.5., este

depósito de vidrio volcánico podría tratarse de la última erupción de Mt. Burney, datada en  $3115 \pm 110$  AP (Stern 2007) y registrada en la región de Bahía Inútil (McCulloch y Davies 2001, McCulloch *et al.* 2005a, Stern 2007; Figura 3.4. y Tabla 3.2., capítulo 3).

El análisis de propiedades magnéticas en contextos arqueológicos locales ya ha sido llevado a cabo en el noreste de la Isla, en los sitios San Genaro 1, 2, 5; Cabeza de León 4 y Las Mandíbulas 1 (Orgeira *et al.* 2000). Los resultados señalaron que las propiedades magnéticas no fueron sensibles para detectar un incremento de la señal (de haber existido) como consecuencia de las actividades humanas, o bien estas podrían haber sido alteradas por procesos de disolución de la magnetita posterior a las ocupaciones. Los autores plantearon la necesidad de profundizar la caracterización edafológica y estudiar la posible impronta antrópica en contextos prehistóricos con mayor intensidad de ocupación humana. En este sentido, este análisis de las propiedades magnéticas de MA2 retoma la discusión planteada hace más de una década, encontrando que, en este contexto (específicamente en P1 y P2), las propiedades magnéticas efectivamente constituyen parámetros sensibles para detectar contextos antrópicos pertenecientes a poblaciones cazadoras-recolectoras.

### **1.5. Suelos, geomorfología e historias de ocupación humana: el caso de P1**

En el capítulo 6 se presentó una descripción macro y microscópica de P1, la cual permitió definir propiedades y procesos que tienen lugar en determinados horizontes de suelo. De esta forma se propuso la secuencia de horizontes de este sector de MA2 (terrazza alta) que pese a su proximidad respecto a los sondeos arqueológicos del Sector 1, se distingue sustancialmente de ellos por su potencia arqueológica. Asimismo, se destaca de P2 por la abundante presencia de material arqueológico (macro y microscópico; Figura 9.6.). El perfil de suelo de P1, perteneciente a la unidad de excavación “3” (Massone *et al.* 2007), se definió como (A)-C-Ab-ABb-Bgb-BCgb-Cg-W (ver arriba Figura 9.5.) y si bien los datos disponibles no han permitido detectar discordancias erosivas, no es posible descartar que éstas no hayan ocurrido.

En la base de la secuencia aflora la capa freática (W), aproximadamente en el mismo nivel en el que se encuentra el actual cauce del río Torcido, ubicado a unos 120 metros en dirección oeste. Unos centímetros por arriba se define el primer material parental (Cg) del perfil de suelo suprayacente. Como lo indica la letra “g”, aquí se produce una intensa gleyzación, es decir, reducción de los óxidos de hierro, hecho que otorga un aspecto grisáceo

al suelo. Su ubicación (profundidad) en el contexto geomorfológico, la granulometría, grado de selección y la presencia de estratificaciones, sugieren que sobre este nivel se depositaron sedimentos pertenecientes a la antigua planicie de inundación del río Torcido (French *et al.* 2009a; Ozán *et al.* 2015a).

El espesor del suelo enterrado (Ab-ABb-Bgb-BCgb), de más de 100 cm<sup>3</sup>, difícilmente puede ser explicado sin apelar a la idea de pedogénesis agradacional (McDonald y Busacca 1990; Selby 1993), es decir, un suelo formado con un constante y moderado aporte de partículas que en este caso son de origen eólico, coluvial y antrópico, todos procesos documentados en los análisis granulométricos y micromorfológicos. Considerando la mediana (OxCal 4.2; Bronk Ramsey 2009) como punto medio del rango calibrado a un sigma de las dataciones ubicadas a 145 cm (*ca.* 2810 AP, perfil sur de 90N/1E, unidad aledaña a “3”) y 65 cm (*ca.* 2450 AP, perfil oeste, unidad “3”), la tasa de sedimentación se podría estimar en unos 22 cm/100 años, disminuyendo hacia arriba.

Otro aspecto fundamental de este perfil de suelo enterrado es la existencia de un horizonte “B” argílico, no registrado en los suelos enterrados de los sondeos arqueológicos del Sector 1, a unas pocas decenas de metros de P1<sup>4</sup>. La formación de un horizonte B refiere a un desarrollo edafológico más evolucionado, ya sea porque hubo más tiempo en la formación de ese perfil, es decir, suelos más antiguos, y/o porque existieron otra serie de factores favorables como por ejemplo una posición topográfica más estable o mayor infiltración de agua. Esto último podría estar indicando un momento de mayor humedad que en la actualidad, aunque factores intra-zonales podría estar promoviendo este desarrollo.

Finalmente, este perfil de suelo fue sepultado por sedimentos eólicos y coluviales que pasaron a formar parte de un nuevo material parental (C) sobre el cual comenzaron a actuar los actuales procesos pedogenéticos que débilmente distingue un perfil A-C. A lo largo de toda esta historia que involucra procesos geomorfológicos y pedogenéticos se distribuye el registro arqueológico de modo continuo aunque mostrando ciertos picos y descensos.

---

<sup>3</sup> En comparación con el espesor del solum de los otros perfiles de suelo enterrados en áreas próximas a P1, el espesor de este último es mayor en el orden de las decenas de centímetros.

<sup>4</sup> En este caso de estudio, la presencia de un horizonte B sólo fue identificada por micromorfología de suelos, a través de propiedades vinculadas a procesos de iluviación (revestimientos, fábricas-b estriadas o moteadas), aumento de las fracciones finas, disminución de la materia orgánica y meteorización fisicoquímica de los minerales. Existe la posibilidad de que no se hayan detectado estos procesos en los sondeos arqueológicos del Sector 1 ya que las muestras de micromorfología fueron tomadas a una profundidad máxima de 50 cm. En P1, el horizonte transicional ABb comienza a unos 60 cm. Sin embargo, macroscópica y microscópicamente, a unos 40-50 cm, los sondeos del Sector 1 ya muestran propiedades más vinculadas a un horizonte C.

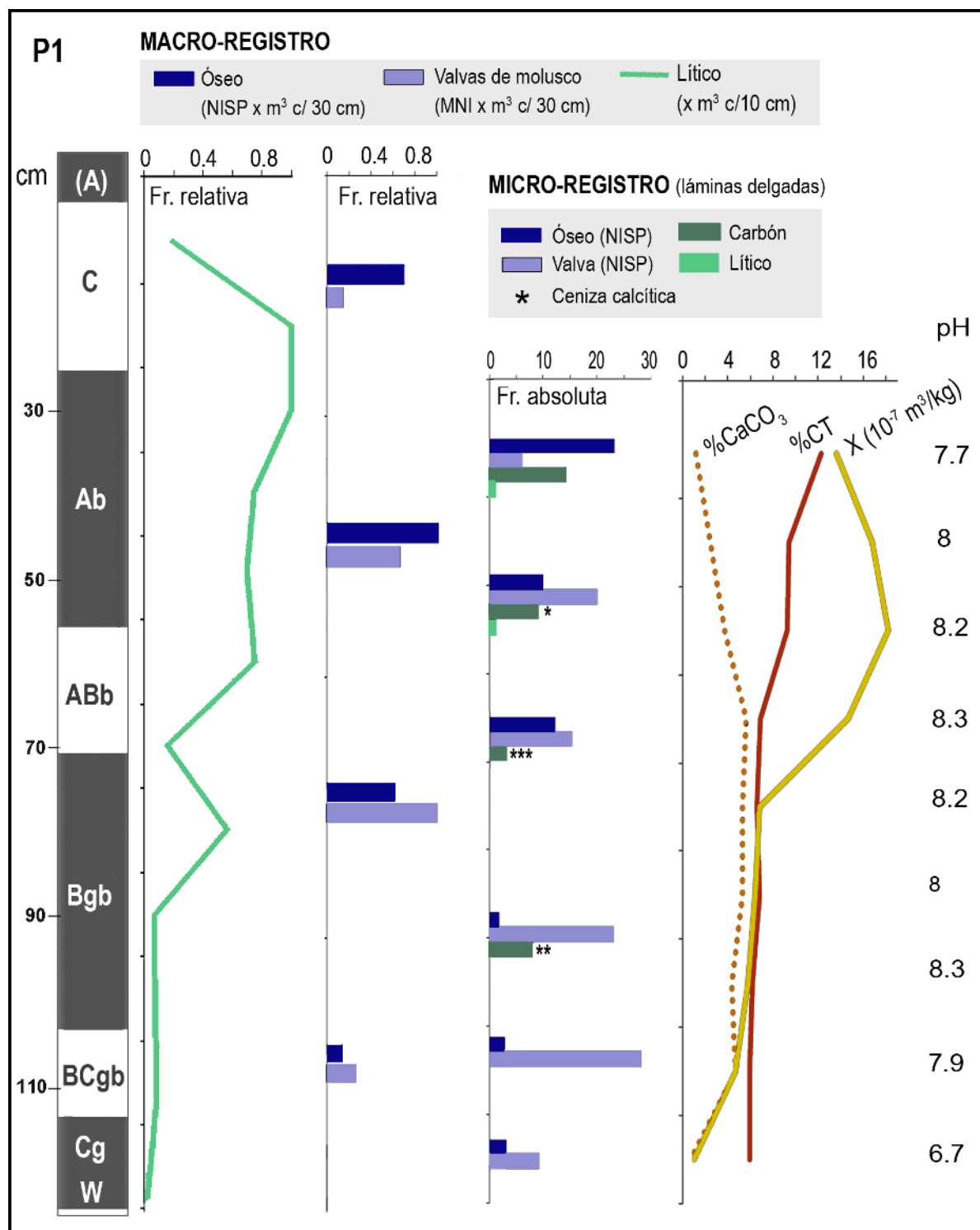


**Figura 9.6.** Representación de los horizontes de suelo de P1 junto con las distribuciones verticales del registro arqueológico registrado en las láminas delgadas (“micro-registro”) y en excavaciones previas (“macro-registro”, ver Tabla 6.11., capítulo 6) (Calás y Lucero 2009; Ozán *et al.* 2015a). A la derecha, las variaciones verticales de porcentaje de carbonatos (%CaCO<sub>3</sub>), porcentaje de carbono total (%CT) valores de susceptibilidad magnética (X 10<sup>-7</sup> m³/kg).

La evidencia arqueológica registrada en las láminas delgadas muestra que los fragmentos óseos se concentran entre los ~30-80 cm (con un pico en ~30-40 cm) (Figura 9.5.). Por su lado, las valvas de molusco se concentran entre los ~45-110 cm (con un pico en ~100-110 cm) y los fragmentos de carbón y ceniza calcítica se distribuyen entre los ~30-80 cm y ~30-40 cm, respectivamente. Estas frecuencias verticales son coherentes con la información macroscópica, a pesar de que ésta última es menos precisa en términos de su distribución vertical ya que fue informada por “capas” (Morello *et al.* 2004; Calás y Lucero 2009) que difieren, en su espesor, de los horizontes aquí determinados. Pese a ello, se observa en términos generales que la máxima concentración de material óseo se encuentra entre los ~30-60 cm, la de valvas entre los ~60-90 cm y la de artefactos líticos muestran sus máximas frecuencias entre los 10-60 cm (del lítico se obtuvieron las frecuencias cada 10 cm).

Consistentemente, se observa que los porcentajes de carbonatos son mayores donde se concentran las valvas, lo que sugiere una relación causal. Paralelamente, y como fue expuesto en el apartado anterior, la señal magnética más fuerte coincide con las máximas frecuencias de material óseo quemado, carbón y ceniza.

La Figura 9.7. ilustra, por horizonte de suelo, los grados de meteorización de los fragmentos óseos y de las valvas registrados en las secciones delgadas, consignando en cada caso las frecuencias absolutas del material por horizonte. En principio, la disminución de fragmentos óseos (que también se da macroscópicamente) podría relacionarse con un sesgo tafonómico. A pesar de que los parámetros químicos no muestran cambios sustanciales en profundidad (específicamente el pH), la oscilación de la capa freática podría acelerar la diagénesis del material óseo (Hedges 2002; Karkanas 2010). Sin embargo, las frecuencias de artefactos líticos también disminuyen hacia abajo por lo que la reducción del material óseo también podría vincularse con una menor tasa de descarte o de intensidad de ocupación humana. En conjunto, se registran condiciones químicas que no favorecen la preservación ósea, pero al mismo tiempo, existen indicadores que vuelven ambiguo el argumento tafonómico como es la disminución de la frecuencia del material lítico y el aumento de la frecuencia de valvas hacia abajo (a excepción del horizonte Cg) que también están sujetas a las mismas condiciones químicas que el material óseo.

Destacan algunos fragmentos de valvas de molusco con muy buena preservación en los horizontes ABb y BCgb, asociados a otros restos con distintos grados de destrucción, sugiriendo procesos de migración vertical y mezcla de materiales de distintas edades. De hecho, los análisis micromorfológicos dan cuenta de procesos biogénicos intensos que muy

probablemente incluyen mamíferos pequeños como roedores. Sin embargo, estos fragmentos se encuentran a la misma profundidad donde se halló ceniza en las secciones delgadas, situación que es considerada como indicador de poco o nulo transporte (Ismail-Meyer y Huber 2013) y carbones con buena preservación histológica que también dan cuenta de poco transporte vertical u horizontal. En otras palabras, los distintos horizontes de P1 constituyen, una vez más, *cumulative palimpsests* con ciertos sectores que muestran una mejor resolución (Bailey 2007) que sólo fue reconocible a través del trabajo con altos aumentos.

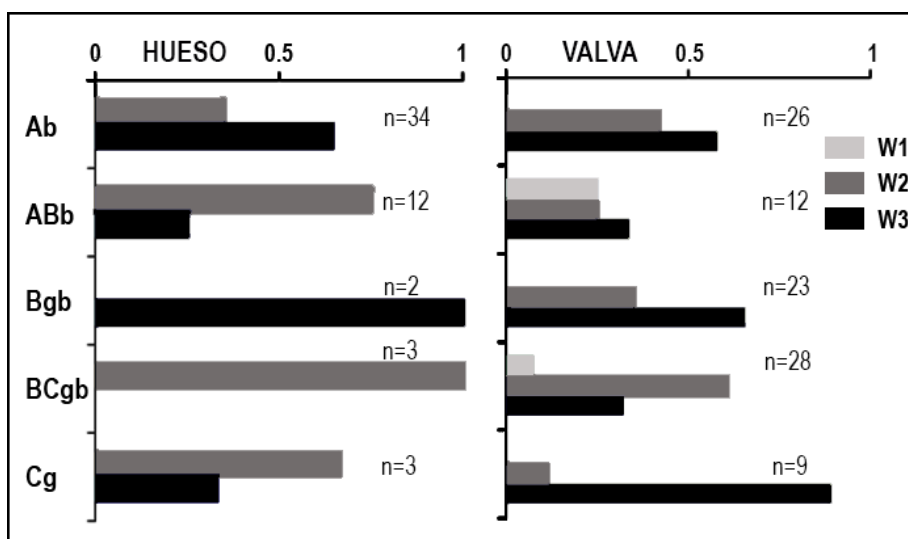


**Figura 9.7.** Frecuencias relativas de los grados de meteorización (W) por horizonte de suelo de fragmentos óseos y valvas microscópicas.

La buena preservación de algunos materiales arqueológicos del horizonte ABb y BCgb, podría ser atribuida a una rápida sedimentación, eólica y coluvial, constatada en la arena subangular bien seleccionada y la frecuencia de grava, respectivamente, de este horizonte. Las tasas de sedimentación mencionadas más arriba estarían respaldando esta interpretación.

El descenso relativo de materiales arqueológicos, micro y macroscópicos, en el horizonte Cg, probablemente se explica por las condiciones químicas más agresivas a esta profundidad, donde el pH desciende y la presencia de nódulos de óxido de manganeso en las secciones delgadas indica momentos de saturación temporal de agua (Hedges y Milliard 1995; Karkanas 2010). Estas condiciones dificultan la evaluación acerca de la intensidad con la cual fue ocupada la antigua planicie de inundación del río Torcido.

En conjunto, el interjuego entre la información geomorfológica, edafológica y arqueológica permite postular distintos escenarios o etapas en la evolución de esta terraza alta

(Figura 9.8.). De este modo, con algunos anclajes temporales de dataciones de P1, otros sectores de MA2 y referencias regionales se definen seis escenarios paleoambientales (Ozán *et al.* 2015a).

*Escenario 1.* Se trata de la planicie de inundación del río Torcido que propone una edad máxima para las primeras ocupaciones humanas de unos 4000 AP (Brambati 2000). En este momento los procesos pedogenéticos son muy débiles o inexistentes. Existe un lapso temporal prolongado entre la disponibilidad de esta superficie y la ocupación humana más temprana registrada en unos *ca.* 2810 cal. AP, pero la presencia de material arqueológico sobre los sedimentos fluviales sugieren la posibilidad de que las poblaciones se hayan establecido, al menos de modo episódico, sobre esta superficie. Los ciclos de óxido-reducción promovidos por la inundación del río y luego por la oscilación de la capa freática (que continúa en la actualidad) podrían estar reduciendo/sesgando sustancialmente la frecuencia de materiales arqueológicos como valvas y huesos (Stein 1993). A nivel regional, en este escenario se registran ocupaciones humanas en Perro 1, Myren 2, La Arcillosa 2, Taca Taca Sur (el más próximo a MA2) y Porvenir Norte 12 (Prieto *et al.* 2007; Salemme *et al.* 2007; Morello *et al.* 2009; Borrazzo 2010; Santiago 2012). En general, estos *loci* tanto del interior como costeros, muestran ocupaciones a cielo abierto poco intensas, próximas a cuerpos de agua dulce y en muchos casos asociadas a recursos marinos que incluyen concheros (aunque el guanaco sigue siendo la presa más representada).

*Escenario 2.* En una terraza baja del río comienza a desarrollarse un perfil de suelo, en el que se establecen múltiples ocupaciones humanas en torno a los 2810 cal. AP. Esta cronología es inmediatamente posterior al depósito de vidrio volcánico ubicado entre los ~70-80 cm de profundidad en P2 (ver arriba Figura 9.5.). En este escenario, y el anterior, debe considerarse que la barranca que da hacia la playa de gravas se habría ubicado en una posición más cercana al mar, al considerar la dinámica retrogradante de la costa a través de deslizamientos rotacionales y planares. Por otro lado, el análisis micro y macroscópico no muestra la presencia de hiatos de ocupación en estos niveles ni en los superiores, tal como fue observado en la micromorfología de los concheros del canal Beagle (Balbo *et al.* 2010; Villagrán *et al.* 2011b). Este hecho no significa de ningún modo que MA2 fue ocupado de modo continuo, sino que simplemente se trata de una mezcla de material arqueológico por la ya mencionada dinámica de los suelos que vuelve indistinguible, aún con altos aumentos, los distintos episodios de ocupación/abandono.

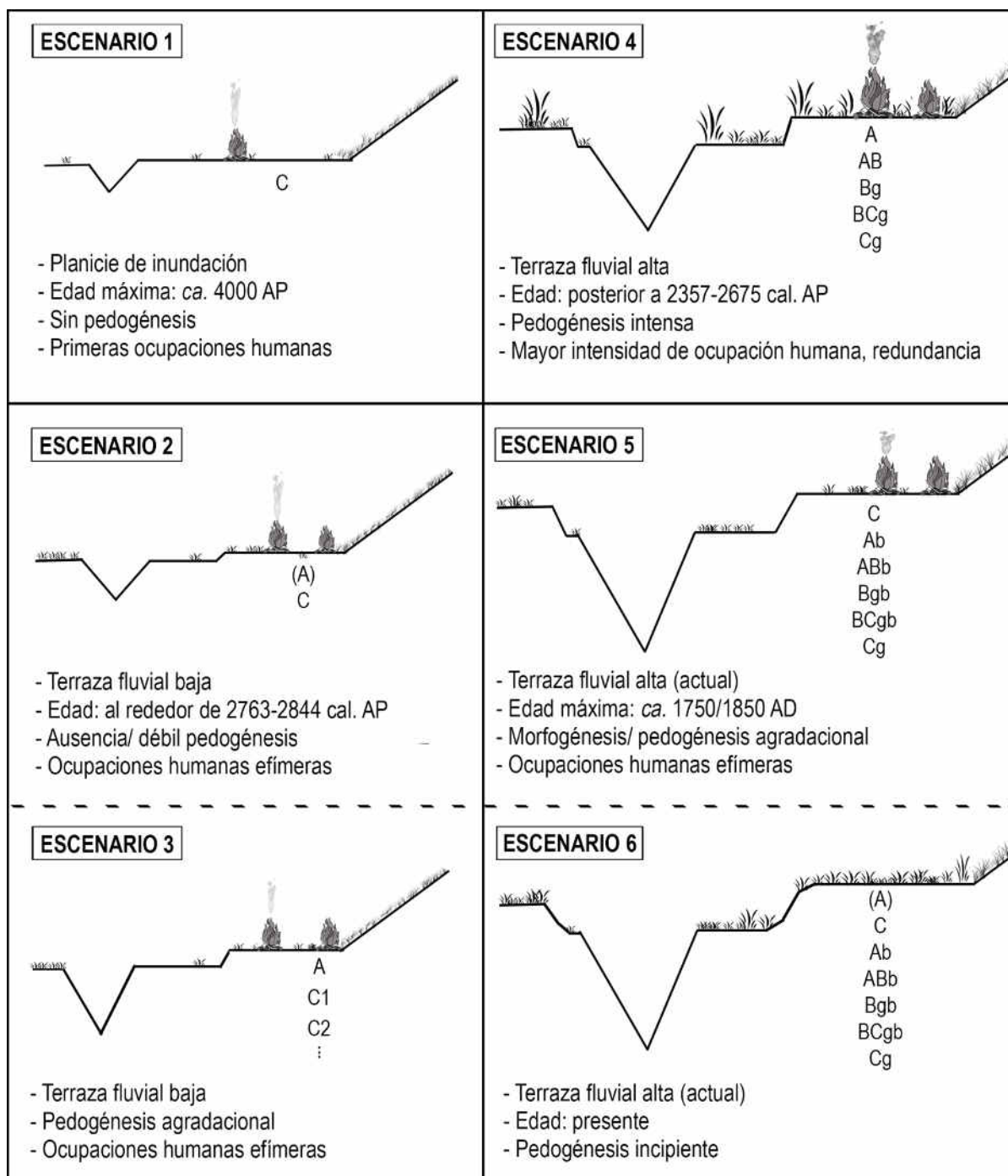


**Figura 9.8.** Escenarios hipotéticos de la evolución geomorfológica, edafológica y ocupacional de P1 y sectores aledaños (modificado de Ozán *et al.* 2015a).

*Escenario 3.* Básicamente se trata de una situación muy similar a la anterior, pero con una intensificación de los procesos de sedimentación acarreados por el viento y la gravedad dada la proximidad de las laderas de morenas a P1. Aquí se instala una clara dinámica de pedogénesis agradacional (con una tasa de unos 22 cm/ 100 años). Es interesante señalar aquí



que en la unidad de excavación 25N/35E, a unos 40 metros al noreste de P1, a esta misma profundidad, se obtuvo un fechado de *ca.* 1870 cal. AP hecho que da cuenta de las grandes diferencias en la tasa de sedimentación en escalas espaciales muy pequeñas (Stein *et al.* 2003). En este sentido, de ningún modo la tasa estimada para la unidad de P1 puede ser transportada a otro sector del sitio, por más próximo que sea.

Las ocupaciones humanas se habrían establecido sobre suelos débilmente desarrollados. Las frecuencias verticales de registro arqueológico indican mayor presencia de valvas de molusco por sobre restos óseos, hecho que podría indicar un énfasis en el consumo de las primeras y/o preservación diferencial. Regionalmente, hay ocupaciones en Perro 1, Taca Taca Sur, Lago Vergara E23 y Cabo Monmouth 20 (Morello *et al.* 2009; Santiago 2012).

*Escenario 4.* Se trata de una terraza fluvial alta (aunque más baja que la presente) caracterizada por una intensa pedogénesis (mayor que la actual), tal vez bajo condiciones más húmedas que las registradas en la actualidad. La abundancia del registro arqueológico y el aumento de la señal magnética sugieren ocupaciones humanas más intensas. El fechado de *ca.* 2450 cal. AP obtenido del horizonte ABb indica que para entonces este suelo ya estaba bien desarrollado. El marco temporal del mencionado paleosuelo registrado en el norte de la Isla y sur de Santa Cruz (Favier Dubois 2003; Arroyo-Kalin *et al.* 2007; Barberena y Borrero, 2010; Coronato *et al.* 2011) ofrece un marco temporal mucho más joven que el que se presenta aquí. Este hecho podría explicarse por ejemplo, por a) procesos intra-zonales que activaron pedogénesis en diferentes momentos, b) a la propia naturaleza tiempo transgresiva del suelo; o c) de migración vertical ascendente por congelamiento de material arqueológico de niveles más profundos. Este punto debe ser retomado en futuros trabajos.

Si este perfil de suelo enterrado se correlaciona con los otros registrados en los sondeos arqueológicos del Sector 1 y 2, donde también se dan las concentraciones artefactuales, pues la intensidad de ocupación humana no se circunscribiría únicamente a la terraza alta, sino a un área que alcanza los 30000 m<sup>2</sup> (en este escenario se podría comenzar a hablar de un *spatial palimpsest sensu* Bailey 2007).

*Escenario 5.* El horizonte superficial de suelo mencionado en el escenario anterior es sepultado por sedimentos eólicos, también registrado en sectores del noreste de la Isla. Si se tratara del mismo evento estudiado por Favier Dubois y Borrero (2005) en el noreste, se podría usar la estimación de los autores que señalan una edad de *ca.* 150 AP, es decir, posterior a la llegada de los europeos. Se debe recordar que a los 15 cm de profundidad de la unidad 24N/35E se halló un desecho de talla de vidrio europeo (Morello *et al.* 2004) por lo

que es posible la existencia de ocupaciones tardías. Asimismo, y como fue presentado en el apartado 2, existen algunos materiales arqueológicos en este horizonte C del suelo actual. En este escenario vuelve a bajar la intensidad de ocupación humana.

*Escenario 6.* Se trata de la superficie actual, con una débil pedogénesis como consecuencia, en gran medida, de la poca antigüedad del suelo.

En suma, estos escenarios muestran distintos grados de intensidad de ocupación humana. En todos los casos se trata de “paquetes” indiferenciados de múltiples ocupaciones diacrónicas que no permiten detectar hiatos. Notablemente, la firma antrópica más acentuada (escenario 4) coexiste con la formación de un perfil de suelo bien desarrollado, incluso con propiedades no registradas en la actualidad. Además, en este momento la presencia humana muestra una dispersión en todo el área de MA2. No es fácil estimar con la información disponible la duración de este escenario, pero en el escenario 5 ya puede verse un nuevo cambio hacia ocupaciones de menor intensidad, como las registradas en el escenario 3 y hacia el comienzo.

## 2. TRES ARROYOS

*“The preservational-destructive tensions in those diverse assemblages of artifacts will determine which will survive and where”.* (Borrero 2014:16)

### *Objetivos*

- ✓ Evaluar cómo los procesos naturales modifican las propiedades del registro arqueológico.
- ✓ Comprender el origen de las depresiones circulares ubicadas sobre y al pie del talud del Cerro de los Onas.
- ✓ Evaluar cuál es la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro subsuperficial.

### **2.1. El registro arqueológico en pendientes edafizadas: palimpsestos verticales**

La densidad de artefactos líticos (enteramente representados por desechos <1 cm) en el área de mayor concentración artefactual de TA (S5, S6, S7, y S8) es de 150 artefactos/m<sup>3</sup>, y la densidad de restos óseos (NISP) alcanza 1164 fragmentos/m<sup>3</sup> (Tabla 7.6., capítulo 7) (Figura

9.9.). La Figura 9.10. grafica las frecuencias absolutas de la distribución vertical del material arqueológico, consignando también el micro-registro de los sondeos donde se extrajeron muestras micromorfológicas (Tabla 7.7., capítulo 7).

Fuera del área de concentración de material arqueológico (S1, S2, S3, S4) las frecuencias de restos óseos y los escasos desechos líticos son más abundantes dentro de la depresión que fuera de ella. Por otro lado, en del sector de mayor concentración de materiales arqueológicos se observa que dentro de la depresión hay más huesos, fuera de ella más artefactos líticos y ambos casos presentan similares frecuencias de espículas de carbón y “pigmento rojo”.

La distribución vertical de las frecuencias del registro macro y microscópico es de tipo unimodal, con moda en el horizonte transicional AC, entre los ~10-30 cm de profundidad. La excepción del caso S8, que presenta un segundo pico de materiales óseos entre los 30-40 cm, podría desestimarse de la evaluación ya que el conjunto óseo corresponde enteramente a huesos de roedor sin marcas de combustión y muy probablemente no asociados a las ocupaciones humanas.

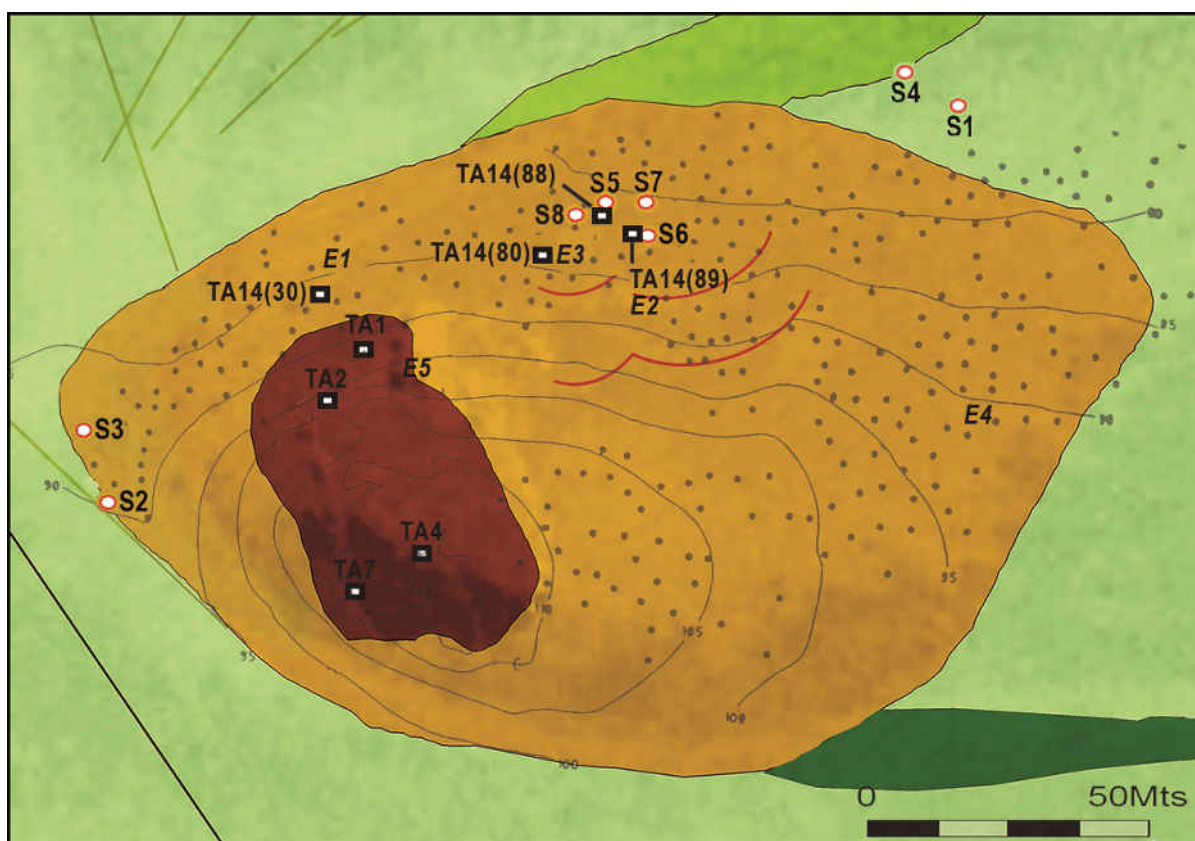


**Figura 9.9.** Fragmento del mapa geomorfológico de TA (Figura 7.1., capítulo 7) superpuesto al mapa topográfico de Massone y colaboradores (1993), con la ubicación de los sondeos (S1, S2...), la

distribución de los restos humanos (*E1, E2...* Martin 2006) y las excavaciones realizadas en investigaciones previas (TA14... Massone *et al.* 1993).

Es interesante destacar también, que la forma de distribución con moda en el horizonte AC se da aún en los sondeos alejados de la concentración de materiales arqueológicos (S1, S2 y S4; S3 no presenta materiales). Esto sugiere que el patrón en cuestión es consecuencia de procesos naturales, muy probablemente vinculados con la ya mencionada biomecánica de los suelos (*e.g.* Balek 2002; Canti 2003b, entre otros citados más arriba). Vale destacar que la información obtenida de la cuantificación de la fracción grava (Figura 7.10, capítulo 7) no covaría con los mayores porcentajes de artefactos. No se registra una tendencia clara respecto a la abundancia de la fracción grava inter/intra-sondeo y tampoco de acuerdo a la ubicación a lo largo del talud.

Otra observación relevante, que nace de la comparación con el caso de MA2, es que pese a que los suelos de TA son considerablemente menos desarrollados en términos de diferenciación de horizontes y espesor, el patrón unimodal con pico en horizontes superficiales se repite (ver arriba Figura 9.3.). En otras palabras, pareciera que la bioactividad en suelos pobremente desarrollados, en pendientes menores a los 18°, es suficiente para imprimir un patrón espacial vertical característico en el registro arqueológico, aun cuando los procesos tuvieron relativamente poco tiempo para actuar, como se desprende de la presencia de materiales históricos o subásteles incluidos en el perfil, esto es, presencia de desechos de vidrio, un fragmento de alambre o los huesos de oveja. De hecho las dos dataciones realizadas en TA14(89) a los 16 y 25-30 cm de profundidad indican un lapso temporal correspondiente a los últimos *ca.* 440 cal. AP (Massone *et al.* 1993).

Los resultados informados de la excavación dentro de la depresión denominada TA14(88), también muestran una mayor concentración de artefactos líticos entre los 10-20 cm de profundidad (Massone *et al.* 1993). Como se desprende de la Figura 9.10., la distribución vertical de S5, que se corresponde con el sector inmediatamente exterior de dicha depresión, presenta la misma forma. Esto equivale a decir que tanto dentro como fuera de la depresión, la distribución vertical del material arqueológico es la misma. De igual forma, en la excavación de la depresión TA14(89), los artefactos líticos y huesos se concentran entre los 15-35 cm de profundidad (Massone *et al.* 1993), dato consistente con lo que ocurre inmediatamente fuera de la depresión en S6 (Figura 9.10.).

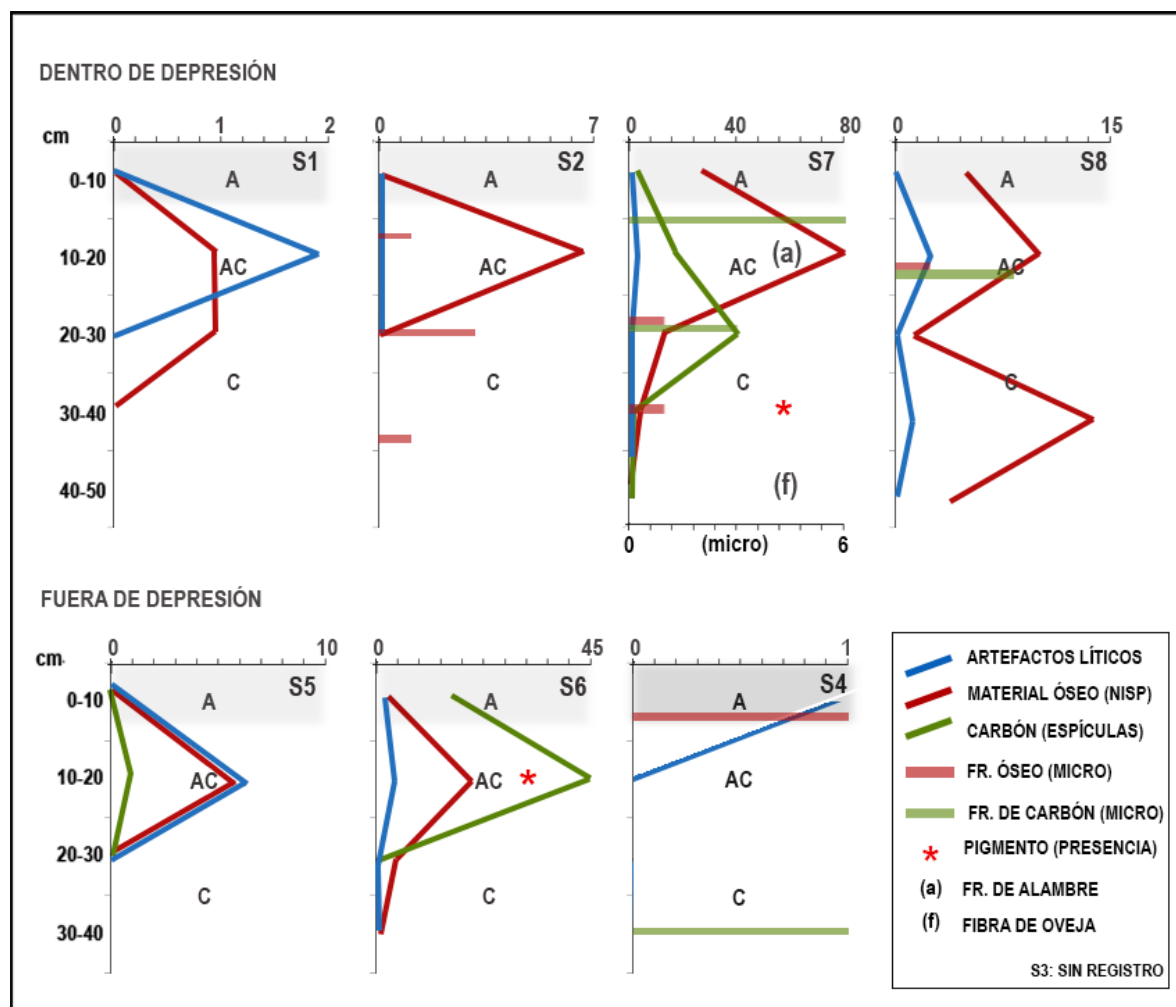


**Figura 9.9.** Frecuencias verticales absolutas de restos óseos (NISP), artefactos, espículas de carbón y otros componentes, en función de la profundidad y horizontes de suelo (Tabla 7.6., capítulo 7).

En conjunto, las frecuencias y características distribucionales del registro arqueológico (y natural) dentro y fuera de las depresiones circulares no parece estar indicando que las mismas hayan sido foco especial de las ocupaciones humanas. Hasta aquí, estos datos tampoco sugieren que estos rasgos sean de origen antrópico, aspecto que será retomado más abajo con la información geoarqueológica.

El material arqueológico y natural que se concentra en el horizonte AC habría ingresado desde la superficie del suelo actual por la propia dinámica pedogenética<sup>5</sup> y otros procesos que

<sup>5</sup> En suelos o depósitos sedimentarios en los que actúan ciclos estacionales de congelamiento/descongelamiento y/o expansión/contracción por arcillas, puede existir una migración ascendente de partículas gruesas, entre éstas, el registro arqueológico (Waters 1992; Bertran y Texier 1995; Texier *et al.* 1998; French 2007). El primer proceso podría estar actuando en alguna medida en TA, tal como lo sugiere el estudio micromorfológico. Más aún, la granulometría con presencia mayoritaria de limos y arenas finas constituyen las fracciones donde el juego de congelamiento/ descongelamiento tiene mayor expresión, por el tamaño de poros (que contienen el agua que se congela) entre las partículas (Van Vliet-Lanoe 1985). Por otro lado, las bajas proporciones de arcilla y la

se comentarán en los próximos párrafos. Esto no significa, de ningún modo, que el registro hallado entre 10-30 cm sea temporalmente posterior a la formación de este suelo actual. Por ejemplo, la depresión TA14(30) muestra en los horizontes superficiales mezcla de materiales de muy distinta edad como huesos de guanaco datados en  $2290 \pm 60$  AP y, en una situación próxima, huesos dérmicos de *Myloodon* sp. (Massone *et al.* 1993; Prieto *et al.* 1997; Massone 2004). Asimismo, en los sondeos analizados aquí, el registro de fragmentos óseos con distintos grados de preservación, huesos con marcas de combustión, y otros con marcas de radículas mezclados dentro de un mismo nivel (Figura 9.11.) también estarían apuntando a la existencia de un palimpsesto en los horizontes superficiales (Borrero 2013b). La inclusión de huesos de guanaco actuales en depósitos arqueológicos se encuentra bien documentada en otros sectores de la Isla (L'Heureux y Borrero 2002; Borrero 2007).

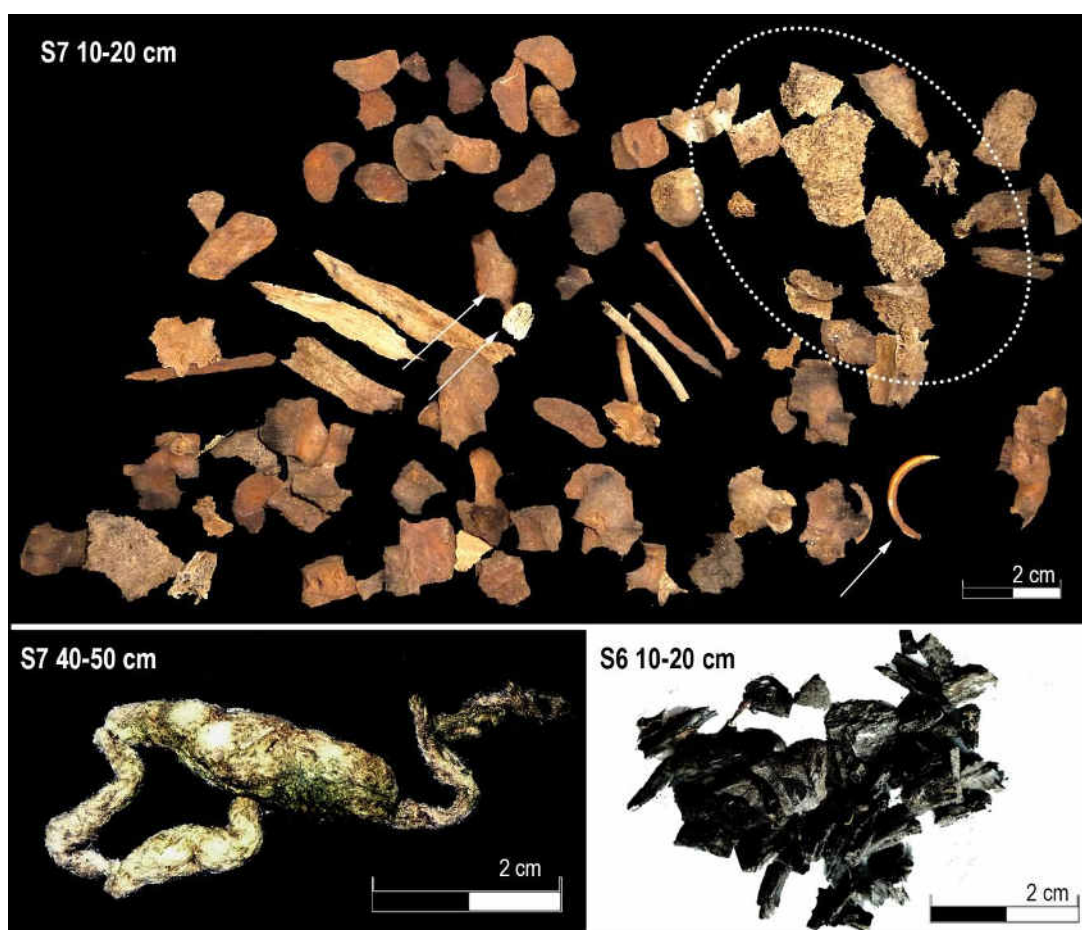


**Figura 9.11.** Arriba, conjunto óseo en el que puede verse huesos de guanaco, roedor, ave y otros indeterminados que muestran distintos grados de preservación y fragmentos quemados. Abajo, a la

ausencia de grietas de desecación a nivel macroscópico (que señala una baja composición de arcillas de tipo expansibles) estaría indicando una muy baja actuación de procesos vinculados a la expansión/contracción de arcillas.

izquierda, un resto de fibra de oveja probablemente excretado por un carnívoro chico (L.A. Borrero com. pers. 2015). Abajo, a la derecha, espículas de carbón con un excelente estado de preservación<sup>6</sup> pertenecientes a S6.

Observaciones actualísticas realizadas en el año 1996 por Luis Borrero señalaron, para el talud norte/noroeste, que la mayor abundancia de huesos superficiales se concentraban en el talud superior (18-8°), y que los huesos pertenecientes al talud inferior mostraban más cantidad de líquenes (mayor exposición subaérea y estabilidad), marcas de radículas (huesos que permanecieron un tiempo enterrados) y mayores estadios de meteorización (que señalan pérdida del conjunto). En este sentido, se indicó que la “lluvia ósea” sería más importante en posiciones más altas del cerro (L. Borrero com. pers. 2013) debido a que los reparos rocosos constituyen refugios durante el invierno, estación en la que aumenta la mortalidad de animales como guanacos u ovejas (Borrero 1990; Rindel y Belardi 2006).

De acuerdo a la microtopografía, la tasa de sedimentación y otras circunstancias específicas, el material óseo -una vez estabilizado- ingresaría a la matriz<sup>7</sup> del suelo a diferentes velocidades y de ello estaría dependiendo la intensidad con la que actúa la intemperización, aunque el enterramiento no sea, necesariamente, garantía de preservación. Por ejemplo, el caso de los restos humanos agrupados (E3) estudiados por Martin (2006), muestra que éstos fueron transportados desde sectores más altos del cerro hacia el talud medio por gravedad y acción de cánidos, y una vez depositados allí se habrían sepultado rápidamente tal como lo indica el buen estado de preservación del conjunto. Al respecto, observaciones de Martin y Borella (1999) en Cerro Cabeza de León (ver abajo) dieron cuenta de que en el lapso de un año, los huesos pueden alcanzar un enterramiento parcial. Massone y colaboradores (1993), en una serie de experimentaciones realizadas en TA y zonas aledañas también

---

<sup>6</sup> La información disponible no permite afirmar que estos carbones pertenezcan a las ocupaciones humanas objeto de estudio. Su excelente preservación (que también se constata en las secciones delgadas) plantean cierta incertidumbre al respecto, ya que ni en MA2, ni en CSN se han observado carbones con tal grado de preservación. Es posible que carbones volados de fogones encendidos por gente local o la experimentación arqueológica realizada en el flanco noreste del cerro (Massone *et al.* 1993) hayan incrementado el N de carbones cuantificados aquí. La cercanía de TA con la faja boscosa también vuelve posible la existencia de incendios naturales y el acarreo de carbones por el viento. Por ejemplo, en el Departamento de Río Grande, del lado argentino pero próximo a sitio TA, entre el 2000 y 2007 se incendiaron 77 ha, llamativamente un valor superior en comparación con el Departamento de Ushuaia para el mismo lapso temporal (Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable 2009). Para el mismo lapso temporal, en la comuna de Porvenir, Chile, hay registro de la quema de 155 ha (Corporación Nacional Forestal – Gerencia Manejo del Fuego 2014).

<sup>7</sup> Con la expresión “ingresar en la matriz”, “enterramiento” o “sepultamiento” se hace referencia tanto a procesos vinculados al descenso del material por el perfil de suelo, como a la depositación de partículas (minerales u orgánicas) sobre el material, que luego pasa a integrarse en el perfil de suelo sin descender.

registraron el enterramiento de carbones y desechos líticos en un lapso aproximado de un año y medio. El estudio longitudinal de tafonomía de Borrero (2007), en el área de Cabo San Pablo, también mostró tasas mínimas de enterramiento de un año, promovidas principalmente por pisoteo sobre sustratos blandos, fangosos y húmedos.

La Tabla 9.1. resume, para el caso de TA y de modo simplificado, las condiciones y procesos que contribuyen al transporte horizontal y enterramiento de materiales arqueológicos y naturales, teniendo en cuenta la velocidad, la frecuencia, la intensidad y la extensión espacial en cada caso. La mayoría de los procesos que se mencionan ya han sido estudiados por investigaciones previas, otros surgen de la presente investigación y algunos constituyen expectativas que nacen de la literatura acerca de estas problemáticas en otras regiones (*e.g.* Rick 1976; Nielsen *et al.* 1991; Waters 1992; Massone *et al.* 1993; Bertran *et al.* 1997; Favier Dubois 1998, 2001; Waters 1992; Petraglia y Potts 1994; Beltran y Texier 1995, 1999a, 1999b; Bertran *et al.* 1997, 2010, 2012; Texier *et al.* 1998; Martin y Borella 1999; Martin y Borrero 1998; Balek 2002; Van Nest 2002; Borrero 2003, 2007, 2008b; Canti 2003a; Texier y Meireles 2003; Lenoble y Bertran 2004; Rubin de Rubin y Silva 2004; Martin 2006; Lenoble *et al.* 2008; Borrazzo 2010, 2013a; Balirán 2014; Ozán *et al.* 2015b).

La combinación de estos distintos procesos y las expectativas arqueológicas derivadas de su acción es lo que constituye los diferentes “modos tafonómicos” (Behrensmeier y Hook 1992) discutidos en profundidad para el sector noreste de la Isla (Borrazzo 2010; Borrazzo y Borrero 2014), en el marco de un planteo de tafonomía regional (Borrero 2001b, 2001d). Estos autores, a partir de la integración de estudios tafonómicos y experimentales con materiales óseos y artefactos líticos, presentan cinco modos tafonómicos correspondientes a 1) dunas litorales, 2) acantilados (que incluye dinámica de talud, aquí se encuentra TA y CSN), 3) sectores lacustres, 4) planicies aluviales y 5) playas de gravas.

La implicancia arqueológica más relevante de los taludes es la diferencia entre los conjuntos superficiales y enterrados a lo largo de la pendiente, en tanto los segundos muestran altas frecuencias de artefactos pequeños -como desechos de talla-, mientras que los artefactos de mayores dimensiones son más frecuentes en superficie (Borrazzo 2009, 2010). Esto se debería a que los objetos más grandes y pesados tienden a ser transportados hasta situaciones de pendientes bajas o nulas (Rick 1976<sup>8</sup>), mientras que los materiales más pequeños se entrapan en la cobertura vegetal, presentando mayores probabilidades de enterrarse.

---

<sup>8</sup> Sintéticamente, el modelo de Rick (1976), generado a partir de las pendientes del alero Ccurimachay, Perú, plantea que al menos en un tipo de movimiento de pendiente (en ausencia de acción hídrica y congelamiento), los materiales más densos y pesados se mueven más que los menos densos y livianos; por ende, es más probable



|                                                                                                                       | Velocidad        | Frecuencia                          | Alcance espacial               | Impacto sobre el registro                                      | Condicionantes                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Biomecánica en suelos</i>                                                                                          | lenta            | continua                            | amplio y homogéneo             | enterramiento, mezcla, selección                               | humedad, temperatura, drenaje, pH                                             |
| <i>Acción de animales fosoriales</i>                                                                                  | rápida           | periódica, alta                     | amplio y sectorizado           | enterramiento, mezcla, destrucción                             | humedad, granulometría, compactación de la matriz                             |
| <i>Cánidos y aves carroñeras</i>                                                                                      | rápida           | episódica                           | amplio y sectorizado           | desplazamiento horizontal, destrucción                         | disponibilidad de animales muertos                                            |
| <i>Escorrentía/ iluviación/ deshielo</i>                                                                              | lenta/ moderada  | periódica/ estacional               | amplio y homogéneo             | desplazamiento horizontal, en menor medida vertical, selección | grado de inclinación, pluviosidad, temperatura                                |
| <i>Pisoteo de animales</i>                                                                                            | rápida           | episódica                           | amplio y sectorizado           | enterramiento, fractura, desplazamiento horizontal por pateo   | cubierta vegetal, humedad, granulometría, compactación de la matriz de suelo  |
| <i>Gravedad (caídas, coluvio, geliflución)</i>                                                                        | rápida/ lenta    | continua/ estacional/ episódica     | amplio, homogéneo/ sectorizado | desplazamiento horizontal, selección                           | grado de inclinación, microtopografía, cubierta vegetal, humedad, temperatura |
| <i>Congelamiento/ Descongelamiento (crioturbación)</i><br><i>Expansión/ contracción de arcillas (argiloturbación)</i> | lenta            | estacional                          | amplio, homogéneo              | migración vertical (ascendente y descendente), selección       | temperatura, humedad, presencia y abundancia de arcillas expansibles          |
| <i>Acción eólica</i>                                                                                                  | moderada/ rápida | continua (estacionalmente más alta) | amplio, sectorizado            | migración horizontal, selección                                | relieve (lomadas, cerros, bloques), vegetación                                |
| El peso, tamaño y forma del material puede acelerar o inhibir la actuación de estos procesos y agentes                |                  |                                     |                                |                                                                |                                                                               |

**Tabla 9.1.** Esquema que presenta sintéticamente la forma en que diferentes procesos podrían operar sobre las propiedades del registro arqueológico y natural. Basado en la información disponible citada arriba.

hallar los primeros en zonas del talud bajas. El autor señala que esta relación inversa entre peso y ángulo se cumple a partir de ciertos umbrales de ángulo y peso (e.g. el ángulo crítico de artefactos de 2-8 gr. sería 16/17°).

Esta selección preferencial de los materiales que se entierran y aquellos que quedan en superficie fue verificada por Borrazzo (2010) en el sitio Espíritu Santo 1 (pendiente  $<22^\circ$ ; Horwitz, 1996, 1998) y Cerro Cabeza de León (pendiente  $<40^\circ$ ; Borrero 1979, 1985; Favier Dubois 1998, 2001; Martin y Borella 1999; Borrazzo 2009, 2010). En los sondeos planteados en TA para esta investigación sólo hay registro de desechos pequeños y no se ha visto material en superficie para corroborar la expectativa en cuestión. Los trabajos en el área no informan la existencia de artefactos líticos en superficie, aunque se han registrado algunos pocos, asociados a un sendero de oveja del sector superior del talud (F. Morello y L.A. Borrero com. pers. 2015); además también se registraron guijarros desprendidos del alero y dispersos por el talud (K. Borrazzo com. pers. 2015). De los que se encuentra enterrados en TA14(30), TA14(80), TA14(88) y TA(89), sólo hay mención de artefactos de hasta unos 5 cm (Massone *et al.* 1993). Vale destacar que las pendientes de TA son de menor magnitud ( $<18^\circ$ ) respecto a Espíritu Santo 1 y Cerro Cabeza de León y esto podría tener un efecto en el no cumplimiento de la expectativa (este tema será retomado en el caso CSN).

En Cerro Cabeza de León también se registró una mayor tasa de sedimentación en la zona superior del talud, con una implicancia tafonómica directa vinculada a una menor meteorización de huesos en sectores altos (esto mismo corroboró L. Borrero en las observaciones presentadas arriba para TA). El registro óseo superficial de este sitio no sólo estaría movilizado o estabilizado por la gravedad sino también por obstaculizadores y facilitadores de movimientos como bloques, presencia de cobertura vegetal y eventuales trampas naturales (Favier Dubois 1998; Martin y Borella 1999). En el caso de TA, y como fue mencionado en numerosas oportunidades, las depresiones circulares estarían operando de trampas naturales (Borrero 2003; Martin 2006).

En este trabajo se han podido constatar la presencia de los procesos y agentes mencionados en la Tabla 9.1. Como ya se presentó arriba, la acción biomecánica (bioactividad ampliamente documentada en la micromorfología) queda evidenciada en la distribución vertical del material en los sondeos, donde las mayores frecuencias se concentran en el horizonte AC. Luego, la acción de roedores ya ha sido objeto de discusiones para este *locus* (Martin y Borrero 1998; Borrero 2008b), así como también la existencia de acción de cánidos en huesos humanos (Martin 2006). Asimismo, experimentaciones llevadas a cabo por Massone y colaboradores (1993) también registraron la movilización por caranchos de restos óseos de unos cuartos traseros de zorro asados en uno de los aleros del noreste del cerro. Estas aves desarticulaban y dispersaban los restos más de 33 metros, hasta que desaparecieron de las

inmediaciones. Observaciones de L. Borrero realizadas en una pradera de Cabo San Pablo en 1983 también registraron el transporte de un cráneo de guanaco por varios metros (L.A. Borrero com. pers. 2015).

Procesos de escorrentía, tal vez asociados al deshielo estacional, fueron interpretados a partir de propiedades específicas de las láminas delgadas (Beltran y Texier 1999). También a través del trabajo micromorfológico se analizó una microestructura de tipo granular muy fuerte que podría ser consecuencia de ciclos de congelamiento y descongelamiento (Beltran y Texier 1999). La geliflucción, movimiento pendiente debajo de sedimentos saturados de agua asociada al deshielo, no fue directamente registrada en TA, pero las condiciones climáticas del área hacen posible su ocurrencia. Observaciones realizadas en 1984 por Borrero durante los meses de invierno en el área de Cabo San Pablo muestran que, aún en pendientes que no superan los 5°, los procesos de descongelamiento tienen la capacidad de mover material de dimensiones variables en favor de la pendiente.

El pisoteo animal es propuesto a partir de las experimentaciones de Massone y colaboradores (1993), donde esta acción habría sido la responsable del enterramiento de algunos desechos de una talla de vidrio experimental, hasta los 10 cm de profundidad. Por otro lado, existen abundantes senderos de ovejas en toda el área (Figura 7.1., capítulo 7).

No se observan desprendimientos de bloques del cerro distribuidos a lo largo del talud, aunque no se puede descartar que procesos de este tipo hayan ocurrido. Debe recordarse que en el sector de TA14(30), los niveles más profundos descubrieron un alero totalmente sepultado a más de un metro de profundidad (Massone *et al.* 1993). Como fue mencionado, sí existen clastos desprendidos del alero en distintos sectores del talud. Por otra parte, existe un sustancial aporte de gravas de origen coluvial, constatadas tanto en los estudios granulométricos como micromorfológicos. Asimismo, las características sedimentarias indican un componente eólico en el talud.

Todos estos procesos actúan al mismo tiempo y las firmas y/o patrones espaciales que imprimen sobre el registro óseo, lítico, carbones, valvas, etc. se mezclan, obliteran y/o borran mutuamente. De acuerdo a la intensidad en la que actúe uno u otro proceso, se impondrá una firma por sobre la otra. Sin embargo, situaciones excepcionales o poco representativas de la historia ambiental de ese contexto arqueológico, pueden sobreponerse. El caso de la inundación causada por el endicamiento de los castores que describe Borrero (2007) para el área de Cabo San Pablo ilustra con claridad este último punto. Movimientos sísmicos o

depósitos de cenizas de erupciones volcánicas pudieron haber tenido lugar en el área en cuestión (Borrero y Borrazzo 2011).

Finalmente, un aspecto relevante que nace de la información sintetizada en la Tabla 9.1. es la importancia de reconocer los condicionantes vinculados a características climáticas, como la crioturbación, *vs.* aquellos relacionados con otros factores intra-zonales (capítulo 2), esto es, no dependientes de la latitud o clima, como podría la acción de cánidos y aves. En otras palabras, “... *changes in the microenvironment where a bone was deposited may reflect the responses to climatic trends, but usually respond to very local factors.*” (Borrero 2007:230). La influencia de factores intra-zonales es aún mayor en situación de pendiente (van Steijn *et al.* 1995). También, y sobre todo, existen procesos relacionados con ambos conjuntos de variables (zonales e intra-zonales), como por ejemplo la geliflucción. Esta distinción es útil para la comparación entre contextos iso-tafonómicos (Borrero 2001b; Borrazzo y Borrero 2014).

## **2.2. Depresiones naturales *vs.* improntas de vivienda**

La asignación de un origen antrópico a las depresiones circulares/ subcirculares de TA (Massone *et al.* 1993; Massone 2004), más específicamente su interpretación como huellas de viviendas de un extenso campamento Selk’nam para tiempos post-contacto, ya ha sido puesta en tela de juicio en otros trabajos, sobre todo señalando la ausencia de material arqueológico en muchas de estas marcas (Borrero 2004). La discusión de su origen tiene algún efecto en la arqueología de Magallania insular, en tanto la adscripción de este *locus* como un gran campamento lo vuelve un área nodal (Oría 2014), como el sur de Bahía San Sebastián (localidad Chorrillos), la costa de Bahía Inútil (localidad Marazzi y Bahía Inútil) y la costa del Estrecho de Magallanes (localidades Cabo San Vicente, Punta Baxa y Punta Catalina) (Horwitz 1995; Massone 1997; Morello *et al.* 1999, 2012b; Massone *et al.* 2003; Martin *et al.* 2004; Massone y Torres 2004; Morello *et al.* 2005; Massone y Morello 2007; Borrero *et al.* 2006; Torres 2009a; Pallo 2013; Borrazzo 2014; capítulo 4).

Aquí se plantea que las 304 depresiones distribuidas por el talud medio e inferior (ver arriba Figura 9.9.) no son el resultado de las huellas dejadas por el establecimiento de chozas Selk’nam en tiempos históricos, por los argumentos que se enumeran abajo.

1- De las 20 depresiones sondeadas por Massone y colaboradores (1993), cuatro presentaron materiales dudosos y dos no presentaron registro. Como fue mencionado en el

capítulo 4, en otra depresión excavada por Borrero sólo se halló una corurera y restos de un guanaco muerto sin ninguna evidencia humana (L. Borrero com. pers. 2015).

2- En el sitio Tres Arroyos 16, a unos pocos kilómetros al norte del Cerro de los Onas, se registraron en una suave pendiente unas 60 depresiones circulares/subcirculares de 2/4 m de diámetro. Dos sondeos realizados en ellas sólo hallaron restos de guanaco y oveja hasta los 15 cm de profundidad (Massone *et al.* 1993). En esta misma dirección, los 12 sondeos practicados en las depresiones de los *loci* Estancia Dos Marías y Florentina tampoco mostraron registro arqueológico (Massone *et al.* 1993). Finalmente, las depresiones observadas por Borrazzo en Laguna Cañadón Piedra, sobre una suave pendiente, tampoco se encontraron asociadas a materiales culturales (K. Borrazzo com. pers. 2015; Figura 9.12.).

3- En la presente investigación no se registraron diferencias significativas entre la abundancia de registro arqueológico dentro y fuera de las depresiones. De todas formas, la abundancia de huesos, artefactos líticos y otros componentes no deberían ser un criterio fundamental en tanto que las depresiones actúan como trampas naturales y es esperable que en ellas se establezcan los materiales depositados en distintas posiciones del talud (Favier Dubois 1998; Martín y Borella 1999; Borrero 2003; Martín 2006). De igual modo, los cambios vegetacionales observados al interior de las depresiones deberían ser interpretados en primer lugar como consecuencia de la mayor humedad que eventualmente concentran estos rasgos, antes que como producto del enriquecimiento orgánico de actividad humana (Massone *et al.* 1993).

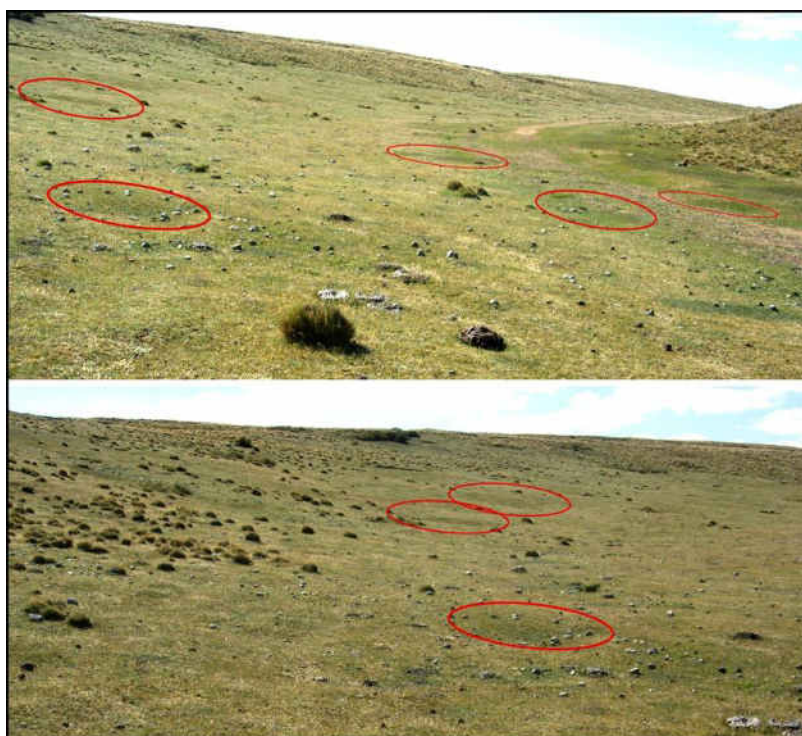


**Figura 9.12.** Depresiones circulares observadas en Laguna Cañadón Piedra (foto cortesía de K. Borrazzo, enero de 2013).

4- Los análisis de susceptibilidad magnética presentados en el capítulo 7 indicaron un enriquecimiento de la señal en toda el área de mayor concentración artefactual, tanto dentro como fuera de las depresiones. Pese a que esta evaluación es preliminar, estos datos estarían señalando que efectivamente las poblaciones humanas que ocuparon este espacio llevaron a cabo actividades vinculadas a la combustión o al descarte de materia orgánica, pero no de manera selectiva sólo dentro de las depresiones (Dalan y Banerjee 1998; Dalan 2008).

5- Por último, y dentro de otro nivel de análisis, no sería esperable el establecimiento de chozas en pendientes que alcanzan los 18°, ni en el flanco oeste del cerro, donde azotan fuertemente los vientos del oeste.

Algunos de los puntos señalados han sido reconocidos por Massone y colaboradores (1993) quienes indicaron que probablemente algunas de estas depresiones serían naturales y/o naturales y luego utilizadas para establecer la vivienda que –como se destaca discutiblemente en las etnografías- era instalada en un hoyo somero cavado para tal fin (Gusinde 1982).

Si, como se sostiene aquí, estos rasgos son naturales, resta analizar los procesos que le dieron origen. Los distintos estudios llevados a cabo (análisis geomorfológicos, estudios granulométricos, observación macroscópica de perfiles ubicados en distintas posiciones del talud, micromorfología de suelos, cuantificación mineralógica, geoquímica y susceptibilidad magnética) estuvieron dirigidos a buscar propiedades específicas, dentro y fuera de estas depresiones circulares, que pudieran ser explicadas por algunos de los procesos o agentes que tienen lugar (o han tenido lugar en el pasado) en el área del Cerro de los Onas.

Las diferencias encontradas dentro de las depresiones respecto al sector exterior a ellas son poco acentuadas. Esto podría interpretarse como que el proceso que le dio origen a estos rasgos pudo haber tenido lugar hace un tiempo relativamente largo y, en efecto, los factores actuales habrían homogeneizado las propiedades del sector interior y exterior de las depresiones (Bertran y Texier 1999). También es posible que los procesos o agentes intervinientes en su formación alteren las propiedades de los suelos de un modo no sensible para las metodologías puestas en marcha aquí. Sin embargo, pueden señalarse y discutirse algunas diferencias interesantes.

La Tabla 9.2. sintetiza de modo comparativo los principales rasgos micromorfológicos y algunos aspectos mineralógicos de las muestras. Si bien esta información señala que no existen tendencias o propiedades específicas entre los sondeos de cada grupo (fuera y dentro de la depresión), la evaluación detallada de la porosidad (Figura 7.8., capítulo 7) señala que esta propiedad, dentro de la depresión, es en promedio algo superior (con abundantes poro de

empaquetamiento compuesto) respecto a la registrada afuera (donde hay más poros tipo cavidades y fisuras). Los poros de empaquetamiento compuestos se asocian más a la bioactividad, ya que son generalmente el resultado de microestructuras granulares. Sin embargo, como ya se mencionó, las estructuras granulares también pueden ser consecuencia de procesos de congelamiento/descongelamiento. En este sentido, podría pensarse que esta porosidad diferencial es el resultado de una mayor humedad dentro de la depresión, algo absolutamente esperable. La evidencia no indica de ningún modo la presencia de un cuerpo de agua.

|                     | S2                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | S7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | S8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DENTRO DE DEPRESIÓN | Estructura granular. Porosidad: de 30 a 20%. Relación g/f: 10/90; 30/70; 25/75. Fábrica-b moteada. Predominio de arena fina. Materia orgánica: de 20 a < 5%. Bioactividad descendiente, más coluvio que eólico. Escasos revestimientos de arcillas sucias, escasa iluviación.                                   | Estructura granular y de canal. Porosidad: de 30 a 10%. Relación g/f: 15/85; 10/90; 25/75. Fábrica-b moteada, estriada y grano/poro estriada. Aumenta la grava, arena gruesa y media hacia abajo. Materia orgánica: de 15 a < 5%. Ocasionales/ escasos revestimientos de arcillas sucias y limpias. Mayor aporte coluvial que eólico. Procesos de iluviación moderados.   | Estructura granular. Porosidad: 20-25%. Relación g/f: 35/65. Fábrica-b: moteada y grano/poro estriada. Proporciones similares de distintos tamaños de arena. Materia orgánica: <10%. Abundantes revestimientos de arcillas sucias y limpias. Moderada bioactividad. Procesos de iluviación y coluviales. Junto con S7, presenta menor proporción de fel-despatos que el resto; y –también como S7- ausencia de trizas volcánicas |
| FUERA DE DEPRESIÓN  | S4<br>Estructura de granular a de canal. Porosidad: de 20 a 15%. Relación g/f: 15/85; 25/75. Fábrica-b: moteada y estriada. Escasos gruesos, abundante arena fina, mayormente seleccionada. Materia orgánica: de 20 a < 5%. Bioactividad descendiente. Procesos coluviales y eólicos en proporciones similares. | S6<br>Estructura de cavidad y granular. Porosidad: de 10 a 25%. Relación g/f: 30/70; 40/60. Fábrica-b estriada. Aumentan gruesos hacia abajo. Materia orgánica de 10 a <2%. Aumento de revestimientos de arcilla sucia y limpia hacia abajo. Aumenta Iluviación y coluvio hacia abajo. Bioturbación de moderada a baja. Mayor presencia de minerales opacos que el resto. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

**Tabla 9.2.** Síntesis comparativa de las principales características de los sondeos analizados a nivel micromorfológico, organizados entre los que se ubican dentro y fuera de las depresiones. El sombreado indica que los sondeos se ubican en el área de mayor concentración arqueológica.

Por su lado, los estudios granulométricos indican, en términos generales, que los sondeos ubicados dentro de las depresiones presentan curvas más de tipo meso y leptocúrticas

(campanas de normal a agudas más asociadas con el predominio de un sólo agente de sedimentación), mientras que fuera de las depresiones las curvas tienden a ser meso y platicúrticas (campana de normal a achatada, típica de la mezcla de poblaciones distintas). Asimismo, en promedio, la fracción de grava dentro de las depresiones es levemente menor que fuera de ellas, donde además la proporción de grava tiende a aumentar en profundidad. Interesantemente, estos resultados no responden a la expectativa, en tanto sería esperable que hubiera más material grueso dentro de las depresiones, por ser estas superficies negativas y – en efecto- “atractoras” de sedimentos. En estos contextos sería apropiado repensar la asociación grava-coluvio/ arena-eólico, dado que aquí la energía del viento tiene la capacidad de seleccionar partículas más grandes. De todas formas, las diferencias que muestran los estudios granulométricos tampoco son claras para pensar la formación de las depresiones.

El hecho de que en distintas regiones estas depresiones aparezcan en situación de talud invita a pensar la existencia de algún proceso vinculado a la pendiente que pueda generar tales rasgos. La disolución diferencial en forma de oquedades de la roca de caja podría ser una explicación (Goldberg y Macphail 2006), pero esto sería más esperable en rocas carbonáticas y tampoco estaría explicando la existencia de depresiones en laderas de valles fluviales como las de Laguna Cañadón Piedra mencionadas arriba. Vilas y colaboradores (1999) mencionan – aunque en sectores no asociados a pendientes- hoyos formados a partir de arbustos que se vuelan. Una vez que la cubierta vegetal desaparece, el viento profundiza y amplía los hoyos, que luego se llenan de agua y son el origen de muchas de las lagunas estacionales del sector noreste de la Isla. Sin embargo, en el talud de TA, hay depresiones en sectores que se encuentran a unas pocas decenas de centímetros de la roca de caja, lo que vuelve complejo el enraizamiento de grandes matas.

Existen expectativas micromorfológicas claras para la remoción de árboles, arbustos o simplemente la cubierta vegetal, ya que esto acarrea otra forma de infiltración de agua que ingresa desde arriba. No obstante, una vez que se re-tapiza este sector (si es que sucede) rápidamente los procesos vuelven a su estado “pre-remoción” y al cabo de un tiempo podrían borrar u obliterar las propiedades formadas sin cubierta vegetal, aunque esto no sucede en todos los casos (Courty *et al.* 1989; Macphail y Goldberg 1990; Goldberg y Macphail 2006).

Una explicación que parece muy defendible, y aquí se plantea a modo de hipótesis, es que las depresiones circulares podrían haber sido revolcaderos de animales (Figura 9.13.), que al ser abandonados se cubrieron nuevamente de vegetación. Esto también podría explicar, al



menos parcialmente, por qué estos rasgos están generalmente asociados a pendientes, ya que es común que el ganado busque esas situaciones topográficas que ofrecen mayor reparo.

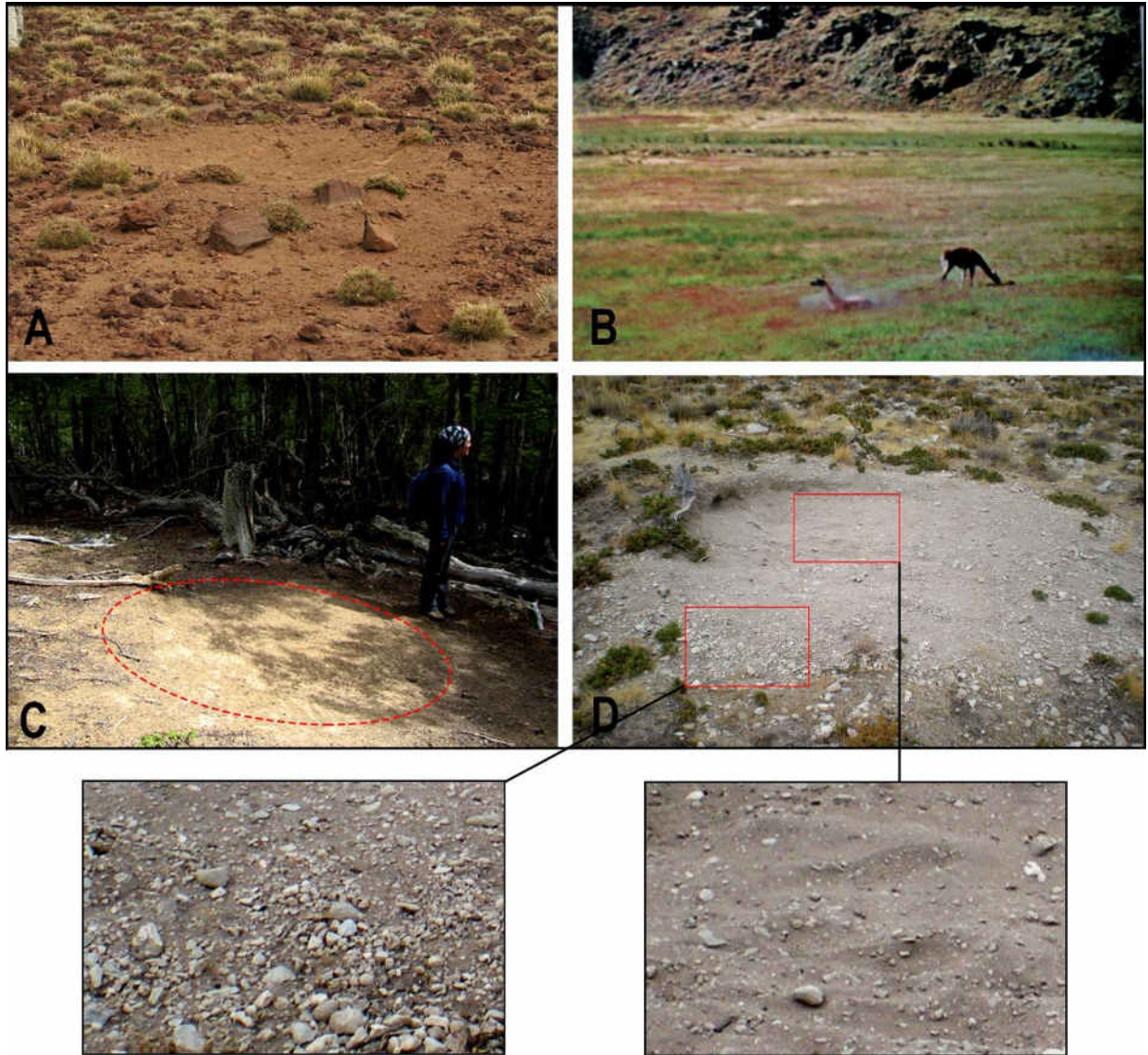


**Figura 9.13.** A- Revolcadero de guanaco de unos dos metros de diámetro, meseta del Lago Buenos Aires, Santa Cruz (foto cortesía de Mercedes Rocco). B- Guanaco en el revolcadero, valle del curso superior del río Chacabuco, región de Aisén, Chile (foto cortesía de M. Victoria Fernández, 2015). C- Revolcadero de unos dos metros de diámetro de un cerro del borde norte del lago Blanco, Chile (foto cortesía de Luis Borrero, noviembre de 2009). D- Revolcadero en la costa oeste de Río Negro, nótese cómo la acción del animal desplazó las fracciones más gruesas hacia la periferia de la depresión (foto cortesía de M. Cardillo, abril de 2015).

Los revolcaderos podrían ser de oveja o guanaco (Figura 9.13.). Como el vellón de estos últimos casi no tiene grasa necesitan incorporar polvillo inerte para mantener las fibras sin



apelmazarse (crean electricidad estática) y a su vez se expulsan de ectoparásitos, como las gallinas cuando se revuelcan en la ceniza o en tierra, (C. Nuevo com. pers. 2015). La expectativa micromorfológica podría ser mayor compactación (disminución de la porosidad), estratificaciones y –como se mencionó arriba- todo lo que se relaciona con la pérdida de la cobertura vegetal, concretamente, revestimientos de material fino mezclado con materia orgánica (Goldberg y Macphail 2006), más poros de tipo canal (por aumento de la velocidad de drenaje), hipo-revestimiento de pérdida de óxido de hierro/manganeso, etc. Nada de esto fue registrado en TA, pero queda para investigaciones futuras tomar muestras de revolcaderos actuales justamente para analizar si estas propiedades se verifican. El tamaño de las depresiones de TA son más similares a los revolcaderos de guanaco<sup>9</sup> (Figura 9.13.), pero su abundancia y distribución es más similar a la a de las ovejas (Figura 9.14.).



**Figura 9.14.** Vistas de más de 50 revolcaderos de oveja sobre una suave pendiente, en el sitio arqueológico Cueva de la Vieja, región de Aisén, Chile. Sus dimensiones son de aproximadamente un

<sup>9</sup> En la costa oeste de Río Negro se alcanzaron a ver al menos tres revolcaderos de guanaco en un área aproximada de 50x50 m (Scartascini com. pers. 2015).

metros de diámetro, con variaciones que van de 0,7 a 2,7 metros. Algunas tienen morfología en forma de arco y su profundidad es de unos 15 cm, con variaciones de 9 a 20 cm. También se observa que algunas de estas depresiones coalescen (diciembre de 2014).

### 3. CERRO SIN NOMBRE

#### *Objetivos*

- ✓ Evaluar cómo los procesos naturales modifican las propiedades del registro arqueológico.
- ✓ Evaluar cuál es la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro subsuperficial.
- ✓ Analizar los cambios morfológicos del alero y sus implicancias en las ocupaciones humanas.
- ✓ Re-pensar la relación espacial entre las ocupaciones humanas de cerro y la línea de costa, a la luz de las nuevas dataciones.

#### 3.1. Suelos, sedimentos, tafonomía y procesos de formación

A partir de las investigaciones previas (Favier Dubois 2001; Borrazzo 2010), en el capítulo 8 se presentaron una serie de resultados tendientes a comprender los procesos edafológicos del talud de CSN, en donde además existe un constante aporte eólico y coluvial. Paralelamente, y desde un abordaje tafonómico, se evaluó el registro óseo y lítico contenido en los sondeos ubicados en distintos flancos y cotas del talud. La Figura 9.15. ilustra y resume la localización de los sondeos, la ubicación de los niveles datados, la identificación de los horizontes del perfil de suelo en cada caso, la distribución vertical de las frecuencias absolutas de materiales óseos y líticos y la frecuencia de componentes antropogénicos detectados en las secciones delgadas. Esta figura también incluye las frecuencias de materiales arqueológicos hallados en los tres sondeos realizados en excavaciones previas, en 1996 y 1998 (Favier Dubois 2001; L'Heureux 2009; Borrazzo 2009, 2010).

La frecuencia vertical del registro lítico y óseo en los distintos flancos y cotas del talud varía de forma semejante (Figura 9.15.). Esto equivaldría a decir que los procesos (naturales y/o culturales) puestos en marcha para la acumulación de ambos conjuntos parecerían ser los mismos. La excepción a dicho patrón es S4 (con pendiente 0°), lo que podría estar indicando la actuación de múltiples procesos naturales y/o culturales. Los grados de abrasión del conjunto lítico de este sondeo (26,8%) indican una mayor exposición subaérea que el resto, ya sea por un lapso de tiempo más prolongado en superficie y/o una situación de menor reparo, dado que S4 se encuentra en una posición más alejada del frente del cerro que actúa como

reparo del viento del oeste (Ozán *et al.* 2015b). En otras palabras, el registro lítico podría haber tardado más tiempo en enterrarse y/o el mismo tiempo que en los otros casos, pero bajo condiciones más agresivas en términos de abrasión. La menor tasa de sedimentación (indicada por el espesor del depósito) parece ser el argumento más probable para explicar el estado del conjunto arqueológico. Esto mismo fue observado al pie del talud de la localidad Cerro Cabeza de León (Favier Dubois 1998, 2001; Martin y Borella 1999) y –como fue mencionado arriba- en las observaciones actualísticas realizadas por Borrero en 1996 sobre los huesos superficiales del talud noreste de TA.

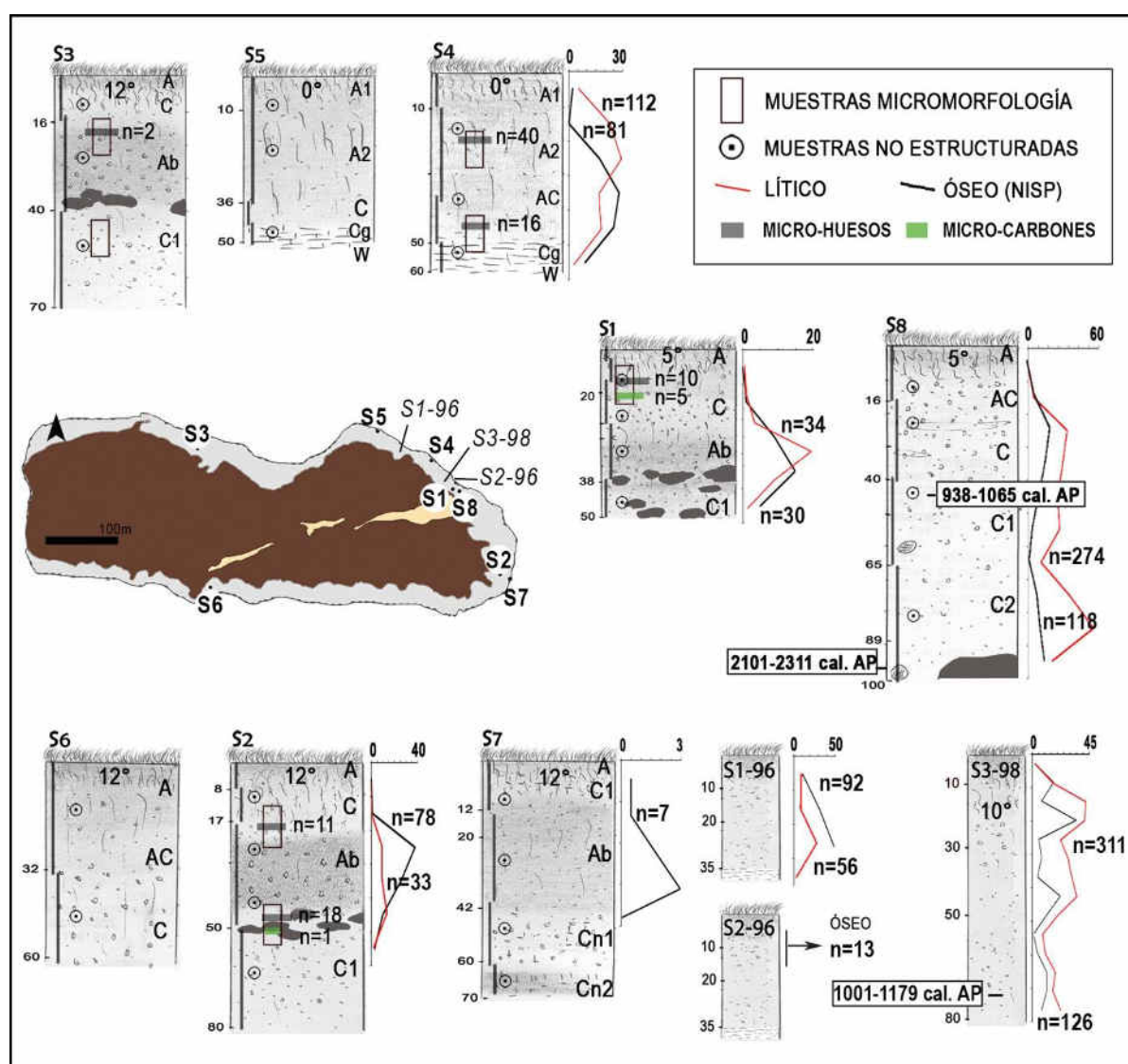


**Figura 9.15.** Esquemas a escala de los sondeos con sus correspondientes horizontes de suelo y la distribución vertical de las frecuencias absolutas de material óseo (NISP) y artefactos líticos. Al lado de cada rectángulo que señala la toma de muestras micromorfológicas se consignan las frecuencias de fragmentos líticos y carbones registrados en las secciones delgadas. Las dimensiones de las unidades

de excavación S1-96, S2-96 y S3-98 (correspondientes a investigaciones previas) duplican a las de los otros sondeos, por lo que las mayores frecuencias de material arqueológico son en parte producto del mayor tamaño de las excavaciones (modificado de Ozán *et al.* 2015b).

En CSN destaca, una vez más, la correspondencia entre las máximas frecuencias de registro arqueológico y un horizonte Ab (sondeos S1, S2 y S7; Figura 9.15.). Como fue señalado, esta misma situación fue descripta para MA2 y TA, sólo que en este último caso los horizontes superficiales no se encuentra enterrados. La acción biomecánica (constatada en la micromorfología) y el pisoteo de animales (inferido a partir de los altos porcentajes de artefactos fracturados y el enterramiento de huesos de oveja y cánido) parecen estar explicando gran parte de estas distribuciones verticales de los materiales culturales y naturales (Ozán *et al.* 2015b). No debe olvidarse en este caso, que este paleosuelo descripto en CSN podría ser contemporáneo a aquel registrado en MA2.

Los sondeos S8 y S3-98, próximos entre sí, muestran algunas particularidades respecto a los otros casos, vinculadas a: a- mayor potencia arqueológica; b- mayor abundancia de materiales óseos y líticos; c- ausencia de horizontes superficiales enterrados (al menos para S8, ya que el perfil de S3-98 no fue objeto del presente trabajo); d- variación vertical del registro arqueológico que no responde, como en los otros casos, a la expectativa derivada de la acción biomecánica (concentración en horizontes superficiales); y e- nula/escasa presencia de marcas de raíces entre el registro óseo. Tal como se indicó en el capítulo 8, la estratigrafía profunda de este sector es consecuencia de la pluma de arena transportada por el viento desde los hoyos de deflación ubicados en la cima del cerro (Figura 8.6., capítulo 8). El permanente aporte<sup>10</sup> estaría provocando la superposición de una dinámica sedimentaria por sobre el desarrollo de un perfil de suelo. Esto sería una de las razones por la cual el registro arqueológico no se distribuye como en los otros sondeos, donde efectivamente se registran procesos edafológicos más desarrollados.

El registro arqueológico contenido en depósitos sedimentarios tiene el potencial de presentar, a diferencia del concentrado en perfiles de suelo, mayor resolución temporal de la historia depositacional de los materiales culturales. Unidades de excavación con estas características son privilegiadas para la búsqueda de materiales para datar. Entre los depósitos sedimentarios y los suelos existe un gran espectro de situaciones, por ejemplo, los suelos

---

<sup>10</sup> Transporte de partículas de tamaño arena (o algo superiores dado los fuertes viento, y probablemente también de pequeños gránulos de material fino con materia orgánica de los suelos de arriba. De hecho, se registra la presencia de pedosedimentos (suelo transportado) en las láminas delgadas.

agradacionales, como el descrito para el perfil P1 de MA2 (ver arriba). Lo importante en este punto es que el caso de CSN ilustra que incluso en una escala espacial intra-sitio se pueden encontrar palimpsestos de distintos grado de resolución: desde niveles con una absoluta mezcla de materiales de edades muy disímiles concentrados en horizontes superficiales (subaéreos o enterrados), a sectores donde pueden observarse estratigrafías “más coherentes” debido a la mayor tasa de sedimentación que “separa” el material cultural depositado diacrónicamente. Vale aclarar que este planteo de ningún modo intenta señalar que el registro arqueológico en suelos se encuentra siempre mezclado y que el hallado en depósitos sedimentarios se encuentra inalterado.

La Figura 9.16. grafica, para todos los sondeos con registro lítico, incluyendo las excavaciones de años anteriores, los porcentajes de artefactos fragmentados y rangos de tamaños por nivel y horizonte (Tablas 8.7. y 8.8., capítulo 8). Si una de las principales causas de la fragmentación de artefactos es el pisoteo de animales (Vallín *et al.* 2005; Borrazzo 2010; Balirán 2014) y ello requeriría de la exposición subaérea de los materiales, se podría plantear que cuanto más fragmentado está el conjunto, mayor permanencia tuvo el artefacto sobre la superficie. Por tanto, cambios acentuados en los porcentajes de fragmentación a lo largo del perfil, podrían corresponderse con cambios en edafológicos y/o sedimentarios.

Obviamente, y como se señaló muchas veces a lo largo de la tesis, existen migraciones verticales y mezcla de materiales de distintas edades que además incluyen componentes no culturales (para el caso del registro óseo). Sin embargo, en la Figura 9.16. se observan varias situaciones (señalado en la figura con líneas rojas), en donde los cambios en las frecuencias de fracturas coinciden con cambios de horizontes de suelo. De hecho, en S1 y S2, llama la atención el cambio acentuado de artefactos fragmentados en el nivel donde se encuentran los bloques de arenisca desprendidos del alero. En suma, esta tenue tendencia debería ser explicada de algún modo con la evaluación futura de más perfiles, de este *locus* u otros donde los factores ambientales sean semejantes. Una expectativa que se deriva de la formación del suelo, es que los horizontes profundos (por ejemplo C) deberían tener menos artefactos fragmentados, en tanto estos niveles constituyen el material parental a partir del cual se forma el suelo, suelen presentar una tasa de sedimentación más elevada y –en efecto- estarían ofreciendo mejores condiciones para la preservación del registro en general. Este último hecho se encuentra bien ilustrado en la conservación del periostraco en valvas de molusco de algunos sondeos de MA2. Sin embargo, los sondeos de CSN no siguen la expectativa y esto abre caminos interesantes para explorar.



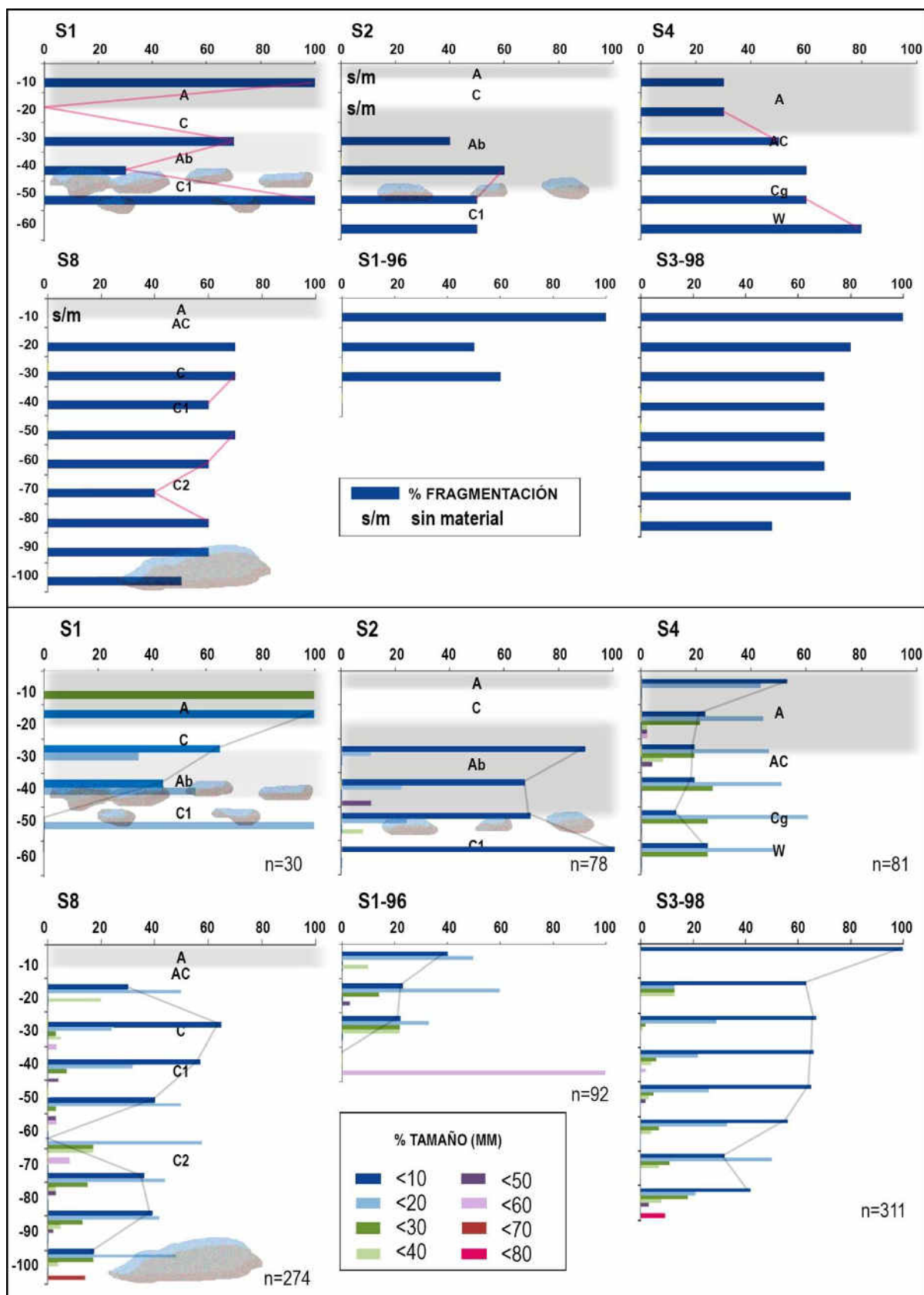


**Figura 9.16.** En el recuadro de arriba se grafica la variación vertical del % artefactos fragmentados por nivel y horizonte. En el recuadro inferior se grafican los % de rangos de tamaño de los artefactos por nivel y horizonte. En las excavaciones S1-96 y S3-98 llevadas a cabo en años anteriores no se

detallan los horizontes de suelo porque no se re-analizaron los perfiles para la presente investigación. Se ilustra en S1, S2 y S8 los niveles en los que se hallaron bloques de arenisca del alero.

La Figura 9.16. también presenta los rangos de tamaño en función de la profundidad. Algo ya fue mencionado en el capítulo 8, pero existen algunos otros puntos a destacar al respecto. A excepción de S2, los tamaños más pequeños (<10 mm), que además son los más abundantes, tienden a disminuir en profundidad. Este hecho podría explicarse por los ya mencionados ciclos de expansión/contracción de los suelos, como producto del congelamiento/descongelamiento o presencia de arcillas de tipo expansible (cuya presencia se infiere en el área). Se encuentra documentado que estos procesos provocan un patrón grano-creciente hacia arriba (Texier *et al.* 1998). Sin embargo, este argumento tiene una aplicación limitada al caso de estudio debido a que la profundidad en la que se encuentra distribuido el material es muy amplia, dado el hecho de que el congelamiento –de ocurrir- solo tiene lugar en los primeros centímetros del suelo (Bertran y Texier 1995).

Otro punto a destacar es que S8 presenta, comparativamente, una muy baja selección de tamaños, contrastando marcadamente con S1 y S2, donde existe poca variabilidad de tamaños. Como en este ambiente el agente geomorfológico que más se destaca es el viento, y este selecciona partículas tamaño arena (o algo mayores como se dijo arriba), es defendible el hecho de que la variabilidad de rangos de tamaño actúe como un indicador de buena preservación. Dependiendo de la particularidad del caso, la gravedad podría constituir un agente de baja selección, pero como se discutirá más adelante, las bajas pendientes y la cobertura vegetal, entre otros factores, no parecen ofrecer las condiciones de alta energía para la movilización de materiales tan heterogéneos en términos de tamaño/peso (se volverá sobre este punto en el próximo apartado).

Respecto a la integración de los datos granulométricos con la información arqueológica, se observa que al considerar el porcentaje de grava junto con la frecuencia del registro arqueológico, S1 muestra cierta coincidencia entre la concentración de artefactos líticos y óseos y aportes elevados de grava (Figura 8.10., capítulo 8), ubicados por encima del evento de caída de bloques (Figuras 9.15. y 9.16.). Sin embargo, por debajo, junto a los bloques, las gravas ascienden a 21,8% y el registro arqueológico disminuye sensiblemente. En S2, las frecuencias máximas de materiales coinciden con las máximas de gravas y en S8 no se puede establecer una relación clara entre el aporte de grava y material arqueológico. En conjunto, los porcentajes de grava como indicador de aporte coluvial no ofrecen un panorama concluyente



para explicar la acumulación del registro arqueológico (lo mismo que sucede en el caso de TA), aunque sí muestran que las frecuencias más elevadas de grava se encuentran en el flanco noreste del cerro, donde están los aleros más amplios -a sotavento- y las frecuencias más abundantes de materiales arqueológicos (factores que convergen sin una relación causal) (Ozán *et al.* 2015b).

Como se hizo mención arriba, la intensidad de los westerlies (con ráfagas de hasta 180 km/h) tiene la energía suficiente para transportar clastos de hasta 36 mm de largo (Borrazzo 2013a), es decir, partículas mucho mayores al tamaño grava (>2 mm). En este sentido, los umbrales que proponen tradicionalmente los análisis sedimentológicos para diferenciar procesos eólicos y coluviales parecen ser diferentes en estos contextos de Fuego-Patagonia, por lo que la máxima frecuencia de grava en el flanco noreste también podría ser consecuencia de la acción eólica, actuando en conjunto con los procesos coluviales. El viento podría incluso estar transportando material desde los sectores superficiales del cerro, donde además no se han hallado materiales arqueológicos menores a los 30 mm de largo (Favier Dubois 2001; Borrazzo 2009, 2010; Ozán *et al.* 2015b).

El análisis tafonómico realizado sobre el registro lítico y óseo muestra que, en términos generales, las modificaciones diagenéticas no parecen haber sido de gran magnitud. Las causas de los bajos grados de meteorización presentados por el registro óseo y lítico parecen relacionarse con tasas constantes de aporte eólico que habrían promovido el rápido sepultamiento del registro. Las dataciones de S8 marcan una tasa de sedimentación de unos 4,3 cm/100 años. Estos valores no son suficientes para explicar los bajos grados de meteorización del conjunto óseo ya que la meteorización por exposición subaérea puede ponerse en marcha en el orden de años a decenas de años (Borrero 2007). En efecto, es probable que el sepultamiento haya estado acelerado por el entrapamiento y pisoteo del material dada la presencia de una espesa cobertura vegetal (Massone *et al.* 1993; Martin y Borella 1999; Borrero 2007).

Entre el registro óseo obviamente existe un componente de origen no antrópico en el conjunto, como son los huesos de oveja, cánidos, roedores y algunos de guanaco. En este último caso, probablemente los huesos enteros y sin alteraciones antrópicas sean naturales, aunque estos criterios no sean suficientes para la determinación (L'Heureux y Borrero 2002). No obstante ello, y de un modo conservador, todos los sondeos presentan un componente de origen natural mezclado con el depósito antrópico, pero los sondeos ubicados en el flanco noreste (S1, S4, S8, S2-96 y S3-98), que se corresponden con el alero de mayores

dimensiones, muestran una proporción mayor de huesos naturales. Esta abundancia coincide con el sector del cerro donde la lluvia tafonómica es mayor, por tratarse del frente que ofrece mayor reparo para los animales (Borrero 1990).

### 3.2. Transectas superficiales

Para evaluar las modificaciones espaciales horizontales del registro arqueológico promovidas por la gravedad se analizó la distribución de guijarros superficiales desprendidos del alero, en distintos flancos del cerro y en tres niveles o cotas de la pendiente: alta, media, baja (Tabla 8.12., capítulo 8). De este análisis surge que la mayoría de los guijarros se concentra en el sector alto, en una posición cercana a su depositación original. Independientemente de la forma y el tamaño, pocos guijarros se registran en el sector inferior del talud, donde la pendiente es nula. Aparte de los inherentes problemas de muestreo, las causas de esta distribución horizontal de los guijarros superficiales podría ser una combinación de: ángulos de pendiente insuficientes para activar el movimiento, combinados con la presencia de cobertura vegetal que aumenta la fuerza de rozamiento; tasas de sedimentación altas que sepulten las gravas antes de que las mismas alcancen la base del talud; y/o la tabularidad y bajo tamaño/peso de los clastos que los vuelve poco propensos para desplazarse (Ozán *et al.* 2015b). No puede descartarse en este escenario, la meteorización durante el transporte de los guijarros, que al tratarse de areniscas, son más propensos a la desagregación. De hecho, las muestras de micromorfología ilustran con claridad distintos estadios en el proceso de disolución del cemento de las areniscas hasta liberar completamente la fracción gruesa.

Lo importante de este patrón observado en los guijarros superficiales es que no explica la abundancia del registro arqueológico de S4, al pie del talud, como producto de la acción coluvial. Este hecho estaría indicando que al menos un porcentaje de este conjunto de materiales óseos y líticos probablemente haya sido depositado por acción antrópica u otro agente que no es la gravedad<sup>11</sup>. Este sencillo ejercicio actualístico, que nace de los enfoques tafonómicos regionales de la estepa fueguina (Borrero 2001, 2007; Borrazzo 2010), tiene el potencial de generar hipótesis de investigación, al tiempo de alertar sobre posibles sesgos en la interpretación (*cf.* Lahaye *et al.* 2015).

---

<sup>11</sup> El alto tránsito de ovejas que ascienden y descienden constantemente del talud en búsqueda de reparo y alimento debe considerarse un agente fundamental en el movimiento de estos guijarros superficiales.

La distribución de tamaño/peso de los guijarros superficiales en función de la pendiente no muestra ningún patrón, como por ejemplo el señalado por Rick (1976) en donde los materiales más pesados alcanzan la base más rápidamente. La pendiente de CSN es inferior al ángulo crítico propuesto por el autor, pero la presencia de agua como escorrentía, flujos laminares o geliflucción podrían modificar aquellos umbrales (van Steijn *et al.* 1995). Por otro lado, considerando la presencia de flujos de agua en un talud, en el estudio granulométrico de los artefactos líticos de la cueva paleolítica Romentèeres (sudoeste francés), Bertran y colaboradores (2012) encuentran un patrón grano-decreciente pendiente abajo, como producto de la actuación de flujos laminares (lo contrario respecto a lo señalado por Rick). Esto tampoco se verifica en CSN y probablemente sea la presencia de vegetación la que ofrece la resistencia mayor al desplazamiento de los materiales.

Bertran y colaboradores (2012), a través de una serie de análisis experimentales, cuantificaron los tamaños de desechos de talla, utilizando diferentes técnicas de reducción y materias primas. El histograma resultante (Figura 9.17., izquierda arriba), muestra una distribución en la que más del 70% representa desechos menores a 5 mm, decayendo marcadamente hacia las mayores dimensiones. Con estos resultados como marco de referencia, analizaron conjuntos arqueológicos para evaluar modificaciones resultantes de flujos de agua de diferente concentración y velocidad actuando sobre determinada pendiente. En este marco, otra serie de experimentaciones con flujos de agua (Lenoble 2005) encontraron que cuanto mayor es el transporte de los materiales, mayor selección existe sobre los artefactos, es decir, más homogéneos son los conjuntos respecto a su tamaño (Figura 9.17., triángulo). Los resultados de estos autores aportan al problema planteado en el apartado anterior (Figura 9.16.) respecto a los rangos de tamaño registrados verticalmente en sondeos que presentan una alta selección (como S1 y S2) vs. otros que poseen una baja selección de tamaños (como S8, S3-98 y en un poco menor medida, S4). Otro punto interesante que destaca Lenoble (2005) es que el tamaño del artefacto impone un criterio relevante en el transporte, en detrimento de la forma.

La Figura 9.17. relaciona: 1) el histograma de tamaños de acuerdo con tallas experimentales (Lenoble 2005; Bertran *et al.* 2012); 2) el diagrama que muestra conjuntos líticos afectados por flujos de agua en taludes (modificado de Lenoble 2005); 3) el histograma de los rangos de tamaño de artefactos líticos por sondeo de CSN (sin discriminar profundidad) y 4) el caso de S8, como ejemplo para ver como se da el patrón de tamaños verticalmente de cara al modelo de Lenoble. De toda esta información se desprende que, en conjunto, los

desechos más pequeños en CSN se encuentran algo subrepresentados respecto al modelo experimental y que esto mismo sucede verticalmente, es decir, en profundidad con el caso de S8. A su vez, de acuerdo al diagrama de artefactos en taludes con flujos de agua, este patrón que se observa en CSN estaría influenciado en alguna medida por la actuación de la escorrentía (*rillwash*). La presencia de arenas estratificadas y en lentes, como se registró macro y microscópicamente en distintos sectores del talud, estaría dando cuenta de estos procesos hídricos tipo laminar en pendiente.

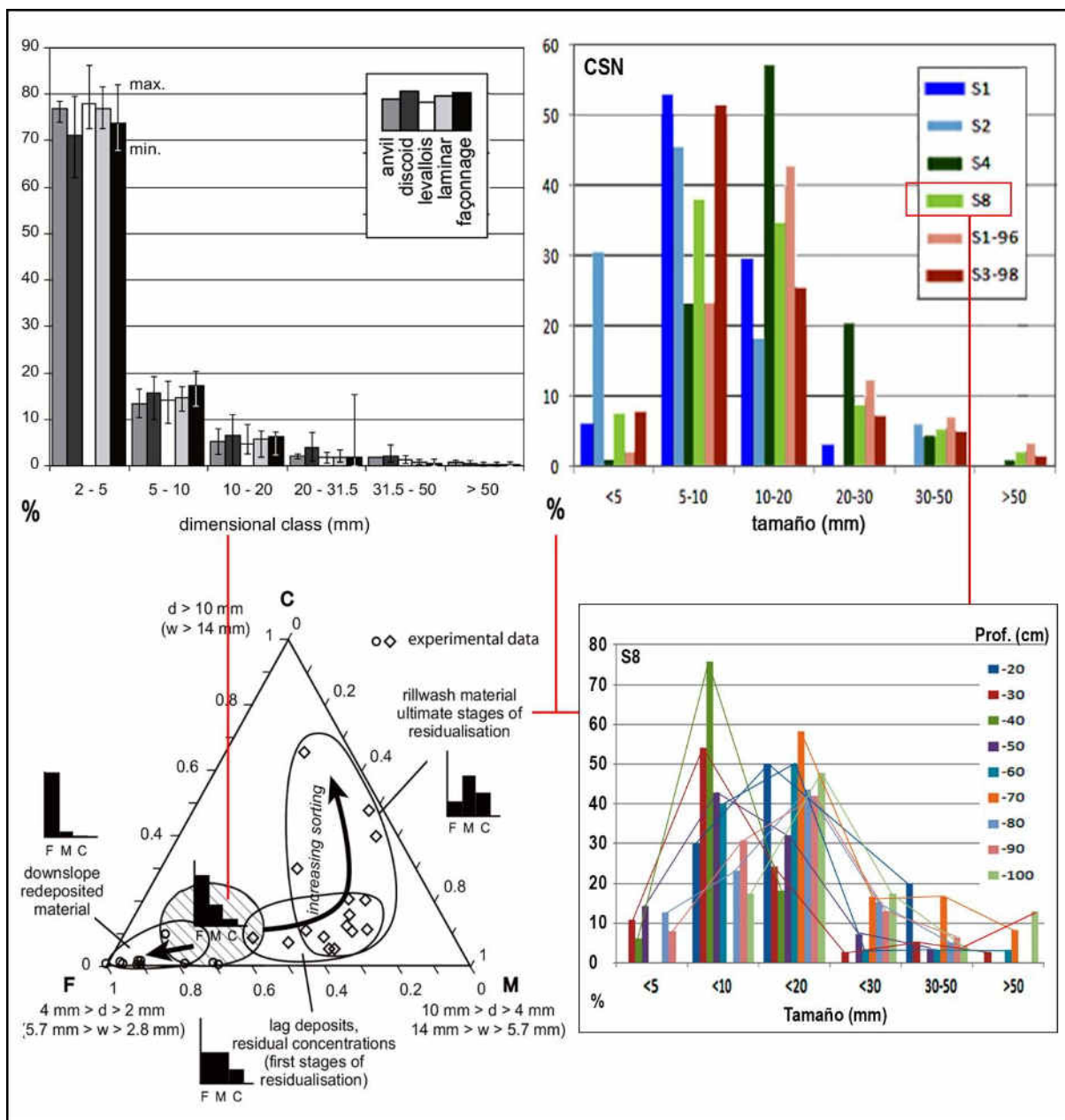


**Figura 9.17.** Arriba izquierda: histograma de tamaños de acuerdo a tallas experimentales con distintas técnicas (tomado de Bertran *et al.* 2012:Fig. 3). Arriba derecha: histograma de los rangos de tamaño

de artefactos líticos por sondeo de CSN. Abajo izquierda: diagrama que muestra conjuntos líticos afectados por flujos de agua (Lenoble 2005 en Bertran *et al.* 2012:Fig. 15). Abajo derecha: histograma de los rangos de tamaño de artefactos lítico cada 10 cm de profundidad correspondiente a S8.

La aplicabilidad del modelo anterior no debe realizarse sin una evaluación crítica acerca de las características tecnológicas del conjunto de CSN (análisis que está por fuera de la presente investigación), un registro apropiado de las diferencias de las pendientes tratadas en cada caso, una evaluación de los factores que pudieron actuar antes que los flujos laminares hagan su trabajo, como el viento, el pisoteo, la bioactividad y la propia conducta humana en relación a qué estadios de reducción se llevaron a cabo en el sitio.

*“Each type of data, and particularly particle size data, gives only partial and sometimes ambiguous results. Robust evaluation of the degree of site modification by sedimentary processes and drawing up of the best plausible scenario for site formation can only be achieved from a confrontation between the different approaches (Petraglia and Potts, 1994)”.* (Bertran *et al.* 2012:3161)

Otro aspecto evaluado en las transectas de registro superficial de guijarros fue la orientación de los mismos, sólo entre el conjunto de guijarros ovalados (Figura 8.17., capítulo 8). La resultante falta de una orientación clara de los clastos (paralela o perpendicular) es coherente con lo encontrado en otros trabajos que analizan la orientación de depósitos coluviales en pendientes de entre 3° y 20° (Bertran *et al.* 1997). Adicionalmente, la falta de orientación también estaría siendo explicada por la bioactividad (flora, animales, fauna de suelo) y procesos vinculados a la expansión/contracción de los suelos, promovidos por la crioturbación o argiloturbación (Waters 1994; Lenoble y Bertran 2004).

### **3.3. El alero en el pasado**

En los sondeos S1, S2, S3 y S8 se registraron bloques pertenecientes a la arenisca del alero (Figura 9.16.). En S1, S2 y S3 los bloques se encuentran entre los 40 y 50 cm de profundidad, mientras que en S8 se ubican a los 90-100 cm (probablemente como producto de la mayor tasa de sedimentación en ese sector). Asumiendo que los bloques registrados en los cuatro sondeos mencionados son contemporáneos, se podría plantear como edad mínima de

depositación de los bloques la datación de *ca.* 2200 cal. AP sobre material óseo de guanaco recuperado inmediatamente por arriba del bloque de S8.

Las grandes dimensiones (con pesos que superan el kg), las morfologías tabulares de los bloques en S1 y S2 y las suaves pendientes ( $<12^\circ$ ), sugieren una baja probabilidad de rodamiento o reptación, aunque no puede descartarse enteramente el reptaje por agujas de hielo, que puede tener lugar en pendientes de hasta  $2^\circ$ . En este contexto de bajo potencial de desplazamiento horizontal, la explicación de colapso del alero cobra más sentido, lo que equivale a decir que los espacios donde se realizaron estos sondeos en algún momento pudieron haber estado bajo reparo. La Figura 9.18. proyecta hipotéticamente los cambios morfológicos del alero considerando otra línea de goteo. Por debajo de los bloques de S2, la frecuencia de gravas es sensiblemente menor, así como también la materia orgánica (datos que surgen de los estudios granulométricos y micromorfológicos). Estos cambios sugieren un entorno diferencial por encima y debajo del evento de caída de bloques que podría ser efecto del paso de una situación de reparado a una de menor o nulo reparo (Ozán *et al.* 2015b).

Las causas del desprendimiento de bloques del alero no son fáciles de establecer con la información disponible. La friabilidad de estas areniscas y el simple paso del tiempo (procesos criogénicos, eólicos, hídricos y precipitación de cloruro de sodio) podrían ser explicaciones suficientes para las caídas, que incluso siguen ocurriendo en la actualidad (French 2007; Hunt *et al.* 2010). De hecho los análisis micromorfológicos muestran claros procesos de disolución del cemento zeolítico y de óxidos de hierro de la arenisca del alero. La ocurrencia de movimientos sísmicos también pudieron promover o acelerar el colapso de algunos sectores del alero (Isla y Bujalesky 2004; Martinic 2008; Borrazzo y Borrero 2011; Bujalesky 2012). Condiciones de mayor humedad, como las registradas para momentos previos al *ca.* 2000 cal. AP en las columnas lacustres de Potrok Aike (Schabitz *et al.* 2013), también podrían haber acelerado la meteorización de las areniscas del cerro.

Lo verdaderamente importante de pensar cambios morfológicos en el alero se relaciona con los cambios de disponibilidad/beneficios de los mismos para las poblaciones humanas que ocuparon este sector del espacio (Collins 1991; Borrero *et al.* 2007). Si la interpretación planteada arriba respecto a la antigua línea de goteo es correcta, el espacio “bajo techo” era bastante superior al actual en el flanco noreste, y existente en el flanco este, donde en la actualidad apenas aflora la arenisca. Aleros más amplios no sólo ofrecen beneficios de reparo, sino que también son más obstrusivos a la distancia.

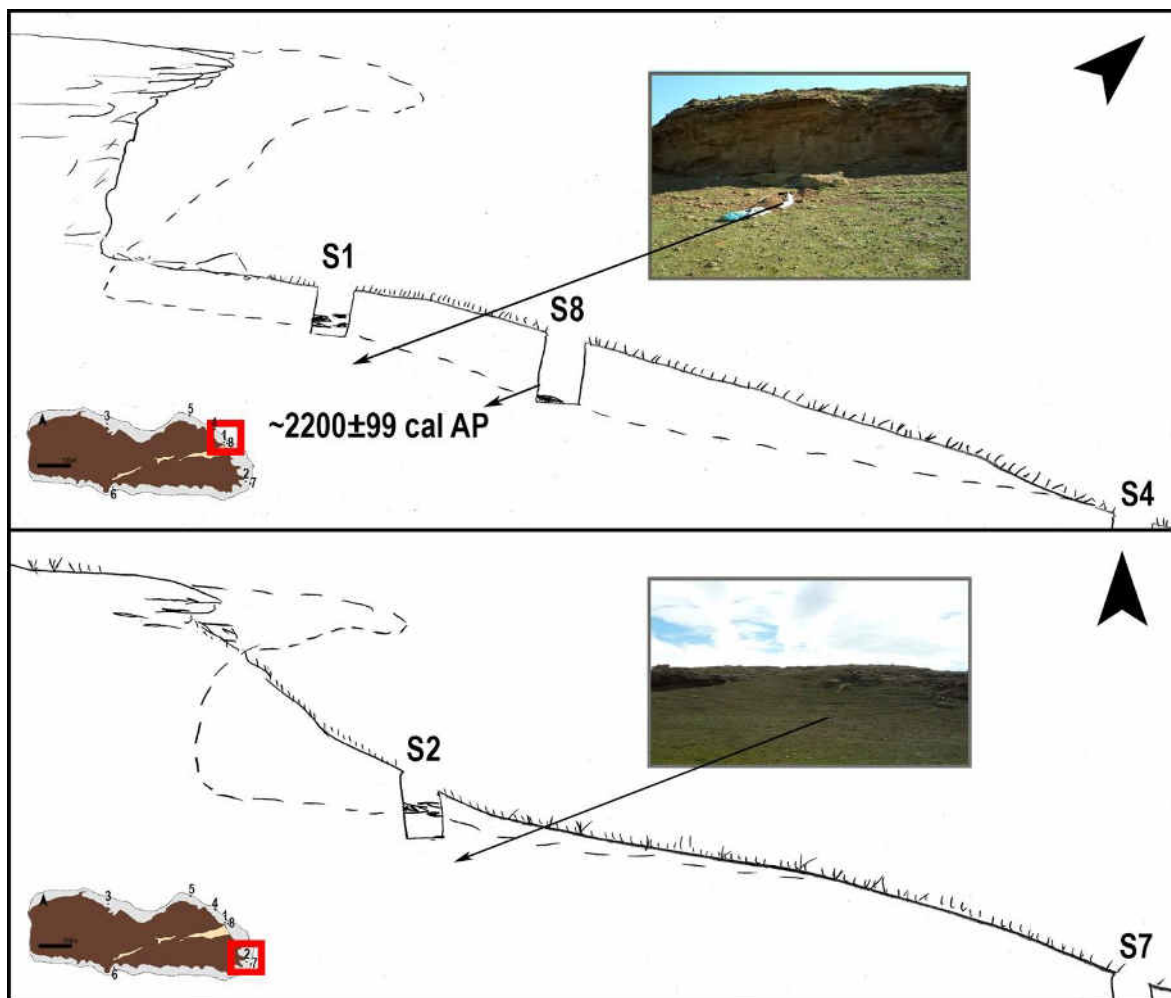


**Figura 9.18.** Esquemas sin escala que ilustran los posibles cambios en las morfologías de los aleros, considerando la evidencia de los bloques como antiguas líneas de goteo. Los sondeos S1 y S2 se encuentran a unos 2,5 y 4,5 m de distancia de la línea de goteo actual respectivamente (tomado de Ozán *et al.* 2015b).

### 3.4. La distancia a la costa

A partir de la información generada por los trabajos geomorfológicos del sector sur de Bahía San Sebastián (Codignotto y Malumián 1981; Codignotto 1983; Vilas *et al.* 1986/87, 1987a, 1987b, 1999; Ferrero 1996; Isla y Bujalesky 2000; Bujalesky 2007), en el capítulo 8 se re-analizaron las dataciones de los cheniers (Tabla 8.2., capítulo 8), quitando aquellas que mostraban cierta inconsistencia y calibrando el resto considerando el efecto reservorio local (Cordero *et al.* 2003). Los cálculos de la tasa de progradación de la línea de costa resultaron cercanos a los consignados por Codignotto (1983), de  $\sim 1$  m/año, oscilando entre 0,74 y 2, pero sin una tendencia diacrónica.



La Figura 9.19. proyecta la distancia entre CSN y la línea de costa (marea alta) para los cronologías disponibles en los sitios arqueológicos del área. Como ya ha sido discutido en otros trabajos (Favier Dubois y Borrero 2005), la/s ocupación/es registradas en Cerro las Bandurrias, fechadas en 5580-5691 cal. AP, se corresponden con un contexto asociado a un frente acantilado. Más aún, los huesos de ballena hallados por Massone en Estancia Florentina, del lado chileno, señalan que la ingresión marina llegó –al menos- hasta unos 12 km respecto a la línea de costa actual (Favier Dubois y Borrero 2005). Las costillas de ballena que afloran de los depósitos eólicos del sector superior de Cerro de los Gatos también atenstiguan el alcance de la ingresión (Figura 9.20.).

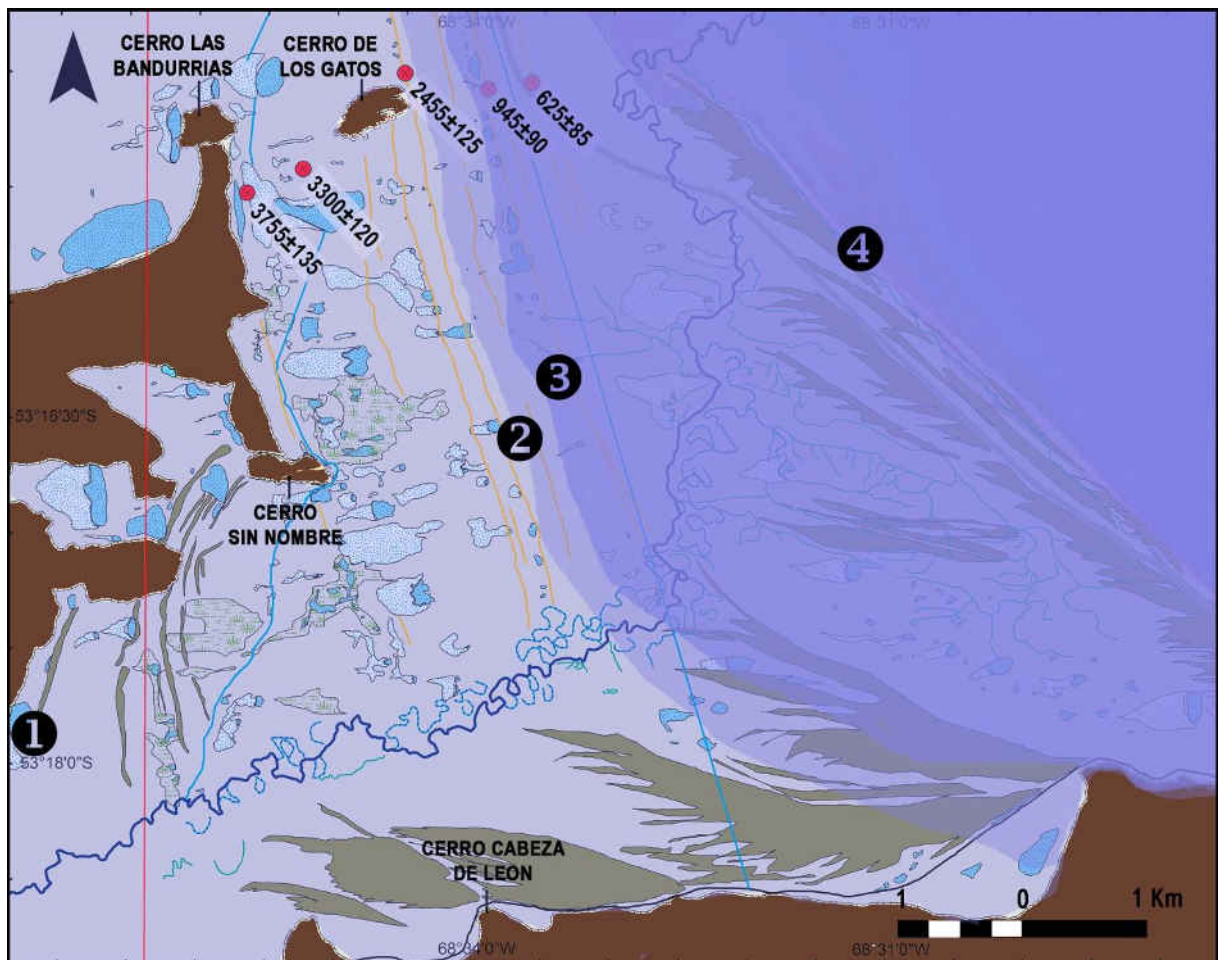


**Figura 9.19.** Esquema hipotético de la línea de costa para los momentos en los que CSN (2 y 3), Cerro de las Bandurrias (1) y Cerro Cabeza de León (3) fueron ocupados por poblaciones humanas (basado en la información de la Tabla 8.2., capítulo 8).

Las primeras ocupaciones humanas de las que se tiene registro en CSN (2013-2079 cal. AP) se habrían establecido a unos 750 metros respecto a la línea de costa (escenario indicado con un “2” en la Figura 9.19.). En este marco cobra más sentido la presencia de una fíbula entera de pinnípedo de unos 15,5 cm de largo, sin fusionar, hallada a los 70-80 cm de profundidad en el sondeo S8. Tal como se discutió en el apartado anterior, probablemente el alero principal de CSN tendría dimensiones algo más amplias e incluso el flanco este también presentaría una situación de reparo, hoy colmatada de sedimentos. Vale destacar que como no se alcanzó el nivel arqueológico estéril en S8, sería esperable que el material por debajo del nivel de caída de bloques presente dataciones más antiguas a la informada. En este sentido, las ocupaciones humanas de CSN podrían haberse establecido en situaciones aún más próximas a la línea de costa.

En este escenario o momentos previos se depositaron las arenas de la cumbre del cerro (Favier Dubois y Borrero 2005) cuyas irregularidades topográficas podrían haber originado situaciones de reparo. Tal vez por esta razón los materiales superficiales hallados en la cubre estén asociados a los hoyos de deflación (Figura 8.2., capítulo 8). Conforme se alejaba la línea de costa, las arenas provenientes de las playas acumuladas en las cumbres de los cerros se habrían edafizado, estabilizando los depósitos hasta la apertura de los hoyos de deflación actuales de algunos sectores.



**Figura 9.20.** Costilla de ballena en hoyo de deflación de la cumbre de Cerro de los Gatos (enero de 2013).

La/s ocupación/es asociada/s al fechado de 938-1065 cal. AP, que se superpone con el realizado en investigaciones previas (996-1172 cal. AP; Favier Dubois y Borrero 2005) y que además es contemporáneo al de Cerro Cabeza de León (815-1050 cal. AP; Repaire y Hugues

1977), se sitúan a unos 1000 metros de distancia de la línea de costa, en el caso de CSN, y a unos 1400 metros para el caso de Cerro Cabeza de León. Finalmente, el fechado de Cerro de los Gatos de 140-322 cal. AP (sin calibrar con efecto reservorio:  $900 \pm 115$  AP; Favier Dubois y Borrero 2005), se corresponde con la línea de costa actual, al igual que los posibles ocupaciones de tiempos históricos asociadas a los desechos de vidrio europeo hallados en Cerro Cabeza de León (Borrazzo 2009).



# **CAPÍTULO 10**

*Discusión general y conclusión*



## DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIÓN

En este último capítulo se plantea una comparación entre los tres *loci* a través de tres ejes principales: las características de sus suelos, las propiedades espaciales del registro arqueológico y los principales procesos de formación registrados. Aquí también se busca contextualizar los casos en perspectiva regional, discutir algunos escenarios ambientales y la intensidad de ocupación humana en algunos casos. En el siguiente apartado se exponen algunas reflexiones metodológicas acerca de las herramientas elegidas para llevar a cabo esta investigación, destacando la importancia del tratamiento de las escalas espacio-temporales. En este apartado también se plantean algunas perspectivas de trabajo, principalmente vinculadas a las metodologías. En último lugar, se expone una breve síntesis de los principales aspectos discutidos y las conclusiones derivadas.

### 1. Transecta geoarqueológica Bahía Inútil - Bahía San Sebastián

Los casos analizados se ubican a lo largo de una transecta en dirección sudoeste-noreste, que conecta el Estrecho de Magallanes con el Océano Atlántico. La localidad arqueológica de TA se encuentra en un punto intermedio, a unos 42 km (en línea recta) de MA2, y a unos 17 km de CSN. Esta transecta bordea el límite septentrional de las Sierras Carmen Sylva y atraviesa varios arcos morénicos, por lo que el paisaje es levemente ondulado (Rabassa *et al.* 2009; Coronato 2014). Se registran turberas y numerosos cuerpos lagunares temporarios y de agua salobre, considerados no aptos para el consumo humano (Mariazzi *et al.* 1987), pero atractivos para otros animales. Un aspecto fundamental de este espacio que conecta ambas bahías es la presencia de uno de los pocos ríos permanentes del norte de la Isla: el río San Martín, cuya cabecera nace a unos 25 km al noreste de MA2, pasa por TA y desemboca a unos pocos kilómetros de CSN<sup>1</sup>. Entre MA2 y las nacientes del río San Martín, existen una serie de ríos temporarios como el río Torcido, Hondo, Marazzi, Taiyin y otros menores.

En toda el área el clima es semejante, pero la zona de MA2 presenta precipitaciones algo más abundantes respecto a los otros; a la vez que en TA las amplitudes térmicas anuales son algo superiores (Coronato y Bisigato 1998). Geomorfológicamente, TA muestra cierta homogeneidad, sobre todo respecto al contexto de MA2 en donde el sistema fluvial del río

---

<sup>1</sup> Siguiendo aproximadamente el curso del río San Martín, la transecta que pasa por los tres sitios tiene unos 63 km de longitud, en vez de los 59 km que existen en línea recta; es decir, este río se encuentra prácticamente paralelo a la línea que une los tres casos de estudio.

Torcido se inserta en un ambiente litoral donde además abundan geoformas de origen glaciario. MA2 es, además, el *locus* más cercano a la faja ecotonal.

Los perfiles de suelo analizados en los casos de estudio muestran cierta variabilidad inter e intra-sitio. A pesar de la similitud climática y fitogeográfica, la situación geomorfológica es diferente, y en efecto, lo son los suelos. Como fue indicado arriba, el ambiente de MA2 es más complejo en términos geomorfológicos, por lo que se pudieron estudiar una gran diversidad de situaciones edafológicas. El espectro comprendió, en un extremo, el registro de perfiles de tipo A-C, y en el otro extremo, perfiles como P1 y P2 que mostraron una evolución pedogenética compleja, interrumpida o desacelerada por procesos sedimentarios incluyendo depósitos de trizas volcánicas. No se hallaron perfiles de estas características en los otros sitios, pero tampoco se localizaron y muestrearon sectores con tales profundidades, que naturalmente poseen un mayor potencial de “contar” historias pedogenéticas y sedimentológicas más largas.

Un hecho a destacar de MA2, que también se registra en CSN, es la existencia de un paleosuelo<sup>2</sup>. Pese a que éste no se distribuye lateralmente de modo homogéneo dentro de cada *locus* (por ejemplo ante situaciones de taludes pronunciados o sectores donde el aporte eólico/coluvial es muy alto no se registran estos horizontes A enterrados), su presencia es conspicua. De hecho, el registro de paleosuelos en el norte de la Isla ya ha sido informado y discutido en varias oportunidades, tanto en el sector noreste (Favier Dubois 2001, 2003, 2004, 2007), centro-este (Coronato *et al.* 2011; Orgeira *et al.* 2012) como noroeste (Arroyo-Kalin *et al.* 2007). Lo interesante en esta discusión es que en TA y sectores aledaños, no hay registro de un paleosuelo. Esto podría deberse a que simplemente no fue encontrado (ya que no hubo un diseño de prospección dirigido con este propósito), o bien, a que los factores ambientales en este sector no promovieron la pedogénesis. Como fue mencionado arriba, la ubicación de TA coincide con una celda donde se registran amplitudes térmicas algo superiores respecto a los otros casos (Coronato y Bisigato 1998). Estas condiciones podrían constituir un factor relevante para el desarrollo edáfico ya que para la formación de los suelos no solo importan las temperaturas y precipitaciones medias, sino cómo éstas se distribuyen a lo largo del año.

---

<sup>2</sup> Algo de esto ya fue mencionado en el capítulo 2, cuando se expuso que existen varias definiciones de paleosuelos, muchas de las cuales son algo ambiguas, y de acuerdo a si se tome una u otra, el suelo enterrado de MA2 y otros sectores debería o no ser llamado “paleosuelo”. Aquí se sigue la definición de Federoff y colaboradores (2010), donde los paleosuelos son “...*buried soils of any age, whose functioning was totally or partially inhibited by burial. We also apply it to truncated soils, even if just a thin basal stump is preserved. Relict soils are defined as soils belonging to the present-day soil cover but which have characteristics inherited from the past, resulting from different environmental conditions than those occurring today.*” (Federoff *et al.* 2010:623). Para la Soil Taxonomy, muchos de los casos aquí tratados podrían considerarse “suelos cubiertos” dado los relativamente pequeños espesores del suelo nuevo que sepulta el anterior (Soil Survey Staff 1999).



La distribución espacial de un paleosuelo (o la afirmación de que registros discontinuos en el espacio corresponden efectivamente al mismo suelo) y su datación es algo que requiere un estudio detallado y regional, sobre todo si se busca considerar a ese paleosuelo como un proxy paleoambiental. A esto se suma la gran cantidad de factores de formación intra-zonales (no dependientes del clima) que influyen enormemente en el desarrollo del perfil de suelo. Dada la compleja interacción de factores que componen la génesis de los suelos, resulta difícil postular la existencia de un evento regional sincrónico promovido por cambios en las condiciones climáticas, aunque inferencias de este tipo podrían tener más validez en una escala espacial más reducida. Sin embargo, y como ya fue propuesto, eventos de destacada magnitud como la Anomalía Climática Medieval o la Pequeña Edad de Hielo pudieron haber promovido la formación de un suelo ya sea por un aumento de la temperatura y/o de las precipitaciones (Favier Dubois 2003, 2007; Barberena y Borrero 2010; Coronato *et al.* 2011); se volverá sobre este punto más abajo.

En esta discusión, el depósito eólico-columbial que sepulta al paleosuelo en cuestión, tanto en MA2 como en CSN, podría considerarse otro indicador paleoambiental de igual relevancia que aquel que promovió la formación del suelo. Por tanto, la intensificación/reorientación de los vientos, los cambios en la disponibilidad de las áreas de aporte (disminución de la cobertura vegetal, desecación/ retracción de cuerpos de agua, amplitud de la faja costera por deriva litoral), cambios topográficos (morfogenéticos, sísmicos), entre otros factores, podrían haber promovido el aumento de la tasa sedimentaria reflejada en las unidades estudiadas. Esto requeriría de un control cronológico ausente en este estado de la investigación, pero trabajos sobre las cubiertas cuaternarias de los afloramientos del área (específicamente Cerro de los Gatos) indican una edad mínima de sepultamiento del suelo de *ca.* 170 AP (Favier Dubois y Borrero 2005).

El marco temporal aproximado en el que podría ser interpretado el paleosuelo de MA2, podría ser de unos 688-903 cal. AP. Este fechado pertenece a un hueso de guanaco datado a los 30-40 cm de la unidad de excavación “3C”, en el Sector 2 (Morello *et al.* 1998). Esta profundidad se corresponde aproximadamente con el horizonte Ab del mencionado paleosuelo. Como se expuso extensamente en esta tesis, este hueso datado muy probablemente haya experimentado algún grado de migración vertical; no obstante ello, propone una edad mínima asociada a la superficie tiempo-transgresiva de ese suelo (una aproximación más ajustada de cómo datar el comienzo de un suelo puede verse en Favier Dubois 2001, 2003, 2007). Por otro lado, el horizonte AB del paleosuelo detectado

microscópicamente en P1 (MA2, Sector 1), a una mayor profundidad que el anterior, se asocia con una cronología de 2357-2675 cal. AP. No es claro si este perfil enterrado es el mismo que se expone en los perfiles naturales del barranco que da a la playa y que por su situación geomorfológica logró un mayor desarrollo; ó bien, se trata de otro perfil de suelo. Si bien su cronología señala mayor antigüedad, esto no indica necesariamente que se trate de diferentes perfiles de suelo, en tanto que en un mismo perfil pueden convivir materiales de miles de años de diferencia por la acción biomecánica que mezcla componentes de diferente edad.

Para el paleosuelo registrado en el talud de CSN no hay dataciones directas, pero la información regional de los paleosuelos del sector superior de Cerro Cabeza de León indica una cronología de comienzo de formación de dicho suelo entre *ca.* 620-1450 cal AP. En otro perfil de la localidad de Chorrillos, las cronologías estiman para dicha pedogénesis un rango de *ca.* 574-930 (basado en Favier Dubois 2003, 2004, 2007<sup>3</sup>). La proximidad de estos rangos temporales con el fechado de MA2 (688-903 cal. AP) estaría sugiriendo cierta contemporaneidad en la formación de estos paleosuelos. Estos rangos temporales también se acercan al paleosuelo datado en Cabo Vírgenes en 555-645 cal. AP (re-calibrado de 660±50 AP; Barberena y Borrero 2010).

Otro aspecto que se desprende de la evaluación conjunta de los suelos estudiados, es la existencia de pedogénesis agradacionales o suelos cumúlicos (McDonald y Busacca 1990; Selby 1993) promovidas por el constante pero moderado aporte de sedimentos eólicos y coluviales en el perfil de suelo. En este marco surgen preguntas como ¿Qué rol posee la cubierta vegetal en la efectividad con la que se incorporan partículas sedimentarias al perfil de suelo? ¿Cuáles son los umbrales, en términos de tasas de sedimentación, con los cuales el suelo deja de comportarse como tal y pasa a ser un depósito sedimentario? La detección de sectores del espacio en los que predominan procesos edafológicos *vs.* aquellos en los que predominan procesos sedimentarios (o posiciones intermedias como sería el caso de las pedogénesis agradacionales mencionadas), tiene implicancias arqueológicas directas ya que en uno y otro caso la resolución temporal de los eventos depositacionales puede ser diferente,

---

<sup>3</sup> Las investigaciones de Favier Dubois (2001, 2003, 2007) en algunos sectores del noreste de la Isla y sur de Santa Cruz, dataron por OCR el horizonte AC (edad mínima de formación del suelo) y materiales pertenecientes al horizonte C (edad máxima). Para Tierra del Fuego, el autor analizó cinco perfiles pertenecientes a Cerro de los Gatos, Cerro Cabeza de León y Chorrillos (un total de 11 dataciones, cinco por OCR y seis por <sup>14</sup>C). De toda esta información, en este trabajo sólo se consideraron dos perfiles de referencia, uno en Chorrillos (540 AP; ACT#2800 - 1070±80 AP; Beta-51997, carbón) y el otro en Cerro Cabeza de León (620 AP; ACT#2801 - 1600±60 AP; LP-413, hueso). Esta decisión se basa en que estas dataciones no poseen efecto reservorio (como en los otros casos) y muestran el mejor ajuste en el rango re-calibrado (en este trabajo), utilizando la curva ShCal13.

así como también los procesos que promueven la migración vertical (ascendentes o descendente) de los materiales.

En los casos tratados aquí, predomina procesos edafológicos por sobre los sedimentarios-erosivos. Esta sería la razón por la cual, más allá del grado de desarrollo edáfico, en la gran mayoría de los perfiles analizados los materiales arqueológicos presentan una distribución vertical unimodal, con un pico en los horizontes superficiales (A, AC, Ab, ACb); ya se ha hecho mención en reiteradas oportunidades a que dicho patrón está influenciado por la biomecánica de los suelos.

En relación al registro arqueológico, la Tabla 10.1. reúne de modo comparativo la información vinculada a la abundancia de artefactos líticos y registro óseo (NISP) de los tres casos de estudio. Esta información ya fue presentada separadamente en los capítulos anteriores, pero aquí se trae nuevamente para hacer hincapié en las tasas de descarte del material –en estratigrafía- y sus implicancias a la hora de interpretar cuestiones vinculadas a la intensidad de ocupación humana, al menos en una escala espacial acotada (tal como fue justificado en el capítulo 9). La tabla no sólo sintetiza la información que se desprende de los sondeos realizados en el marco de esta investigación, sino también presenta las densidades correspondientes a unidades de excavación realizadas previamente, aún con algunas limitantes vinculadas a la disponibilidad de la información.

| <i>Locus</i>       | Artefactos<br>líticos / m <sup>3</sup> ) | NISP<br>óseo / m <sup>3</sup> | Fr. absoluta<br>artefactos lítico | Fr. absoluta<br>NISP óseo |
|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| MA2 Sector 1       | 531                                      | 546                           | 103                               | 106                       |
| MA2 Sector 2       | 1046                                     | 173                           | 157                               | 26                        |
| MA2 “90N1E”        | 122                                      | 301                           | 231                               | 959                       |
| MA2 “3”            | 999                                      |                               | 1299                              |                           |
| MA2 “25N/35E”      | –                                        | 395                           | –                                 | 592                       |
| MA2 “3C”           | –                                        | 23                            | –                                 | 79                        |
| TA (sondeos talud) | 150                                      | 1164                          | 21                                | 183                       |
| TA14(88)           | 31                                       |                               | 79                                |                           |
| TA14(89)           | 21                                       | 20                            | 256                               | 262                       |
| CSN                | 1619                                     | 1037                          | 820                               | 538                       |

**Tabla 10.1.** Densidades por metro cúbico y frecuencias absolutas de artefactos líticos y materiales óseos (NISP) de los casos de estudio. Para CSN se incluyen en la misma cuantificación el registro recuperado en excavaciones previas. En TA (sondeos talud) sólo se cuantificó la densidad del área de mayor concentración de materiales (S5, S6, S7 y S8); TA14(88) y TA14(89) corresponde a datos calculados a partir de trabajos previos (Massone *et al.* 1993). Para los artefactos líticos de MA2

también se presenta una cuantificación realizada por Flavia Morello para este trabajo, de algunas unidades excavadas previamente, cuyo NISP fue tomado de Calás y Lucero (2009).

De los valores de densidad de artefactos líticos por  $m^3$  se desprende que CSN presenta la mayor densidad<sup>4</sup>. Este dato cobra relieve en la comparación con MA2 y TA, dado que estos *loci* han sido considerados campamentos estables, con una alta intensidad de ocupación humana en el contexto regional (Massone *et al.* 1993; Massone 1997; Calás y Lucero 2009; Oría 2014). Una alta redundancia ocupacional, en un circuito integrado a nivel regional ya ha sido sugerida para CSN (Borrazzo 2010), y la comparación de la densidad/ $m^3$  de artefactos frente a sitios como MA2 y TA –y otros<sup>5</sup>– jerarquizan aún más este espacio. Los valores de NISP/ $m^3$  de CSN también son comparativamente altos, aunque como ya se ha discutido, la frecuencia total de materiales óseos presenta en cada caso un componente natural, complejizando la comparación de este conjunto de datos. En investigaciones previas, Borrazzo (2009, 2010) ya ha advertido ciertas particularidades tecnológicas de CSN, en relación a la abundante presencia de trayectorias finales de los instrumentos, muchos de ellos manufacturados y utilizados en el marco de una estrategia conservada, en materias primas diversas y de muy buena calidad que incluyen algunas no locales. En conjunto esta caracterización se diferencia de lo conocido para el norte y sur de la bahía San Sebastián (K. Borrazzo com. pers. 2015). Las nuevas excavaciones muestran aún más artefactos manufacturados en toba silicificada de Chorrillo Miraflores, así como también los nuevos conjuntos registraron más del doble de instrumentos (frecuencias que se acercan a las de Cerro Cabeza de León) y más del triple de núcleos.

En suma, las tasas de descarte de CSN son altas, se encuentran en un sector muy acotado del espacio (flanco noreste/este) y parecen mostrar cierta homogeneidad a lo largo del

---

<sup>4</sup> La comparación por  $m^3$  es muy apropiada cuando las excavaciones presentan profundidades distintas y en contextos donde las frecuencias de materiales superficiales son muy bajas o inexistentes. De esto se desprende que la mayor limitante de utilizar esta unidad es que no permite la comparación con *loci* arqueológicos donde predominan los materiales superficiales que por cierto son la mayoría en Magallania Insular. Casos destacados por su carácter “nodal” como las localidades de Punta Catalina y Chorrillos representan a este grupo.

<sup>5</sup> A partir de los datos publicados para San Genero 1 y 2 (Horwitz 1995, 2004) se calcula una densidad de 144 artefactos/ $m^3$  y 134 artefactos/ $m^3$ , respectivamente. Obviamente, en términos absolutos, la inmensa extensión en la que se distribuyen los materiales arqueológicos (mayormente en superficie) pone de manifiesto que tal vez las densidades superiores de CSN no son un parámetro ajustado para hablar de intensidad de ocupación humana. Algo similar ocurre con Punta Catalina 3, cuyas excavaciones señalan una densidad de 37 artefactos/ $m^3$  (cálculo basado en Massone y Torres 2004). En otros contextos más similares a CSN en términos de tamaño del *locus*, como sería el caso de Cerro Cabeza de León, el cálculo de densidad por  $m^3$  a partir de la información publicada (Borrero 1979) muestra una densidad de 29 artefactos/ $m^3$ . Sondeos posteriores al pie del talud de este sitio realizados por Horwitz indican densidades de unos 40 artefactos/ $m^3$  (Horwitz *et al.* 1992 en Favier Dubois 2001).

tiempo. En MA2 el registro se distribuye en una gran extensión (en un área como seis veces mayor a la de CSN), lo cual presenta un efecto sobre las densidades artefactuales. A diferencia de CSN, las tasas de descarte no parecen ser parejas a lo largo de toda su ocupación, siendo sensiblemente superiores en sincronía con el paleosuelo observado. Vale destacar que tanto MA2 como CSN habrían estado disponibles para la ocupación humana relativamente en el mismo momento. El caso de TA presenta una distribución del material en un área levemente superior a CSN, pero sus densidades son sumamente bajas, al menos durante el Holoceno Tardío. Este espacio, a diferencia de los otros dos, habría estado disponible en todo momento, pero no parece haber sido un lugar muy atractivo para la permanencia prolongada o redundante de las poblaciones. Sin embargo, su baja intensidad de ocupación no le quita su ubicación estratégica en el escenario de circulación y movilidad humana en la espera fueguina, de hecho TA1 presenta los fechados más antiguos de la Isla.

En los contextos analizados, los dos grandes procesos que modifican las propiedades espaciales del registro son la propia dinámica de los suelos que opera sobre la distribución vertical; y la acción de los procesos geomórficos en los taludes (reptaje, acción hídrica laminar, geliflucción, etc.), que influyen en la distribución horizontal. Ambos generan *cumulative palimpsests* (Bailey 2007). El primer caso se evidencia en todos los *loci*, y podría proponerse como otro modo tafonómico (Behrensmeyer y Hook 1992; Borrazzo 2010; Borrazzo y Borrero 2014), exclusivo de contextos subsuperficiales. Con algunas variantes, este fenómeno ha sido extensamente descripto en contextos arqueológicos desde hace varias décadas (*e.g.* Stein 1983; Johnson 1989; Armour-Chelu y Andrews 1994; Balek 2002; Van Nest 2002; Canti 2003b; Favier Dubois 2009; Favier Dubois 2009).

Por otro lado, los procesos vinculados a la dinámica de talud se registran principalmente en TA y CSN, pero en este último se ha notado que esta acción gravitacional es de muy baja magnitud, dadas la escasa pendiente y la cobertura vegetal que desacelera aún más las partículas. Aquí también se ha discutido la existencia de flujos laminares y procesos de geliflucción como potenciales responsables del transporte de materiales (Ozán *et al.* 2015b). Frecuentemente asociados a los taludes de reparos rocosos se encuentra la acción de ovejas y guanacos que entierran, fragmentan y patean restos óseos y artefactos líticos (Borrero 1990, 2007; Borrazzo 2010; Balirán 2014). No se ha inferido la presencia de ganado como agentes de modificación del registro en MA2. En este sitio, a diferencia de los otros, hay evidencias de deslizamientos rotacionales del barranco que da a la playa de gravas cuya implicancia arqueológica ya se ha puesto de relieve en otros trabajos (Morello *et al.* 2009).

## 1.2. Los casos de estudio en perspectiva regional

La Figura 10.1. resume la información paleoclimática del norte de la isla y sur de Santa Cruz tal como fue presentada en el capítulo 3 (Figura 3.13. y Tabla 3.5.), junto con los gráficos de suma de probabilidades y curva de sesgo tafonómico presentados en el capítulo 4 (Figura 4.2.). En esta nueva figura se destacan con barras los rangos temporales de los fechados correspondientes a los *loci* bajo estudio. La Figura 10.2. ubica geográficamente los lugares mencionados en los próximos párrafos.

En esta discusión, la información paleoambiental disponible es comprendida como “telón de fondo” para los momentos en donde se registran ocupaciones humanas en los casos de estudio, esto es, para los rangos temporales que ofrecen los fechados disponibles realizados en trabajos previos y también en el marco de esta investigación. La utilización de la información regional, que también incluye datos arqueológicos, no pretende ser explicativa ni causativa de los datos que surgen puntualmente de esta investigación, aunque en algunas situaciones específicas el marco regional muestra cierta consistencia con las observaciones realizadas en este trabajo.

Condiciones de mayor humedad, inferidas a partir de datos polínicos de Laguna Potrok Aike (Schabitz *et al.* 2013), podrían haber constituido el escenario climático regional de las ocupaciones más antiguas de MA2, entre *ca.* 2845-2360 cal. AP. Esta información sería consistente para entender el perfil P1 de este sitio, donde la presencia de un horizonte B bien desarrollado estaría indicando condiciones de mayor humedad (aunque factores intra-zonales podrían ser responsables total o parcialmente de este desarrollo edáfico). Las ocupaciones asociadas a ese rango temporal y este horizonte B se corresponde con el “escenario 4” (Figura 9.8.) que indica la mayor intensidad de ocupación humana, al menos para el sector de la terraza fluvial alta en la que se encuentra el perfil P1. Dicha intensidad local, contrasta con la baja señal humana observada a nivel regional. El panorama regional del siguiente evento ocupacional datado en MA2, entre *ca.* 1830-1920 cal. AP, se estaría diferenciando del anterior en tanto muestra condiciones de menor humedad, tal como se interpreta a partir de columnas de polen, diatomeas, sedimentología y geoquímica de turberas en Estancia Esmeralda (Isla Dawson) y Puerto del Hambre (Península Brunswick) (McCulloch y Davies 2001).

Los datos paleoambientales regionales que estarían enmarcando la siguiente ocupación de MA2, fechada entre *ca.* 690-900 cal. AP, no son congruentes entre sí. Por un lado, existe información que indica momentos de mayor aridez y temperatura, fenómeno que además ha sido interpretado en el marco de la Anomalía Climática Medieval, tanto a partir de la

información recolectada en Laguna Potrok Aike (Haberzettl *et al.* 2005, 2006), como Cabo Vírgenes (Mancini 2007). Contrariamente, de Onamonte y Cabo San Pablo, ubicados en las faja boscosa, se infieren momentos de mayor humedad a partir de columnas de polen en mallines (Heusser y Rabassa 1991; Heusser 1993). De igual modo, condiciones de mayor humedad también se desprenden de la presencia de los paleosuelos datados por Favier Dubois (2001, 2003, 2004, 2007).

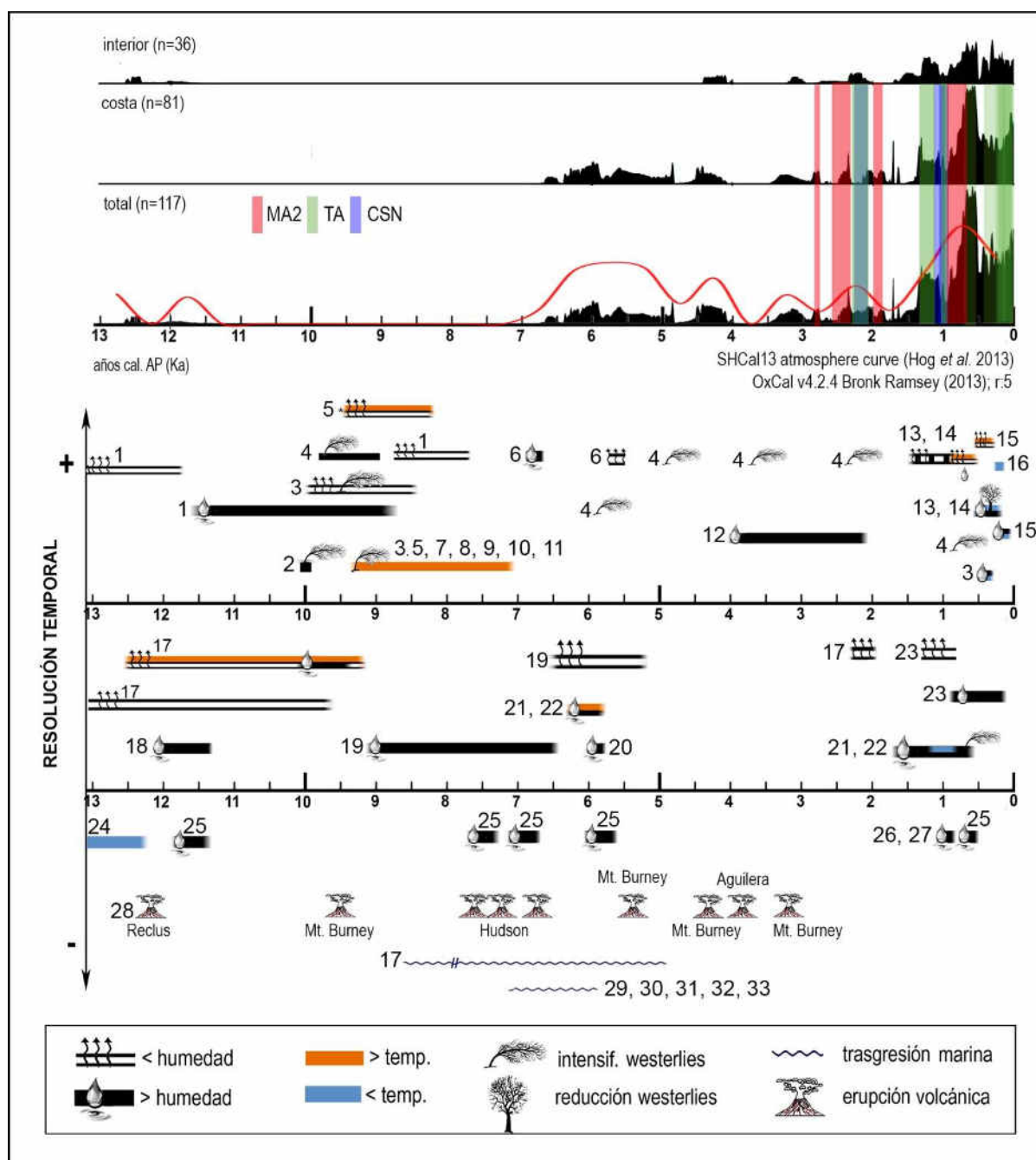


**Figura 10.1.** Síntesis de la información paleoambiental organizada de acuerdo a su grado de resolución temporal (ver referencias en Tabla 3.5., capítulo 3) y gráficos de suma de probabilidades de

las dataciones radiocarbónicas calibradas (a un sigma AP) de los sitios de la estepa y ecotono del centro-norte de Tierra del Fuego. Las barras verticales sobre estos gráficos señalan los rangos temporales de los fechados de los *loci* bajo estudio.

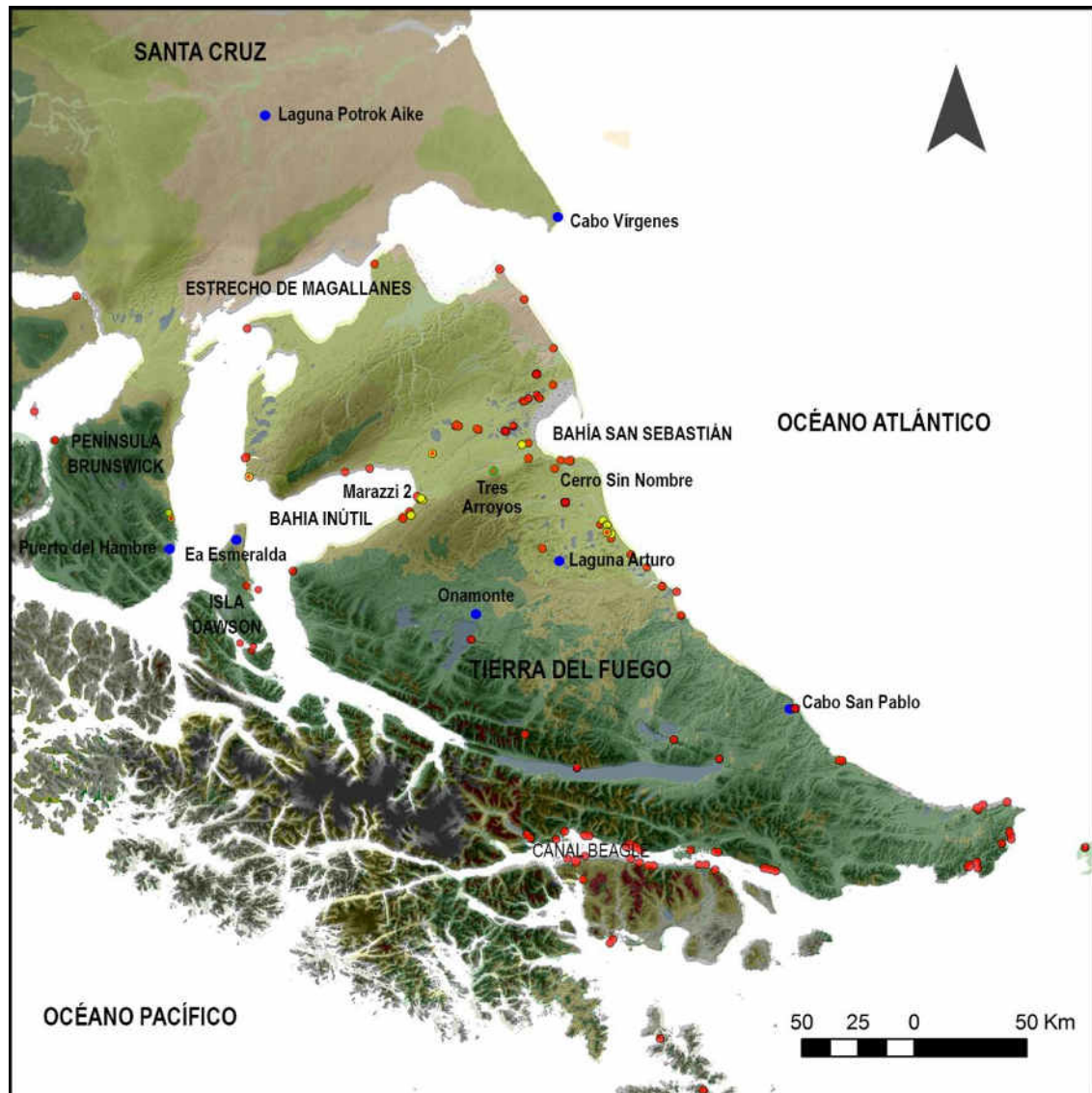


**Figura 10.2.** Mapa de relieve y fitogeográfico que ubica los lugares mencionados en el texto. Puntos rojos, amarillos y azules señalan sitios arqueológicos del Holoceno Tardío, Medio y Temprano, respectivamente.

Esta incongruencia de la información regional probablemente tenga explicación en la resolución temporal diferencial del proxy y su lugar de procedencia, ya que datos extraídos de una columna lacustre son bien diferentes a aquellos que se obtienen a partir de la presencia de un paleosuelo. La proximidad de MA2 a la faja ecotonal estaría sugiriendo un mayor ajuste de



los datos de Onamonte y Cabo San Pablo, pese a su menor grado de resolución temporal (*cf.* Pallo y Ozán). Por otro lado, dicha incongruencia también podría explicarse debido a que, dentro del evento seco y cálido registrado en el sudeste de Santa Cruz, hay registro de pulsos húmedos; de hecho en este contexto ha sido explicada la pedogénesis de los casos descritos por Favier Dubois (2001, 2003, 2004, 2007) en el noreste de la Isla y sudeste de Santa Cruz. Vale destacar que el comienzo de las condiciones cálidas y secas coincide con un marcado ascenso de los eventos ocupacionales regionales, hecho que no sólo se da en relación a la información arqueológica del norte de la Isla (Pallo y Ozán 2014), sino también en el sur de la misma (Ozán 2014).

Las ocupaciones históricas de MA2, inferidas a partir de la escasa presencia de desechos de vidrio, podrían haber tenido lugar en el marco de un clima más frío y húmedo que el actual, interpretado como la Pequeña Edad de Hielo (Heusser y Rabassa 1991; Heusser 1993; Aravena *et al.* 2002; Haberzettl *et al.* 2005, 2006, Mayr *et al.* 2005; Barberena y Borrero 2010; Coronato *et al.* 2011; Orgeira *et al.* 2012; Hahn *et al.* 2013).

Respecto al *locus* de TA, uno de los rasgos más destacados, es la ausencia de registro arqueológico fechado entre *ca.* 11390-2240 cal. AP (calibrados de Prieto *et al.* 1997 y Martin *et al.* 2009). Se trata de un hiato de más de 9000 años en el que predominan condiciones de menor humedad y vientos más intensos, a veces asociados a condiciones algo más cálidas respecto al período anterior (Markgraf 1993; Steig *et al.* 2000; McCulloch y Davies 2001; Haberzettl *et al.* 2005, 2008, 2009; Mayr *et al.* 2007; Willie *et al.* 2007; Anselmetti *et al.* 2009; Divine *et al.* 2010; Kliem *et al.* 2013; Hahn *et al.* 2013; Mancini *et al.* 2013; Zolitschka *et al.* 2013). También existen numerosas erupciones volcánicas durante ese lapso (Stern 2007; Prieto *et al.* 2013). Las condiciones climáticas no parecen ser explicaciones suficientes para esta ausencia de ocupaciones, ya que situaciones similares (aridez o intensificación de los westerlies) se repiten en otros momentos del Holoceno Tardío. Sin embargo, es posible que las erupciones volcánicas (la última registrada es a los *ca.* 3140-3400 cal. AP; Stern 2007) hayan tenido algún impacto mayor en el ecosistema (Kilian *et al.* 2006). Esto no quiere significar que las erupciones hayan tenido un efecto catastrófico sobre las poblaciones humanas, tal como fue planteado en otros trabajos (Prieto *et al.* 2013), sino que la depositación de abundante ceniza volcánica en algunos sectores los podría haber vuelto poco atractivos para los grupos humanos.

De acuerdo a la información disponible, las primeras ocupaciones del Holoceno Tardío, entre *ca.* 2100-2310 cal. AP, podrían haber tenido lugar en el marco de condiciones climáticas

regionales de mayor aridez, de acuerdo a la interpretación de los datos extraídos a partir de turberas en Estancia Esmeralda (Isla Dawson) y Puerto del Hambre (Península Brunswick) (McCulloch y Davies 2001). Luego, el fechado que indica el siguiente evento/s ocupacional/es en TA, entre *ca.* 930-1270 cal. AP, estaría coincidiendo temporalmente con momentos de fluctuaciones acentuadas de la humedad (Haberzettl *et al.* 2005, 2006); tal vez con cierto predominio de condiciones áridas en los primeros momentos (Mancini 2007) y luego una tendencia hacia el incremento de la humedad (Heusser y Rabassa 1991; Heusser 1993; Favier Dubois 2003). Vale destacar en este contexto que a partir de los *ca.* 1750 cal AP la señal humana comienza a ser más acentuada, tanto en sectores del interior como costeros, por lo que esta/s ocupación/es se enmarca/n en el contexto de incremento de la señal humana (aun considerando la curva de sesgo tafonómico que contempla la preservación diferencial de los materiales; Surovell y Bratingham 2007; Surovell *et al.* 2009; Williams 2012).

La ocupación fechada en *ca.* 560-660 cal AP coexiste –a nivel regional- con el período cálido y seco mencionado arriba e interpretado como la Anomalía Climática Medieval (Haberzettl *et al.* 2005, 2006), sobre todo en su fase final. Sin embargo, para el mismo lapso, los datos de Cabo Vírgenes indican momentos de mayor humedad, así como también lo sugieren algunas dataciones vinculadas a paleosuelos (Barberena y Borrero 2010; Coronato *et al.* 2011; Orgeira *et al.* 2012). Como se señaló arriba, esta aparente incongruencia podría entenderse no sólo desde la propia naturaleza del proxy considerado en cada caso, sino en el marco del evento húmedo dentro de la Anomalía Climática Medieval, circunscripto al *ca.* 610 cal. AP (Haberzettl *et al.* 2005, 2006). A nivel regional, durante esta ocupación de TA, se observa un acentuado pico de la señal humana en el norte de Tierra del Fuego (el de mayor magnitud), que viene acompañado por un abrupto descenso luego del *ca.* 500 cal. AP. Para las ocupaciones más tardías, de los últimos 440 años, a nivel regional hay un predominio de condiciones más húmedas y frías, tal como lo señala la información dendrocronológica (Aravena *et al.* 2002), los núcleos lacustres de Laguna Potrok Aike (Haberzettl *et al.* 2005, 2006) y turbera de Cabo Vírgenes (Mancini 2007).

La ocupación más antigua de la que se tiene registro en CSN, entre *ca.* 2100-2310, se encuentra en el marco de condiciones de menor humedad (McCulloch y Davies 2001); y al mismo tiempo, con condiciones más húmedas, tal como lo señala el análisis polínico de Laguna Potrok Aike (Schabitz *et al.* 2013). En este caso, a diferencia de lo planteado arriba para MA2, tal vez el segundo escenario podría tener más peso en el contexto de CSN, por similitud fitogeográfica (Coronato y Bisigato 1998). Para estos momentos, la señal humana a

nivel regional es baja y destaca la escasez de sitios costeros, pese a que para entonces, como fue discutido en esta investigación, CSN se podría haber encontrado muy próximo a la costa. Las otras dos ocupaciones de este *locus*, entre *ca.* 940-1180 cal. AP, podrían haber tenido lugar en contextos de fluctuaciones climáticas (la misma mencionada arriba para TA) entre períodos más y menos húmedos (Haberzettl *et al.* 2005, 2006), pero con un predominio de los segundos (Mancini 2007). Una vez más, esta información no es del todo congruente con las observaciones realizadas más al sur, que estarían indicando mayor humedad (Heusser y Rabassa 1991; Heusser 1993). A nivel regional, las ocupaciones humanas son más intensas que en el momento anterior, pero justo en este lapso se observa una caída marcada de la señal, dentro de una tendencia creciente.

## **2. Reflexiones metodológicas y perspectivas**

En el primer capítulo de esta tesis se planteó que las herramientas metodológicas puestas en marcha para llevar a cabo la investigación constituían prácticamente un objetivo en sí mismo, sobre todo como consecuencia del empeño interdisciplinario del trabajo geoarqueológico. Por esta razón, en este apartado se comentan sucintamente algunas cuestiones que emergen del diseño metodológico propuesto.

En primer lugar, en relación al trabajo de campo, se debe hacer mención a la efectividad de las excavaciones pequeñas, estratégicamente distribuidas a lo largo de un gradiente sitio-no sitio. Los sondeos de 25x25 o 25x50 cm (con un cuidadoso trabajo de recuperación de artefactos pequeños en zaranda de 2 mm) ofrecieron un panorama suficiente para comprender las densidades artefactuales y variabilidad estratigráficas. A su vez, el trabajo con sondeos sin material arqueológico, permitió “aislar” los procesos naturales de los antrópicos y –sobre todo– tener una medida de cuánto los segundos influyeron en la dinámica natural, constituyendo así una aproximación más a la idea de intensidad de ocupación humana. De las tareas en el campo también no sólo surgió la importancia de buscar variabilidad horizontal, sino también vertical. Los perfiles profundos han ofrecido la oportunidad de discutir cambios diacrónicos en los escenarios naturales, un aspecto clave en la arqueología.

Respecto al trabajo en distintas escalas espaciales, aquí es oportuno reiterar la importancia de “ir y venir” entre los procesos que ocurren a una escala regional y aquellos que tienen lugar a nivel microscópico o incluso químico. Los distintos niveles no están aislados entre sí, deben entenderse conjuntamente, son parte de lo mismo (Figura 10.3.). Algo

de esto ya fue mencionado en el capítulo 2 (Figura 2.7.), cuando se señalaron los “problemas” de equifinalidad de la micromorfología de suelos, donde propiedades similares puede ser consecuencia de varios procesos distintos y a su vez éstos pueden haber sido generados por distintos factores o condiciones, dado que los suelos constituyen sistemas abiertos (Lyman 2004). La correcta unión de la propiedad, el proceso y el factor (que es lo que interesa), sólo puede hacerse en el movimiento entre escalas espaciales, en la comprensión de la micro-topografía, geomorfología y geografía general. Así como el acercamiento microscópico requiere del entendimiento de lo que sucede a escala regional, inversamente, la geoquímica o la micromorfología puede contribuir a la comprensión del ambiente en una escala espacial macro. Por ejemplo, la presencia de paleosuelos que sólo fueron detectados a nivel microscópico ha invitado a discutir aspectos vinculados a factores ambientales y climáticos regionales. En cuestiones arqueológicas, el micro-registro ha ofrecido aspectos no visibles macroscópicamente, como la presencia de cenizas vegetales, micro-carbones en algunos casos o materiales óseos y malacológicos con rasgos de combustión. En un caso también se vio una fractura *in situ* de una microlasca, indicando que procesos de fractura también tienen lugar en contextos subsuperficiales.

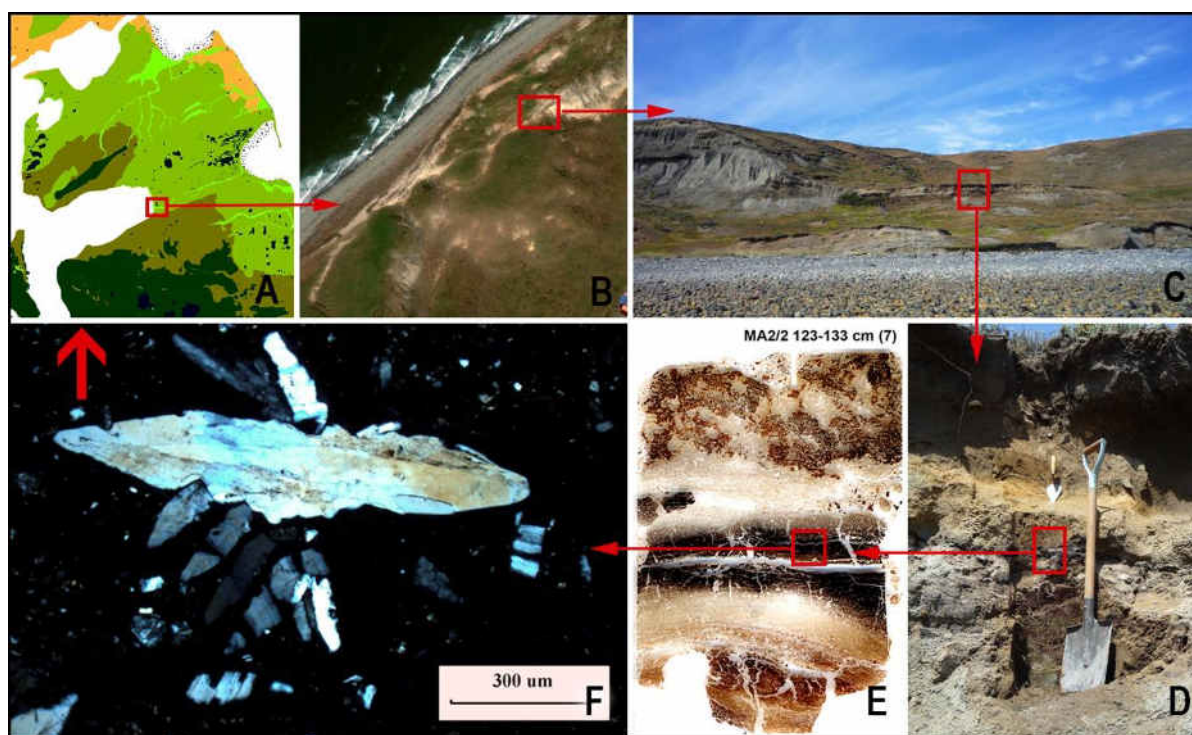


**Figura 10.3.** Ejemplo de imágenes que ilustran cómo las distintas escalas espaciales son explicativas de los niveles subsiguientes. A- Mapa fitogeográfico de Magallania Insular. B- Imagen satelital que muestra un acantilado inactivo y un kettle hole. C- Vista, desde la playa de gravas, deslizamientos del

antiguo acantilado, y por detrás, la depresión correspondiente al kettle hole. D- Perfil expuesto de aquel frente. E- Sección delgada de una capa rica en materia orgánica. F- Precipitación *in situ* de cristales de yeso lenticulares dentro de la capa orgánica, interpretado como episodios de desecación de un cuerpo de agua somero en la depresión del kettle hole. La precipitación de este mineral tiene sentido en el contexto semiárido de esta área litoral (Poch *et al.* 2010).

En relación a las tareas de laboratorio, cabe mencionar el gran potencial de combinar análisis granulométricos cuantitativos (sedígrafo) con descripciones cualitativas o semi-cuantitativas realizadas a partir de las láminas delgadas de micromorfología (forma de las partículas, distribución, orientación, etc.). Esto permitió un acercamiento más real y complejo del aporte sedimentario presente en cada caso. A este fin también fue de gran utilidad la cuantificación mineralógica. La combinación de acercamientos cuali-cuantitativos resulta, además, una vía interesante para advertir las limitaciones de distintos métodos y cómo, de modo combinado, pueden superarse. Otro aspecto que emergió a partir de una evaluación holística de la evidencia fue el cómo interpretar la fracción de grava. En general, dado su tamaño, las partículas mayores a 2 mm constituyen indicadores de acción coluvial, pero en los contextos analizados, donde la acción eólica es de gran intensidad, se tuvieron que repensar ciertos umbrales del análisis granulométrico convencional.

También en relación a los “métodos combinados”, de especial utilidad resultó la unión entre la micromorfología y las propiedades magnéticas. Gracias a la primera se pudieron explicar algunos resultados de las segundas, vinculados a señales de enriquecimiento (pedogenético, antrópico, vidrio volcánico) o decaimiento (podzolización, lavado de óxidos de hierro) de la firma magnética. Por otro lado, la probable detección de la señal magnética de la hematita, también resultante de la combinación de herramientas metodológicas, abrió una línea de trabajo con perspectivas muy estimulantes para trabajos llevados a cabo en contextos con presencia de pigmentos colorantes de origen cultural. Además, las propiedades magnéticas en general mostraron ser, junto con los carbonatos, un indicador de presencia humana sensible. No sucedió lo mismo con el trabajo con fósforo total y carbono total, aunque un protocolo de trabajo más minucioso podría arrojar resultados más útiles.

Un aspecto con el que aún debe trabajarse más para que ofrezca una línea de evidencia más efectiva, es la “micro-taonomía”. El planteo de grados de meteorización de 0-3 no brindó un abordaje realmente útil para las discusiones. Esta evaluación se vería sumamente beneficiada con un trabajo experimental que “calibre” los extremos del gradiente de

meteorización y que controle los principales agentes bio-físico-químicos que actúan en la destrucción de los materiales orgánicos. Algo de esto ya ha sido puesto en marcha en otras investigaciones (*e.g.* Hedges y Milliard 1995; Stiner *et al.* 1995; Hedges 2002; Berna *et al.* 2004; Karkanas 2010; Villagrán *et al.* 2011b; Estévez *et al.* 2014), pero aún se estaría requiriendo más información al respecto.

Como perspectiva para profundizar en los próximos trabajos, se encuentra el trabajo mineralógico, donde técnicas de ultra-microscopía podrían arrojar luz sobre algunas cuestiones puntuales. Asimismo, la utilización de software para mejorar la cuantificación (tal como se realizó con los análisis de porosidad en esta tesis) podría precisar considerablemente los datos. También a partir de las láminas delgadas de micromorfología, sería propicio ahondar en la “microscopía orgánica” (Schiegl *et al.* 2004; Berna y Goldberg 2007) una de cuyas ventajas principales es la comprensión de temperatura de combustión de la materia orgánica. Esto por ejemplo podría convertirse en una herramienta útil en discusiones de incendios naturales vs. antrópicos. A su vez, la mejor comprensión de los tejidos vegetales, hongos o minerales biogénicos (fitolitos, diatomeas, polen, etc.) podría sumar información independiente como proxies ambientales.

Para agendas futuras, también quedan las experimentaciones para comprender las firmas y los grados de alteración de los distintos componentes del suelo, sobre todo influenciados por la actividad antrópica de quema, pisoteo, modificación química, sedimentológica, etc. Finalmente, esta línea de investigación basada en suelos de contextos arqueológicos a cielo abierto de cazadores-recolectores se vería muy beneficiada del estudio comparativo en reparos como aleros o cuevas.

### **3. Síntesis y conclusión**

Desde una aproximación geoarqueológica, con énfasis en los suelos, esta tesis tuvo por objetivo general discutir las modificaciones naturales de las propiedades del registro arqueológico. Esto se logró primeramente a partir de la comprensión de los procesos vinculados a los agentes naturales, ejercicio que paralelamente permitió arrojar luz sobre algunos factores del sistema ambiental y climático que tuvieron lugar en el pasado. La comprensión de los factores ambientales para dar cuenta de las transformaciones del registro arqueológico y a su vez tomar a éste como dato para comprender mejor aquellos factores es

una meta compartida con algunas líneas de trabajo tafonómico (Behrensmeyer 1975; Blumenshine 1987; Potts *et al.* 1999; Borrero 2014).

Dentro de las propiedades del registro arqueológico, una especial atención fue puesta en los patrones espaciales: horizontales y verticales. En lo metodológico, se abordó el trabajo en distintas escalas espaciales, a través de estudios geomorfológicos (utilizando fotografías aéreas, imágenes satelitales, observaciones de campo e información previa), descripciones macroscópicas de perfiles (textura, estructura, color, espesor, pedregosidad, etc.), análisis granulométricos (con parámetros estadísticos y descripciones cualitativas), estudios micromorfológicos y mineralógicos en secciones delgadas, geoquímica de suelos (carbonatos, pH, fósforo total y carbono total) y mediciones de propiedades magnéticas (susceptibilidad magnética, ciclos de histéresis y magnetización remanente isotérmica con campo inverso).

La adopción de una perspectiva geoarqueológica no sólo implica un diseño metodológico basado en herramientas procedentes de la Ciencia de la Tierra y el Suelo, sino que también lleva aparejada una postura conceptual. Ésta no sólo pone de relieve la importancia de los procesos naturales en la modificación del registro cultural depositado, sino que también considera a las poblaciones humanas como parte de un sistema ambiental complejo y cambiante, donde la conducta tiene el potencial de modificar o evadir factores de dicho sistema que –a su turno- podrá influir en el comportamiento humano (Odling-Smee *et al.* 2003). En este sentido, la geoarqueología es el marco para construir modelos integrados de interacción entre las poblaciones humanas y el ambiente (Dincauze 2000; French 2003, 2010). La jerarquización del sistema ambiental y su influencia sobre las poblaciones humanas es materia de la biogeografía, que también formó parte de los fundamentos teóricos de esta tesis (Brown 1971; Texera 1972; Darlington 1978).

Los objetivos específicos del trabajo en MA2, el más extenso en comparación con los otros casos, se basaron en analizar la estratigrafía y microestratigrafía de dos perfiles profundos (denominados P1 y P2) para discutir procesos de formación e historia ocupacional; explicar la distribución vertical del registro, considerando momentos, formas y agentes de depositación; y buscar parámetros no-arqueológicos sensibles para reconocer el grado de modificación antrópica de los suelos.

El estudio en este *locus* mostró la existencia de cierta variabilidad en los perfiles de suelo, desde casos pobres a moderadamente desarrollados, (A-C y A-AC-C) en pendientes pronunciadas y terrazas fluviales bajas; a situaciones con presencia de un paleosuelos (A-C-Ab-ACb-C1) sepultado por depósitos eólico-coluviales de espesor variable, en pendientes

suaves y terrazas fluviales altas. Asimismo, se observaron perfiles aún más evolucionados en sectores menos expuestos a la erosión eólica y con un potencial de retención de humedad mayor, al encontrarse en una situación más deprimida en el paisaje, como el perfil P1 (terrazza fluvial alta del río Torcido, rodeada por morenas terminales); y P2 (al frente de un acantilado inactivo, en una zona distal del kettle hole).

Dado que en prácticamente toda el área existe un desarrollo más o menos acentuado de un perfil de suelo, se postuló la importancia de comprender la frecuencia y distribución vertical del registro arqueológico a la luz de la dinámica pedogenética. En este marco se plantearon distintas situaciones depositacionales de acuerdo al horizonte de suelo donde se encontrara el registro arqueológico. De este modo, los materiales ubicados en el horizonte A (del suelo actual) posiblemente hayan sido depositados en la superficie de ese suelo (y enterrado por pisoteo, acción biomecánica u otro agente) y/o haber sido re-transportado y re-enterrado desde posiciones erosionadas pendiente arriba, por acción coluvial. Luego, el registro arqueológico en los horizontes Ab/ACb probablemente haya sido depositado en la superficie de ese suelo que hoy se encuentra enterrado, en un lapso temporal en la escala de cientos o muy pocos miles de años, tal como lo sugiere su moderado desarrollo en ese ambiente frío y semiárido. Obviamente todas las ocupaciones humanas a lo largo del tiempo asociadas a ese paleosuelo, se encuentran mezcladas. Finalmente, los materiales ubicados en el horizonte C1 estarían proviniendo de, o bien ocupaciones previas al desarrollo del suelo suprayacente, lo que equivale a decir, ocupaciones sobre el material parental a partir del cual se formó el perfil A-AC-C; o bien el material arqueológico habría alcanzado este nivel por procesos de migración vertical (raíces, mamíferos pequeños, fisuras estructurales, crioturbación, etc.). La buena preservación de los materiales malacológicos sugiere el primer escenario.

En suma, un análisis detallado de la profundidad de los distintos materiales arqueológicos, posibilita la comprensión de las distintas historias depositacionales que, junto con la obtención de algunas dataciones, permite establecer cierta diacronía de la historia depositacional de los materiales. En contextos edafizados, no importa tanto a qué profundidad se encuentre el material sino al horizonte donde provenga. Si el registro arqueológico hallado en un horizonte de suelo A o AC se encuentra mezclado, no se debería esperar coherencia estratigráfica. Este aspecto es clave al momento de elegir material para datar, donde las historias tafonómicas dictarán con más certeza que el criterio de profundidad la temporalidad del registro en cuestión (Borrero 2000). Contrariamente, los materiales arqueológicos



contenidos en un horizonte C sugieren situaciones pre-pedogénesis a la vez que presentan una mayor probabilidad de poseer cierta coherencia estratigráfica, sobre todo cuando ese material parental es producto de la depositación de sedimentos eólicos y/o coluviales. Altas tasas de sedimentación (como las inferidas en el Sector 1 de MA2) también aumentarán la resolución temporal de los eventos de depositación. Más allá de las señales sedimentológicas, una muy buena preservación del registro es una medida indirecta de altas tasas de sedimentación, tal como fue discutido en otros casos del noreste de la Isla (Favier Dubois 1998).

Respecto a el estudio detallado del perfil P1, el interjuego entre la información geomorfológica, edafológica y arqueológica permitió definir distintos escenarios paleoambientales en la evolución de esta terraza alta y sus ocupaciones humanas. Las primeras se habrían instalado en la planicie de inundación del río Torcido y parecen haber sido poco intensas, aunque las condiciones químicas más agresivas durante la depositación de estos niveles podrían explicar al menos parcialmente las bajas densidades de materiales arqueológicos. Este sistema ambiental habría estado disponible para la ocupación humana hace unos 4000 años (Brambati 2000), aunque las primeras ocupaciones registradas datan de *ca.* 2800 cal. AP. Es interesante destacar en este punto que entre los *ca.* 4000 y 3500 cal. AP no se registran ocupaciones humanas en todo el norte de la Isla. Este lapso temporal se estaría enmarcando bajo condiciones más húmedas y ventosas respecto a la actualidad (Mayr *et al.* 2007; Schabitz *et al.* 2012).

Sucesivas ocupaciones en el marco de pedogénesis agradacionales en terrazas bajas, con un mayor énfasis en recursos marinos, parecen haber tenido lugar entre *ca.* 2800-2450 cal. AP. En todos los casos se trata de múltiples eventos de depositación mezclados, sin límites definidos y una ausencia de hiatos ocupacionales, aun ante la búsqueda con altos aumentos. Estos *cumulative palimpsests* (Bailey 2007) constituyen “...an opportunity to focus on a different scale of behaviour...” (Bailey 1981:110). La “escala promediada” (Borrero 2006) de la conducta muestra poblaciones visitando periódicamente este espacio, con una frecuencia lo suficientemente alta como para inhibir que los procesos naturales modifiquen/ reciclen y “separen” los eventos de depositación antrópica.

La firma antrópica más acentuada (escenario 4) coexiste con la formación de un perfil de suelo bien desarrollado, con propiedades no registradas en la actualidad. Las ocupaciones muestran un menor consumo de mariscos en estos niveles. Además, en este momento la presencia humana muestra una dispersión en todo el área de MA2. El marco paleoambiental regional de este momento es de mayor humedad (Schabitz *et al.* 2013), situación consistente

para entender la presencia de horizontes muy bien desarrollados como los observados. El panorama arqueológico regional, en contraste de lo que pasa localmente, muestra una baja intensidad de ocupación.

Entre el escenario 4 y 5 definidos a partir de P1, existe en una unidad próxima a aquel un fechado de *ca.* 1830-1920 cal. AP, momentos para los cuales se señalan condiciones de menor humedad en regiones próximas (McCulloch y Davies 2001). Contrariamente, las ocupaciones fechadas en *ca.* 690-900 cal. AP (Sector 2) podrían haber tenido lugar bajo condiciones de mayor humedad (Heusser y Rabassa 1991; Heusser 1993; Favier Dubois 2001, 2003, 2004, 2007) que incluso podrían interpretarse dentro de una tendencia más árida y cálida (Haberzettl *et al.* 2005, 2006; Mancini 2007) referida a Anomalía Climática Medieval. En el escenario 5 ya puede verse un nuevo cambio hacia ocupaciones de menor intensidad, tal vez asociadas a condiciones más frías y húmedas (Aravena *et al.* 2002; Haberzettl *et al.* 2005, 2006; Mayr *et al.* 2005).

En conjunto, estos escenarios muestran que este *locus* ha sido objeto de ocupaciones de variable intensidad, asociadas a distintas situaciones climáticas y a lo largo de miles de años, en contextos regionales con baja y acentuada intensidad de ocupación humana. Esto estaría indicando que MA2 ha sido un sector privilegiado, un paisaje heredado en el circuito de circulación humana que muestra redundancia genérica y específica (Dewar 1986; Odling-Smee *et al.* 2003; Borrero 2004, 2013a).

La búsqueda de parámetros no-arqueológicos para la detección de grados de intensidad de ocupación humana no encontró resultados positivos utilizando indicadores como fósforo total, carbono total, pH y propiedades macro y microscópicas de los suelos. Esto podría implicar que los parámetros sensibles son otros, que las ocupaciones humanas no fueron lo suficientemente intensas como para imprimir una firma que se sobreponga a la natural en los parámetros elegidos, y/o que la firma se perdió por procesos diagenéticos. Vale destacar que los valores de carbonatos, derivados de la meteorización y transformación de valvas, huesos y cenizas vegetales, resultaron ser una vía significativa para profundizar en futuras investigaciones.

Otra línea de trabajo que mostró resultados interesantes fueron las propiedades magnéticas. Éstas efectivamente indicaron una señal más intensa en sectores con mayor abundancia de materiales arqueológicos como algunos niveles del perfil P1, en el Sector 1 (justamente el escenario 4 mencionado arriba). Asimismo, se postuló que si los sedimentos que contienen el material arqueológico son “coherentes” con las propiedades de los mismos,

esto es, materiales que indican combustión contenidos en sedimentos enriquecidos en su señal magnética por temperatura, es altamente probable que el contexto de P1 sea *in situ*. Otro aspecto interesante derivado del trabajo con propiedades magnéticas fue a partir del perfil P2, donde un pico en los valores de coercitividad mostraron correspondencia con la descripción de “pigmentos rojos” (Morello *et al.* 1998) detectados a igual profundidad, en una excavación ubicada a unos 15 metros del perfil estudiado. Este hecho planteó la posibilidad de que dichos pigmentos sean total o parcialmente los responsables del incremento del parámetro de coercitividad. Esto debe seguir explorándose para descartar que estos datos no estén reflejando una señal natural de los sedimentos, tal como fue registrado en cuevas del sudeste de la India (Goldberg *et al.* 2009).

En el *locus* de TA se buscó específicamente comprender el origen de las depresiones circulares ubicadas sobre y al pie del talud del Cerro de los Onas, así como también evaluar la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro subsuperficial.

Respecto a esto último se encontró una distribución de huesos (naturales y culturales) y artefactos con moda en el horizonte AC, tanto en los sondeos ubicados en el sector de mayor concentración artefactual (“sitio”), como en aquellos alejados de aquel sector (“fuera de sitio”). Esta observación afirmó la existencia de un patrón natural en la distribución vertical de los materiales. Asimismo, pese a que los perfiles de suelo mostraron menos desarrollo respecto a los estudiados en MA2, el patrón unimodal con pico en horizontes superficiales se volvió a repetir. En otras palabras, basta la presencia de una cubierta vegetal que ponga en marcha algunos procesos biológicos y físicos para que las propiedades espaciales del registro arqueológico se vean afectadas.

Para este caso de estudio, aunque con aplicabilidad en otros contextos similares, se identificaron una serie de procesos ya conocidos a partir de otros trabajos actualísticos, que influyeron –y lo seguirán haciendo- en el transporte horizontal y enterramiento de materiales arqueológicos y naturales. Se trata de la biomecánica de los suelos, la acción de animales fosoriales, cánidos y aves carroñeras; la escorrentía por precipitaciones sólidas, líquidas y deshielo; el pisoteo/ pateo de ovejas y guanacos; la gravedad (caídas, coluvio, geliflucción, etc.); ciclos de expansión/ contracción por arcillas expansibles y/o congelamiento/ descongelamiento; y acción eólica. Para su definición, se tuvieron en cuenta la velocidad, la frecuencia, la intensidad, la extensión espacial de cada uno de dichos procesos, así como también sus condicionantes (zonales e intra-zonales) e impacto en el registro arqueológico. Todos estos procesos actúan al mismo tiempo y las firmas espaciales que imprimen sobre el

registro óseo, lítico, carbones, valvas, entre otros, se mezclan, obliteran y/o borran mutuamente. De acuerdo a la intensidad en la que actúe uno u otro proceso, se impondrá una firma por sobre la otra. Situaciones excepcionales o poco representativas de la historia ambiental (*e.g.* sismos, inundaciones) podrían sobreponerse en el patrón espacial y alteraciones diagenéticas del registro arqueológico. Estos procesos estarían aportando a la definición del modo tafonómico “talud vegetado” (Behrensmeyer y Hook 1992; Borrazzo 2010; Borrazzo y Borrero 2014).

La asignación de un origen antrópico (“improntas de viviendas de un gran campamento Ona”) a las depresiones circulares de TA (Massone *et al.* 1993; Massone 2004), ya fue discutida con anterioridad (Borrero 2004). El punto de ahondar en la naturaleza de estas depresiones posee implicancias en la arqueología de Magallania Insular, ya que su aceptación como improntas de vivienda estaría indicando que este *locus* podría haber sido foco de ocupaciones intensas (Oría 2014), hecho que no se respalda con las densidades artefactuales que muestran valores muy bajos.

En este trabajo se sostuvo que estas numerosas depresiones son de origen natural en base a: 1) la ausencia de diferencias en el tipo y frecuencia de materiales antrópicos dentro y fuera de estos rasgos; 2) la existencia de depresiones sin materiales antrópicos en el talud de TA y en otras regiones del norte de la Isla; y 3) los mayores valores de susceptibilidad magnética registrado en todo el área de mayor concentración de materiales, independientemente de si se trate de sectores dentro o fuera de las depresiones. Los indicadores sedimentarios y micromorfológicos tampoco mostraron contrastes acentuados dentro y fuera de las depresiones, sólo pequeñas diferencias en la porosidad y presencia de grava. Esto podría deberse a que el proceso que les dio origen pudo haber tenido lugar hace un tiempo relativamente largo y, en efecto, los factores actuales habrían homogeneizado las propiedades. Como explicación alternativa, se postuló que el origen de las depresiones podría estar relacionado con revolvederos de guanacos y/u ovejas, cuyas dimensiones, distribución espacial, morfologías y abundancia se asemejan al patrón de depresiones observado en el talud de TA.

Dentro de las ocupaciones de TA circunscriptas al Holoceno Tardío, las primeras ubicadas entre *ca.* 2100-2310 cal. AP, podrían haber tenido lugar en el marco de condiciones climáticas regionales de mayor aridez; mientras que las ocupaciones entre *ca.* 930-1270 cal. AP se enmarcarían bajo condiciones de fluctuación de la humedad (Haberzettl *et al.* 2005, 2006), pero con una tendencia hacia el aumento de la misma (Heusser y Rabassa 1991;

Heusser 1993; Favier Dubois 2003; Mancini 2007). A nivel regional, las ocupaciones del norte de la Isla comienzan a ser más intensas algunos cientos de años antes de la ocupación en cuestión. El fechado de *ca.* 560-660 cal AP coexiste con la fase final del período cálido y seco interpretado como la Anomalía Climática Medieval (Haberzettl *et al.* 2005, 2006), incluyendo el período húmedo que se detecta en el medio de esta anomalía (Haberzettl *et al.* 2005, 2006) y el giro posterior hacia condiciones más frías y húmedas (Barberena y Borrero 2010; Coronato *et al.* 2011; Orgeira *et al.* 2012). Destaca en este contexto la ausencia de paleosuelos en TA y sectores aledaños.

En este último escenario, a nivel regional, destaca un pico de la señal humana en el norte de Tierra del Fuego sin precedentes, acompañado por un abrupto descenso luego del *ca.* 500 cal. AP. Esto muestra una sugerente sincronidad con el cese de la Anomalía Climática Medieval (Pallo y Ozán 2014). Las ocupaciones más tardías luego del *ca.* 440 cal. AP se estarían enmarcando bajo situaciones más húmedas y frías, asignables a la Pequeña Edad de Hielo (Aravena *et al.* 2002; Haberzettl *et al.* 2005, 2006; Mancini 2007).

El trabajo en CSN también se basó específicamente en evaluar la influencia de la pendiente en la distribución y abundancia del registro; analizar los cambios morfológicos del alero; y re-pensar la relación espacial entre las ocupaciones humanas de cerro y la línea de costa. En términos generales, este sitio mostró que incluso en una escala espacial intra-sitio se pueden encontrar palimpsestos de distintos grado de resolución: desde niveles con materiales mezclados correspondientes a distintas edades en horizontes superficiales (de suelos actuales o paleosuelos), a sectores con estratigrafías más consistentes debido a la mayor tasa de sedimentación que “compite” con los procesos pedogenéticos.

Una vez más, en este *locus* se detectó una correspondencia entre las máximas frecuencias de registro arqueológico y los horizontes Ab. La excepción a esto fueron los sondeo S8 y S3-98 (excavado en años anteriores) debido a las mayores tasas de sedimentación que inhibieron el desarrollo edáfico. Adicionalmente, se observó en general que las frecuencias verticales del registro lítico y óseo en los distintos flancos y cotas del talud variaban de forma semejante, indicando que los procesos naturales y/o culturales puestos en marcha para la acumulación de ambos conjuntos podrían ser los mismos.

El estudio de la dispersión horizontal de guijarros o clastos superficiales provenientes de la arenisca del alero, en distintas cotas y flancos del cerro, indicó que aquellos se concentraban en posiciones altas del talud, independientemente de los tamaños. Lo interesante de estos datos es que no resultaron explicativos de la abundancia del registro arqueológico de

S4, al pie del talud. En efecto, esto podría estar indicando que al menos parte del conjunto de materiales óseos y líticos de S4 fue depositado por acción antrópica u otro agente distinto a la gravedad, como podría ser el tránsito de ovejas que patea y moviliza clastos. En suma, esto podría estar indicando que en pendientes bajas ( $<12^\circ$ ), con presencia de un perfil de suelo, constituyen contextos de baja energía y ofrecen un potencial de preservación arqueológica relativamente bueno. Esta situación contrastó con lo observado en taludes cercanos, como los de Cerro Cabeza de León (Favier Dubois 1998; Martin y Borella 1999).

De acuerdo a modelos experimentales de talla lítica y observaciones actualísticas de distintos flujos de agua en taludes (Lenoble 2005; Bertran *et al.* 2012), se pudo inferir que la escasez relativa de la representación de los tamaños más pequeños ( $<5$  mm) en los conjuntos líticos de los distintos sondeos podría estar indicando procesos vinculados a escorrentía superficial, tal vez como consecuencia del deshielo estacional, situación que también se infiere de ciertos rasgos micromorfológicos (Texier y Meireles 2003). En el marco de este análisis también se planteó que la variabilidad de rangos de tamaño podría estar indicando una buena preservación de conjunto. Dicho en otras palabras, cuando más homogéneos son los tamaños del conjunto, más probable es que sobre él hayan actuado distintos agentes de selección, principalmente relacionadas con flujos de agua y viento, ya que la gravedad constituye una agente de baja selectividad. En CSN predominan los conjuntos en los que se representan varios rangos de tamaño por lo que, no obstante la eventual actuación de algunos procesos vinculados a flujos laminares, los conjuntos parecen estar relativamente bien preservados, hecho que también se desprende de los bajos grados de meteorización tanto de los artefactos líticos como materiales óseos (L'Heureux 2009; Borrazzo 2010, 2013b; Borrero 2013b; Ozán *et al.* 2015b).

La presencia de eventos de caída de grandes bloques en algunos sondeos ubicados en sectores altos y medios del talud fue interpretada como antiguas líneas de goteo, dada la imposibilidad de que bloques de tales dimensiones y morfologías se desplacen a lo largo del talud. En efecto, las dimensiones de los reparos habrían sido superiores, y más aún, frentes que hoy se encuentran prácticamente colapsados de sedimentos, habrían estado expuestos y con el potencial de actuar como reparos. Esta interpretación muestra cambios en la disponibilidad y ventajas brindadas por este sector puntual del espacio para las poblaciones humanas que lo visitaron (Collins 1991; Komar 2000; Borrero 2013a; Borrero *et al.* 2007). Estos cambios también señalan una paleotopografía de menor pendiente. Aleros más amplios no sólo ofrecen beneficios de reparo, sino que también son más obstrusivos a la distancia.

Por encima de uno de los eventos de caída de bloques, en el sondeo S8, se encuentra la datación más antigua de CSN (2013-2079 cal. AP), asociada a una línea de costa ubicada a unos 750 metros de distancia, de acuerdo a las estimaciones realizada en este trabajo a partir del re-tratamiento de la información previamente publicada en relación a las tasa de progradación de la línea de costa (Codignotto y Malumián 1981; Codignotto 1983; Vilas *et al.* 1986/87, 1987a, 1987b, 1999; Ferrero 1996; Isla y Bujalesky 2000; Favier Dubois y Borrero 2005; Bujalesky 2007). En este sentido, la primer ocupación de la que se tiene registro no solo habría tenido lugar en un alero considerablemente más amplio, sino que se trataría de una ocupación de carácter costero. La información paleoambiental regional señala para estos momentos condiciones de mayor humedad (Schabitz *et al.* 2013) y baja señal humana a nivel regional.

Las siguientes ocupaciones asociadas al rango *ca.* 940-1170 cal. AP, también contemporánea a la de Cerro Cabeza de León (815-1050 cal. AP; Repaire y Hugues 1977), se habrían situado a unos 1000 metros de la línea de costa actual, en el caso de CSN, y a unos 1400 metros para el caso de Cerro Cabeza de León. Estas ocupaciones que se podrían considerar de carácter litoral, se podrían ubicar en momentos de fluctuaciones climáticas vinculadas a cambios en los niveles de humedad (Haberzettl *et al.* 2005, 2006), pero con un predominio de menor humedad (Mancini 2007). Para estos momentos las ocupaciones humanas del norte de la Isla son más intensas que en el momento anterior.

Un punto que se destacó de CSN fue sus altas densidades artefactuales en comparación a los otros *loci* analizados aquí, y en general a otros sectores en los que se informan las frecuencias de artefactos líticos por unidad de excavación. Aún en el marco de grandes cambios geomorfológicos y hasta ecológicos –ya que el cerro se fue “alejando” del mar- CSN ha sido un espacio intensamente ocupado por más de 2000 años. Sus particularidades tecnológicas también lo colocan un lugar distintivo en el panorama regional (Borrazzo 2010, 2012, 2014).

En síntesis, en esta tesis se llevó a cabo un análisis geoarqueológico detallado en torno a una escala espacial micro, pero considerando necesariamente datos generados a nivel regional. Los tres *loci* bajo estudio cuentan con una larga historia de investigaciones, y en este sentido, un especial énfasis fue puesto en acoplar los nuevos datos a la información previa, para poder llevar las discusiones a otras escalas espacio-temporales. El estudio de los suelos fue el denominador común de los casos analizados, así como también lo fue el registro arqueológico en contextos subsuperficiales, que si bien no son estático, informan acerca de

posiciones relativamente más estables, sobre todo en taludes donde el componente de desplazamiento horizontal debe evaluarse detenidamente.

Desde lo metodológico, el trabajo en la escala espacial micro (micromorfología, granulometría, mineralogía, geoquímica y propiedades magnéticas) ofreció una vía independiente para evaluar las variaciones preservacionales del registro arqueológico, como valvas, huesos, artefactos líticos, estructuras de combustión y hasta el caso de las depresiones. No todas estas evidencias han sido tratadas con igual acento en cada caso de estudio, pero en conjunto, el trabajo de alta resolución ha enriquecido y complejizado las observaciones en otras escalas.

En Marazzi 2 se establecieron los distintos escenarios de su historia ocupacional y una propuesta de cómo integrar -del modo más ajustado posible- el registro arqueológico enterrado a lo largo de cientos de metros cuadrados. En Tres Arroyos se planteó una explicación alternativa para la presencia de las depresiones circulares y se definieron los principales procesos que afectan al registro arqueológico en pendientes edafizadas, su naturaleza y magnitud. También se dio cuenta de la baja intensidad de ocupación humana de este espacio. En el caso de Cerro Sin Nombre, desde un abordaje tafonómico integral, se pudo comprobar el buen grado de integridad de las propiedades del registro arqueológico, pese a la situación de talud. Aquí también se indicaron posibles cambios de la situación de reparo del alero y se re-planteó la distancia relativa a la línea de costa, que estaría indicando la existencia de ocupaciones de carácter litoral. Asimismo, el cálculo de densidades y las características tecnológicas previamente descriptas comenzaron a sugerir con claridad una jerarquía distintiva de éste *locus* en el panorama regional.

Esta investigación, anclada en técnicas de la Ciencia de la Tierra y el Suelo, forma parte de un proceso que trasciende ampliamente los resultados plasmados en la presente tesis. El entendimiento de los suelos y la principal herramienta utilizada aquí, la micromorfología, constituyen campos de conocimiento sumamente complejos, con curvas de aprendizaje muy largas, que además deben responder al propósito interdisciplinario. Sin embargo, los pequeños logros ante grandes desafíos alimentan el lento pero estimulante camino del conocimiento.



## BIBLIOGRAFÍA

- Agostini, A.M. 1956. *Treinta años en la Tierra del Fuego*. Peuser, Buenos Aires.
- Aguilar, J., C. Dorronsoro, M. Gutiérrez Casterena y H. Morrás. 2010. Spanish translation of micromorphological terms. En *Multilingual translation of micromorphological terminology used in "Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections"*, editado por G. Stoops. Ms.
- Alberdi, M.T. y A. Prieto. 2000. Hippidion (Mammalia, Perissodactyla) de las cuevas de las provincias de Magallania y Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 28:147-171.
- Allué, C., J. Arranz, J. Bava, J. Beneitez, L. Collado y J.M. García-López. 2010. Caracterización y cartografía fitoclimáticas del bosque nativo subantártico en la Isla Grande de Tierra del Fuego (Patagonia, Argentina). *Forest Systems* 19(2):189-207.
- Alvarado, M., C. Odone, F. Maturana y D. Fiore. 2007. *Fueguinos. Fotografías siglos XIX y XX. Imágenes e imaginarios del fin del mundo*. Pehuen. Santiago de Chile.
- Andrefsky, W. 1998. *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge
- Angelucci, D. 2003. Geoarchaeology and micromorphology of Abric de la Cativera (Catalonia, Spain). *Catena* 54:573–601.
- Anselmetti, F.S., D. Ariztegui, M. De Batist, A. Gebhardt, T. Haberzettl, F. Niessen, C. Ohlendorf y B. Zolitschka. 2009. Environmental history of southern Patagonia unravelled by the seismic stratigraphy of Laguna Potrok Aike. *Sedimentology* 56:873–892.
- Araujo, A., W. Neves, L. Pilo, J. Paulo y V. Atui. 2005. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the "Archaic Gap". *Quaternary Research* 64:298–307.
- Araujo *et al.* 2013
- Aravena, J. L. Antonio, A. Wolodarsky-Franke, R. Villalba y E. Cuq. 2002. Tree-ring growth patterns and temperature reconstruction from *Nothofagus pumilio* (Fagaceae) forests at the upper tree line of southern Chilean Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural* 75:361-376.
- Ariztegui, D., A. Gilli, F. Anselmetti, R. Goñi, J.B. Belardi y S. Espinosa. 2010. Lake-level changes in central Patagonia (Argentina): crossing Environmental thresholds for Lateglacial and Holocene human occupation. *Journal of Quaternary Science* 25(7):1092-1099.
- Armour-Chelu, M. y P. Andrews. 1994. Some effects of bioturbation by earthworms (Oligochaeta) on archaeological sites. *Journal of Archaeological Sciences* 21:433-443.
- Arroyo-Kalin, M. 2008. *Steps towards an Ecology of Landscape: a Geoarchaeological Approach to the Study of Anthropogenic Dark Earths in the central Amazon region, Brazil*. Tesis doctoral inédita. University of Cambridge, Department of Archaeology, Cambridge.
- Arroyo-Kalin, M., F. Morello, C. French y P. Cárdenas. 2007. *Sedimentos y paleosuelos, una aproximación geoarqueológica a la evolución del paisaje fueguino durante el Holoceno*. Informe FONDECYT, Chile. MS.

Attenbrow, V. y P. Hiscock. 2015. Dates and demography: are radiometric dates a robust proxy for long-term prehistoric demographic change? *Archaeology in Oceania* 50:29–35.

Auer, V. 1958. The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part II: The History of the Flora and Vegetation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae* III.50. Helsinki.

Avery, B. W. y C. C. Bascomb. 1974. *Soil Survey Laboratory Methods*. Soil Survey Technical Monograph no 6, Harpenden.

Bailey, G.N. 1981. Concepts, timescales and explanations in economic prehistory. En *Economic Archaeology. British Archaeological Reports International Series 9*, editado por A. Sheridan y G. Bailey, pp. 97–117. Oxford, Oxford.

- 2007 Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26:198–223.

Balbo, A.L., M. Madella, A. Vila y J. Estévez. 2010. Micromorphological perspectives on the stratigraphical excavation of shell middens: a first approximation from the ethnohistorical site Tunel VII, Tierra del Fuego (Argentina). *Journal of Archaeological Science* 37:1252-1259.

Balek, C. L. 2002. Buried Artifacts in Stable Upland Sites and the Role of Bioturbation: A Review. *Geoarchaeology* 17(1):41–51.

Balirán, C. 2014. Trampling, taphonomy, and experiments with lithic artifacts in the southeastern Baguales Range (Santa Cruz, Argentina). *Intersecciones en Antropología, Special issue* 1:85-95.

Barberena, R. 2004. Arqueología e isótopos estables en Tierra del Fuego. En *Temas de Arqueología. Arqueología del Norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*, editado por A.L. Borrero y R. Barberena, pp. 135-169. Dunken, Buenos Aires.

- 2008. *Arqueología y Biogeografía Humana en Patagonia Meridional*. Serie Tesis Doctorales, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Barberena, R. y L.A. Borrero. 2010. Geoarqueología y distribuciones subsuperficiales de materiales arqueológicos en la localidad Cabo Vírgenes. En *Arqueología de Pali Aike y Cabo Virgenes (Santa Cruz, Argentina)*, editado por L. A. Borrero y J. Charlin, pp. 103-122. Editorial Dunken, Buenos Aires.

Bastida, R., V. Quse y R. Guichón. 2011. La tuberculosis en grupos de cazadores recolectores de Patagonia y Tierra del Fuego: nuevas alternativas de contagio a través de la fauna silvestre. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 13:83-95.

Beauvoir, J.M. 1902. Memorias del Rev. De Beauvoir. *Boletín Salesiano* XVII(5, 6):4-163.

Beguelin, M. y G. Barrientos. 2006. Variación morfométrica postcraneal en muestras tardías de restos humanos de Patagonia: una aproximación biogeográfica. *Intersecciones en Antropología* 7: 49-62.

Behrensmeyer, A.K. 1975. The Taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages east of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 146(10):473-578.

Behrensmeyer, A. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* 4:150-162.

- Behrensmeyer, A.R. y R. Hook. 1992. Paleoenvironmental Contexts and Taphonomic Modes. En *Terrestrial Ecosystems through Time*, editado por Behrensmeyer, A.K., J. Damuth, W. Dimichele, R. Potts, S. Hans-Dieter y S. Wing, pp. 15-136. The University of Chicago Press, Chicago.
- Belardi, J.B y L.A. Borrero. 1999. El paisaje arqueológico de la margen norte del lago Argentino (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Praehistoria* 3:35-64.
- Belardi, J.B., G. Barrientos, F. Bamonte, S. Espinosa y R. Goñi. 2012. Paleoambientes y cronología de las ocupaciones cazadoras recolectoras de las cuencas de los lagos Tar y San Martín (provincia de Santa Cruz) *Intersecciones en Antropología* 14:459-475.
- Bentley, M. J., D. E. Sugden, N. J. Hulton y R.D. McCulloch. 2005. The landforms and pattern of deglaciation in the Strait of Magellan and Bahía Inútil, southernmost South America. *Geografiska Annaler* 87: 313-333.
- Berihuete Azorín, M. 2014. Las plantas en las economías fueguinas: una perspectiva etnoarqueológica. En *Cazadores de mar y de tierra. Estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tivoli, pp. 389-408. Editorial Cultural Tierra del Fuego, Ushuaia.
- Berna, F. y P. Goldberg. 2007. Assessing paleolithic pyrotechnology and associated hominin behavior in Israel. *Journal of Earth Sciences* 56:107-121.
- Berna, F., A. Matthews y V. Stephen. 2004. Solubilities of bone mineral from archaeological sites: the recrystallization window. *Journal of Archaeological Science* 31:367-882.
- Bertran, P. y J.P. Texier. 1995. Fabric Analysis: Application to Paleolithic Sites. *Journal of Archaeological Science* 22:521-535.
- 1999a. Facies and microfacies of slope deposits. *Catena* 35:99-121.
- 1999b. Sedimentation processes and facies on a semi-vegetated talus, Lousteau, southwestern France. *Earth Surface Processes and Landforms* 24:177-187.
- Bertran, P., B. Hetu, J. Texier y H. Van Steijns. 1997. Fabric characteristics of subaerial slope deposits. *Sedimentology* 44:1-16.
- Bertran, P., K. Laurent, A. Lenoble, B. Masson y L. Vallin. 2010. The impact of periglacial processes on Palaeolithic sites: The case of sorted patterned grounds. *Quaternary International* 214:17-29.
- Bertran, P., A. Lenoble, D. Todisco, P. Desrosiers y M. Sørensen. 2012. Particle size distribution of lithic assemblages and taphonomy of Palaeolithic sites. *Journal of Archaeological Science* 39:3148-3166.
- Bianciotto, O. 2006. *Los Ambientes Naturales de la Estepa Fueguina*. Una interpretación de nuestro semidesierto. Dunken, Buenos Aires.
- Binford, L. 1981. *Bones. Ancient men and modern myths*. Academic Press, Orlando.
- 1982. The Archaeology of Place. *Journal of Anthropological Archaeology* 1(1):5-31.
- Bird D.W. y J.F. O'Connell. 2006. Behavioral ecology and archaeology. *Journal of Archaeological Research* 14:143-88.

- Birkeland, P. W. 1999. *Soils and Geomorphology*. 3ra. Edición. Oxford University Press, Oxford.
- Blazewski, G.A., M. Stolt, A.J. Gold y P.M. Groffman. 2005. Macro and micro-morphology of subsurface carbon in riparian zone soils. *Soil Science Society of America Journal* 69:1320-1329.
- Bleed, P. 2008. Skill Matters. *Journal of Archaeological Method and Theory* 15:154-166.
- Blumenschine, R.J. 1987. Characteristic of an early hominid scavenging niche. *Current Anthropology* 28:383-407.
- Blumenschine, R., C. Marean y S. Capaldo. 1996. Blind tests of interanalyst correspondence and accuracy in the identification of cut marks, percussion marks and carnivore tooth marks on bone surfaces. *Journal of Archaeological Science* 23:493-507.
- Borella, F. 1988. El carroñeo de cetáceos en Tierra del Fuego. En *Arqueología de la Patagonia meridional (Proyecto "Magallania")*, editado por L.A. Borrero, pp. 97-104. Búsqueda de Ayllu, Concepción del Uruguay.
- 2004. *Tafonomía Regional y Estudios Arqueofaunísticos de cetáceos en Tierra del Fuego y Patagonia Meridional*. British Archaeological Reports 1257-Archeopress, Oxford.
- Borgatello, M. 1915. *Patagonia meridionale e Terra del Fuocco. Memorie di un missionario del cincuentenario delle missione salesiana*. Societa Editrice Internazionale, Turín.
- Borrazzo 2004. *Hacia una tafonomía lítica*. Tesis de licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Borrazzo, K. 2006. Tafonomía lítica en dunas: una propuesta para el análisis de los artefactos líticos. *Intersecciones en Antropología* 7:247-261.
- 2009. El uso prehistórico de los afloramientos terciarios en la bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). En *Arqueología de Patagonia: Una mirada desde el último confín*, editado por M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. Mansur, pp. 291-305. Editorial Utopías, Ushuaia.
- 2010. *Arqueología de los esteparios fueguinos. Tecnología y tafonomía lítica en el norte de Tierra del Fuego, Argentina*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- 2012. Raw material availability, flaking quality, and hunter-gatherer technological decision making in northern Tierra del Fuego Island (Southern South America). *Journal of Archaeological Science* 39(8):2643-2654.
- 2013a. Tafonomía lítica y modelo de la dinámica eololacustre del norte de la bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). *Revista Comechingonia* 17(1):149-169.
- 2013b. *Caracterización del conjunto lítico procedente del sondeo 8 (enero, 2013). Localidad Cerro Sin Nombre (Tierra del Fuego, Argentina)*. Informe interno IMHICIHU, Buenos Aires.
- 2014. De rocas e instrumentos. La tecnología lítica de los fueguinos septentrionales. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tivoli, pp. 269-288. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Borrazzo, K, y C. Etchicury. 2013. Estudio de las materias primas liticas utilizadas para la manufactura de bolas en el norte de Tierra del Fuego (Argentina). *Arqueología* 19(2):305-324

- Borrazzo, K. y L.A. Borrero. 2014. Taphonomic and archaeological perspectives from northern Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary International* xxx:1-8. En prensa.
- Borrazzo, K., F. M. Martin, R. Barberena y L.A. Borrero. 2008. Geografía cultural y circulación humana en el norte de Tierra del Fuego. En *Arqueología del extremo sur del continente americano. Resultado de nuevos proyectos*, editado por L. A. Borrero y N. V. Franco, pp. 227-249. CONICET-IMHICIHU, Buenos Aires.
- Borrelli, P., G. Oliva, M. Williams, L. Gonzales, P. Rial y L. Montes. 1997. *Sistema Regional de Soporte de Decisiones. Grupo interdisciplinario para el Sistema de Soporte de Decisiones Santa Cruz y Tierra del Fuego*. INTA, Río Gallegos.
- Borrero, L.A. 1979. Excavaciones en el alero "Cabeza de León". Isla Grande de Tierra del Fuego. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XIII:255-271.
- 1985. *La economía prehistórica de los habitantes del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
  - 1989. Replanteo de la arqueología patagónica. *Interciencia* 14(3):127-135.
  - 1989-90. Evolución cultural divergente en la Patagonia Austral. *Anales del Instituto de la Patagonia* 19:133-140.
  - 1990. Taphonomy of guanaco bones in Tierra del Fuego. *Quaternary Research* 34 (3):361-371.
  - 1994-95. Arqueología de la Patagonia. *Palimpsesto. Revista de Arqueología* 4:9-69.
  - 1999. The Prehistoric Exploration and Colonization of Fuego-Patagonia. *Journal of World Prehistory* 13(3):321-355.
  - 2000. Ten years after: esquema para una tafonomía regional de la Patagonia meridional y norte de Tierra del Fuego. En *Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*, tomo I, editado por E. Berberían y A. Nielsen, pp. 183-193. Universidad Nacional de la Patagonia, Río Gallegos.
  - 2001a. Cambios, continuidades, discontinuidades: discusiones sobre arqueología fuego-patagónica. *Historia Argentina Prehispánica*, Tomo II (ed. por), pp. 815-838. Editorial Brujas, Córdoba.
  - 2001b. Regional Taphonomy. The Scales of Application to the Archaeological Record. En *Animals and Man in the Past*, editado por H. Buitenhuis y W. Prummel, pp. 17-20. ARC-Publicatie 41, Groningen.
  - 2001c. *Los Selk'nam (Onas). Evolución cultural en Tierra del Fuego*. Búsqueda de Ayllu, Buenos Aires.
  - 2001d. Regional Taphonomy: Background Noise and the Integrity of the Archaeological Record. En *Ethnoarchaeology of Andean South America: Contributions to Archaeological Method and Theory*, editado por L.A. Kuznar, pp. 243-254. International Monographs in Prehistory-Ethnoarchaeological Series 4, Ann Arbor.
  - 2001c. Cambios, continuidades, discontinuidades: discusiones sobre arqueología fuego-patagónica. En *Historia Argentina Prehispánica*, editado por E. Berberían y A. Nielsen, tomo II, pp. 815-838. Editorial Brujas, Córdoba.

- 2003. Taphonomy of the Tres Arroyos 1 Rockshelter, Tierra del Fuego, Chile. *Quaternary International* 109-110:87-93.
  - 2004. Arqueología en América del Sur ¿Se requiere de un acercamiento teórico especial? En *Teoría arqueológica en América del Sur*, editado por G. Politis y D. Peretti, pp. 71-84. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría.
  - 2005. The Archaeology of the Patagonian Deserts: Hunter-Gatherers in a Cold Desert. En *Desert Peoples. Archaeological Perspectives*, editado por P. Veth, M. Smith y P. Hiscock, pp. 142-158. Blackwell, Oxford.
  - 2007. Longitudinal Taphonomic Studies in Tierra del Fuego, Argentina. En *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina*, editado por M. Gutierrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons y M. Salemme, pp. 219-233. BAR Internacional Series 1601, Oxford.
  - 2008a. Early occupations in the Southern Cone. En *Handbook of South American Archaeology*, editado por H. Silverman y W. Isbell, pp. 59-77. Springer, New York.
  - 2008b. *Tafonomía regional. Informe campaña octubre 2008*. Informe FONDECYT N° 1060020. Ms.
  - 2011. The archaeology of transformation. *Quaternary International* 245:178-181.
  - 2013a. Paisajes desconocidos, geografía cultural y tafonomía total. *Anuario de Arqueología* 5:17-30.
  - 2013b. *Material óseo de Marazzi 2, Tierra del Fuego, Chile*. Informe interno IMHICIHU, Buenos Aires.
  - 2014. Multi-service taphonomy. Shells, garbage, and floating palimpsests. *Intersecciones en Antropología, Special Issue* 1:13-20.
- Borrero, L.A. y M. Casiraghi. 1980. Excavaciones en el sitio Bloque Errático 1 (San Sebastián, Tierra del Fuego). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 14:129-142.
- Borrero, L.A. y F. Carballo Marina. 1998. Proyecto Magallania: La cuenca superior del río Santa Cruz. En *Arqueología de la Patagonia Meridional. Proyecto Magallania*, editado por L.A. Borrero; pp. 11-27. Búsqueda de Ayllu, Concepción del Uruguay.
- Borrero, L.A. y R. Barberena. 2004. *Temas de arqueología de la Isla Grande de Tierra del Fuego*. Dunken, Buenos Aires.
- Borrero, L.A. y R. Barberena. 2006. Hunter-Gatherer Home Ranges and Marine Resources. An Archaeological Case from Southern Patagonia. *Current Anthropology* 47(5):855-867.
- Borrero, L.A. y L. Manzi. 2007. Arqueología supra-regional y biogeografía en la Patagonia meridional. En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde, pp. 163-172. Ediciones CEQUA, Punta Arenas.
- Borrero, L.A. y K. Borrazzo. 2011. La geografía cultural del sudoeste de Patagonia Continental. En *Bosques, montañas y cazadores: investigaciones arqueológicas en Patagonia Meridional*, pp. 7-36. Dunken, Buenos Aires.

- Borrero, L.A., R.A. Guichón, R.H. Tykot, J. Kelly, A. Prieto y P. Cárdenas. 2001. Dieta a partir de isótopos estables en restos óseos humanos de Patagonia Austral. Estado actual y perspectivas. *Anales del Instituto de la Patagonia* 29:119-127.
- Borrero, L.A., F. Martin, V.D. Horwitz, N.V. Franco, C. Favier Dubois, F. B., F. Carballo Marina, J.B. Belardi. P. Campan, R. Guichón, S. Muñoz, R. Barberena, F. Savanti y K. Borrazzo. 2006. Arqueología de la costa norte de Tierra del Fuego. En *Arqueología de la costa patagónica Perspectivas para la conservación*, editado por I. Cruz y M.S. Caracotche, pp. 250-264. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos.
- Borrero, L.A., R. Barberena, F. Martin y K. Borrazzo. Collapsed rockshelters in Patagonia. En *On shelter's ledge: histories, theories and methods of rockshelter research*, editado por M. Kornfeld, S. Vasil'ev y L. Miotti, pp. 135-139. BAR– International Series, Oxford.
- Borrero, L.A., F.M. Martin, V.D. Horwitz, N.V. Franco, C. Favier Dubois, F. Borella, F. Carballo Marina, P. Campan, R. Guichón, A.S. Muñoz, R. Barberena, F. Savanti y K. Borrazzo. 2008. Arqueología de la costa norte de Tierra del Fuego. En *Arqueología de la costa patagónica*, editado por I. Cruz, S. Caracotche, X. Senatore y B. Ladrón de Guevara, pp. 250-264. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos.
- Borrero, L. A., F. Martin y R. Barberena. 2011. Visits "Fuegians", and Information Networks. En *Information and its role in hunter-gatherer bands*, R. Whallon, W. A. Lovis y R. K. Hitchcock, pp. 249-296. Regents of the University of California. EEUU.
- Borromei, A.M., A. Coronato, L.G. Franzén, J.F. Ponce, J.A. López Sáez, N. Maidana, J. Rabassa y M. Candel. 2010. Multiproxy record of Holocene paleoenvironmental change, Tierra del Fuego, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 286:1-6.
- Boyd, R y P. Richerson. 1985. *Culture and the evolutionary process*. Chicago University Press, Chicago.
- Bos, K.I., K.M. Harkins, A. Herbig, M. Coscolla, N. Weber, I. Comas, S. Forrest, J. Bryant, S. Harris, V. Schuenemann, T. Campbell, K. Majander, A. Wilbur, R. Guichon, D. Wolfe Steadman, D. Collins Cook, S. Niemann, M. Behr, M. Zumarraga, R. Bastida, D. Huson, K. Nieselt, D. Young, J. Parkhill, J. Buikstra, S. Gagneux, A. Stone y J. Krause, J. 2014. Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis. *Nature* 514(7523):494-497.
- Brambati, A. 2000. Palaeoclimatic and palaeoenvironmental records in sediments from Southern Ocean (Strait of Magellan and Ross Sea). *Terra Antarctica Reports* 4:1-41.
- Bridges, L. 1952. *El ultimo confín de la tierra*. Emecé, Buenos Aires.
- Briggs, J.C y C.J. Humphries 2004. Early Classics. En *Foundations of Biogeography*, editado por M.V. Lomolino, D.F. Sax y J.H. Brown, pp. 5-13. The University of Chicago Press, Chicago.
- Brochier, J. Y M. Thinosn. 2003. Calcite crystals, starch grains aggregates or POCC? Comment on 'calcite crystals inside archaeological plant tissues'. *Journal of Archaeological Science* 30:1211–1214.
- Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(1):337-360.

- Brooks, A. y J. Yellen. 1987. The Preservation of Activity Areas in the Archaeological Record: Ethnoarchaeological and Archaeological Work in Northwest Ngamiland, Botswana. En *Method and Theory for Activity Area Research*, editado por S. Kent, pp. 63-106. Columbia University Press, Columbia.
- Brown, J.H. 1971 Mammals on Mountaintops: Nonequilibrium Insular Biogeography. *The American Naturalist* 105:467-478.
- Bujalesky, G.G. 1998. Holocene coastal evolution of Tierra del Fuego, Argentina. En *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, editado por J. Rabassa y M. Salemme, pp. 247-280. Balkema, Rotterdam.
- 2007. Coastal geomorphology and evolution of Tierra del Fuego (Southern Argentina). *Geologica Acta* 5(4):337-362.
- 2012. Tsunami overtopping fan and erosive scarps at Atlantic Coast of Tierra Del Fuego. *Journal of Coastal Research* 28(2):442-456.
- Bujalesky, G.G., A. Coronato y F. Isla. 2001. Ambientes glacifluviales y litorales cuaternarios de la región del río Chico, Tierra del Fuego, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56(1): 73-90.
- Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops y T. Tursina. 1985. *Handbook for Soil Thin Section Description*. Waine Research Publications, Wolverhampton.
- Butzer, K. 1971. *Environment and Archeology: An Ecological Approach to Prehistory*. Aldine, Chicago.
- 1982. *Archaeology as Human Eco-logy: Method and Theory for a Contextual Approach*. Cambridge University Press, Cambridge
- Calás Persico, E. 2014. La subsistencia de los cazadores-recolectores terrestres del Holoceno Medio y Tardío en el norte de Tierra del Fuego. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tívoli, pp. 171-196. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Calás, E. y M. Lucero. 2009. El sitio Marazzi 2, Tierra del Fuego: una ocupación costera de cazadores terrestres. En *Arqueología de la Patagonia, una mirada desde el último confín*, tomo 2, editado por M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. E. Mansur, pp 913-931. Utopía, Ushuaia.
- Caldenius, C.Z. 1932. Las glaciaciones cuaternarias de la Patagonia y Tierra del Fuego. *Gegrafiska Annaler* 14:1-164.
- Campan, P. y G. Piacentino. 2004. Análisis arqueofaunístico de peces del norte de la isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. En *Arqueología del Norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*, editado por L.A. Borrero y R. Barberena, pp. 87-105. Editorial Dunken, Buenos Aires.
- Canti, M.G. 2003a. Earthworm Activity and Archaeological Stratigraphy: A Review of Products and Processes. *Journal of Archaeological Science* 30:135-148.
- 2003b. Aspect of the chemical and microscopic characteristic of plant ashes found in archaeological soils. *Catena* 54:339-361.
- Caracotche, M.S., I. Cruz, S. Espinosa, F. Carballo y J.B. Belardi. 2005. Rescate arqueológico en el Parque Nacional Monte León (Santa Cruz, Argentina). *Magallania* 33 (2):143-163.



- Carter, S.P. y D.A. Davidson. 1998. An evaluation of the contribution of soil micromorphology to the study of ancient arable agriculture. *Geoarchaeology* 13:535-47.
- Casali, R., M. Fugaza y R. Guichón. 2006. Aproximación epidemiológica al proceso de contacto interétnico en el norte de Tierra del Fuego. *Magallania* 34(1):87-101.
- Cashdan, E. 1990. *Risk and Uncertainty in Tribal and Peasant Communities*. Westview Press, Boulder.
- Cassiodoro, G., D. Rindel, A. Re, A. Tessone, G. García Guraieb, J. Belardi, S. Espinosa, A. Nuevo Delaunay, J. Dellepiene, J. Flores Coni, F. Guichón, C. Martínez y S. Pascualin. 2013. Arqueología del Holoceno Medio y Tardío en Patagonia Meridional: Poblamiento humano y fluctuaciones climáticas. *Diálogo Andino* 41:5-23.
- Castilló Fontannaz, C. (ed.). 2001. *Estadística climatológica, tomo III*. Dirección meteorológica de Chile, Santiago.
- Castiñeira C., A. Blasi, G. Politis, M. Bonomo, L. del Puerto, R. Huarte, J. Carbonari, F. Mari y F. García-Rodríguez. 2013. The origin and construction of pre-Hispanic mounds in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences* 5:37-57.
- Caviglia, S.E. 1985/86. Restos de cánidos tempranos en Fuego-Patagonia. *Anales del Instituto de la Patagonia* 16:85-93
- Chambers, F. M., Brain, S.A., Mauquoy, D., J. McCarroll y T. Daley. 2014. The 'Little Ice Age' in the Southern Hemisphere in the context of the last 3000 years: Peat-based proxy-climate data from Tierra del Fuego. *The Holocene* (0959683614551232).
- Chapman, A. 1982. *Los Selk'nam. La vida de los Onas en Tierra del Fuego*. Emecé. Buenos Aires.
- 2009. *Estrategias de aprovisionamiento y utilización de las materias primas líticas en el campo volcánico Pali Aike (Prov. Santa Cruz, Argentina)*. British Archaeological Reports, International Series 1901, Archaeopress, Oxford.
- Charlin, J., K. Borrazzo y M. Cardillo. 2013. Exploring Size and Shape Variations in Late Holocene Projectile Points from Northern and Southern Coasts of Magellan Strait (South America). En *Mobility in Worldwide Prehistory and Early Complex Societies: Crossing Straits and Channels*, editado por F. Djinjian y J. Koslowsky. Archaeopress, Oxford. En prensa.
- Charlin, J., M. Cardillo y K. Borrazzo. 2014. Spatial patterns in Late Holocene lithic projectile point technology of Tierra del Fuego (southern South America): assessing size and shape changes. *World Archaeology* 46(1):78-100.
- Clapperton, C.M. 1992. La última glaciación y deglaciación en el estrecho de Magallanes: implicaciones para el doblamiento de Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 21:113-128.
- Clapperton, C. M., D. Sudgen, D. S. Kaufman y R. D. Mcculloch. 1995. The Last Glaciation in Central Magellan Strait, Southernmost Chile. *Quaternary Research* 44:133-148.
- Clark, A.J. 2000. *Seeing Beneath the Soil: Prospecting Methods in Archaeology, 2nd edition*. Routledge, London.

- Cocilovo, J.A. y R. Guichón. 1985/86. Propuesta para el estudio de las poblaciones aborígenes del extremo sur austral de Patagonia. *Anales del Instituto de la Patagonia* 6:111-123.
- Codignotto, J.O. 1979. *Hojas Geológicas 63a Cullen, 64a Bahía San Sebastián y 65b Río Grande*. Ms., Buenos Aires.
- Codignotto, J. y N. Malumian. 1981. Geología de la región al norte del paralelo 54° S de la Isla de Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* XXXVI(1):44-88.
- Coiazzi, A. 1914. *Los indios del archipiélago fueguino*. Editorial Ateli, Punta Arenas.
- Collins, M. 1991. Rockshelters and the Early Archaeological Record in the Americas. En *The First Americans. Search and Research*, editado por D. Meltzer y T. Dillehay, pp. 157-182. CRC Press, Boca Raton.
- Constantinescu, F. 1997. Hombres y mujeres del Cerro de los Onas: Presentes, ausentes... los restos de sus huesos. *Anales del Instituto de la Patagonia* 25:59-74
- 1999. Evidencias bio-antropológicas para modos de vida cazador-recolector terrestre y marítimo en los restos humanos de Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 28:143-146.
- Contreras, D.A. y J. Meadows. 2014. Summed radiocarbon calibrations as a population proxy: A critical evaluation using a realistic simulation approach. *Journal of Archaeological Science* 52:591-608.
- Cordero, R., H. Panarello, S. Lanzelotti y C.M. Favier Dubois. 2003. Radiocarbon age offsets between living organisms from the marine and continental reservoir in coastal localities of Patagonia (Argentina). *Radiocarbon* 45(1):9-15.
- Coronato, A. 2014. Territorios fueguinos: fisonomía, origen, evolución. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tivoli, pp. 43-63. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Coronato, F. 1993. Wind chill factor applied to Patagonian climatology. *International Journal of Biometeorology* 37:1-6.
- Coronato, F y A. Bisigato. 1998. A temperature pattern classification in Patagonia. *International Journal of Climatology* 18:765-773.
- Coronato, A., A. Meglioli y J. Rabassa. 2004. Glaciations in the Magellan Straits and Tierra del Fuego, Southernmost South America. En *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology, Part III. Developments in Quaternary Science 2C*, editado por J. Eklers y P. Gibbard, pp. 45-48. Elsevier, Amsterdam.
- Coronato, A., F. Coronato, E. Mazzoni y M. Vázquez. 2008. Physical geography of Patagonia and Tierra del Fuego. En *Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego. Development in Quaternary Sciences 11*, editado por J. Rabassa, pp. 13-56. Elsevier, Amsterdam.
- Coronato, A., M Seppala, F. Ponce y J. Rabassa. 2009. Glacial geomorphology of the Pleistocene Fagnano lobe, Tierra del Fuego, Southern South America. *Geomorphology* 112:67-81.
- Coronato, A., P. Fanning, M. Salemme, J. Oría, J. Pickard y J. Ponce. 2011. Aeolian sequence and the archaeological record in the fuegian steppe, Argentina. *Quaternary International* 245:122-135.

- Corporación Nacional Forestal – Gerencia Manejo del Fuego. 2014. Estadísticas históricas. Acceso Mayo 2015. <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>.
- Cosilovo, A. 1981. Estudio sobre discriminación y clasificación de poblaciones prehispánicas del N.O. argentino. *Museo Nacional de Historia Natural* 36:60.
- Courty, M. A., P. Goldberg y R. Macphail. 1989. *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Crowther, J. 2003. Potential magnetic susceptibility and fractional conversion studies of archaeological soils and sediments. *Archaeometry* 45:685–701
- Crowther, J. y P. Barker. 1995. Magnetic susceptibility: distinguishing anthropogenic effects from the natural. *Archaeological Prospection* 2:207–215.
- Dalan, R.A. 2008. A Review of the Role of Magnetic Susceptibility in Archaeogeophysical Studies in the USA: Recent Developments and Prospects. *Archaeological Prospection* 15:1–31.
- Dalan, R. A. y S. K. Banerjee. 1998. Solving Archaeological Problems Using Techniques of Soil Magnetism. *Geoarchaeology* 13(1):3–36.
- Darlington, P.J. 1978. *Biogeography of the southern end of the world. Distribution and history of far-southern life and land, with an assessment of continental drift*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Darwin, C. [1839] 1997. *The voyage of the Beagle*. Wordworth Classics of World Literature, Hertfordshire.
- 1841. On the distribution of the erratic boulders and on the contemporaneous unstratified deposits of South America. *Proceedings of the Geological Society of London Part 2*(3):425–430.
- 1896. *The formation of vegetable mould through the action of worms*. New York: D. Appleton.
- De Angelis, H. 2010. Micro-raspadores en un sitio de la zona central de la Isla Grande de Tierra del Fuego: un enfoque tecnomorfológico y funcional. Presentación en *XVII Congreso Nacional de Arqueología*, Mendoza.
- Davidson, D. y M.L. Shackley. 1976. *Geo-archaeology: Earth Science and the Past*. Duckworth, London.
- De Boer, C.B. 1999. *Rock-Magnetic studies on the hematite, maghemite and combustion-metamorphic rocks. The quest to understand the “hidden attraction” of rocks*. Geologica Ultraiectina – Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen, Universitat Utrecht, No. 177, Utrecht.
- Dearing, J. 1999. *Environmental Magnetic Susceptibility*. Bartington Instruments, Oxford.
- 2006. Climate-human-environment interactions: resolving our past. *Climate of the Past* 2:187–203.
- Dewar, R. 1986. Discovering settlement systems of the past in New England. *Man in the Northeast* 31:77-88.
- Di Grande, A., S. De Muro y A. Brambati. 2004. *Programma Nazionale di ricerche in Antartide (P.N.R.A.). Atlante delle coste dello Stretto di Magellano. Distribuzione dei terrazi marini e transizionali (Olocene) e carta geomorfologica della fascia costiera tra Porvenir e Puerto Yartoú, Stretto de Magellano, Cile*. Università degli studi di Cagliari, Cagliari.

- Diamond, J.M. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation* 7:129-146.
- Dincauze, D. 2000. *Environmental Archaeology. Principles and Practices*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Diraïsson, M., P. Cobbold, D. Gapais, E. Rosello y C. Le Corre. 2000. Cenozoic cristal thickening wrenching and rifting in the foothills of Southermost Andes. *Technophyscis* 316: 91-119.
- Dirección de Bosques - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable 2009. Informes técnicos. Acceso mayo 2015. <http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=9964>
- Dirección Meteorológica de Chile. 2008. *Climatología Sinóptica del sur de Chile*. Santiago.
- Divine, D., N. Koç, E. Isaksson, S. Nielsen, X. Crosta y F. Godtlielsen. 2010. Holocene Antarctic climate variability from ice and marine sediment cores: Insights on ocean-atmosphere interaction *Quaternary Science Reviews* 29:303-312.
- Dokuchaev, V. V. 1883. *The Russian Chernozem Report to the Free Economic Society*. Imperial University of St. Petersburg, Russia.
- Duchaufour, P. 1975. *Manual de Edafología*. Ed. Toray-Mason. Barcelona.
- Dunlop, D.J. 2002. Theory and application of the Day plot (Mrs/Ms versus Hcr/Hc) Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research* 107(B3):1029-200
- Ebert, J.I. y T. Kohler. 1988. The Theoretical Basis of Archaeological Predictive Modeling and Consideration of Apropiate Data collection Methods. En *Quantifying the present and predicting the past: Theory, method and application of archaeological Predictive modelling*, editado por Judge, J. y S. Lynne, pp. 97-171. Department of the Interior Bureau of Land Management, Denver.
- Ellwood, B.B., F.B. Harrold, S.L. Benoist, P. Thacker, M. Otte, D. Bonjean, G.J. Long, A.M. Shahin, R.P. Hermann y F. Grandjean. 2004. Magnetic susceptibility applied as an age-depth- climate relative dating technique using sediments from Scladina Cave, a Late Pleistocene cave site in Belgium. *Journal of Archaeological Science* 31:283-293.
- Entwistle, J. A., P. W. Abrahams y R. A. Dodgshon. 2000. The Geoarchaeological Significance and Spatial Variability of a Range of Physical and Chemical Soil Properties from a Former Habitation Site, Isle of Skye. *Journal of Archaeological Science* 27:287-303.
- Eren, M. I.; A. Durant, C. Neudorf, M. Haslam, C. Shipton, J. Bora, R. Korisettar y N. Petraglia. 2010. Experimental examination of animal trampling effects on artifact movement in dry and water saturated substrates: a test case from South India. *Journal of Archaeological Science* 37:3010-3021.
- Estévez, J., X.Villagran, A. Balbo y K. Hardy. 2014. Microtaphonomy in archaeological sites: The use of soil micromorphology to better understand bone taphonomy in archaeological contexts. *Quaternary International* 330:3-9.

Evenson, E., P. Burkhart, J. Gosse, G. Baker, D. Jackofsky, D. Meglioli, I. Dalziel, S. Kraus, R. Alley y C. Berti. 1999. Enigmatic boulder trains, supraglacial rock avalanches, and the origin of “Darwin’s boulders”, Tierra del Fuego. *GSA Today* 19:4-10.

Favier Dubois, C.M. 1995. Aproximación geoarqueológica a los estudios de formación de sitio. Análisis de casos en Fuego-Patagonia. Tesis de licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

- 1998. Dinámica sedimentaria y cambios ambientales en relación al registro arqueológico y tafonómico del Cerro Cabeza de León. *Anales del Instituto de la Patagonia* 26:137-152

- 2000. Pedogénesis y formación de registros en Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego) y Lago Roca (Santa Cruz). En *Soplando en el viento... Actas de las II Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 319-332. San Carlos de Bariloche.

- 2001. *Análisis Geoarqueológico de los procesos de formación del registro, cronología y paleoambientes en sitios arqueológicos de Fuego-Patagonia*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

- 2002. Un suelo referible al Período Cálido Medieval en Patagonia Austral y norte de Tierra del Fuego. Aspectos cronológicos y paleoclimáticos. *Estudios Geológicos* 57(3-4):95-102.

- 2003. Late Holocene climatic fluctuations and soil genesis in southern Patagonia: effects on the archaeological record. *Journal of Archaeological Science* 30:1657–1664.

- 2004 Fluctuaciones climáticas referibles al Período Cálido Medieval en Fuego-Patagonia. Indicadores indirectos y el aporte de modelos climáticos. En *Contra Viento y Marea, Arqueología de Patagonia*, editado por M.T. Civalero, P.M. Fernández y A.G. Guráieb, pp. 545-556. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.

- 2006. Dinámica fluvial, paleoambientes y ocupaciones humanas en la localidad Paso Otero, río Quequén Grande, Pcia. de Buenos Aires. *Intersecciones en Antropología* 7:109-127.

- 2007. Soil genesis related to medieval climatic fluctuations in southern Patagonia and Tierra del Fuego (Argentina): Chronological and paleoclimatic considerations. *Quaternary International* 162–163:158–165.

- 2009. Geoarqueología: explorando propiedades espaciales y temporales. En *Perspectivas Actuales en Arqueología Argentina*, editado por R. Barberena, K. Borrazzo y L. Borrero, pp 35-54. CONICET/IMHICIHU, Buenos Aires.

Favier Dubois, C.M. y L. Manzi. 2002. Análisis geoarqueológico regional de un suelo del Holoceno tardío en Cabo Vírgenes-Punta Dungeness. Impacto antrópico reciente y distribución del registro cultural. *Anales del Instituto de la Patagonia* 30:203-212.

Favier Dubois, C.M. y L.A. Borrero 2005. Playas de acreción: cronología y procesos de formación del registro arqueológico en la costa central de la bahía San Sebastián, Tierra del Fuego (Argentina). *Magallania* 33(2):83-98.

- Favier Dubois, C.M. y M. Bonomo. 2008. Geoarqueología en el arroyo Nutria Mansa (Pdos. de Grl. Alvarado y Lobería, Provincia de Buenos Aires). *Comechingonia* 11:9-30.
- Fedele, F.G. 1976. Sediments as Palaeoland Segments: The Excavation Side of Study. En *Geo-archaeology*, editado por D.A. Davidson y M.L. Shackley, pp. 23-48. Duckworth, London.
- Fedoroff, N., M. Courty y Z. Guo. 2010. Palaeosoils and Relict Soils. En *Interpretation of Micromorphological features of soil and regoliths*, editado por Stoops, G., V. Marcelino y F. Mees, pp. 623-662. Elsevier, Amsterdam.
- Feldman, M. y L. Cavalli-Sforza. 1984. Cultural and biological evolutionary processes, selection for a trait under complex transmittion. *Theoretical Population Biology* 9:238-259.
- Ferguson, M., R.G. Williamson y F. Messier. 1998. Inuit knowledge of long-term changes in a population of arctic tundra caribou. *Arctic* 3:201-219.
- Ferrero, M. 1996. La sedimentación intermareal en la bahía de San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. Tesis doctoral inédita. Universidad de Vigo, Vigo.
- Ferrero, M. y F. Vilas. 1988. Secuencia vertical ideal generada por la progradación de una llanura intermareal fangosa, Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego. *Actas de la Segunda Reunión Argentina de Sedimentología*, pp. 95-97. Buenos Aires.
- Ferrero, M., F. Vilas y A. Arche. 1989. Resultados preliminares sobre la variación relativa del nivel del mar en la Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *II Reunión del Cuaternario Ibérico*, p. 2.
- Ferring, C.R. 1994. The role of geoarchaeology in Paleoindian research. En *Method and Theory for Investigating the Peopling of the Americas*, editado por R. Bonnichen y D.G. Steele, pp. 57-72. Center for the Study of the First Americans, Oregon.
- Fiore, D. 2002. *Body painting in Tierra del Fuego. The power of images in the uttermost part of the world*. Institute of Archaeology, University College London, Londres. Tesis doctoral inédita.
- 2014. Pinturas corporales fueguinas: una arqueología visual. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tívoli, pp. 409-433. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Fiore, D., M. Maier, S.D. Parera, L. Orquera y E. Piana. 2008. Chemical analyses of the earliest pigment residues from the uttermost part of the planet (Beagle Channel region, Tierra del Fuego, Southern South America). *Journal of Archaeological Science* 35:3047-3056.
- Fitzpatrick, E. A. 1976. *An introduction to Soil Science. Second edition*. Longman Scientific & Technical, Essex.
- Foley, R. 1981. A Model of Regional Archaeological Structure. *Proceedings of the Prehistoric Society* 47:1-17.
- Folk R. L. y W. C. Ward. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27:3-26.

- Franco, N. 1998. La utilización de recursos líticos en Magallania. En *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)*, editado por L.A. Borrero, pp. 29-51. Ediciones Búsqueda de Ayllu, Concepción del Uruguay.
- Franco N. y L.A. Borrero. 1999. Metodología de análisis de la estructura regional de recursos líticos. En *Los tres reinos: prácticas de recolección en el cono sur*, editado por C. Aschero, M. Korstanje y P. Vuoto, pp. 27-37. Instituto de Arqueología y Museo (FCN e IML – UNT), Ediciones Magna Publicaciones, San Miguel de Tucumán.
- Franco, N., N. Cirigliano, L. Vetrivano y P. Ambrústolo. 2015. Raw material circulation at broad scales in southern Patagonia (Argentina). *Quaternary International*. En prensa.
- Frederiksen, P. 1988. Soils of Tierra del Fuego, a Satellite-based Land Survey Approach. *Folia Geographica Danica* XVIII:1-159.
- French, C. 2003. *Geoarchaeology in Action: Studies in soil micromorphology and landscape evolution*. Routledge, London.
- 2010. People, society and landscapes. *Science* 328:443-444
- French, C. y T. Whitelaw. 1999. Soil erosion, agricultural terracing and site formation processes at Markiani, Amorgos, Greece: the micromorphological perspective. *Geoarchaeology* 14:151-189.
- French, C., R. Periman, L. Scott Cummings, S. Hall, M. Goodman-Elgar y J. Boreham. 2009. Holocene Alluvial Sequences, Cumulic Soils and Fire Signatures in the Middle Rio Puerco Basin at Guadalupe Ruin, New Mexico. *Geoarchaeology: An International Journal* 24(5):638–676.
- French, H. Hillslope processes and slope evolution. En *The periglacial environment*, editado por H. French, pp. 216-247. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester.
- Fugassa, M., A. Cicchino, N. Sardella, R. Guichón, G. Denegri y A. Araujo. 2007. Nuevas fuentes de evidencia para la paleoparasitología y la antropología biológica en Patagonia: resultados preliminares. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 9(2):51-57
- Furlong, C.W. 1917. Tribal Distribution and Settlement of the Fueguians, Comprising nomenclature, Etymology, Philology and Population. *Geographical Review* 3(3):169-187.
- Gallardo, C. R. 1910. *Tierra del Fuego. Los Onas*. Cabaut y Cía. Editores, Buenos Aires.
- García, M.F. 1994. Las perspectivas de la arqueología distribucional en el noreste de Tierra del Fuego. *Shincal* 4:103-121.
- García Laborde, P., J.A. Suby, R. Guichón y R. Casali. 2010. El antiguo cementerio de la Misión de Rio Grande, Tierra del Fuego. Primeros resultados sobre patologías nutricionales-metabólicas e infecciosas. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 12(1): 57-69.
- Gardi, C., M. Angelini, S. Barceló, J. Comerma, C. Cruz Gaistardo, A. Encina Rojas, A. Jones, P. Krasilnikov, M. Mendonça Santos Brefin, L. Montanarella, O. Muniz Ugarte, P. Schad, M. Vara Rodríguez y R. Vargas. 2014 *Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe*. Comisión Europea, Euroclima – FAO. Luxembourg,

- Garreaud, R., M. Vuille, R. Compagnucci y J. Marengo. 2009. Present-day South American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281:180–195.
- Ghiglione, M., A. Navarrete-Rodríguez, M. González-Guillot y G. Bujalesky. 2013. The opening of the Magellan Strait and its geodynamic implications. *Terra Nova* 25:13–20.
- Gil, A., M. Zárate y G. Neme. 2005. Mid-Holocene paleoenvironments and the archeological record of southern Mendoza, Argentina. *Quaternary International* 132:81–94.
- Giller, P., A. Myers y R. Riddle. 2004. Earth history, vicariance, and dispersal. En *Foundations of Biogeography*, editado por M.V. Lomolino, D. Sax y J. Brown, pp. 267–276. The University of Chicago Press, Chicago.
- Gladfelter, B.G. 1977. Geoarchaeology: the geomorphologist and archaeology. *American Antiquity* 42(4):519–538.
- Godagnone, R. 2007. *Suelos y ambientes. Isla Grande de Tierra del Fuego*. INTA, Buenos Aires.
- Godino, I., M. Álvarez, A. Balbo, D. Zurro, M. Madella, X. Villagrán y C. French. 2011. Towards high-resolution shell midden archaeology: Experimental and ethnoarchaeology in Tierra del Fuego (Argentina) *Quaternary International* 239:125–134.
- Goldberg, P. y F. Berna. 2010. Micromorphology and context. *Quaternary International* 214: 56–62.
- Goldberg, P. y R.I. Macphail. 2006. *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. Blackwell Scientific, Oxford.
- 2008. Formation processes. *Encyclopedia of Archaeology* 3:2013–2017.
- Goldberg, P., V. Holliday y Ferring. 2001. *Earth Sciences and Archaeology*. Kluwer-Plenum, New York.
- Goldberg, P., E.C. Miller, S. Schiegl, B. Ligouis, F. Berna, N. Conard y L. Wadley. 2009. Bedding, hearths, and site maintenance in the Middle Stone Age of Sibudu Cave, KwaZulu-Natal, South Africa. *Archaeological and Anthropological Sciences* 1:95–122.
- González-José, R., N. Martínez-Abadías, S. Van Der Molen, C. García-Moro, S. Dahinten y M. Hernández. 2004. Hipótesis acerca del poblamiento de Tierra del Fuego-Patagonia a partir del análisis genético-poblacional de la variación craneofacial. *Magallania* 32:79–98.
- Goñi, R.A. 2013. Re-acomodamientos poblacionales de momentos históricos en el noroeste de Santa Cruz. Proyecciones arqueológicas. En *Tendencias Teórico-Metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia*, editado por A. Zangrando, R. Barberena, A. Gil, G. Neme, M. Giardina, L. Luna, C. Otaola, S. Paulides, L. Salgán y A. Tívoli, pp. 389–396. Museo de Historia Natural de San Rafael y el INAPL, Buenos Aires.
- Gould, R. A. 1980. *Living Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Guichón, R. 1992. Informe preliminar sobre el enterratorio con cremación del sitio Marazzi. *Anales del Instituto de la Patagonia* 21:107–112.



- 1994. *Antropología física de Tierra del Fuego, caracterización biológica de las poblaciones*. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Tesis Doctoral inédita.
- Guichón, R.A., A.S. Muñoz y L.A. Borrero. 2000. Datos para una Tafonomía de restos óseos humanos en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 25:297-313.
- Guichón, R., R. Barberena y L.A. Borrero. 2001a. ¿Dónde y cómo aparecen los restos óseos humanos en Patagonia austral? *Anales del Instituto de la Patagonia* 29:103-118.
- Guichón, R.A., L.A. Borrero, A. Prieto, P. Cárdenas y R. Tykot. 2001. Nuevas determinaciones de isótopos estables para Tierra del Fuego. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3(1):113-126.
- Guichón, R. A. Suby, R. Casali y M. Fugassa. 2006. Health at the time of Native-European contact in Southern Patagonia: First steps, results, and prospects. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz* 101(Suppl II):97-105.
- Guichón R, Buikstra J, Massone M, Wilbur A, Suby J, Constantinescu F, Prieto A. 2009. Tuberculosis precontacto interétnico en Tierra del Fuego. Confirmación por métodos moleculares en el sitio Myren (Chile). Resúmenes del *III Congreso de la Asociación de Paleopatología en Sudamérica*, p 46.
- Guisinde, M. 1982. *Los indios de Tierra del Fuego, tomo 1, volumen 2. Los Selk'nam*. Centro Argentino de Etnología Americana y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires.
- Grosjean, M., I. Cartajena, M.A. Geyh y L. Nuñez. 2003. From proxy data to paleoclimate interpretation: the mid-Holocene paradox of the Atacama Desert, northern Chile. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194:247-258.
- Haberzettl, T., M. Fey, A. Lucke, N. Maidana, C. Mayr, C. Ohlendorf, F. Schabitz, G. H. Schleser, M. Wille y B. Zolitschka. 2005. Climatically induced lake level changes during the last two millennia as reflected in sediments of Laguna Potrok Aike, southern Patagonia (Santa Cruz, Argentina). *Journal of Paleolimnology* 33:283-302.
- Haberzettl, T., M. Wille, M. Fey, S. Janssen, A. Lucke, C. Mayr, C. Ohlendorf, F. Schabitz, G. Schleser y B. Zolitschka. 2006. Environmental change and fire history of southern Patagonia (Argentina) during the last five centuries. *Quaternary International* 158 (1):72-82.
- Haberzettl, T., B. Kuck, S. Wulf, F. Anselmetti, D. Ariztegui, H. Corbella, M. Fey, S. Janssen, A. Lucke, C. Mayr, C. Ohlendorf, F. Schabitz, G. Schleser, M. Wille y B. Zolitschka. 2008. Hydrological variability in southeastern Patagonia and explosive volcanic activity in the southern Andean Cordillera during Oxygen Isotope Stage 3 and the Holocene inferred from lake sediments of Laguna Potrok Aike, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 259:213-229.
- Haberzettl, T., F. Anselmetti, S. Bowen, M. Fey, C. Mayr, B. Zolitschka, D. Ariztegui, B. Mauz, C. Ohlendorf, S. Kastner, A. Lücke, F. Schabitz y M. Wille. 2009. Late Pleistocene dust deposition in the Patagonian steppe extending and refining the paleoenvironmental and tephrochronological record from Laguna Potrok Aike back to 55 ka. *Quaternary Science Reviews* 28-29:27-2939.
- Halstead, P. y J. O'Shea. 1989. Introduction: cultural responses to risk and uncertainty. *Bad Year Economics*, pp. 1-7. Cambridge University Press, Cambridge.

- Hahn, A., P. Kliem, C. Ohlendorf, B. Zolitschka, P. Rosén y PASADO team. 2013. Climate induced changes as registered in inorganic and organic sediment components from Laguna Potrok Aike (Argentina) during the past 51 ka. *Quaternary Science Reviews* 71:154-166.
- Hall, B., C. Porter, G. Denton, T. Lowell y G. Bromley. 2013. Extensive recession of Cordillera Darwin glaciers in southernmost South America during Heinrich Stadial 1. *Quaternary Science Reviews* 62:49-55.
- Hammond, H. 2014. Taphonomic analysis of archaeomalacological assemblages: shell middens on the northern coast of Santa Cruz (Patagonia, Argentina). *Intersecciones en Antropología - Special Issue* 1:21-34.
- Hassan, F. 1978. Sediments in Archaeology: Methods and Implications for Paleoenvironmental and Cultural Analysis. *Journal of Field Archaeology* 5:197-213.
- Hedges, R.E. 2002. Bone diagenesis: an overview of processes. *Archaeometry* 44(3):319-328.
- Hedges, R. E. M y A. R. Milliards. 1995. Bones and Groundwater: Towards the Modelling of Diagenetic Processes. *Journal of Archaeological Science* 22:155-164.
- Herz, N. y E. Garrison. 1998. *Geological Methods for Archaeology*. Oxford University Press, New York, Oxford.
- Hesse, P.R. 1971. *A Text Book of Soil Chemical Analysis*. John Nurray Williams Clowes and sons Ltd, London.
- Heusser, C. 1993. Late Quaternary forest-steppe contact zone, Isla Grande de Tierras del Fuego, Subantarctic South America. *Quaternary Science Reviews* 12(3):169-178.
- 1995. Three Late Quaternary pollen diagrams from Southern Patagonia and their palaeoecological implications *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 118:1-24
- Heusser, C.J. y J. Rabassa. 1991. Late Holocene forest – steppe interaction at Cabo San Pablo, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 9:173-182.
- Hogg, A.G., Q. Hua, P. Blackwell, M. Niu, C. Buck, T. Guilderson, T. Heaton, J. Palmer, P. Reimer, R. Reimer, C. Turney y S. Zimmerman. 2013. SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon* 55(4):1889-1903.
- Holdaway, S. y N. Poch. 1995. Cyclical Patterns in the Pleistocene Human Occupation of Southwest Tasmania'. *Archaeology in Oceania* 30:74-82
- Holdaway, S., P. Fanning, M. Jones y J. Shiner. 2002. Variability in the Chronology of Late Holocene Aboriginal Occupation on the Arid Margin of Southeastern Australia. *Journal of Archaeological Science* 29:351-363.
- Holdaway, S., P. Fanning, E.J. Rhodes, S.K. Marx, B. Floyd y M.J. Douglass. 2010. Human response to Palaeoenvironmental change and the question of temporal scale. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 292:192-200.
- Holliday, V.T. 1990. Pedology in Archaeology. En *Archaeological Geology of North America*, editado por N.P. Lasca y J. Donahue, pp. 525-540. Geological Society of America, Centennial Special Volume 4.

- 1997. *Paleoindian Geoarchaeology of the Southern High Plains*, University of Texas Press, Texas.
  - 2004. *Soils in archaeological research*. Oxford University Press, Oxford.
- Holliday, V.T., C. R. Ferring y P. Goldberg. 1993. The scale of soil investigations in archaeology. En *Effects of Scale on Archaeological and Geoscientific Perspectives*, editado por J. K. Stein y A. Linse, pp 29-34. Geological Society of America Special Paper 283, Boulder, Colorado.
- Hollin, J. y D. Shilling. 1981. Late Wisconsin – Weichselian mountain glaciers and small ice caps. En *The Great Ice Sheets*, editado por G. Denton y T. Hughes, pp. 179-220. Wiley, New York.
- Horne, L. 1993. Occupational and locational instability in arid land settlement. En *Abandonment of settlement and regions. Ethnoarchaeological and archaeological approaches*, editado por C. M. Cameron y S. A. Tomka, pp. 43-73. Cambridge University Press, Cambridge.
- Horwitz, V. 1995. Ocupaciones prehistóricas en el sur de Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). *Arqueología* 5:105-136.
- 1996-98. Espíritu Santo 1: primeros trabajos de campo en el extremo norte de la costa atlántica fueguina. *Palimpsesto* 5:151-159.
  - 2004. Arqueología de la costa atlántica septentrional de Tierra del Fuego, Argentina. En *Arqueología del Norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*, editado por L.A. Borrero y R. Barberena, pp. 29-54. Editorial Dunken, Buenos Aires.
- Horwitz, V., F. Borella y L. García. 1992. *Informe de excavación sitio Cabeza León 4, Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego*. Informe interno, CONICET, Buenos Aires.
- Horwitz, V., L.A. Borrero y M. Casiraghi. 1993/94. San Julio 2 (Tierra del Fuego). Estudios del registro arqueológico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XIX:391-415.
- Hrouda, F. 2011. Models of frequency-dependant susceptibility of rocks and soils revisited and broadened. *Geophysics Journal International* 187:1259-1269.
- Huber, U., V. Markgrafa y F. Schabitz. 2004. Geographical and temporal trends in Late Quaternary fire histories of Fuego-Patagonia, South America. *Quaternary Science Reviews* 23:1079–1097.
- Huidobro Marin, C. 2014. Distintas técnicas, distintos conocimientos: evidencias de discontinuidad tecnológica en la fabricación de bifaces a lo largo de la segunda mitad del Holoceno en el norte de Tierra del Fuego. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tivoli, pp. 243-267. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Huisman D.J., A.G. Jongmans y D. Raemaekers. 2009. Investigating Neolithic land use in Swifterbant (NL) using micromorphological techniques. *Catena* 78:185–197.
- Hunt, C.; J. Davison, R. Inglis, L. Farr, T. Reynolds, D. Simpson, H. El-Rishi y G. Barker. 2010. Site formation processes in caves: The Holocene sediments of the Haua Fteah, Cyrenaica, Libya. *Journal of Archaeological Science* 37:1600–1611.

- Hutson, S., A. Magnoni, T. Beach, R. Terry, B. Dahlin y M. Schabel. 2009. Phosphate fractionation and spatial patterning in ancient ruins: A case study from Yucatan. *Catena* 78(3):260-269.
- Ingold, T. 2000. *The perception of the environment*. Routledge, London y New York.
- Isla, F. y G. Bujalesky. 2000. Cannibalisation of Holocene gravel beach-ridge plañis, northern Tierra del Fuego, Argentina. *Marine Geology* 170:105-122.
- 2004. El maremoto de los Yaganes. *Nexos* 9:29-33.
- 2008. Coastal Geology and Morphology of Patagonia and the Fuegian Archipelago. En *Developments in Quaternary Sciences*, 11. Elsevier, Amsterdam.
- Isla, F., F. Vilas y G. Bujalesky. 1991. Gravel drift and wind effects over the macrotidal San Sebastián Bay, Tierra del Fuego. *Marine Geology* 97:211-224.
- Ismail-Meyer, K., y R. Huber. 2013. A Neolithic house with the whole shebang? Taphonomic aspects of the wetland site Cham-Eslen (Canton Zug, Switzerland). *Proceedings of the Developing International Geoarchaeology Conference*, p. 35. Basel.
- Iturraspe, R y A. Urciuolo. 2000. Clasificación y caracterización de las cuencas hídricas de Tierra del Fuego. *XVIII Congreso Nacional de Agua – Temas de Río Hondo*, Santiago del Estero.
- Jackson, D. 1987. Componente lítico del sitio arqueológico Tres Arroyos. *Anales del Instituto de la Patagonia* 17:67-72.
- Jans, M. C. Nielsen, C. Smith, M. Collins y H. Kars. 2004. Characterisation of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Sciences* 31:87-95.
- Jenny, H. 1941. *Factors of soil formation a system of quantitative pedology*. Dover publications, Inc., New York.
- Johnson, D.L. 1989. Subsurface stone lines, stone zones, artifact-manuport layers, and biomantles produced by bioturbation via pocket gophers (*Thomomys bottae*). *American Antiquity* 54:370-389.
- 2002. Darwin Would Be Proud: Bioturbation, Dynamic Denudation, and the Power of Theory in Science. *Geoarchaeology: An International Journal* 17(1):7-40.
- Johnson, D.L. y D. Watson-Stegner. 1990. The soil-evolution model as a framework for evaluating pedoturbation in archaeological site formation. En *Archaeological geology of North America*, editado por N. Lasca y J. Donahue, pp. 541-560. Centennial special vol. 4. Boulder: Geological Society of America.
- Johnson, D.L., E.A. Keller y T.K. Rockwell. 1990. Dynamic pedogenesis: new views on some key soil concepts, and a model for interpreting Quaternary soils. *Quaternary Research* 33:306-319.
- Jouzel, J., V. Masson-Delmotte, O. Cattani, G. Dreyfus, S. Falourd, G. Hoffmann, B. Minster, J. Nouet, J. Barnola, J. Chappellaz, H. Fischer, J. Gallet, S. Johnsen, M. Leuenberger, L. Loulergue, D. Luethi, H. Oerter, F. Parrenin, G. Raisbeck, D. Raynaud, A. Schilt, J. Schwander, E. Selmo, R. Souchez, R. Spahni, B. Stauffer, J.

Steffensen, B. Stenni, T. Stocker, J. Tison, M. Werner y E. Wolff. Orbital and Millennial Antarctic Climate Variability over the Past 800,000 Years. *Science* 317:793-796.

Kaplan, M., C. Fogwill, D. Sugden, N. Hulton, P. Kubik y S. Freeman. 2008. Southern Patagonian glacial chronology for the Last Glacial period and implications for Southern Ocean climate. *Quaternary Science Reviews* 27:284–294.

Karkanas, P. 2010. Preservation of anthropogenic materials under different geochemical processes: A mineralogical approach. *Quaternary International* 214:63–69.

Karkanas, P., N. Kyparissi-Apostolika, O. Bar-Yosef y S. Weiner. 1999. Mineral assemblages in Theopetra, Greece: a framework for understanding diagenesis in a prehistoric cave. *Journal of Archaeological Science* 26: 1171–1180.

Karkanas, P., O. Bar-Yosef, P. Goldberg y S. Weiner. 2000. Diagenesis in Prehistoric Caves: the Use of Minerals that Form In Situ to Assess the Completeness of the Archaeological Record. *Journal of Archaeological Science* 27: 915–929.

Karkanas, P., J-Ph. Rigaud, J. Simek, R. Albert y S. Weiner, S. 2002. Ash, bones and guano: a study of the minerals and phytoliths in the sediment of Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science* 29: 721–732.

Kent, S. 1991. The Relationship between Mobility Strategies and Site Structure. En *The Interpretation of Archaeological Spatial Patterning*, editado por E. M. Kroll y T. D. Price, pp. 33-59. Plenum Publishing Corporation, Nueva York.

- 1992. Studying Variability in the Archaeological Record: An Ethnoarchaeological Model for Distinguishing Mobility Patterns. *American Antiquity* 57(4):635-660.

- 1993. Models of abandonment and material culture frecuencies. En *Abandonment of settlement and regions. Ethnoarchaeological and archaeological approaches*, editado por C. M. Cameron y S. A. Tomka, pp. 54-81. Cambridge University Press, Cambridge.

Kilian, R., H. Hohner, H., Biester, C. Wallrabe-Adams y C. Stern. 2003. Holocene peat and lake sediment tephra record from the southernmost Andes (53°–55°S). *Revista Geológica de Chile* 30:47–64.

Kilian, R., H. Biester, J. Behrmann, O. Baeza, M. Fesq-Martin, M. Hohner, D. Schimpf, A. Friedmann y A. Mangini. 2006. Millennium-scale volcanic impact on a superhumid and pristine ecosystem. *Geology* 34(8):609–612.

Kliem, P. D. Enters, A. Hahn, C. Ohlendorf, A. Lisé-Pronovost, G. St-Onge, S. Wastegård, B. Zolitschka y PASADO team. 2013. Lithology, radiocarbon chronology and sedimentological interpretation of the lacustrine record from Laguna Potrok Aike, southern Patagonia. *Quaternary Science Reviews* 71:54-69.

Komar, P.D. 2000. Development and Erosion along the Oregon Coast: A History of Conflict. En *Changing Landscapes*. Proceedings of the 3rd Annual Coquille Cultural Preservation Conference, editado por R.L. Losey, pp. 103-123. Coquille Indian Tribe, North Bend.

- Kooistra, M. y M. Pulleman. 2010. Features Related to Faunal Activity. En *Interpretation of Micromorphological features of soil and regoliths*, editado por G. Stoops, V. Marcelino y F. Mees, pp. 397-418. Elsevier, Amsterdam.
- Kreps, G.; G. Martínez Pastur y P. Peri. 2012. *Cambio climático en Patagonia Sur. Escenarios futuros en el manejo de los recursos naturales*. INTA, Rio Gallegos.
- Kübiena, W. 1938. *Micropedology*. Collegiate Press, Ames.
- Kuhn, P., J. Aguilar y R. Miedema. 2010. Textural pedofeatures and related horizons. En *Interpretation of micromorphological features of soil and regoliths*, editado por G. Stoops, G., V. Marcelino y F. Mees, pp. 217-250. Elsevier, Amsterdam.
- Kutschera, U y J. Elliott. 2010. Charles Darwin's Observations on the Behaviour of Earthworms and the Evolutionary History of a Giant Endemic Species from Germany, *Lumbricus badensis* (Oligochaeta: Lumbricidae). *Applied and Environmental Soil Science* 2010:1-11
- Kuylensstierna, J., G. Rosqvist y P. Holmlund. 1996. Late-Holocene glacier variations in the Cordillera Darwin, Tierra del Fuego, Chile. *The Holocene* 6(3):353-358.
- L'Heureux, G.L. 2005. Variación morfométrica en restos óseos de guanaco de sitios arqueológicos de Patagonia austral y de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Magallania* 33(1):81-94.
- 2008. *El estudio arqueológico del proceso coevolutivo entre las poblaciones humanas y las poblaciones de guanacos en Patagonia Meridional y Norte de Tierra del Fuego*. British Archaeological Reports -Archaeopress, Oxford.
- L'Heureux, G.L. 2009. Análisis del conjunto arqueofaunístico recuperado en los sondeos 1, 2 y 3 de Cerro Sin Nombre (Tierra del Fuego, Argentina). Informe interno DIPA-IMICIHU, Buenos Aires.
- L'Heureux, G.L. y L.A. Borrero. 2002. Pautas para el reconocimiento de conjuntos óseos antrópicos y no antrópicos en Patagonia. *Intersecciones en Antropología* 3:29-40.
- Lahaye, C., G. Guérin, E. Boëda, M. Fontugne, C. Hatté, M. Frouin, I. Clemente-Conte, M. Pino, G.D. Felice, N. Guidon, A. Lourdeau, M. Pagli, A.M. Pessis y Da Costa, A. 2015. New insights into a late-Pleistocene human occupation in America: The Vale da Pedra Furada complete chronological study. *Quaternary Geochronology*. En prensa.
- Laming-Emperaire, A. 1967. Cadre Chronologique Provisoire de la Préhistoire de la Patagonie et Terre de Feu Chiliennes. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 30:221-236.
- Laming-Emperaire, A., A.D. Lavalley y R. Humbert. 1972. Le site Marazzi en Terre du Feu. *Objets et Mondes* XII(2):225-244.
- Lamy, F., R. Kilian, H. Arz, J-P. Francois, J. Kaiser, M. Prange y T. Steinke. 2010. Holocene changes in the position and intensity of the southern westerly wind belt. *Nature Geoscience* 3:695-699.

- Latorre, C. 1998 Paleontología de mamíferos del alero Tres Arroyos 1. Tierra del Fuego, XII Región, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia* 26:77-90.
- Legoupil, D., M. Christensen y F. Morello. 2011. Una encrucijada de caminos: el poblamiento de la isla Dawson (estrecho de Magallanes). *Magallania* 39(2):137-152.
- Lenoble, A., 2005. *Ruissellement et formation des sites pré-historiques: référentiel actualiste et exemples d'application au fossile. In: British Archaeological. Report International Series, No. 1363. Oxford.*
- Lenoble, A. y P. Bertran. 2004. Fabric of Palaeolithic levels: methods and implications for site formation processes. *Journal of Archaeological Science* 31:457-469.
- Lenoble, A., P. Bertran, F. Lacrampe. 2008. Solifluction-induced modifications of archaeological levels: simulation based on experimental data from a modern periglacial slope and application to French Palaeolithic sites. *Journal of Archaeological Science* 35:99-110.
- Lewis, H.A. 1998. *The characterisation and interpretation of ancient tillage practices through soil micromorphology: a methodological study*. Tesis doctoral inedita. University of Cambridge, Cambridge.
- Loponte D. 2008. Arqueología del Humedal del Paraná Inferior (Bajíos Ribereños meridionales). En *Arqueología de la Cuenca del Plata, Serie Monográfica*, editado por A. Acosta y D. Loponte. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.
- Lothrop, S. 1928. *The indians of Tierra del Fuego*. Museum of the American Indian, Heye Foundation, New York.
- Luckman, B. y R. Villalba. 2001. Assessing the synchronicity of glacier fluctuations in the Western Cordillera of the Americas during the last millennium. En *Interhemispheric climate linkages*, editado por V. Markgraf, pp. 119–140. Academic Press, San Diego.
- Luerbert, F. y P. Plischoff. 2009. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Disponible on line: <http://territorial.sinia.cl> (Junio 2014).
- Lyell, C. 1863. *The geological evidence of the antiquity of man, with remarks on theories of the origin of the species by variation*. John Murray, London.
- Lyman, L. 2004. The Concept of Equifinality in Taphonomy. *Journal of Taphonomy* 2(1):15-26.
- Macphail, R. 2000. Soils and Microstratigraphy: a soil micromorphological and microchemical approach. En *Animal husbandry in later prehistoric*, editado por A. Lawson, pp. 47-71. Wessex Archaeology Report 17, Salisbury.
- Macphail, R. y P. Goldberg. 1990. The micromorphology of tree subsoil hollows: their significance to soil science and archaeology. En *Soil-Micromorphology: A Basic and Applied Science*, editado por L.A. Douglas, pp. 425–429. Developments in Soil Science - Elsevier, Amsterdam.
- Macphail, R.I. y Crowther, J. 2004. *White Horse Stone: Soil Micromorphology, Phosphate and Magnetic Susceptibility*. Oxford Archaeology, Oxford.

- Macphail, R. y P. Goldeberg. 2010. Archaeological materials. En *Interpretation of Micromorphological features of soil and regoliths*, editado por Stoops, G., V. Marcelino y F. Mees, pp. 589-622. Elsevier, Amsterdam.
- Macphail, R.I., M.A. Courty y A. Gebhardt. 1990. Soil micromorphological evidence of early agriculture in north west Europe. *World Archaeology* 22:59-69.
- Macphail, R., G.M. Cruise, M. Allen, J. Linderholm y P. Reynolds. 2004. Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits; with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK. *Journal of Archaeological Science* 31:175-191.
- Maher, R.B. 1998. Magnetic properties of modern soils and Quaternary loessic paleosols: paleoclimatic implications. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 137:25-54.
- Maldonado, M., L. del Valle Neder, M.M. Sampietro Vattuone. 2013. Caracterización preliminar de una secuencia arqueostratigráfica de la localidad de El Paso (Valle de Yocavil, Pcia. de Tucumán). En *Ier Taller de Suelos en Arqueología, presentaciones*, editado por C. Favier Dubois. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- Mallol, C., F. W. Marlow, B. M. Wood, y C. C. Porter. 2007. Earth, wind, and fire: ethnoarchaeological signals of Hadza fires. *Journal of Anthropological Science* 34:2035-2052.
- Mallol, C., D. Cabanes y J. Baena. 2010. Microstratigraphy and diagenesis at the upper Pleistocene site of Esquilieu Cave (Cantabria, Spain). *Quaternary International* 214:70-81.
- Mancini, M.V. 2007. Variabilidad climática durante los últimos 1000 años en el área de Cabo Vírgenes, Argentina. *Ameghiniana* 44(1):173-182.
- Mancini, M., N. Franco y G. Brook. 2013. Palaeoenvironment and early human occupation of southernmost South America (South Patagonia, Argentina). *Quaternary International* 299:13-22.
- Manzi, L. 1996. Las fuentes etnohistóricas en el análisis de la explotación y manejo de materias primas en grupos cazadores-recolectores pedestres de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En *Arqueología sólo Patagonia*, editado por J. Gómez Otero, pp. 379-388. CENPAT, Puerto Madryn.
- 2004. La obsidiana verde como indicador de formas de uso del espacio en Fuego Patagonia. En *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, editado por T. Civalero, P. Fernández y G. Guraiéb, pp. 117-134. INAPL Buenos Aires.
- Manil, G. 1959. General considerations on the problem of soil classification. *Journal of Soil Science* 10(1):5-13.
- Mariuzzi, A., A. Conzonno, V. Ulibarrena, J. Paggi, y J. Donadelli. 1987. Limnological investigation in Tierra del Fuego – Argentina. *Biología Acuática* 10:1-74.
- Markgraf, V. 1993. Climatic History of Central and South America since 18,000 yr B.P.: Comparison of Pollen Records and Model Simulations. En *Global Climates since the Last Glacial Maximum, III*, editado por H. Wright, J. Kutzbach, T. Webb, W. Ruddiman, F. Street-Perrot, F. y P. Bartlein, pp. 357-385. University of Minnesota Press, Londres.



- Marmet, E., M. Bina, N. Fedoroff y A. Tabbagh. 1999. Relationships between Human Activity and the Magnetic Properties of Soils: A Case Study in the Medieval Site of Roissy-en-France. *Archaeological Prospection* 6:161-170.
- Martin, F.M. 2004. Tendencias tafonómicas en el registro óseo humano del Norte de Tierra del Fuego. En *Arqueología del Norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*, editado por L.A. Borrero y R. Barberena, pp. 108-133. Dunken, Buenos Aires.
- 2006. *Carnívoros y huesos humanos de Fuego-Patagonia. Aportes de la tafonomía forense*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Martin, F.M. y F. Borella. 1999. Tafonomía de Tierra del Fuego: reevaluación de la arqueología de Cabeza de León. En: Soplando en el Viento. En *Actas de las III Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 439-450. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano y Universidad Nacional del Comahue, Neuquén- Buenos Aires.
- Martin, F., R. Barberena y R.A. Guichón. 2004. Erosión y huesos humanos. El caso de la localidad Chorrillos, Tierra del Fuego. *Magallania* 32:125-142.
- Martin, F., M. Massone, A. Prieto y P. Cardenas. 2009. Presencia de Rheidae en Tierra del Fuego durante la transición Pleistoceno-Holoceno: implicancias biogeográficas y paleoecológicas. *Magallania* 37(1):173-177.
- Martinic, M. 2008. Registro histórico de antecedentes volcánicos y sísmicos de la Patagonia austral y la Tierra del Fuego. *Magallania* 36(2):5-18.
- Martínez-Crovetto, R. 1968. Nombres de plantas y su utilidad, según los indios Onas de Tierra del Fuego. *Etnobiológica* 3.
- Martínez, G. y G.A. Martínez. 2011. Late Holocene environmental dynamics in fluvial and aeolian depositional settings: Archaeological record variability at the lower basin of the Colorado river (Argentina). *Quaternary International* 245:89-102.
- Martínez, G. y G.A. Martínez. 2013. Suelos Enterrados y Paleosuelos en Ambientes Eólicos en Sitios Arqueológicos del Área de Transición Pampeano-patagónica Oriental. En *1er Taller de Suelos en Arqueología, presentaciones*, editado por C. Favier Dubois. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- Martinic, M. 1973. Panorama de la colonización en Tierra del Fuego entre 1881 y 1900. *Anales del Instituto de la Patagonia* 4:5-70.
- 1995. *Los Aónikenk. Historia y Cultura*. Ediciones de la Universidad de Magallanes, Punta Arenas.
- 2001. Documentos inéditos para la Historia de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 29:211-238.
- 2011. Centenario del cierre de la Misión de Dawson. Reflexiones sobre un esfuerzo admirable e infructuoso. *Magallania* 39(2):97-103.

- Massigoge, A. 2013. Tafonomía en suelos palustres en sitios del área interserrana bonaerense (Argentina). En *1er Taller de Suelos en Arqueología, presentaciones*, editado por C. Favier Dubois. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- Massone, M. 1987. Los cazadores paleoindios de Tres Arroyos (Tierra del Fuego). *Anales del Instituto de la Patagonia* 17:47-60.
- 1997. Prospección arqueológica del sector comprendido entre los ríos Marazzi y Torcido, zona norte de Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 25:123-136.
- 2004. *Los cazadores después del hielo*. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Santiago.
- Massone, M. y F. Morello. 2007. Los cetáceos en el mundo Selk'nam: una evaluación arqueológica. En *Arqueología de Fuego-Patagonia: levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde, pp. 709-721. Ediciones CeQua, Punta Arenas.
- Massone, M. y J. Torres 2004. Pesas, peces y restos de cetáceos en el campamento de Punta Catalina 3 (2.300 años AP). *Magallania* 32:143-161.
- Massone, M., D. Jackson y A. Prieto. 1993. *Perspectiva Arqueológica de los Selk'nam*. Centro Diego Barros Arana, Santiago.
- Massone, M. A. Prieto y P. Cárdenas. 1998. Prospección arqueológica en el sector de Boquerón, zona norte de Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 26:127-136.
- Massone, M., F. Morello, A. Prieto, M. San Román, F. Martín y P. Cárdenas. 2003. Sitios arqueológicos, restos de cetáceos y territorios locales Selk'nam en Bahía Inútil, Tierra del Fuego. *Magallania* 31:45-59.
- Massone, M., E. Calás, R. Labarca y V. Sierpe. 2007. *Excavación de la cuadrícula n° 3 en el sitio Marazzi 2, desembocadura del río Torcido, Tierra del Fuego*. Informe inédito FONDECYT. Ms.
- Mauquoy, D., Blaauw, M., van Geel, B., Borromei, A., Quattrocchio, M., Chambers, F. y G. Possnert. 2004. Late Holocene climatic changes in Tierra del Fuego based on multiproxy analyses of peat deposits. *Quaternary Research* 61:148- 158.
- Mayr, C., M. Fey, T. Haberzettl, S. Janssen, A. Lucke, N. I. Maidana, C. Ohlendorf, F. Schabitz, G. H. Schlesera, U. Struck, M. Wille y B. Zolitschka. 2005. Palaeoenvironmental changes in southern Patagonia during the last millennium recorded in lake sediments from Laguna Azul (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 228: 203– 227.
- Mayr, C., M. Wille, T. Haberzettl, M. Fey, S. Janssen, A. Lucke, C. Ohlendorf, G. Oliva, F. Schabitz, G. Schleser y B. Zolitschka. 2007. Holocene variability of the Southern Hemisphere westerlies in Argentinean Patagonia (521S). *Quaternary Science Reviews* 26:579–584.
- Matthews, W., C. French, T. Lawrence, D. Cutler y M. Jones. 1997. Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities. *World Archaeology* 29(2):281-308.

- McCarthy, P.J., 2002. Micromorphology and development of interfluvial paleosols: a case study from the Cenomanian Dunvegan Formation, NE British Columbia, Canada. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 50: 158–177.
- McCulloch, R. y S. Davies. 2001. Late-glacial and Holocene paleoenvironmental change in the central Strait of Magellan, southern Patagonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 173:143-173.
- McCulloch, R. y J. Bentley. 1998. Late glacial ice advances in the Strait of Magellan, southern Chile. *Quaternary Science Reviews* 17:775-787.
- McCulloch, R., C. Clapperton, J. Rabassa y A. Currant. 1997. The natural setting: The glacial and post-glacial environmental history of Fuego-Patagonia. En *Patagonia: Natural history, prehistory, and ethnography at the uttermost end of the earth*, editado por C. McEwan, L. Borrero y A. Prieto, pp. 12–31. British Museum, London.
- McCulloch, R., M. Bentley, R. Purves, N. Hulton, D. Sugden y C. Clapperton. 2000. Climatic inferences from glacial and palaeoecological evidence at the last glacial termination, southern South America. *Journal of Quaternary Science* 15(4):409–417.
- McCulloch, R., C. Fogwill, D. Sugden, M. Bentley y P. Kubik. 2005a. Chronology of the Last Glaciation in central Strait of Magellan and Bahía Inútil. *Geografiska Annaler* 87:289-312.
- McCulloch, R., M. Bentley, R. Tipping y C. Clapperton. 2005b. Evidence for late-glacial ice dammed lakes in the central Strait of Magellan, southern Chile. *Geografiska Annaler* 87:335-362.
- McDonald, E.V. y A. Busacca. 1990. Interaction between aggrading geomorphic surfaces and the formation of a Late Pleistocene paleosol in the Palouse loess of eastern Washington state. *Geomorphology* 3:449-470.
- Mees, F., 1999. Distribution patterns of gypsum and kalistrontite in a dry lake basin of the southwestern Kalahari (Omongwa pan, Namibia). *Earth Surface Processes and Landforms* 24:731–744.
- Meglioli, A. 1992. *Glacial Geology and Chronology of Southernmost Patagonia and Tierra del Fuego, Argentina y Chile*. Tesis doctoral inédita. Lehigh University, Lehigh.
- Meglioli, A., E. Evenson, D. Zeitler y J. Rabassa. 1990. Cronología relativa y absoluta de los depósitos glaciares de Tierra del Fuego, Argentina y Chile. *Actas del Décimo Primer Congreso Geológico Argentino II*, pp. 457-460. San Juan.
- Méndez, C. y D. Jackson. 2006. Causalidad o concurrencia, relaciones entre cambios ambientales y sociales en los cazadores recolectores durante la transición entre el Holoceno medio y tardío (costa del Semiárido de Chile). *Chungara. Revista de Antropología Chilena* 38(2):169-180.
- Méndez, C., O. Reyes, A. Nuevo Delaunay, V. Trejo, R. Barberena y H. Velásquez. 2011. Ocupaciones humanas en la margen occidental de Patagonia Central: eventos de poblamiento en alto río Cisnes. *Magallania* 39(2):223-242.
- Méndez C., A. Gil, G. Neme, A. Nuevo Delaunay, V. Cortegoso, C. Huidobro, V. Durán, A. Maldonado. Mid-Holocene radiocarbon ages in the Subtropical Andes (~29°35'S), climatic change and implications for human space organization. 2015. *Quaternary International* 356:1-12.

- Mengoni, G. 1987. Modificaciones culturales y animales en los huesos de los niveles inferiores del sitio Tres Arroyos (Tierra del Fuego, Chile). *Anales del Instituto de la Patagonia* 17:61-66.
- Mengoni Goñalons, G. 1999. *Cazadores de guanacos de la estepa patagónica*. Sociedad Argentina de Antropología: Buenos Aires.
- Mercer, J.H. 1969. Glaciation in southern Argentina more than two million years ago. *Science* 164:823-825.
- Miller, C.E., N.J. Conard, P. Goldberg y F. Berna. 2010. Dumping, sweeping and trampling: experimental micromorphological analysis of anthropogenically modified combustion features. *P@lethology, bilingual review of prehistory* 2:25-37.
- Milne, G. 1935. Some suggested units of classification and mapping for East African soils. *Soil Research* 4:183-198.
- Moore, D.M. 1983. *Flora of Tierra del Fuego*. Anthony Nelson, Owestry.
- Morales, M. R. 2010. *Arqueología ambiental del Holoceno Temprano y Medio en la Puna Seca Argentina. Modelos paleoambientales multi-escalas y sus implicancias para la Arqueología de cazadores-Recolectores*. BAR International Series 1949, Oxford.
- Morello, F. 2000. 30 años después, una primera aproximación a la colección Marazzi (Museo Regional, Punta Arenas). En *Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia, tomo II*, pp. 481-497. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos.
- 2005. Tecnología y métodos para el desbaste de lascas en el norte de Tierra del Fuego: los núcleos del sitio Cabo San Vicente. *Magallania* 33(2):29-56.
- Morello, F., M. San Román, R. Seguel y F. Martín. 1998. Excavación en el sitio Marazzi 2. Sector 2 - Terraza superior (Río Torcido, Bahía Inútil). Primer avance. *Anales del Instituto de la Patagonia* 26:119-126.
- Morello, F., L. Contreras, M. San Román. 1999. La localidad de Marazzi y el sitio arqueológico Marazzi 1, una re-evaluación. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 27:183-197.
- Morello, F., M. San Román, A. Prieto y C. Stern. 2001. Nuevos avances para una discusión arqueológica en torno a la obsidiana verde en Patagonia Meridional. *Anales del Instituto de la Patagonia* 29:129-148.
- Morello, F., M. San Román y A. Prieto. 2004a. Informe de actividades de sondeo en el sitio Marazzi 2 sector 1 (río Torcido, Tierra del Fuego). *Magallania* 32:233-238.
- 2004b. Obsidiana verde en Fuego-Patagonia: distribución y estrategias tecnológicas. En *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia*, editado por T. Civalero, P. Fernández y A. Guraieb, pp. 149-166. INAPL-SAA, Buenos Aires.
- Morello, F., L. Contreras, M. San Román, I. Martínez, F. Martín y M. Bahamondes. 2005. *El sitio Punta Baxa 7, Primera Angostura, Tierra del Fuego*. Proyecto FONDECYT 1020004. Ms.
- Morello, F., L. A. Borrero, J. Torres, M. Massone, M. Arroyo, R. McCulloch, E. Calás, M. Lucero, I. Martínez y G. Bahamondes. 2009a. Evaluando el registro arqueológico de Tierra del Fuego durante el Holoceno temprano y medio: lo positivo de los balances negativos. En *Arqueología de Patagonia: Una mirada desde el último confín*,

- editado por M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. A. Mansur, pp. 1075-1092. Utopías, Ushuaia.
- Morello, F., M. Arroyo-Kalin, L. Borrero, J. Torres, M. Massone, P. Cárdenas y G. Bahamonde. 2009b. Nuevas evidencias de cazadores recolectores terrestres del Holoceno medio y tardío en Tierra del Fuego: el sitio Cabo Monmouth 20. *Magallania* 37(2):191–203.
- Morello, F., L.A. Borrero, M. Massone, C. Stern, A. García-Herbst, R. McCulloch, M. Arroyo-Kalin, E. Calás, J. Torres, A. Prieto, I. Martínez, G. Bahamonde y P. Cárdenas. 2012a. Hunter-gatherers, biogeographic barriers and the development of human settlement in Tierra del Fuego. *Antiquity* 86:71–87.
- Morello, F., J. Torres, I. Martínez, K. Rodríguez, M. Arroyo-Kalin, C. French y M. San Román. 2012b. Arqueología de la Punta Santa Ana: reconstrucción de secuencias de ocupación de cazadores-recolectores marinos del estrecho de Magallanes, Patagonia austral, Chile. *Magallania* 40(2):129-149.
- Moreno, P.I., J.P. Francois, R. Villa-Martinez y C.M. Moy. 2009. Millennial-scale variability in Southern Hemisphere westerly wind activity over the last 5000 years in SW Patagonia. *Quaternary Science Review* 28:25–38.
- Moretti, L., E. Favret y H. Morrás. 2012. Un procedimiento de medición de la porosidad en cortes delgados de suelos. *Acta Microscópica* 21(A):73-74.
- Morrás, H. 2003. *La Ciencia del Suelo en Argentina. Evolución y perspectivas*. Instituto de Suelos - Centro de Investigación de Recursos Naturales – INTA, Buenos Aires.
- 2008. El suelo, la delgada piel del planeta. *Ciencia Hoy* 18(103):22-27.
- Mosquera, B. 2013. Depósitos sedimentarios en abrigos rocosos y paleoambientes: un caso de estudio en el Macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina. En *1er Taller de Suelos en Arqueología, presentaciones*, editado por C. Favier Dubois. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- Muñoz, M. 2003. *La explotación de mamíferos por cazadores-recolectores terrestres de Tierra del Fuego*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Nami, H. 1993/94. Observaciones sobre desechos de talla procedentes de las ocupaciones tempranas de Tres Arroyos (Tierra del Fuego, Chile). *Anales del Instituto de la Patagonia* 22:175-180.
- Nami, H., y F. Borella. 1999. Investigaciones actualísticas experimentales aplicadas a la interpretación de huellas de cercenamiento en restos arqueofaunísticos de cetáceo en Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 26:239-253.
- Neme, G., A. Gil y V. Durán. 2005. Late Holocene in southern Mendoza (northwestern Patagonia): radiocarbon pattern and human occupation. *Before Farming* 5:1-18.
- Nicholson, R. 1993. A morphological investigation of burnt animal bone and an evaluation of its utility in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 20:411- 428.
- Nielsen, A. E. 1991. Trampling the archaeological record: an experimental study. *American Antiquity* 56 (3):483-503.

- Odling-Smee, J.F., K. Laland y M. Feldman. 2003. *Niche construction. The neglected process in evolution*. Princeton University Press, Princeton.
- Ocampo, C.E., y P. Rivas. 2004. Poblamiento Temprano de los extremos geográficos de los canales patagónicos: Chiloé e Isla Navarino 1. *Chungará* 36:317-331.
- Ocampo, C., P. Rivas y E. Aspillaga. 2000. Chenke en Bahía Felipe, costa noroccidental de Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 28:215-223.
- Olsen, S. y P. Shipman. 1988. Surface Modification on Bone: Trampling versus Butchery. *Journal of Archaeological Science* 15:535-553.
- Orgeira, M.J. C.A. Vázquez, A. Coronato, J.F. Ponce, A. Moreto, M. Osterrieth, R. Egli y R. Onorato. 2012. Magnetic properties of Holocene edaphized silty eolian sediments from Tierra del Fuego (Argentina). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 25(1-2):45-56.
- Orgeira, M.J., C.M. Favier Doboys, A. Walther y C. Vázquez. 2000. Magnetismo ambiental en sedimentos holocenos tardíos de bahía San Sebastián (Tierra del Fuego): impacto climático y/o ¿señal antrópica? *Revista Cuaternario y Ciencias Ambientales* 4:71-79.
- Orgeira, M.J., R. Egli y R. Compagnucci. 2011. A quantitative model of magnetic enhancement in loessic soils. En *Earth Magnetic Interior*, pp. 361-368. IAGA special Sopron book series – Springer, Netherlands.
- Orgeira, M.J., C.A. Vázquez, A. Coronato, J. Ponce, A. Moreto, M. Osterrieth, R. Egli y R. Onorato. Magnetic properties of Holocene edaphized silty eolian sediments from Tierra del Fuego (Argentina). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 25(1-2):45-56.
- Oría, J. 2014. Tierra adentro. Distribuciones artefactuales y movilidad en la estepa fueguina. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tívoli, pp. 289-312. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Orquera, L., y E. Piana. 1999. *Arqueología de la Región del Canal Beagle (Tierra del Fuego, República Argentina)*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Ortiz, G. y P. Cuenya. 2013. Caracterización físico-química de tres montículos y un campo de cultivo del sitio Mancapa, Dpto. Avellaneda, Santiago del Estero. n *1er Taller de Suelos en Arqueología, presentaciones*, editado por C. Favier Dubois. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- Ozán, I.L. 2013. Micromorfología de suelos en el sitio costero Marazzi 2, Isla Grande de Tierra, Chile. En *1er Taller de Suelos en Arqueología, presentaciones*, editado por C. Favier Dubois. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- 2014. Poblaciones humanas y cambios ambientales durante el Holoceno en la Isla Grande de Tierra del Fuego y archipiélagos del sur: Reflexiones metodológicas. Actas de las *IX Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, Coyhaique, Chile
- Ozán, I.L. y C. French 2011. Análisis micromorfológico en arqueología. En *Actas de las VIII Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, Malargüe, Argentina.

- Ozán, I.L. y M.J. Orgeira. 2015. Propiedades magnéticas y micromorfología de suelos en el sitio arqueológico Marazzi 2, Isla Grande de Tierra del Fuego, Chile. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. En prensa.
- Ozán, I.L. y P. Tchilinguirian. 2015. Trabajos geoarqueológicos en Marazzi 2, Tierra del Fuego: modificación antrópica y procesos postdeposicionales. *Revista Chilena de Antropología*. En prensa.
- Ozán, I.L., C. French, F. Morello Repetto, C.A. Vásquez y T. Luppo. 2015a. Coastal occupations in Tierra del Fuego, southernmost South America: a geoarchaeological study of a Late Holocene hunter-gatherer context at Marazzi 2. *Geoarchaeology*. En prensa.
- Ozán, I.L., L. A. Borrero, K. Borrazzo, G.L. L'Heureux. 2015b. Tafonomía en pendientes: el caso de Cerro Sin Nombre (Tierra del Fuego, Argentina). En *Geoarqueología*, editado por Rubin de Rubin, J.C. En prensa.
- Pallo, M.C. 2012. El estrés invernal como generador de áreas marginales en Patagonia meridional durante el Holoceno tardío. *Comechingonia Virtual* VI (1):86-114.
- 2013. *Análisis biogeográfico sobre el uso humano del espacio en Magallania*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Pallo, M.C. e I.L. Ozán. 2014. Variaciones demográficas y climáticas durante el Holoceno Tardío final en Magallania. *Comechingonia Virtual* 8(1):20-47.
- Paruelo, J., J. Guerschman y S. Verón. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy* 87:14-23.
- Pelayo, A.M., y D.A. Wiens. 1989. Seismotectonics and relative plate motions in the Scotia Sea region. *Journal of Geophysical Research:Solid Earth* 94(B6):7293-7320.
- Petraglia, M.D. y R. Potts. 1994. Water Flow and the Formation of Early Pleistocene Artifact Size in Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Anthropological Archaeology* 13:228-254.
- Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I-Comunidades vegetales entre las latitudes 52 y 56° S. *Anales del Instituto de la Patagonia* 8:121-250.
- Piqué i Huerta, R. 1999. *Producción y uso del combustible vegetal: una evaluación arqueológica*. Treballs d'Etnoarqueologia 3. CSIC, Madrid.
- Poch, R., Artieda, O., Herrero, J. y Lebedeva-Verba, M. 2010. Gypsic Features. En *Interpretation of Micromorphological features of soil and regoliths*, editado por G. Stoops, V. Marcelino y F. Mees, pp. 195-216. Elsevier, Amsterdam.
- Ponce, F., J., A.M. Borromei, J. Rabassa y O. Martinez. 2011. Late Quaternary palaeoenvironmental change in western Staaten island (54.5 S, 64 W), Fuegian Archipelago. *Quaternary International* 233(2):89-100.
- Porta Casanellas J., M. López Acevedo Reguerín y C. Roquero De Laburu. 1999. *Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

- Porter, S.C. 1990. Character and ages of Pleistocene drifts in a transect across the Strait of Magellan. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 7:35–49.
- Porter, S.C., M. Stuiver y C. Heusser. 1984. Holocene sea level changes along the Strait of Magellan and Beagle Channel, southernmost South America. *Quaternary Research* 22:59–67.
- Potts, R., A.K. Behrensmeyer y P. Ditchfield. 1999. Paleolandscape variation and Early Pleistocene hominid activities: Members 1 and 7, Olorgesailie Formation, Kenya. *Journal of Human Evolution* 37(5):747–788.
- Prevosti, F.J. 2006. New material of Pleistocene cats (Carnivora Felidae) from Southern South America with comments on biogeography and the fossil record. *Geobios* 39:649–679.
- Prieto, A., 1999. *Arqueofauna del Nivel Va de Tres Arroyos I (An°3)*. Informe Fondecyt 1960027. Ms
- Prieto, A., F.M. Martín y M. Arroyo. 1997. *Excavaciones del sitio TA-14 (30)*. Informe FONDECYT 1960027. Ms.
- Prieto, A., P. Cárdenas, G. Bahamonde y M. Massone. 2004. Hallazgo de una fuente de materia prima en el chorrillo Miraflores, Tierra del Fuego, Chile. *Magallania* 32:229–232.
- Prieto, A., C. Stern y J. Estévez. 2013. The peopling of the Fuego-Patagonian fjords by littoral hunter-gatherers after the mid-Holocene H1 eruption of Hudson Volcano. *Quaternary International* 317:1–11.
- Prieto, X. 1998. *Geomorfología y estratigrafía del sitio Rio Torcido (Marazzi 2), Tierra de Fuego*. Informe Fondecyt 1960027. Ms.
- Qingsong, L., J. Torrent, , B.A. Maher, Y. Yu, C. Deng, R. Zhu y X. Zhao. 2005. Quantifying grain size distribution of pedogenic magnetic particles in Chinese loess and its significance for pedogenesis. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 110:2156–2202.
- Rabassa, J. 2008 Late Cenozoic glaciations of Patagonia and Tierra del Fuego. En *Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*, editado por J. Rabassa, pp. 151–205. Developments in Quaternary Science – Elsevier, Amsterdam.
- Rabassa, J., D. Serrat, C. Marti y A. Coronato. 1990. El Tardiglacial en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. En *XI Congreso Geológico Argentino*, pp. 290–293. San Juan.
- Rabassa, J., G. Bujalesky, A. Meglioli, A. Coronato, S. Gordillo, C. Roig y M. Salemme. 1992. The Quaternary of Tierra del Fuego, Argentina: the status of our knowledge. *Sveriges Geologiska Undersökning* 81:249–256.
- Rabassa, J., A. Coronato, G. Bujalesky, C. Roig, M. Salemme, A. Meglioli, C. Heusser, S. Gordillo, A. Borromei y M. Quatrocchio. 2000. Quaternary of Tierra del Fuego, Southernmost South America: an updated review. *Quaternary International* 68–71:217–240.
- Rabassa, A. Coronato y J. Ponce. 2008. La depresión de bahía Inútil-bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Chile y Argentina): una conexión marina que no existió jamás en el Holoceno medio. En *VII Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, Ushuaia.
- Rabassa, J., A. Coronato y J. Ponce. 2009. La depresión de Bahía Inútil – Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina – Chile): una conexión marina inexistente durante el Pleistoceno tardío-Holoceno. En *Arqueología de*



la Patagonia - Una Mirada desde el último confín, editado por F. Santiago, M. Salemme, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. Mansur, pp. 101-108. Editorial Utopías, Ushuaia.

Raedeke, L.D. 1978. Formas del terreno y depósitos cuaternarios de Tierra del Fuego Central, Chile. *Revista Geológica de Chile* 5:3-31.

Rapp, G. y J. Gifford. 1982. *Troy: The Archaeological Geology*. Princeton University Press, Princeton.

Rapp, G., y C. Hill. 1998. *Geoarchaeology: the earth-science approach to archaeological interpretation*. Yale University Press, New Haven.

Ratto, N y M.F. García. 1996. Disponibilidad y Aprovechamiento de materias primas líticas: muestreo piloto en sectores de la costa norte de Tierra del Fuego (Argentina). *Arqueología* 6:223-263.

Renfrew, C. 1976. Archaeology and Earth Sciences. En *Geoarchaeology*, editado por D. Davison y M. Shackley, pp. 1-5. Westview Press, Boulder.

Repaire, J. y G. Hugues. 1977. Monaco radiocarbon measurements V. *Radiocarbon* 19(1):49-61

Rick, J. 1976. Downslope movement and archaeological intrasite spatial analysis. *American Antiquity* 41(2):133-144.

Rick, J.W. 1987. Dates as Data: An Examination of the Peruvian Preceramic Radiocarbon Record. *American Antiquity* 52(1):55-73.

Rindel, D. y J.B. Belardi. 2006. Mortandad catastrófica de guanacos por estrés invernal y sus implicaciones arqueológicas: el sitio Alero Los guanacos 1, Lago Cardiel (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Magallania* 34(1):139- 155.

Rojas Villegas, G. 2004. Estudios botánicos, paleoambientes y arqueología. Cerro de los Onas, Tres Arroyos, Tierra del Fuego. *Chungará* 36:381-386.

Roldán, J., M.M. Sampietro Vattuone, L. del Valle Neder y M. Vattuone. 2008. Efectos antrópicos de uso de suelos durante el formativo en el valle de Taí (Tucumán-Argentina). *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 40(2):161-172.

Rosendahl, D., K. Lowe, L. Wallis y S. Ulm., 2014. Integrating geoarchaeology and magnetic susceptibility at three shell mounds: a pilot study from Mornington Island, Gulf of Carpentaria, Australia. *Journal of Archaeological Science* 49:21-32.

Rubin de Rubin, J.C. y R.T. Da Silva. 2004. Arqueologías, dinámicas vertientes e pérdidas de suelo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 14:179-193.

Rypkema, H. A., W. E. Lee, M. L. Galaty y J. Haws. 2007. Rapid, in-stride soil phosphate measurement in archaeological survey: a new method tested in Loudoun County, Virginia. *Journal of Archaeological Science* 34(11):1859-1867.

Salemme, M. y G. Bujalesky. 2000. Condiciones para el asentamiento humano litoral entre Cabo San Sebastián y Cabo Peñas (Tierra del Fuego) durante el Holoceno Medio. En *Desde el país de los gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*, tomo II: 519-531. Universidad Nacional de la Patagonia, Río Gallegos.

Salemme, M., F. Santiago, J. Suby y R. Guichón. 2007. Arqueología funeraria en el norte de Tierra del Fuego. *Actas del XVI Congreso de Arqueología Argentina (Jujuy)*, tomo II: 71-77. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy.

Saletta, M.J. 2013. Entre viajeros y cronistas. Análisis de la subsistencia, movilidad y tecnología shelk'nam en las fuentes histórico-etnográficas a partir de modelos arqueológicos. *Comechingonia virtual* 1:46-118.

Sampietro Vattuone, M.M., J. Roldán, L. Neder, M. Maldonado y M. Vattuone. 2011. Formative pre-Hispanic agricultural soils in northwest Argentina. *Quaternary Research* 75:36-44.

Sampietro Vattuone, M.M., J. Roldán, M. Maldonado, M.G. Lefebvre y M. Vattuone. 2014. Agricultural suitability and fertility in occidental piedmont of Calchaquies Summits (Tucumán, Argentina). *Journal of Archaeological Science* 52:363-375.

San Román, M. 2013. Sitios arqueológicos de isla Englefield, mar de Otway: nuevas evidencias de discontinuidad cultural en el proceso de poblamiento marítimo de Patagonia meridional. En *Tendencias Teórico-Metodológicas y Casos de Estudio en la Arqueología de la Patagonia*, editado por Zangrando, A.F. y Barberena, R, pp. 523-534. Museo de Historia Natural de San Rafael, Buenos Aires.

Sandweiss, D.H. y J. Quilter. 2008. Climate, Catastrophe, and Culture in the Ancient Americas. En *El Niño, Catastrophism, and Culture Change in Ancient America*, pp. 1-11. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, DC.

- 2012. Collation, Correlation, and Causation in the Prehistory of Coastal Peru. En *Surviving Sudden Environmental Change. Understanding Hazards, Mitigating Impacts, Avoiding Disasters*, editado por J. Cooper y P. Sheets, pp. 117-141. University Press of Colorado, Boulder.

Santiago, F. 2012. *La ocupación humana del norte de Tierra del Fuego*. Editorial Cultura Tierra del Fuego, Ushuaia.

Santiago F. y J. Oria. 2007. Lo que el viento no se llevó. Análisis de superficie en la estepa fueguina. *Magallania* 35(2):121-132.

Santiago, F. y M. Salemme. 2009. Las Vueltas 1: un sitio de matanza de guanacos del Holoceno tardío en el norte de Tierra del Fuego (Argentina). En *Arqueología de Patagonia: Una mirada desde el último confín*, editado por M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. Mansur, pp. 825-844. Editorial Utopías, Ushuaia.

Santiago, F., G. Bujalesky y M. Salemme 2007. Prospección arqueológica en la cuenca del río Chico. Tierra del Fuego, Argentina. En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde, pp. 357-363. Ediciones CeQua, Punta Arenas.

Santiago, F., N. Pal y M. Salemme. 2009. Análisis tecno-morfológico y funcional del material lítico de superficie del sitio Las Vueltas 1 (norte de la Isla Grande de Tierra Del Fuego). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 34:1-26.

- Santiago, F., M. Salemme, J. Suby y R. Guichón. Restos humanos en el norte de Tierra del Fuego. Aspectos contextuales, dietarios y paleopatológicos. *Intersecciones en Antropología* 12:147-162.
- Santiago, F., S. Gordillo y M. Salemme. 2014. Moluscos en contextos arqueológicos de la costa atlántica de Tierra del Fuego: consumo prehistórico e implicancias de su distribución actual. *Revista Chilena de Antropología* 29:40-48.
- Saxon, E. 1976. La Prehistoria de Fuego-Patagonia: colonización de un hábitat marginal. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Cs. Humanas* 7:63-73.
- Scasso, R.A. y C.O. Limarino. 1997. *Petrología y diagénesis de rocas clásticas*. Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial N°1, Buenos Aires.
- Schäbitz, F., M. Wille, J. Francois, T. Habertzettl, F. Quintana, C. Mayr, A. Lücke, C. Ohlendorf, V. Mancini, M. Paez, A. Prieto y B. Zolitschka. 2013. Reconstruction of palaeoprecipitation based on pollen transfer functions—the record of the last 16 ka from Laguna Potrok Aike, southern Patagonia. *Quaternary Science Reviews* 71:175-190.
- Scheinsohn, V. 2010. *Hearts and bones: bone raw material exploitation in Tierra del Fuego*. BAR International Series 2094 – Archaeopress, Oxford.
- 2011. Adeptos a la adaptación: tres propuestas clásicas para la arqueología y una evaluación. *Antípoda: Revista de Antropología y Arqueología* 13:55-73.
- Schiavini, A. 1993. Los lobos marinos como recurso para cazadores-recolectores marinos: El caso de Tierra del Fuego. *Latin American Antiquity* 4(44):346-366.
- Schiegl, S., P. Goldberg, O. Bar-Yosef y S. Weiner. 1996. Ash deposits in Hayonim and Kebara caves, Israel: macroscopic, microscopic and mineralogical observations, and their archaeological implications. *Journal of archaeological Science* 23(5):763-781.
- Schiegl, S., P. Goldberg, H. Pfretzschner y J. Conard. 2003. Paleolithic burnt bone horizons from the Swabian Jura: distinguishing between in situ fireplaces and dumping areas. *Geoarchaeology* 18(5):541-565.
- Schinder, G. y R. A. Guichón. 2003. Isótopos estables y estilo de vida en muestras óseas humanas de Tierra del Fuego. *Magallania* 31: 33-44.
- Schiffer, M. 1972. Archaeological Context and Systemic Context. *American Antiquity* 37:156-165.
- Schiffer, M. 1987. *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Schlanger, S. 1992. Recognizing Persistent Places in Anazasi Settlement Systems. En *Space, Time, and Archaeological Landscapes*, editado por J. Rossignol y L. Wandsnider, pp. 91-112. Plenum Press, New York.
- Schoenwetter, J.A. 1981. Prologue to a Contextual Archaeology. *Journal of Archaeological Science* 8:367-79.
- Seguel, R. 1993. Estudios sobre conservación sobre el patrimonio Arqueológico de Tierra del Fuego, XII Región. En *Perspectiva arqueológica de los Selk'nam*, editado por M. Massone, D. Jackson y A. Prieto, pp. 147-170. Centro de Investigaciones Diego Barros Arenas – Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Santiago.

- Seguel, R. y I. Martínez. 1998. Diagnóstico de conservación del sitio arqueológico de Río Torcido (Marazzi-2), Tierra del Fuego. Informe FONDECYT 1960027. Ms.
- Selby, M.J. 1993. *Hillslope Materials and Processes*. 2nd edition. Oxford University Press, Oxford.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2014. Servicios Climático – Clima en Argentina. Acceso agosto 2014. <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=elclima&id=5&var=tierradelfuego2014>.
- Shahack-Gross, R. e I. Finkelstein. 2008. Subsistence practices in an arid environment: a geoarchaeological investigation in an Iron Age site, the Negev Highlands, Israel. *Journal of Archaeological Science* 35:965-982.
- Shahack-Gross, R., F. Marshall y S. Weiner. 2003. Geo-Ethnoarchaeology of Pastoral Sites: The Identification of Livestock Enclosures in Abandoned Maasai Settlements. *Journal of Archaeological Science* 30:439-459.
- Shahack-Gross, R., F. Marshall, K. Ryan, S. Weiner. 2004. Reconstruction of spatial organization in abandoned Maasai settlements: implications for site structure in the Pastoral Neolithic of East Africa. *Journal of Archaeological Science* 31:1395-1411.
- Shahack-Gross, R., R.M. Albert, A. Gilboa, O. Nagar-Hilman, I. Sharon, S. Weiner. 2005. Geoarchaeology in an urban context: the uses of space in a Phoenician monumental building at Tel Dor (Israel). *Journal of Archaeological Sciences* 32:1417-1431.
- Simonson, R.W. 1959. Outline of a generalized theory of soil genesis. *Soil Science Society of America Journal* 23(2):152-156.
- Simpson, G. 1980. *Splendid Isolation. The Curious History of South American Mammals*. Yale University Press, New Haven.
- Sinito, A., C. Gogorza, H. Nami y A. Irurzun., 2001. Observaciones paleomagnéticas en el sitio arqueológico Puesto segundo (Misiones, Argentina). *Anales AFA* 13:237-241.
- Smith, C. 2003. Hunter-gatherer mobility, storage, and houses in a marginal environment: an example from the mid-Holocene of Wyoming. *Journal of Anthropological Archaeology* 22:162-189.
- Smith E.A. y B. Winterhalder. 1992. *Evolutionary ecology and human behavior*. Aldine de Gruyter, New York.
- Smith, M.A., A.N. Williams, C.S.M. Turney y M.L. Cupper. 2008. Human-environment interactions in Australian drylands: exploratory time series analysis of archaeological records. *The Holocene* 18(3):389-401.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Washington, DC
- 2010. *Keys to Soil Taxonomy, 11th ed.* USDA- Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Steig, E. D. Morse, E. Waddington, M. Stuvier, P. Grootes, P. Mayewski, M. Twickler y S. Whitlow. 2000. Wisconsinan and Holocene climate history from an ice core at Taylor Dome western Ross Embayment, Antarctica. *Geografiska Annaler* 82(A):213-235.
- Stein, J. 1983. Archaeology earthworm activity: a source of potential disturbance of archaeological sediments *American Antiquity* 48(2):277-289.

- 1985. Interpreting Sediments in Cultural Settings. En *Archaeological Sediments in Context*, editado por J.K. Stein y W.R. Farrand, pp. 5-19. Peopling of the Americas. Edited Volume Series 1. Orono, Center for the Study of Early Man.
- 1993. *Deciphering a shell midden*. Academic Press Inc., California.
- Stein, J.K. y W.R. Farrand. 1985. *Archaeological Sediments in Context*. Peopling of the Americas - edited Volume Series 1 - Center for the Study of Early Man, Orono.
- Stein, J.K. y A. Linse. 1993. *Effects of Scale on Archaeological and Geoscientific Perspectives*. Geological Society of America Special Paper 283, Boulder.
- Stern, C. 2007. Holocene tephrochronology record of large explosive eruptions in the southernmost Patagonian Andes. *Bulletin of Volcanology* 70(4):435-454.
- Stine, S. 1994. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during mediaeval time. *Nature* 369(6481):546-549.
- Stine, S., y M. Stine. 1990. A record from Lake Cardiel of climate change in southern South America. *Nature* 345(6277):705-708.
- Stiner, M., S. Kuhn, S. Weiner y O. Bar-Yosef. 1995. Differential Burning, Recrystallization, and Fragmentation of Archaeological Bone. *Journal of Archaeological Science* 22:223-237.
- Stoops, G. 2003. *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections, first ed.* Soil Science Society of America Inc., Madison.
- Stoops, G., V. Marcelino y F. Mees. 2010. *Interpretation of Micromorphological features of soil and regoliths*. Elsevier, Amsterdam.
- Strelin, J., y R. Iturraspe. 2007. Recent evolution and mass balance of Cordón Martial glaciers, Cordillera Fueguina Oriental. *Global and Planetary Change* 59(1):17-26.
- Strelin, J., G. Casassa, G. Rosqvist, P. Holmlund. 2008. Holocene glaciations in the Ema glacier valley, Monte Sarmiento massif, Tierra del Fuego. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 260:299-314.
- Suby, J.A. y R.A. Guichón. 2004. Densidad ósea y frecuencias de hallazgos en restos humanos en el Norte de Tierra del Fuego. Análisis exploratorio. *Intersecciones en Antropología* 5: 95-104.
- Suby, J.A., F. Santiago y M. Salemm. 2008. Análisis paleopatológico de los restos humanos del sitio Puesto Pescador 1 (Tierra del Fuego). *Magallania* 36(1):121-132.
- Suby, J.A., R.A. Guichón y M.X. Senatore. 2009. Los restos óseos humanos de Nombre de Jesús. Evidencias de la salud en el primer asentamiento europeo en Patagonia Austral. *Magallania* 37(3):7-23.
- Surovell, T. y P. Brantingham. 2007. A Note on the Use of temporal Frequency Distributions in Studies of Prehistoric Demography. *Journal of Archaeological Science* 34:1868-1877.
- Surovell, T., J. Byrd Finley, G.M. Smith, P.J. Brantingham y R. Kelly. 2009. Correcting temporal frequency distributions for taphonomic bias. *Journal of Archaeological Science* 30:1-10.

- Tarback, E.J., F.K.Lutgens. 1999. *Earth Science*. Prentice Hall, New Jersey.
- Texera, W. 1972. Distribución y diversidad de mamíferos y aves en la Provincia de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 3:171-200.
- Texier, J.P. y J. Meireles. 2003. Relict mountain slope deposits of northern Portugal: facies, sedimentogenesis and environmental implications. *Journal of Quaternary Science* 18(2):133-150.
- Texier, J.P., P. Bertran, J.P. Coutard, B. Francou, P. Gabert, J.L. Guadelli, J.C. Ozouf, H. Plisson, J.P. Raynal y D. Vivent. 1998 TRANSIT, An Experimental Archaeological Program in Periglacial Environment: Problem, Methodology, First Results. *Geoarchaeology: An International Journal* 13(5):433-473.
- Tsatskin, A. y D. Nadel. 2003. Formation Processes at the Ohalo II Submerged Prehistoric Campsite, Israel, Inferred from Soil Micromorphology and Magnetic Susceptibility Studies. *Geoarchaeology: An International Journal* 18(4):409-432.
- Tsatskin, A., T. Gendler y F. Heller. 2006. Identification of multiphase paleosols in eolian sequences by micromorphology, enviromagnetism and Mössbauer spectroscopy. *Geophysical Research Abstracts* 8:5-25.
- Thiébaud, C., M. Coumont y P. Averbouh. 2010. Approche expérimentale des consequences du piétinement des grands herbivores sur les vestiges lithiques et osseux. In Mise en commun des approches en taphonomie. En *Actes du workshop n° 16-XVe Congress International de l'UISPP*, editado por C. Thiébaud, M. Coumont y P. Averbouh, pp. 109-129. Les Eyzies-de-Tayac-Sireuil: Société des Amis du Musée national de Préhistoire et de la recherche Archéologique.
- Thomas, D.H. 1975. Non-site Sampling in Archaeology: Up the Creek Without a Site? En *Sampling in Archaeology*, editado por J.W. Mueller, pp. 61-81. The University of Arizona Press, Tucson.
- Torres, J. 2007. ¿Redes o líneas de pesca? El problema de la asignación morfofuncional de los pesos líticos y sus implicancias en las tácticas de pesca de los grupos del extremo austral de Sudamérica. *Magallania* 35(1):53-70.
- Torres, J. 2009a. Resultados preliminares del análisis de bolas líticas y los procesos de manufactura en contextos de cazadores-recolectores terrestres del norte de Tierra del Fuego. En *Arqueología de Patagonia: Una mirada desde el último confin*, editado por M. Salemm, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez y M. Mansur, pp. 393-411. Editorial Utopías, Ushuaia.
- 2009b. La pesca entre los cazadores recolectores terrestres de la isla Grande de Tierra del Fuego, desde la prehistoria a tiempos etnográficos. *Magallania* 37(2):109-138.
- 2014. Cazadores-recolectores de Tierra del Fuego y su cercanía al mundo costero: una aproximación desde la pesca. En *Cazadores de mar y de tierra, estudios recientes en arqueología fueguina*, editado por J. Oría y A. Tívoli, pp. 219-242. Museo del fin del mundo, Ushuaia.
- Tuhkanen, S., I. Kuokka, J. Hyvoenen, S. Stenroos y J. Niemelae, J. 1989-90. Tierra del Fuego as a target for biogeographical research in the past and the present. *Anales del Instituto de la Patagonia, Series Ciencias Naturales* 19:1-107.
- Urrejola, C. 1971. Isla Grande de Tierra del Fuego (Bahía Inútil). Informe Arqueológico. *Boletín de Prehistoria de Chile* 3 (4):121-133.

- Van Nest, J. 2002. The good earthworm: How natural processes preserve upland Archaic archaeological sites of western Illinois, USA. *Geoarchaeology* 17(1):53-90.
- Van Vliet-Lanoë, B. 2010. Frost Action. En *Interpretations of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*, editado por G. Stoops, V. Marcelino y F. Mees, pp. . Elsevier, Amsterdam, pp. 81-108.
- Van Vliet-Lanoë, B. 1985. Frost effects in soils. En *Soils and Quaternary Landscape Evolution*, editado por J. Boardman, pp. 117–158. J. Willey Publications, London.
- Van Steijn, H., P. Bertran, B. Francou, B. Hétu y J. Texier. 1995. Models for the Genetic and Environmental Interpretation of Stratified Slope Deposits: Review. *Permafrost and Periglacial Processes* 6:25-146.
- Veth, P.M. 1993. *Islands in the Interior. The Dynamics of Prehistoric Adaptations within the Arid Zone of Australia*. International Monographs in Prehistory, Archaeological Series 3, Ann Arbor
- Vilas, F., A. Arche, M. Ferrero, G. Bujalesky, F. Isla y G. González Bonorino. 1986-1987. Sedimentación intermareal en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *Acta Geológica Hispánica* 21-22:253-260
- 1987a. Esquema evolutivo de la sedimentación reciente en la Bahía de San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *Thalassas* 5(1):33-36.
- Vilas, F.E., A. Arche, G. González Bonorino, F. Isla y M. Ferrero. 1987b. Sedimentación intermareal en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *Acta Geológica Hispánica* 21-22:253-260.
- Vilas, F., A. Arche, M. Ferrero y F. Isla. 1999. Subantarctic macrotidal flats, cheniers and beaches in San Sebastian Bay, Tierra del Fuego, Argentina. *Marine Geology* 160:301-326.
- Vilas, F., A. Arche, M. Ferrero y F. Isla. 2000. Subantarctic macrotidal flats, cheniers and beaches in San Sebastián Bay, Tierra del Fuego, Argentina. *Marine Geology* 160:301-326.
- Villalba, R., 1990. Climatic fluctuations in northern Patagonia during the last 1000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research* 34:346-360.
- Villagrán, X. y R. Poch. 2014. A new form of needle-fiber calcite produced by physical weathering of shells. *Geoderma* 213:173–177.
- Villagrán, X., P. DeBlasis y P. Giannini. 2009. Primeros estudios micromorfológicos en sambaquís brasileños (sitio Jabuticabeira II, Estado de Santa Catarina). *Intersecciones en Antropología* 10:359-364.
- Villagran, X.S., A.L. Balbo, M. Madella, A. Vila y J. Estevez. 2011a. Experimental micromorphology in Tierra del Fuego (Argentina): building a reference collection for the study of shell middens in cold climates. *Journal of Archaeological Science* 38:588-604.
- Villagrán, X.S., A. Balbo, M. Madella, A. Vila y J. Estévez. 2011b. Stratigraphic and spatial variability in shell middens: microfacies identification at the ethnohistoric site Tunel VII (Tierra del Fuego, Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences* 3:357–378.
- Villagrán, X., C. Schaefer y B. Ligouis, 2013. Living in the cold: Geoarchaeology of sealing sites from Byers Peninsula (Livingston Island, Antarctica). *Quaternary International* 315:184–199.

- Walther, A.M., J. Rabassa y A. Coronato. 2007. Paleomagnetic studies on glacial sediments in northern Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. En *GEOSUR Meeting, Abstracts*, Santiago.
- Waters, M. R. 1992. *Principles of Geoarchaeology. A North American perspective*. The University of Arizona Press, Arizona.
- Weiner, S., P. Goldberg y O. Bar-Yosef. 1993. Bone preservation in Kebara Cave, Israel using on-site fourier transform infrared spectrometry. *Journal of Archaeological Science* 20:613–627.
- Weinstock, J., B. Shapiro, A. Prieto, J.C. Marín, B.A. González, P. Gilbert M. Thomas y E. Willerslev. 2009. The Late Pleistocene distribution of vicuñas (*Vicugna vicugna*) and the “extinction” of the gracile llama (“*Lama gracilis*”): new molecular data. *Quaternary Science Reviews* 28(15):1369-1373.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology* 377-392.
- Williams, A.N. 2012. The use of summed radiocarbon probability distributions in archaeology: a review of methods. *Journal of Archaeological Science* 39:578-589.
- Wille, M., N. Maidana, F. Schäbitz, M. Fey, T. Habertzettl, S. Janssen, A. Lücke, C. Mayr, C. Ohlendorf, G. Schlesere, B. Zolitschka, B. 2007. Vegetation and climate dynamics in southern South America: the microfossil record of Laguna Potrok Aike, Santa Cruz, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 146(1):234-246.
- Yellen. J.E. 1977. Long term hunter-gatherer adaptation to desert environments: a biogeographical perspective. *World Archaeology* 8(3):262-274.
- Yesner, D., M.J. Figuerero Torres, R.A. Guichón y L.A. Borrero. 1991. Análisis de los isótopos estables en esqueletos humanos: confirmación de patrones de subsistencia etnográficos para Tierra del Fuego. *Shincal* 3:182-191.
- Yesner, D., M.J. Figuerero Torres, R.A. Guichón y L.A. Borrero 2003. Stable isotope analysis of human bone and ethnohistoric subsistence patterns in Tierra del Fuego. *Journal of Anthropological Archaeology* 22:279-291.
- Zárate. M. 1986/87. Marco estratigráfico y geológico del Sitio 3 de la localidad arqueológica Cerro La China (Pcia. de Buenos Aires). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XVII/1:29-35.
- 1994. Geoarqueología. En *Jornadas de Arqueología e Interdisciplina*, pp. 21-33. CONICET - Programa de Estudios Prehistóricos. Buenos Aires.
- Zárate, M. y N. Flegenheimer. 1991. Geoarchaeology of Cerro La China locality. *Geoarchaeology, An International Journal* 6(3):273-294.
- Zárate, M. y P. Imbellone. 1998. Problems and concepts of paleopedology in Argentina. *Quaternary International* 51/52(7/8):28-30.
- Zolitschka, B., P. Kliem, C. Ohlendorf y PASADO team. 2012. Hydrological variations at Laguna Potrok Aike and its regional perspective for southern Patagonia. Terra Nostra: *International PASADO workshop*. Bremen, Germany.



- Zolitschka, B., F. Anselmetti, D. Ariztegui, H. Corbella, P. Francus, A. Lücke, N. Maidana, C. Ohlendorf, F. Schabitz y S. Wastegård. 2013. Environment and climate of the last 51,000 years—new insights from the Potrok Aike maar lake Sediment Archive Drilling prOject (PASADO). *Quaternary Science Reviews* 71:1-12.
- Zubimendi, M.A. 2012. Explorando la variabilidad del registro arqueomalacológico en la Costa Norte de Santa Cruz, Patagonia argentina. *Intersecciones en Antropología* 13:359-375.
- Zurro, D., M. Madella, I. Briz y A. Vila. 2009. Variability of the phitolith record in hunter-gatherer-fisher sites: an example from the Yámana society (Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina). *Quaternary International* 193:184-191.



ANEXO

| SITIO              | DATACION | COB. LAB.    | MATERIAL       | ERI     | C/L | Pa/Za | CITA                          | CAL. m<br>altura AP |
|--------------------|----------|--------------|----------------|---------|-----|-------|-------------------------------|---------------------|
| Cabo Drenage       | moderno  | LP1063       | palafitos sp.  |         | c   | Es    | Salazar y Barilesky 2000      |                     |
| Las Mariñolitas 1  | moderno  | LP758        | deso barroco   |         | i   | Ra    | Pavón Dubois 2001             |                     |
| Las Mariñolitas 8  | moderno  | LP2171       | deso granítico |         | o   | Ra    | Barrero 2010                  |                     |
| Punta Menta 2      | moderno  | GAKE10916    | carbón         |         | c   | Ra    | Barrero 1985                  |                     |
| Elbo Ciller        | moderno  | LP1178       | deso granítico |         | o   | Ra    | Barrero et al. 2008           |                     |
| San Geron 3-4      | moderno  | LP1197       | deso barroco   |         | c   | Ra    | Barrero et al. 2008           |                     |
| San Inio 2         | moderno  | MCI1071      | carbón         |         | i   | Es    | Herviz et al. 1993/94         |                     |
| Chacra Pafuy 3     | 332±49   | AA65163      | Mvilus sp.     | 265 ±43 | c   | Es    | Santiago et al. 2007          |                     |
| San Geron 3-4      | 602±90   | AC1090       | Mvilus sp.     | 265 ±45 | c   | Es    | Martin et al. 2004            | ...                 |
| Utes Arroyo 1      | 135±85   | MCI1079      | carbón         |         | i   | Es    | Reynolds y Hughes 1977        | ...                 |
| Utes Arroyo 7      | 100±50   | N/I          | carbón         |         | i   | Es    | Mascone et al. 1993           | 7                   |
| Chacra Pafuy 3     | 804±33   | AA65162      | Mvilus sp.     | 265 ±45 | c   | Es    | Santiago et al. 2007          | 105                 |
| Utes Arroyo 14(89) | 210±60   | N/I          | carbón         |         | i   | Es    | Mascone et al. 1993           | 12                  |
| San Geron 2        | 252±80   | LP1291       | carbón         |         | c   | Es    | Barrero et al. 2008           | 12                  |
| Utes Arroyo 14(89) | 282±70   | N/I          | carbón         |         | i   | Es    | Mascone et al. 1993           | 150                 |
| Chorrillos 2       | 265±44   | AA75296      | deso barroco   |         | c   | Es    | Santiago 2010                 | 152                 |
| Sardana 1          | 262±46   | AA75294      | deso barroco   |         | i   | Es    | Santiago 2010                 | 151                 |
| Cerro de los Gatos | 902±115  | AC1483       | guirreño       | 265 ±45 | i   | Es    | Forster Dubois y Barrero 2005 | 140                 |
| Punta Menta 2      | 302±100  | ENC10343     | carbón         |         | o   | Es    | Barrero 1985                  | 151                 |
| Cabo San Pablo 1   | 292±70   | N/I          | carbón         |         | o   | Ra    | Barrero 1985                  | 153                 |
| Agua Larga P4      | 285±35   | N/I          | deso granítico |         | i   | Es    | Morillo et al. 2012           | 155                 |
| LA12               | 310±60   | Bes57248     | deso granítico |         | i   | Es    | Mascone et al. 1993           | 283                 |
| Chacra Pafuy       | 323±60   | LP1069       | Mvilus sp.     | 265 ±45 | c   | Es    | Salazar y Dubilesky 2000      | 289                 |
| San Geron 2        | 330±70   | LP1286       | deso granítico |         | c   | Es    | Barrero et al. 2008           | 294                 |
| San Geron 3-4      | 392±70   | AC1600       | valva          | 265 ±45 | o   | Es    | Forster Dubois 2001           | 292                 |
| Puerto Pescador 1  | 335±35   | Bes149813    | deso barroco   |         | c   | Es    | Salazar et al. 2007           | 300                 |
| Lago Vergara B24   | 360±30   | N/I          | deso granítico |         | i   | Ra    | Morillo et al. 2012           | 323                 |
| San Geron 2        | 380±70   | Bes22201     | deso granítico |         | c   | Ra    | Barrero et al. 2008           | 324                 |
| Agua Pavia         | 472±60   | Bes122861    | deso granítico |         | o   | Es    | Barrero et al. 2008           | 338                 |
| Cabo Mariñolita 5  | 1462±40  | Bes240942    | Mvilus sp.     | 390 ±50 | c   | Es    | Morillo et al. 2009           | 436                 |
| San Geron 2        | 440±70   | LP783        | deso granítico |         | o   | Es    | Herviz 1995                   | 328                 |
| San Geron 2/1      | 522±80   | LP785        | deso granítico |         | o   | Es    | Barrero et al. 2008           | 344                 |
| San Geron 1        | 1192±90  | A. S. Mascon | Mvilus sp.     | 265 ±45 | c   | Es    | Herviz 1995                   | 466                 |
| Las Vueltas 1      | 539±33   | AA82769      | carbón         |         | i   | Es    | Santiago 2013                 | 510                 |
| Mariel 32          | 562±35   | UA21185      | carbón         |         | c   | Es    | Mascone y Mariel 2007         | 516                 |
| San Geron 1        | 610±45   | LP661        | deso granítico |         | c   | Es    | Herviz 1995                   | 631                 |
| carbón...          |          |              |                |         |     |       |                               | 648                 |

|                           |          |              |             |         |   |    |                          |     |      |
|---------------------------|----------|--------------|-------------|---------|---|----|--------------------------|-----|------|
| Las Vueltas 1             | 612±43   | AA65491      | Óseo humano |         | 1 | Es | Santiago 2013            | 513 | 600  |
| Caba Potosí               | 620±45   | CSR7684      | Módulo 69   |         | 0 | Es | Salasme y Bujaleedy 2010 | 538 | 630  |
| Bahía Indhi 27            | 1600±50  | Ba625774     | Módulo 89   | 590 ±50 | 0 | Es | Morello et al. 2009      | 526 | 632  |
| Las Vueltas 1             | 563±45   | AA8450       | Óseo humano |         | 1 | Es | Stadler 2013             | 511 | 553  |
| Morel 1                   | 640±20   | N/I          | Óseo        |         | 1 | Es | Christiansen 1959        | 554 | 628  |
| Morel 32                  | 635±35   | Ua21184      | carbón      |         | 0 | Es | Masque y Morello 2007    | 549 | 631  |
| San Gerardo 3-4           | 680±60   | LP2075       | carbón      |         | 0 | Es | Barrero et al. 2007      | 560 | 631  |
| San Gerardo 1P3           | 690±35   | LP661        | Óseo humano |         | 0 | Es | Barrero et al. 2008      | 560 | 653  |
| Perseus Norte 19          | 710±30   | A10915       | Óseo humano |         | 0 | Es | Morello et al. 2009      | 569 | 659  |
| Tea Aroque 1              | 700±70   | DIC203852    | carbón      |         | 1 | Es | Masque et al. 1993       | 560 | 660  |
| Punta María 2             | 720±50   | LP237        | Óseo humano |         | 0 | Es | Barrero 1985             | 565 | 665  |
| Laguna Filavel            | 720±60   | LP2067       | azulejo     |         | 1 | Es | Barrero 2010             | 564 | 670  |
| La Ballena 2              | 740±35   | FOBC18281    | Óseo humano |         | 0 | Es | Morello et al. 2009      | 572 | 672  |
| Las Macolitas 5           | 760±50   | LP1020       | Óseo humano |         | 1 | Es | Forster Dabek 2001       | 571 | 674  |
| Morel 38                  | 790±35   | Ua21182      | carbón      |         | 0 | Es | Masque y Morello 2007    | 666 | 717  |
| Cabo San Vicente 1        | 805±40   | Ua2089       | carbón      |         | 0 | Es | Masque y Morello 2007    | 670 | 721  |
| Blague Enríco 1           | 785±120  | GX88463      | Óseo humano |         | 1 | Es | Barrero y Oshingui 1980  | 561 | 722  |
| San Gerardo 3-4           | 630±60   | LP1774       | carbón      |         | 0 | Es | Barrero et al. 2007      | 537 | 640  |
| Rio Culén                 | 630±40   | LP1001       | Óseo humano |         | 0 | Es | Barrero et al. 2008      | 676 | 772  |
| San Gerardo 3-4           | 630±60   | LP1774       | carbón      |         | 0 | Es | Barrero et al. 2007      | 537 | 640  |
| Lago Verana 124           | 835±35   | N/I          | Óseo humano |         | 1 | Es | Morello et al. 2012      | 582 | 725  |
| Morel 38                  | 785±35   | Ua21183      | carbón      |         | 0 | Es | Masque y Morello 2007    | 650 | 720  |
| Morel Sur                 | 897±58   | AIE12213     | modera      |         | 0 | Es | Salasme et al. 2007      | 725 | 741  |
| San Gerardo 1             | 1475±95  | AC1403       | Módulo 89   | 265 ±45 | 0 | Es | Barrero et al. 2008      | 671 | 795  |
| San Gerardo 2             | 1483±80  | AC1404       | Módulo 89   | 265 ±45 | 0 | Es | Barrero et al. 2008      | 678 | 809  |
| San Gerardo 2             | 1420±90  | AC1404       | Módulo 89   | 265 ±45 | 0 | Es | Barrero et al. 2008      | 675 | 816  |
| Morel 2                   | 910±70   | Ua21185      | Óseo humano |         | 0 | Es | Morello et al. 1998      | 684 | 856  |
| Morel 32                  | 670±100  | Ba6201495    | carbón      |         | 0 | Es | Masque y Morello 2007    | 688 | 903  |
| Elvira E. Morello         | 934±35   | GUJRC18283   | Óseo humano |         | 0 | Es | Morello et al. 2009      | 741 | 903  |
| Las Vueltas 1             | 940±41   | AA69556      | Óseo humano |         | 1 | Es | Santiago y Salasme 2009  | 761 | 899  |
| Capitán Gerardo 1         | 960±80   | LP453        | Óseo humano |         | 0 | Es | Horwitz 1994/98          | 766 | 905  |
| Las Macolitas 6           | 960±70   | LP1997       | Óseo humano |         | 1 | Es | Barrero 2010             | 790 | 917  |
| San Gerardo 1             | 1620±140 | A. S. Masque | Parícuta 89 | 265 ±45 | 0 | Es | Horwitz 1995             | 742 | 921  |
| San Gerardo 1             | 1070±80  | Ba621997     | carbón      |         | 0 | Es | Barrero et al. 2008      | 803 | 1009 |
| Cabeza de León 1          | 1100±95  | Ba621069     | carbón      |         | 1 | Es | Frasque y Higuera 1977   | 815 | 1000 |
| Cerro San Nombre          | 1150±60  | LP-3045      | Óseo humano |         | 1 | Es | Ozón et al. 2015b        | 938 | 1065 |
| Elacuelo Puerto Nuevo J17 | 1210±30  | N/I          | Óseo humano |         | 0 | Es | Morello et al. 2012      | 986 | 1170 |
| Punta Baja 7              | 1210±40  | Ba6201495    | Óseo humano |         | 0 | Es | Morello et al. 2005      | 985 | 1065 |

continúa...

|                           |          |            |               |           |   |    |                              |      |      |
|---------------------------|----------|------------|---------------|-----------|---|----|------------------------------|------|------|
| Punta María 2             | 1270±50  | LP219      | óseo granoso  |           | c | Es | Petrero 1985                 | 963  | 1170 |
| Cerro Sin Nombre          | 1250±60  | Beta116975 | óseo granoso  |           | 1 | Es | Pavler Dubois y Barrero 2005 | 966  | 1172 |
| Las Manabitas 3           | 1250±50  | Beta123882 | óseo granoso  |           | 1 | Es | Pavler Dubois 2001           | 1001 | 1179 |
| Cabrera Rode              | 1314±36  | AA60664    | óseo lustrado |           | c | Es | Salazar et al. 2007          | 1030 | 1259 |
| Punta Bara 7              | 1350±40  | N/I        | óseo granoso  |           | 0 | Es | Morello et al. 2005          | 1178 | 1185 |
| Tres Arroyos 1            | 1340±50  | Beta3903   | carbón        |           | 1 | Es | Mosquera et al. 1993         | 1180 | 1270 |
| Nuevo de la Laguna Finca  | 1380±60  | LP1983     | óseo granoso  |           | 1 | Es | Barrera 2010                 | 1185 | 1283 |
| Laguna Larga F1           | 1410±100 | GX3012     | óseo granoso  |           | 1 | Es | Morello et al. 2012          | 1185 | 1291 |
| Blanco de Mediano         | 1470±35  | SUERCI2279 | óseo granoso  |           | c | Es | Morello et al. 2009          | 1171 | 1303 |
| Punta Catalina 4          | 1470±40  | N/I        | índex         |           | c | Es | Mosquera y Torres 2004       | 1301 | 1374 |
| Nuevo de la Laguna Finca  | 1545±45  | AA91426    | óseo granoso  |           | 1 | Es | Barrera 2014                 | 1330 | 1430 |
| Avila 1                   | 1605±38  | AA60653    | óseo granoso  |           | 1 | Es | Santillano y Ota 2007        | 1360 | 1351 |
| Nuevo de la Laguna Finca4 | 1690±70  | AA78358    | óseo granoso  |           | 1 | Es | Barrera 2010                 | 1378 | 1353 |
| Punta Bara 7              | 1820±10  | Beta301497 | carbón        |           | 0 | Es | Mosquera y Morello 2007      | 1432 | 1531 |
| Maraca 2                  | 1965±40  | Beta113690 | óseo granoso  |           | c | Es | Morello et al. 2004          | 1627 | 1573 |
| Pavente Norte 17          | 2830±60  | U63945     | carbón        | 510 ±65   | c | Es | Morello et al. 2009          | 1627 | 1723 |
| Cerro Sin Nombre          | 2135±30  | N/I        | óseo granoso  |           | 0 | Es | Mosquera y Morello 2007      | 1830 | 1823 |
| Las Arroyos 14300         | 2290±60  | LP2940     | óseo granoso  |           | 1 | Es | Petrero et al. 1997          | 2101 | 2311 |
| Punta María 2             | 2300±90  | LP209      | óseo lustrado | conductor | c | Es | Petrero 1985                 | 2139 | 2311 |
| Punta Catalina 3          | 2340±40  | Beta187978 | carbón        |           | 0 | Es | Mosquera y Torres 2004       | 2206 | 2355 |
| Punta Catalina 3          | 2380±40  | Beta187977 | carbón        |           | 0 | Es | Mosquera y Torres 2004       | 2148 | 2334 |
| Cabo Informante 20        | 2410±35  | U63947     | óseo granoso  |           | 0 | Es | Morello et al. 2009          | 2316 | 2356 |
| Lago Venezuela B23        | 2580±140 | GX33014    | óseo granoso  |           | 1 | Es | Morello et al. 2012          | 2357 | 2675 |
| Maraca 2                  | 2480±30  | Beta395505 | óseo granoso  |           | 0 | Es | Ordoñez et al. 2015a         | 2357 | 2675 |
| Maraca 2                  | 2745±40  | U621140    | carbón        |           | 0 | Es | Morello et al. 2004          | 2763 | 2804 |
| Taca Taca Sur             | 2970±130 | GX33013    | óseo granoso  |           | c | Es | Morello et al. 2009          | 2763 | 2749 |
| Peto 1                    | 2984±37  | AA73097    | óseo óxido    |           | 1 | Es | Santillano 2012              | 2884 | 2844 |
| Pavente Norte 12          | 3830±70  | Beta240841 | Marfilus sp.  | 510 ±65   | c | Es | Morello et al. 2009          | 3007 | 3240 |
| Laguna Arrellana 2        | 3690±70  | GXR7682    | Marfilus sp.  | 265 ±45   | c | Es | Salazar et al. 2007          | 3039 | 3165 |
| Myra 2                    | 3820±35  | LP2112     | óseo granoso  |           | 1 | Es | Barrera 2010                 | 3163 | 3321 |
| Laguna Arrellana 2        | 4440±80  | LP944      | Marfilus sp.  | 265 ±45   | c | Es | Salazar et al. 2007          | 4089 | 3591 |
| Myra 2                    | 3910±70  | U63944     | óseo granoso  |           | 1 | Es | Mosquera et al. 1999         | 4151 | 4333 |
| Maraca 13                 | 3930±40  | Beta243210 | carbón        |           | 1 | Es | Mosquera y Morello 2007      | 4162 | 4370 |
| Myra 2                    | 4020±35  | Beta128092 | óseo granoso  |           | c | Es | Mosquera et al. 1999         | 4256 | 4412 |
| ARI Puyo                  | 4620±70  | LP1011     | Marfilus sp.  | 265 ±45   | c | Es | Salazar et al. 2007          | 4413 | 4410 |
| Los Maderos               | 4345±35  | SUERCI6782 | óseo granoso  |           | 0 | Es | Morello et al. 2009          | 4384 | 4518 |
| Rio Chico 1               | 4476±43  | AA73286    | carbón        |           | c | Es | Santillano 2013              | 4832 | 4935 |

continúa...

|                    |           |                |                |         |   |    |                            |       |       |
|--------------------|-----------|----------------|----------------|---------|---|----|----------------------------|-------|-------|
| Maracaí 1          | 4530±40   | N1             | éneo           |         | c | Es | Morello et al. 2012        | 4886  | 4957  |
| Cabo Monarca 20    | 5320±50   | Beta25156      | Mytilus sp.    | 510 ±45 | c | Ec | Morello et al. 2009        | 5058  | 5269  |
| Laguna Arcoles 1   | 5330±53   | AA65164        | Mytilus sp.    | 265 ±45 | c | Es | Salomons et al. 2007       | 5275  | 5290  |
| Laguna Arcoles 1   | 5410±70   | CS187695       | Mytilus sp.    | 265 ±45 | c | Es | Salomons et al. 2007       | 5351  | 5462  |
| Laguna Arcoles 2   | 5500±48   | AA60924        | Mytilus sp.    | 265 ±45 | c | Es | Salomons et al. 2007       | 5419  | 5546  |
| UFI Playa          | 5552±48   | AA65167        | Mytilus sp.    | 265 ±45 | c | Es | Salomons et al. 2007       | 5547  | 5598  |
| Cerro Las Bandejas | 5700±150  | AC1599         | Mytilus sp.    | 263 ±45 | c | Es | Pavón Dubois y Jovero 2005 | 5589  | 5691  |
| Laguna Arcoles 2   | 5762±38   | AA60935        | Cerro Pajarito |         | c | Es | Salomons et al. 2007       | 5591  | 5714  |
| Rio Chico 1        | 5856±44   | AA65165        | Mytilus sp.    | 265 ±45 | c | Es | Sorteado et al. 2007       | 5765  | 5909  |
| Rio Chico 1        | 5918±44   | AA65166        | Mytilus sp.    | 265 ±45 | c | Es | Sorteado et al. 2007       | 5903  | 5992  |
| Maracaí 1          | 6170±50   | N1             | Mytilus sp.    | 510 ±45 | c | Es | Morello et al. 2012        | 5966  | 6064  |
| Maracaí 1          | 5440±30   | Beta-TE2512315 | éneo guineo    |         | c | Es | Morello et al. 1999        | 5972  | 6150  |
| Cabo Monarca 20    | 5565±40   | U63946         | guila          |         | c | Ec | Morello et al. 2009        | 6186  | 6277  |
| Maracaí 1          | 5570±40   | Q81033         | guila          |         | i | Es | Larrea Domínguez 1968      | 6306  | 6823  |
| Rio Chico 1        | 5628±46   | AA75285        | éneo           |         | c | Es | Sorteado 2013              | 6510  | 6655  |
| Lago Atopus 1      | 9960±70   | CX-32667       | Rhynch         |         | i | Es | Martin et al. 2009         | 11365 | 11497 |
| Lago Atopus 1      | 10280±110 | DC304218       | Cerro Guineo   |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 11711 | 12370 |
| Lago Atopus 1      | 10240±110 | DC304218       | Cerro Guineo   |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 11511 | 12254 |
| Lago Atopus 1      | 10130±110 | DC304218       | Cerro Guineo   |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 11290 | 11968 |
| Lago Atopus 1      | 10580±50  | Beta13171      | Carbón         |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 11711 | 12370 |
| Lago Atopus 1      | 10400±100 | DC304218       | éneo guineo    |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 12066 | 12413 |
| Lago Atopus 1      | 10575±45  | DC304218       | éneo guineo    |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 12066 | 12413 |
| Lago Atopus 1      | 10600±40  | Beta101023     | guila          |         | i | Es | Masson et al. 1998         | 12429 | 12648 |

**Tabla 1.** Lista de dataciones radiocarbónicas calibradas del ecotono (Ec) y estepa (Es) fueguina. Para la calibración en un sigma AP se utilizó la curva ShCal13 (Hogg *et al.* 2013) que ofrece el programa *OxCal* 4.2 (Bronk Ramsey 2013). En gris se encuentran las dataciones que no fueron consideradas para los gráficos de suma de probabilidades, por superponerse con los rangos de dataciones del mismo sitio. Tampoco se muestran en la tabla las dataciones cuyos sigmas son mayores o iguales a 200. Las letras “i” y “c” indican si el sitio es considerado del interior o costero.