Trabajos geoarqueológicos en Marazzi 2, Tierra Del Fuego: procesos postdepositacionales y modificación antrópica

Geoarchaeological works at Marazzi 2 site, Tierra del Fuego: postdepositional processes and anthropogenic modification

Ivana L. Ozán[i] y Pablo Tchilinguirian[ii]

RESUMEN

Desde un enfoque geoarqueológico, este trabajo se propone evaluar la modificación humana de los suelos y, a su vez, explorar la influencia de los procesos pedogenéticos y geomorfológicos en la distribución vertical del registro arqueológico. Para esta evaluación se estudió el sitio arqueológico Marazzi 2, perteneciente al Holoceno Tardío y ubicado en la costa sureste de Bahía Inútil, Tierra del Fuego, Chile. Metodológicamente, la distribución vertical del registro se analiza a través de una caracterización geomorfológica y pedológica, datos sedimentológicos, mineralógicos y micromorfológicos. Esta evaluación propone un esquema que vincula la posición vertical del registro arqueológico con su posible lugar de depositación, posibilitando un mejor entendimiento de la temporalidad relativa del material cultural y sus procesos de migración. La modificación antrópica de los suelos y sedimentos se evalúa a través de una comparación de propiedades geoquímicas y magnéticas entre perfiles arqueológicos y naturales. Este análisis indica que las poblaciones humanas sólo elevaron el porcentaje de carbonatos de los espacios que ocuparon, mientras que los otros parámetros (fósforo total, materia orgánica y suscepetibilidad magnética) no fueron sensibles para dar cuenta de las actividades antrópicas.

Palabras Clave: Geomorfología, Suelos, Geoquímica, Distribución Artefactual, Cazadores-Recolectores, Tierra del Fuego.

ABSTRACT

From a geoarchaeological approach, this paper aims to evaluate the soil human modification and –in turn– the pedogenetic and geomorphological processes which affect the vertical distribution of the archaeological record. For this purpoise, the Late Holocene Marazzi 2 Site (southeastern coast of Bahía Inútil, Tierra del Fuego, Chile) is analized. Methodologically, the vertical distribution

i Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Saavedra 15 (C1083ACA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: ivanalozan@gmail.com.

ii Instituto Nacional de Pensamiento Latinoamericano – CONICET – Universidad de Buenos Aires. 3 de Febrero 1378 (C1426BJN) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail: pabloguirian@gmail.com.

Recibido: 06 enero, 2014 Revisado: 07 julio, 2014 Aceptado: 01 septiembre, 2014.

of the record is analysed through a geomorphological and pedological characterization, sedimentological, mineralogical and micromorphological data. This information contributes to the understanding of the vertical migration and relative temporality of the archaeological record. The human modification of soils is evaluated by comparing geochemical and mangetic properties between archaeological and natural profiles. This analysis indicates that human populations only increase the percentage of carbonates, while other parameters (phosphate, organic matter and magnetic susceptibility) remain similar to the natural background.

Key Words: Geomorphology, Soils, Geochemistry, Artefact Distribution, Hunter-Gatherers, Tierra del Fuego.

INTRODUCCIÓN

En términos generales, el trabajo arqueológico que toma herramientas metodológicas y conceptuales de las Ciencias de la Tierra y el Suelo tiene como objetivo comprender procesos postdepositacionales del registro arqueológico (Renfrew, 1976; Butzer, 1982; Waters, 1992; Goldberg *et al.,* 2001), así como también analizar la evolución de los escenarios naturales que habitaron los grupos humanos. En este marco, las poblaciones también son agentes constitutivos del sistema ambiental (Zárate, 1994) que ofrece posibilidades y limitaciones cambiantes conforme transcurre el tiempo (Dearing, 2006; Borrero, 2011, 2013b).

El presente trabajo se inserta dentro de este enfoque y, desde una escala espacio-temporal "micro" (Dincauze, 2000), tiene dos objetivos principales. En primer lugar evaluar la modificación humana de los suelos y sedimentos, y en segundo lugar, explorar la influencia de los procesos pedogenéticos y geomorfológicos en la densidad y distribución vertical del material arqueológico. Para esta evaluación se toma como caso de estudio el sitio perteneciente al Holoceno Tardío Marazzi 2 (MA2), ubicado en la costa sureste de Bahía Inútil, Tierra del Fuego, Chile (Figura 1).

El área de estudio se encuentra en una estepa transicional fría, con una temperatura media anual de 6°C (medias de 22°C y 3°C en verano e invierno respectivamente). Las precipitaciones son de unos 400 mm anuales y se distribuyen de forma relativamente homogénea a lo largo del año, aunque con una variabilidad interanual acentuada (Dirección Meteorológica de Chile, Climatología y Meteorología Aplicada 2008; estación Punta Arenas). Estos umbrales de humedad ubican al sector de MA2 en un área próxima a la faja ecotonal entre la estepa patagónica (dominada por *Festuca gracillima, Chiliotrichium diffusum* y *Empetrum rubrum*) y bosque deciduo (*Nothofagum antartica y pumilio*) (Frederiksen, 1988). Existe un marcado predominio de los vientos del cuadrante oeste (media de unos 30km/h y más intensos en los meses de verano), así como también una acentuada influencia oceánica que actúa como factor atenuante de la amplitud térmica anual. Estudios paleoambientales señalan que éstas condiciones meteorológicas actuales se habrían establecido hace *ca.* 8000 años (McCulloch *et al.,* 2000; McCulloch y Davies, 2001).

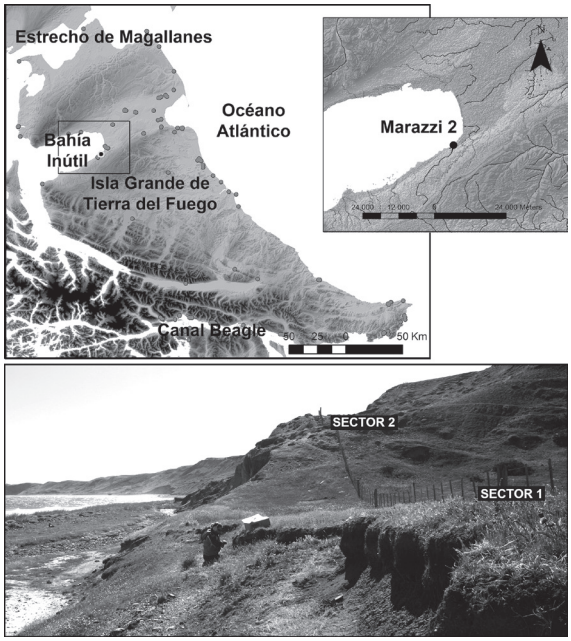

Figura 1: Ubicación del sitio Marazzi 2, Sector 1 y 2. Nótese el acantilado que afecta S1 y la posición en taludes de morenas de S2.

Figure 1: Marazzi 2 Site location, Sector 1 and 2. Note the cliff which affects S1 and the slope moraine position of S2.

Las primeras ocupaciones de la Isla Grande de Tierra del Fuego se encuentran en la localidad de Tres Arroyos, centro norte de la isla, y poseen *ca.* 10500 AP, momento en el cual este espacio todavía formaba parte de Patagonia continental (Massone 2004, McCulloch *et al.,* 2005a). Estas primeras ocupaciones en la estepa septentrional fueron de cazadores-recolectores terrestres, con un especial énfasis en el consumo de *Lama guanicoe*. Por su parte, el sector boscoso meridional de la isla registra ocupaciones de cazadores-recolectores marítimos sobre las costas del Canal de Beagle hacia los *ca.*7800 AP (Piana *et al.,* 2011). Vale destacar que este modo de subsistencia basado en mamíferos marinos y moluscos también es característico de la zona de archipiélagos del sur y oeste (*e.g.* San Román, 2013; Legoupil *et al.,* 2011). En términos generales para toda la isla, las ocupaciones del Holoceno Temprano y Medio son muy escasas y es a partir de los *ca.* 4000 AP cuando la señal humana incrementa, con un especial pulso de crecimiento en los últimos 2000 años (Borrero, 2008; Morello *et al.,* 2012).

El sitio arqueológico MA2 forma parte de una distribución extensa y prácticamente continua de material arqueológico que se prolonga a lo largo de la costa de Bahía Inútil, hacia el norte, unos 12 km (Massone, 1997; Massone *et al.,* 2003; Morello *et al.,* 2009). Las investigaciones realizadas hasta el momento definen a MA2 como una ocupación costera redundante de cazadores-recolectores terrestres (Urrejola, 1972; Morello *et al.,* 1998, 2004; Massone *et al.,* 2007; Calás y Lucero, 2009). En MA2 se identificaron dos sectores: el Sector 1 (S1) ubicado sobre una terraza fluvial y el Sector 2 (S2), en una cota más alta, sobre el talud de morenas terminales retrabajadas principalmente por la acción marina (Figura 1). Además de las diferencias que surgen de las situaciones geomorfológicas en cada caso, la distinción entre S1 y S2 también ha sido interpretada como intensidad de ocupación humana diferencial por mayor abundancia de material arqueológico en S1 (Massone *et al.,* 2003; Calás y Lucero, 2009; cf. Ozán 2015). En la Tabla 1 se detallan comparativamente algunos aspectos de las excavaciones realizadas por otros investigadores en cada uno de estos sectores.

Cita	**MA2/S1**	**MA2/S2**
m^3 excavados	4,6 m^3.	4,6 m^3 .
Hallazgos superficiales	Dos instrumentos, desechos, escasas valvas de molusco y óseo de guanaco.	Dos instrumentos, desechos y óseo de guanaco.
Óseo (NISP x m^3)	564 / guanaco, roedores, aves, peces, otáridos, cetáceos y zorro.	43 / guanaco, roedores, aves y zorro.
Valvas (MNI x m^3)	676 / Nacella y Mytilus principalmente.	3 / Nacella y Mytilus principalmente.
Material litico	Algunos raspadores, un cepillo, un núcleo, una preforma de bola, una raedera, un limbo de proyectil, un percutor, lascas (una de obsidiana verde) y desechos (andesita, cuarzo, otros materiales silíceos).	Una punta de proyectil, dos raederas, un fragmento de núcleo, lascas, desechos y microdesechos en basalto y otra materia prima de calidad regular y disponibles localmente.
Otros materiales	Un instrumento óseo, carbones, desechos de vidrio, pigmentos rojos.	Carbones y pigmento rojo.
Dataciones (cal. 1 sigma AP; curva ShCal13 – OxCal 4.2)	Unidad I: 1965±40 AP (Beta-113690); cal. 1830-1920 AP. Prof. 83 cm, óseo de guanaco / 2745±40 AP (Ua21140); cal. 2760-2845 AP. Prof. 140-150 cm, carbón; 2460 ± 30 AP (Beta-396505); cal. 2360-2675 AP. Prof. 65 cm, óseo de guanco..	910±70 AP (Beta-113690); cal. 903-688 AP. Prof. 30-40 cm, óseo de guanaco.
Cita	Morello *et al.,* 2004; Massone *et al.,* 2007; Calás y Lucero 2009; Ozán et al. 2015..	Morello *et al.,* 1998; Calás y Lucero 2009.

Tabla 1: Síntesis de las unidades de excavación llevadas a cabo en MA2/S1 y MA2/S2. Las mismas se profundizaron por niveles artificiales y luego se estableció una estratigrafía con criterios granulométricos y por color, reconociendo entre 4 y 11 capas naturales (Morello *et al.,* 1998, 2004; Massone *et al.,* 2007). La Unidad I corresponde a la que aquellos autores denominaron "Pozo 90N/1E" y la Unidad II a "Pozo 25N/35E". La unidad realizada en MA2/S2 fue llamada "3C".

Table 1: Synthesis of the MA2/S1 and MA2/S2 excavation units. The depth was reached by artificial levels and a sedimentological stratigraphy was built after on. Between four and eleven layers were distinguished (Morello et al., 1998, 2004; Massone et al., 2007). Following the later authors, the Unit I corresponds to "Pozo 90N/1E" and the Unit II to "Pozo 25N/35E". The excavation carried out in MA2/S2 was called "3C".

CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos constituyen un sistema abierto y multidimensional en el espacio y el tiempo (Manil, 1959). Se forman en superficies geomórficas estables, es decir, donde los procesos constructivos del suelo superan los procesos de erosión y sedimentación. La formación y evolución depende de factores como el *clima*, el *material parental*, el *relieve* y los *organismos biológicos* que actúan a través del *tiempo* (Dokuchaev, 1883; Fitzpatrick, 1976; Birkeland, 1999). En este sentido, los suelos deben comprenderse en su contexto de paisaje, por lo que su entendimiento requiere de una evaluación geográfica integrando distintas escalas. Los suelos son la base de la sostenibilidad de los ecosistemas terrestres (Morrás, 2003), por lo tanto, la comprensión de su evolución, propiedades, procesos y factores pueden aportar marcos de referencia relevantes y en una escala espacial apropiada para el entendimiento de las poblaciones humanas pasadas y su interacción con el ambiente (Holliday *et al.,* 1993; Holliday, 2004).

Los factores formadores mencionados influyen en la naturaleza e intensidad de determinados procesos pedogenéticos (Simonson, 1959), a saber, *adición* de componentes al sistema (materia orgánica, agua, minerales, etc.), *translocación* de elementos (como arcillas, coloides, etc.), *trasformaciones* fisicoquímicas y biológicas de la organización de partículas órgano-minerales y *pérdida* de materia (drenaje de soluciones). Estos procesos hacen que en los suelos se distingan horizontes con distinto color, espesor, textura, estructura, composición química y otros propiedades con expresión multi-escalar diferencial (Birkeland, 1999; Morrás, 2008).

Los suelos que se observan en el área de MA2 son de moderada a débilmente desarrollados debido principalmente a las bajas precipitaciones, las bajas temperaturas y el corto tiempo de formación (Frederiksen, 1988). En efecto, tienen un perfil poco diferenciado de tipo A-AC-C, donde el horizonte superficial es oscuro, rico en materia orgánica, de un espesor algo mayor a los 20 cm, de estructura granular y con menos del 30% de arcilla. Estas propiedades, en el marco del contexto fitoclimático, permiten clasificar al suelo dentro del orden de los Molisoles (Soil Survey Staff, 2010). Asimismo, las bajas temperaturas registradas en la zona lo incluyen dentro del grupo de los boroles, mientras que la ausencia de horizontes de iluviación (tipo B) lo clasifican como haploboroles típicos. En general, este perfil A-AC-C se encuentra enterrado por debajo de un perfil A-C (Entisol) (Fedoroff *et al.,* 2010; Soil Survey Staff, 2010) (Figura 2 y 4). Los dos perfiles de suelo presentan como material parental (horizonte C) un depósito eólico. Suelos similares también han sido registrados en el noreste de la Isla (Favier Dubois, 2003, 2007).

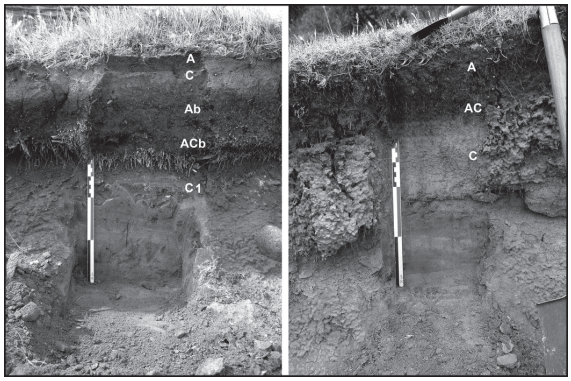

Figura 2: Perfiles de suelo del área de Marazzi 2. Izquierda: Molisol (Ab-ACb-C1) enterrado bajo un Entisol (A-C) (perfil de 65 cm de longitud); "b" indica la posición enterrada. Derecha: en sectores aledaños, el Molisol no de halla sepultado (perfil de 60 cm de longitud).

Figure 2: Soil profiles of Marazzi 2 Site area. Left: buried Molisol (Ab-ACb-C1) under an Entisol (A-C) (profile of 65 cm length); "b" means buried. Right: in some specific areas the Molisol is not buried (profile of 60 cm length) (Soil Survey Staff 2010).

La tarea de asignarle una cronología de origen a estos suelos no es sencilla, por la propia naturaleza tiempo-transgresiva de los mismos y la bioturbación que mezcla permanentemente material con distintas edades. Favier Dubois (2007) ha trabajado en esta dirección, en el noreste de Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz (Argentina), datando el suelo enterrado por OCR (edades mínimas sobre el horizonte AC del Molisol) y ^{14}C (edades máximas sobre material óseo, carbón o valvas ubicadas en el C del Molisol). El autor le asignó a estos suelos una edad de formación de *ca.* cal. 1000 años. Sin embargo, la temporalidad de este paleosuelo fue discutida en trabajos posteriores en la zona de Cabo Vírgenes (Santa Cruz, Argentina) que dataron en 660±50 AP (cal. 644-555 AP) material óseo de guanaco sin evidencias de migración vertical por debajo de este suelo (Barberena, 2008; y Borrero 2010; ver síntesis de esta discusión en Ozán 2015).).

El *timing* de expresión local de cambios climáticos regionales, la catena, la naturaleza del proxy analizado y las diferencias en el tratamiento de las edades radiocarbónicas, entre otros factores, matizan las diferencias entre las posturas anteriores. De hecho, un estudio micromorfológico de un perfil de 125 cm de profundidad excavado en MA2 muestra, para los últimos 3000 años, una sucesión de múltiples eventos pedogenéticos (no visibles a nivel macroscópico), algunos de los cuales se asocian a condiciones de mayor humedad que en la actualidad (Arroyo-Kalin *et al.,* 2007; Ozán *et al.,* 2015a). Este hecho muestra que los suelos pueden responder sensiblemente a fluctuaciones climáticas de distinta magnitud y duración.

METODOLOGÍA

Para comprender la modificación antrópica de suelos y sedimentos resultó fundamental el estudio de un área natural de control, es decir, una posición en el paisaje sin presencia visible de registro material, sin que ello implique ausencia de ocupación humana (Stein, 1985, Entwistle, *et al.,* 2000). Estos *loci* fueron buscados a unos cientos de metros del área de mayor concentración de materiales arqueológicos, procurando encontrar posiciones geomorfológicas y edáficas similares a la de los perfiles arqueológicos para minimizar el ruido en la comparación. Este hecho implicó estudiar la geomorfología del lugar (con observaciones de campo, información disponible, fotos aéreas y satelitales), así como también el tipo y distribución de los horizontes de suelo (a nivel macro y microscópico).

Se realizaron 11 sondeos dentro del área con presencia de registro arqueológico ("sondeos arqueológicos") y 13 fuera de ella ("sondeos naturales"). Estos sondeos fueron de 25x25 cm sobre perfiles expuestos excavados por niveles artificiales de 10 cm, utilizando zaranda de 2 mm. Por cuestiones operativas, para los análisis de laboratorio se sub-muestrearon la totalidad de los perfiles, eligiendo seis perfiles arqueológicos (tres en S1 y tres en S2) y cuatro naturales. En todos ellos se tomaron muestras de sedimentos (de unos 200 gr.)en el medio de cada horizonte de suelo (A-AC-C)para analizar fósforo total (%Ptotal), carbonatos (%CO3), pH y granulometría. A su vez, sobre algunos perfiles de este sub-muestreo, se estimó el porcentaje de materia orgánica (%TC), la susceptibilidad magnética y se tomaron muestras estructuradas para el estudio micromorfológico. A excepción del último, todos estos análisis fueron efectuados en el Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires.

El fosfato, 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.* Rypkema *et al.,* 2007). Por lo tanto, el análisis de este elemento constituye, en ausencia de otra fuente de aporte natural, un buen indicador de ocupación humana. Como protocolo se utilizó espectrofotometría UV-Visible del complejo azul que forma el fósforo con molibdato (error de medición: 5%) y se usaron como reactivos molibdato de sodio y metavanadato de sodio en medio nítrico.

Respecto al carbonato, se conoce que éste es parte constitutiva de las valvas de los moluscos, los huesos y también se registra como producto de reacciones químicas de cenizas de restos vegetales con otros componentes del medio como H_20 y CO_2. (Karkanas, *et al.,* 2000; Canti, 2003a). En este sentido, la abundancia de carbonatos se vuelve otro proxy potencial de ocupación humana. El carbonato también se encuentra en concreciones pedogenéticas o partículas de rocas calcáreas que, en el caso de MA2, no fueron reconocidas macro y microscópicamente en los perfiles de suelo. La interferencia de posibles fragmentos triturados de valvas de la playa depositados por el viento se intentó controlar con los niveles de $\%CO_3$ del muestreo natural. Para estos análisis se usó una titulación alcalimétrica con ácido clorhídrico como titulante (error de medición: 5%).

El pH fue medido con un instrumento de mano (SANXIN modelo PHS-3D-02), disolviendo sedimentos en agua destilada (proporción 1:2, 5) a temperatura ambiente (Avery y Bascomb, 1974). La medición del pH aporta información ambiental y contribuye al entendimiento de procesos post depositacionales que influyen en la lectura correcta del registro arqueológico (Karkanas, 2010). El color

de los horizontes fue determinado con la tabla de colores Munsell (Munsell Soil Color Chart, 2000).

Los estudios granulométricos para comprender con mayor detalle los procesos geomorfológicos y pedológicos locales fueron hechos por tamizado manual (*Rotap*) hasta los 500 µm y el resto de la fracción más fina fue enviada al sedígrafo. Las muestras fueron desagregadas con mortero blando y pre-tratadas con peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico para eliminar la materia orgánica y los carbonatos, respectivamente. El procesamiento de la información resultante se hizo a través de parámetros estadísticos de protocolo (Folk y Ward, 1957).

La materia orgánica fue medida indirectamente a través del método de *loss-on-ignition* (Avery y Bascomb, 1974), esto es, el registro de la diferencia en peso de una muestra antes y después de ser quemada a 550°C durante 14 horas. El resultado mide la pérdida de carbono inorgánico y orgánico, por lo cual es una estimación indirecta de la materia orgánica. Esta línea también fue elegida como medida de actividad humana.

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). La medición 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 ~1000 Hz, ~4000 Hz y ~16000 Hz (a 200 A/m, máxima amplitud del campo magnético). Los valores fueron normalizados a la masa. Se utilizó el parámetro de *frequency dependent susceptibility (XFD (1, 16))* para medir la diferencia entre dos frecuencias (1000 Hz y 16000 Hz) (Hrouda, 2011). Los resultados arriba de 5% se consideran significativos y presentan una mayor probabilidad de contener granos superparamagnéticos (como la magnetita). Este umbral se basa en que el máximo porcentaje registrado (en rocas) ha sido 12% (Qingsong *et al.,* 2005).

Finalmente, los análisis micromorfológicos fueron realizados para comprender, en una escala microscópica de alta resolución, los procesos pedogenéticos y morfogenéticos de los depósitos. Esta técnica tiene por objeto la descripción (cuali y semi-cuantitativa) e interpretación de los suelos y sus materiales relacionados, manteniendo la relación estructural entre todos los componentes. Las muestras se tomaron sin disturbar los sedimentos, fueron consolidadas con resinas epoxy y pulidas hasta los 25-30 µm. Las láminas delgadas resultantes fueron observadas con un microscopio petrográfico de luz polarizada. La descripción se realizó siguiendo los protocolos internacionales (Bullock *et al.,* 1985; Courty *et al.,* 1989; French, 2003; Stoops, 2003; Stoops, *et al.,* 2010).

A partir de los mismo cortes delgados procesados para el trabajo micromorfológico, se analizó la mineralogía de cada sección. Para su cuantificación, se tomaron cinco spots equidistantes (con lente de 10x) a lo largo de cada corte. Se contabilizaron los grupos mineralógicos en cada uno de dichos spots y se los promedió para tener un valor por muestra más representativo. El cómputo de minerales de precipitación amorfa se estimó semi-cuantitativamente (abundante, frecuente, ocasional y escaso). La cuantificación de los componentes antropogénicos se realizó haciendo cinco transectas longitudinales en cada muestra (con lente de 4x).

Si bien las propiedades fisicoquímicas y micromorfológicas del suelo naturalmente varían a través del tiempo, una aproximación actualística como ésta es la única vía de entrada. Por otra parte, el registro arqueológico es tiempo transgresivo, en este sentido el entendimiento de las propiedades edáficas actuales es consistente con el objeto de estudio. Asimismo, existen rasgos actuales que pueden contener indirectamente los cambios de las propiedades fisicoquímicas, como por ejemplo el tipo y grado de meteorización sobre partículas óseas y minerales. La micromorfología de suelos es especialmente sensible a este examen cualitativo.

Para evaluar el rol de los procesos pedogenéticos y otros agentes en la distribución vertical del material, se cuantificó la frecuencia de registro arqueológico (macroscópico) por nivel artificial y horizonte de suelo. El tamaño de los materiales recuperados así como también su grado de preservación fueron tenidos en cuenta para

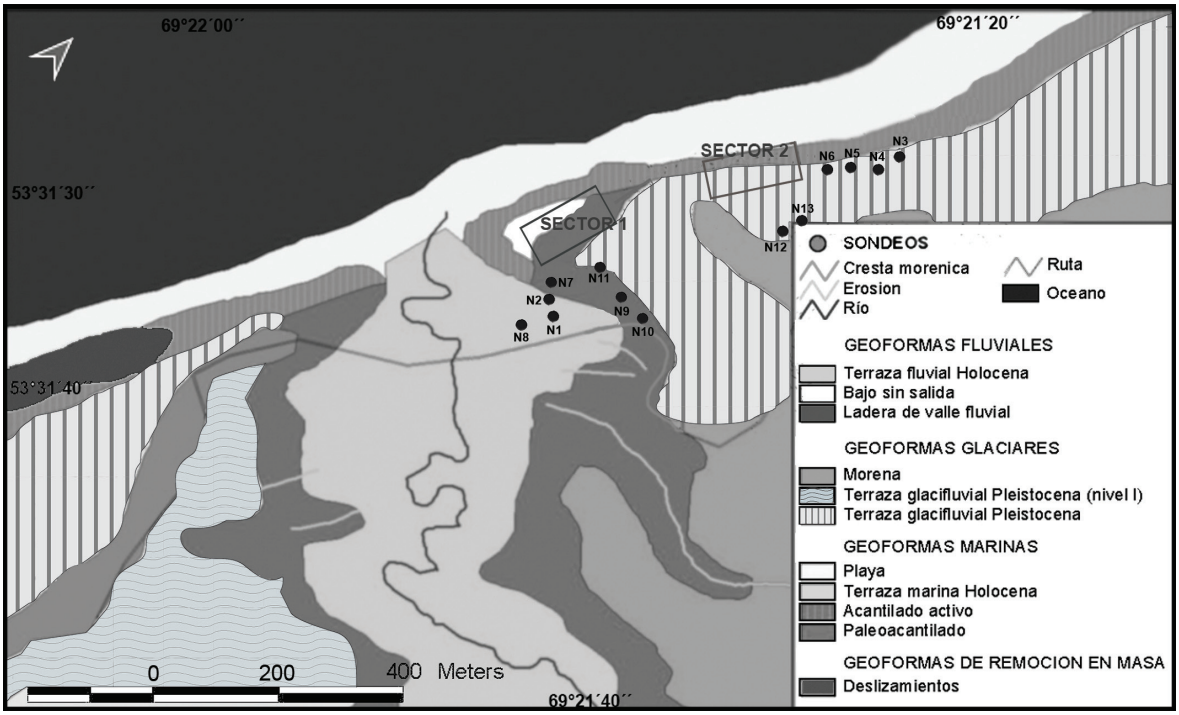

Figura 3: Mapa geomorfológico del sitio Marazzi 2. "N"= sondeo natural. Dentro del recuadro del Sector 1, se ubican los seis sondeos arqueológicos y dentro del recuadro del Sector 2 los otros cinco sondeos arqueológicos.

Figure 3: Geomorphological map of Marazzi 2 Site. "N"= natural station. Within the rectangle which corresponds to the Sector 1, the six archaeological stations are placed. The Sector 2 rectangle contains five archaeological stations.

comprender las distintas historias tafonómicas (Borrero, 2001; Borrazzo, 2006). El rol de las raíces y la macro, meso y microfauna del suelo fue evaluado a través del análisis micromorfológico (Kooistra y Pulleman, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los próximos apartados se analiza la geomorfología del área de MA2 y los perfiles de suelo con un abordaje micromorfológico. Estos aspectos constituyen la línea de base para comprender la dinámica de este espacio en términos de tipo e intensidad de procesos sedimentarios y pedogenéticos. Luego se discuten una serie de parámetros geoquímicos y magnéticos con el objetivo de indagar acerca de las posibles modificaciones antrópicas. Finalmente se analiza la distribución vertical del registro arqueológico y sus implicancias depositacionales.

Geomorfología, granulometría y suelos

MA2 se sitúa en un paisaje complejo y policíclico, donde actúan múltiples procesos geomorfológicos, destacándose los costeros y fluviales. En los interfluvios y zonas más elevadas se registran geoformas glaciales, representadas por las morenas del estadio de desglaciación D, formadas hace al menos 14500 años (Clapperton *et al.,* 1995; Bentley, *et al.,* 2005; McCulloch, *et al.,* 2005a). Se destacan deslizamientos y lóbulos de reptaje en los taludes de las morenas terminales, ubicadas por detrás del sitio (Figura 3 y 4), hecho que podría deberse a episodios de congelamiento y descongelamiento de suelos en pendientes (French, 2007).

En las terrazas altas del río Torcido, temporario y de hábito meandriforme, se sitúa S1, cuyas primeras ocupaciones se habrían desarrollado en sus planicie de inundación (Ozán *et al.,* 2015a). S2 se encuentra cercano a un borde de paleoacantilado

MA2		Granulometría (□)								% arcilla	textura
		media	moda	selección		asimetría		Curtosis			
perfiles arqueológicos	1 S2 A	3,66	4	1,76	pobre.	-0,08	simet.	2,14		2,60	franco limosa
	1 S2 AC	3,79	4	2,54	m/pobre.	-0,12	simet.	1,59		5,10	franco limosa
	1 S2 C	4,33	5	2,32	m/pobre.	-0,12	_	1,40	lepto.	6,00	franco limosa
	1 S4 A	3,82	4	1,24	pobre.	-0,16	_	0,84	plati.	3,30	franco limosa
	1 S4 AC	4,37	4	2,13	m/pobre.	0,18	m/+	1,33	lepto.	7,40	franco limosa
	1 S4 C	4,71	4,5	1,45	pobre.	0,11	m/+	-0,07	m/plati.	5,00	franco limosa
	1 S5 A	3,40	4	2,20	m/pobre.	-0,10	_	1,22	lepto.	3,50	franco arenosa
	1 S5 AC	3,44	4	2,46	m/pobre.	-0,03	simet.	1,81		4,50	franco arenosa
	1 S5 C	3,30	3,5	2,14	m/pobre.	-0,08	simet.	1,29	lepto.	2,9	franco arenosa
	Media	3,87 a. m/fina	4,11 l. grueso	2,03	_	-0,05	_	1,28		4,48	_
	DE	0,49	0,42	0,45	_	0,12	_	0,63		1,58	_
	2 S1 A	3,55	3,5	1,50	pobre.	0,15	m/+	1,06	meso.	2,50	franco arenosa
	2 S1 AC	4,13	3,5	1,98	pobre.	0,29	m/+	1,65	m/lepto.	6,10	franca
	2 S1 C	3,88	3,5	1,73	pobre.	0,09	simet.	1,04	meso.	3,30	franco arenosa
	2 S2 A	3,64	3,5	1,30	pobre.	0,06	simet.	1,07	meso.	2,10	franco arenosa
	2 S2 AC	3,82	3,5	1,45	pobre.	0,10	m/+	1,55	m/lepto.	2,80	franco arenosa
	2 S2 C	4,26	3,5	2,01	m/pobre.	-0,05	simet.	1,80	m/lepto.	6,90	franca
	2 S3 A	3,65	3,5	1,25	pobre.	0,16	m/+	0,74	plati.	2,00	franco arenosa
	2 S3 AC	4,14	3,5	2,10	m/pobre.	0,36	m/+	1,49	lepto.	6,10	franca
	2 S3 C	3,82	3,5	1,64	pobre.	0,24	m/+	0,99	meso.	3,20	franca
	Media	3,88 a. m/fina	3,5 a. m/fina	1,66	_	0,16	_	1,27	_	3,89	_
	DE	0,25	0	0,31	_	0,13	_	0,36	_	1,92	_
perfiles naturales	N6 A	3,37	4,5	3,27	m/pobre.	-0,58	m/-	2,01	m/lepto.	4,20	franco limosa
	N6 AC	4,05	3.5 / 5	2,45	m/pobre.	-0,04	simet.	1,70	m/lepto.	6,20	franco limosa
	N6 C	6,07	5 / 9.5	1,99	pobre.	0,37	m/+	2,58	m/lepto.	24,30	franco arcillo limosa
	N7 A	3,90	4	1,82	pobre.	0,06	simet.	0,62	m/plati.	3,30	franco limosa
	N7 AC	3,98	4	2,05	m/pobre.	0,02	simet.	2,01	m/lepto.	4,60	franco limosa
	N7 C	3,77	4,5	2,19	m/pobre.	-0,28	simet.	1,33	lepto.	4,00	franco limosa
	N8 A	2,79	4	2,75	m/pobre.	-0,56	m/-	1,07	meso.	2,30	franco limosa
	N8 AC	3,32	4,5	2,44	m/pobre.	-0,21	simet.	1,49	lepto.	3,50	franco arenosa
	N8 C	3,18	-1.5 / 5	3,16	m/pobre.	-0,68	m/-	1,16	lepto.	3,50	franco limosa
	N13 A	3,32	3,5	1,71	pobre.	-0,07	simet.	1,08	meso.	2	franco arenosa
	N13 AC	3,72	3,5	1,67	pobre.	0,21	m/+	1,67	m/lepto.	3,40	franca
	N13 C	4,27	3,5	2,09	m/pobre.	0,38	m/+	1,12	lepto.	8,00	franca
	Media	3,81 a. m/fina	4 l. grueso	2,30	_	-0,11	_	1,49	_	3,84	_
	DE	0,83	0,43	0,53	_	0,36	_	0,54	_	1,75	_

Tabla 2: Caracterización granulométrica de muestras de suelos pertenecientes a perfiles arqueológicos y naturales. Nota: ϕ = phi; a. = arena; m/ = muy; l. = limo; simet. = simétrica; _ = negativa; + = positiva; lepto. = leptocúrtica; plati. = platicúrtica; meso. = *mesocúrtica (Folk y Ward 1957; Soil Survey Staff 2010).*

Table 2: Granulometry of archaeological and natural soil profiles. Note: ϕ = phi; a. = sand; m/ = very; l. = silt; simet. = simetric; _ = negative; + = positive; lepto. = leptokutic; plati. = platikutic; meso. = mesokurtic (Folk and Ward 1957; Soil Survey Staff 2010).

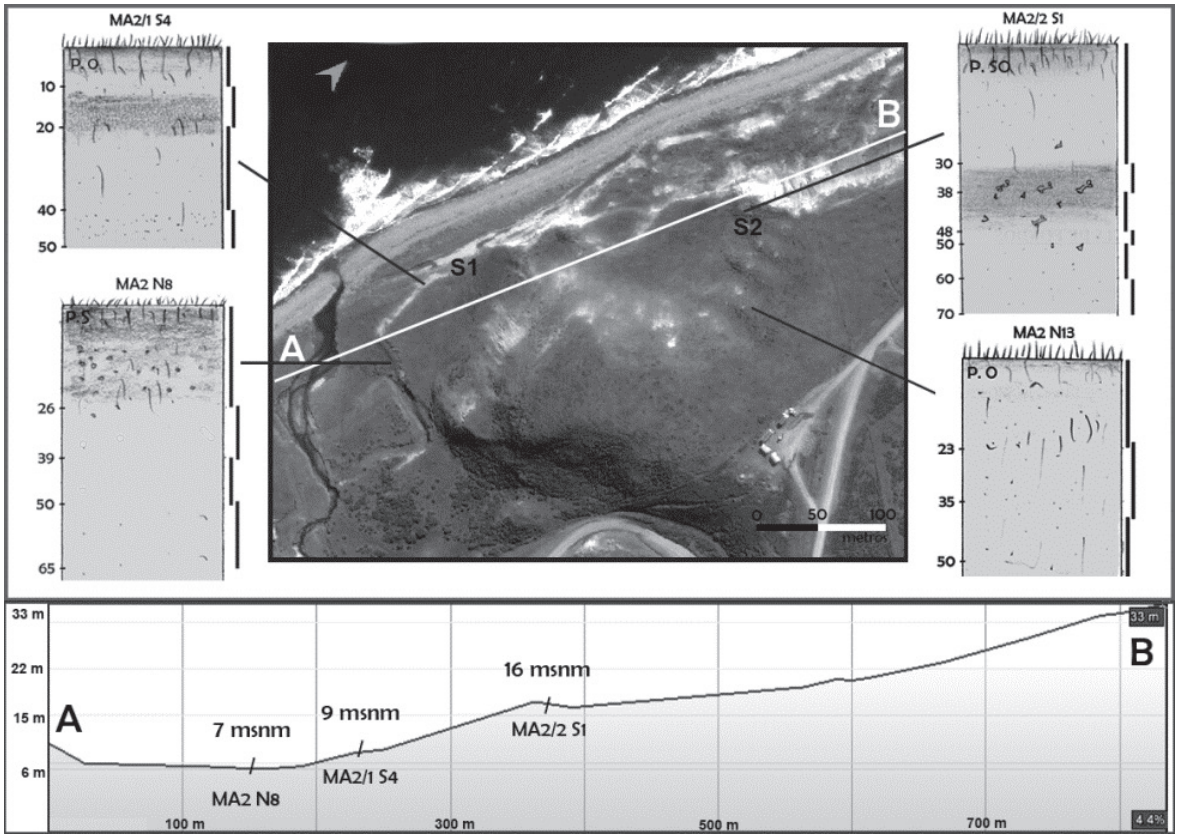

Figura 4: Algunos ejemplos de perfiles y su posición geomorfológica señalada en una imagen satelital. Abajo, perfil de elevación con valores aproximados en una transecta que pasa por S1 y S2. Nota: P = perfil.

Figure 4: Examples of profiles and their geomorphological position pointed in the satellite image. Below, an estimation of the elevation profile which connects S1 and S2. Note: P = profile.

(vinculado a la transgresión del Holoceno Medio), al pie de un talud de una morena terminal, frente a una hondonada que fue interpretada como un *kettle hole* producto de una laguna proglaciar (Prieto, 1998; McCulloch *et al.,* 2005b). Es importante destacar que los permanentes deslizamientos rotacionales del acantilado tanto en S1 como S2, reducen la superficie total con registro arqueológico, constituyendo un factor de alto impacto en la conservación del sitio (Morello *et al.,* 2009). De acuerdo a estudios regionales, el sector de planicie y terrazas de la desembocadura del río Torcido habría estado disponible a partir del *ca.* 4000 AP (Brambati, 2000).

Los análisis granulométricos complementan este panorama geomorfológico (Tabla 2). En S1 predomina la textura franco limosa, en S2 la franco arenosa y en el área natural de control la franco limosa. Las medias y modas muestran en todos los casos fracciones de arena muy fina a limo grueso, 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.

La Figura 4 señala con unos ejemplos la variabilidad de perfiles de suelo en función de la posición geomorfológica. En S1, el horizonte A enterrado comienza a unos 10 cm de profundidad, mientras que en S2 este mismo horizonte A aparece a unos 20 cm. Este hecho muy probablemente se vincule con un mayor aporte coluvial y eólico debido a que en S2 los sondeos se encuentran más próximos a un talud de mayor inclinación que el de S1 y con un

frente que mira al SO. Los perfiles naturales muestran que, en terrazas fluviales bajas, el horizonte A del Molisol se encuentra en superficie (N8) y en el talud de la morena terminal (N13) el horizonte superficial del Molisol está ausente. La catena desde el talud de la morena terminal hasta la terraza baja del río Torcido muestra (Figura 4): un Entisol en la pendiente proximal del talud de la morena (*e.g.* N13), un Molisol enterrado por un Entisol a unos 20 cm en la parte distal del mismo talud (*e.g.* MA2/2 S1), un Molisol enterrado por un Entisol a 10 cm en una terraza alta del rio Torcido (*e.g.* MA2/1 S4) y finalmente un Molisol en contacto con la superficie (*e.g.* N8).

Micromorfología de suelos

La Figura 5 ilustra algunos aspectos relevantes del análisis micromorfológico de tres perfiles pertenecientes a S1, S2 y el área natural de control. Una descripción micromorfológica completa puede verse en la Tabla 3 y la cuantificación mineralógica en la Tabla 4 (Bullock *et al.,* 1985; Courty *et al.,* 1989; French, 2003; Stoops, 2003; Stoops *et al.,* 2010).

En S1 (sondeo 2), la micromorfología de suelos muestra un perfil con una intensa bioturbación por raíces y actividad de micro, meso y macro fauna de suelo (Figura 5A). Una de las láminas presenta agregados de gran tamaño que indican un depósito removido/ mezclado por animales cavadores como roedores. Los componentes minerales muestran arena mediana y grava ocasional, subredondeada y sin orientación, que podría atribuirse a una depositación coluvial. Por otro lado, se registra arena subangular fina (de unos 200 µm) bien seleccionada y típica de depósitos eólicos. Este hecho complejiza la lectura de los análisis granulométricos descritos arriba, que muestran depósitos pobremente seleccionados. En otras palabras, las muestras no presentan buena selección si se toman todas las fracciones granulométricas conjuntamente, pero dentro del grupo de las arenas finas sí es posible detectar una buena selección en las láminas micromrofológicas. Respecto al micro-registro arqueológico, se observa un incremento de la abundancia de restos óseos desde los 10 a los 40 cm (Figura 5B). Estos componentes también podrían ser de origen tafonómico, pero la presencia de material cultural macroscópico en este mismo sondeo (Tabla 6) y

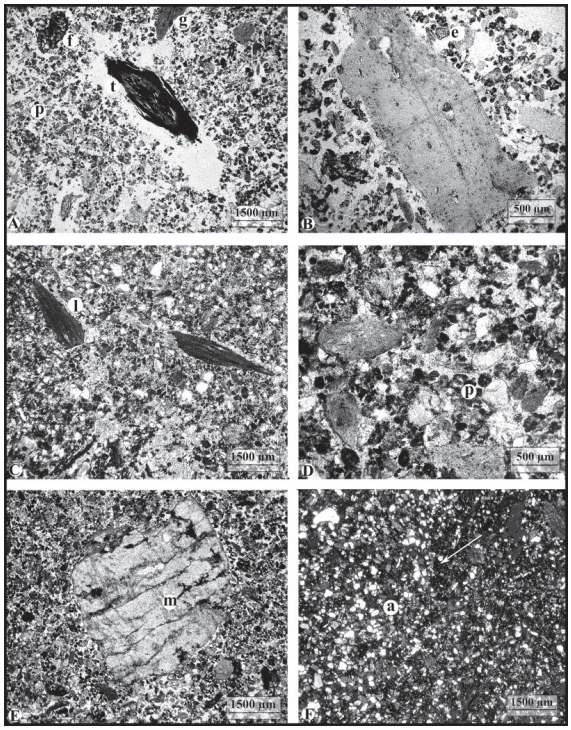

Figura 5: Microfotografías. PPL = luz polarizada plana; XPL = luz polarizada cruzada. A– tejido vegetal reemplazado por óxido de hierro y manganeso (t), *pellety fabric* (p), grava subredondeada (g), feca de macrofauna (f); nótese la alta porosidad en poros de empaquetamiento (MA2/1S2C 28-38 cm; PPL). B– fragmento óseo subredondeado en *pellety fabric*, espora de hongo (e) (MA2/1S2C 28-38 cm; PPL). C– microlasca fragmentada de roca metamórfica (l), matriz porfírica abierta (MA2/2S3AC 18-27,5 cm; PPL). D– arenas gruesas redondeadas inmersas en *pellety fabric* (p) (MA2/2S3C 24-34 cm; PPL). E– meteorización y neoformación de arcillas (m) sobre un grano de feldespato (MA2/N13A 4-16 cm; PPL). F– arenas medias subangulares (a) bien seleccionadas; nótese la diferencia granulométrica del borde superior izquierdo (más gruesos, menos materia orgánica) *vs*. inferior derecho (más finos, más materia orgánica), rasgo vinculado al rellenado de túneles producidos por meso y macrofauna (MA2/N13A 16-28,5 cm; XPL).

Figure 5: Microphotograph. PPL = plane polarized light; XPL = cross polarized light. A– plan tissue replaced by iron and manganese oxides (t), pellety fabric (p), subrounded gravel (g), pellet of macrofauna (f); note the high porosity of packing voids (MA2/1S2C 28-38 cm; PPL). B– subrounded bone fragment within a pellety fabric; fungi spore (e) (MA2/1S2C 28-38 cm; PPL). C– fragmented microflake of metamorphic rock (l), open porphyric related distribution (MA2/2S3AC 18-27.5 cm; PPL). D– coarse subrounded sand within a pellety fabric (p) (MA2/2S3C 24-34 cm; PPL). E– rock weathering and clay neoformation (m) on a feldspar grain (MA/2N13A 4-16 cm; PPL). F– well sorted subangular medium sand (a), note the granulometric difference between the upper left sector of the slide (coarser with few humified organic matter) vs. the bottom right sector (finer with abundant humified organic matter). The latter is related with fauna passage feature (MA/2N13A 16-28.5 cm; XPL).

MA2/1 S2 (perfil arqueológico)	
11-23 cm	**Microestructura.** Canal (*ca.* 250-500 µm de ancho). Poros de empaquetamiento simples y cavidades (<400 µm). Porosidad: 20-25%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50 µm) y micromasa.** 40/60. Distribución relacional: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: cristalítica e indiferenciada (orgánica, 95% pellets). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales*: escasa grava redondeada (<5 mm), sin orientación. Ocasional arena mediana redondeada/ subredondeada (ca. 500 µm). Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200 µm). *Componentes antropogénicos*: cuatro fragmentos redondeados de hueso (200-300 µm). *Materia orgánica:* 5-10%. Tejidos vegetales de hasta 2,5 cm, reemplazadas por óxidos de hierro. Esporas. Grado de preservación A, B (predominio), C, D, E (sensu Blazejewski *et al.,* 2005). **Edaforrasgos**. Escasos nódulos y precipitaciones amorfas de Fe y Mn. Alta bioturbación: raices, pellety fabric (de ácaros, Enchytraeids, lombrices -A. rosea?–, etc.; Blazejewski *et al.,* 2005; Kooistra y Pulleman 2010). Túneles, rellenos.
17-27 cm	**Microestructura.** Granular (*ca.* 2 cm)/ cavidades. Poros de empaquetamiento. Cavidades (500-600 µm) y canales (ca. 500 µm). Porosidad: 10-15%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 80/20. Distribución relacional: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 80% humus y pellets). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales*: ocasional arena gruesa redondeada (500 µm-1,5 mm) sin orientación y arena mediana subredondeada (500-600 µm). Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (ca. 200 µm). *Componentes antropogénicos:* tres fragmentos óseos redondeados (300 µm–2 mm). *Materia orgánica:*<5%. Tejidos vegetales (<5 mm) muchos reemplazados por óxidos de hierro. Preservación A, B. **Edaforrasgos.** Escasos nódulos de Fe y Fe/Mn (ca. 1 mm). Alta bioturbación: raices, túneles, rellenos, pellety fabric (meso y macro fauna circunscripta a algunos espacios, menos que arriba). Depósito "removido" (roedores?).
28-39 cm	**Microestructura.** Canales (*ca.* 250 µm-1 mm de ancho). Poros de empaquetamiento y cavidades (500 µm– 1 mm). Porosidad: 20-25%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 50/50. Distribución relacional: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: cristalítica e indiferenciada (orgánica, 90% pellets). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales:* ocasional arena gruesa redondeada/subredondeada sin orientación. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (200 µm). Un fragmento de triza volcánica bien preservado. *Componentes antropogénicos*: nueve fragmentos óseos subredondeados (200 µm – 1,5 mm) meteorizados. *Materia orgánica:* 5-10%. Tejidos vegetales (<5 mm) reemplazados por óxidos de Fe y Mn. Algas. Abundantes sporas. Preservación A, B, D. **Edaforrasgos.** Escasos nódulos de hierro (<2,5 mm). Alta bioturbación: pellety fabric (meso y macro fauna en toda la muestra homogéneamente), túneles, raíces. "Pedosedimento" (*sensu* Fedoroff *et al.,* 2010) de arcilla limpia y laminada (300 µm). Intercalación oblicua de arena fina.
MA2/2 S3 (perfil arqueológico)	
9-20 cm	**Microestructura.** Cavidades (500 µm– 2,5 mm). Canales (*ca.* 500 µm). Porosidad: 25-30%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 20/80. Distribución relacional: porfírica abierta. Fabrica-b: indiferenciada, orgánica (90% humus). **Fracción gruesa.** *Componentes minerales:* escasa arena gruesa (<1,5 mm) subredondeada, sin orientación. Ocasional arena mediana (ca. 250 µm). Abundante arena subangular bien seleccionada (100 µm). *Componentes antropogénicos*: ausentes. *Materia orgánica:* 5-10%. Tejidos vegetales (<5 mm) reemplazados por óxidos de Fe y Mn. Preservación A. **Edaforrasgos.** Escasos/ ocasionales nódulos y precipitaciones amorfas de óxido de Fe y Mn. Moderada bioturbación: mayormente raices.
18-27,5 cm	**Microestructura.** Masiva/ cavidades(*ca.* 500 µm – 1 mm). Fisuras (*ca.* 60 µm). Poros de empaquetamiento. Porosidad: 10-15%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 20/80. Distribución relacional: porfírica abierta. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 80% pellets y humus). **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** *Componentes minerales*: frecuente arena gruesa/mediana subredondeada (300 µm-1,5 mm), sin orientación. Abundante arena fina subangular bien seleccionada (100 µm). *Componentes antropogénicos:* un fragmento de microlasca fragmentada. *Materia orgánica:* 10-15%. Tejidos vegetales (<2 cm) reemplazados por óxidos de Fe y Mn, verticalmente orientados. Preservación A. **Edaforrasgos.** Ocasionales nódulos de Fe y Mn. Bioturbación moderada: pellety fabric (concentrados en la segunda mitad), pasajes, raices. Estratificaciones en la segunda mitad de la muestra. Meteorización sobre rocas. Muy escasos revestimientos de arcillas sucias.
24-34 cm	**Microestructura.** Cavidades(*ca.* 500 µm)/ masiva. Algunos poros de empaquetamiento. Porosidad: 15-20%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 20/80. Porfírica abierta. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 90% humus y pellets). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales:* frecuente arena gruesa subredondeada (500-750 µm), sin orientación. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200 µm). *Componentes antropogénicos*: un fragmento óseo (60 µm). *Materia orgánica*: 5-10%. Tejidos vegetales reemplazados por óxidos de Fe y Mn. Puntuaciones. Preservación A, B, E. **Edaforrasgos.** Ocasionales nódulos y precipitaciones amorfas de óxido de Fe y Mn; también en forma de tinciones y revestimientos sobre partículas minerales. Bioturbación moderada: pellety fabric, rellenos. Estratificaciones. Un "pedosedimento" de arcilla limpia y laminada.
MA2 N13 (perfil natural)	
4-16 cm	**Microestructura.** Masiva. Poros de empaquetamiento, cavidades (*ca.* 250 µm). Porosidad: 10-12%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 10/90. Porfírica a espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 90% pellets). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales*: escasa arena gruesa subredondeada/ redondeada sin orientación y más concentrada en la base. Abundante arena fina subangular bien seleccionadas (100-200 µm). *Componentes antropogénicos:* ausentes. *Materia orgánica:* 10-15%. Tejidos vegetales (<1 cm) reemplazados por óxidos de Fe y Mn, verticalmente orientados. Preservación B, C, D, E. **Edaforrasgos.** Escasos nódulos (ca. 500 µm) y precipitaciones amorfas de óxido de Fe y Mn. Alta bioturbación: pellety fabric (cobertura total, destaca la abundancia de pellets de macrofauna), rellenos. Meteorización de minerales.
16-28,5 cm	**Microestructura.** Masiva. Poros de empaquetamiento. Canales (500-750 µm) Porosidad: 5-10%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 20/80. Porfírica a espacio simple. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 95% pellets y humus). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales*: 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 µm). *Componentes antropogénicos:* ausentes. *Materia orgánica*: <10%. Tejidos vegetales que aumentan levemente hacia abajo (<1,5 cm), reemplazados por óxidos de Fe y Mn, verticalmente orientados. Preservación A, B, D, E. **Edaforrasgos.** Ocasionales nódulos e impregnacionesde óxido de Fe y Mn. Bioturbación moderada: pellety fabric (sectorizada), rellenos, raices.
24-34 cm	**Microestructura.** Masiva. Poros de empaquetamiento. Porosidad: 5-10%. **Masa basal (gruesos/ finos a 50µm) y micromasa.** 20/80. Distribución relacional: porfírica de espacio doble. Fábrica-b: indiferenciada (orgánica, 90% humus y pellets). **Fraccion gruesa.** *Componentes minerales:* escasa arena gruesa subredondeada (500-750 µm), sin orientación. Abundante arena fina angular/subangular muy bien seleccionada (50-150 µm). *Componentes antropogénicos*: ausentes. *Materia orgánica*: 5/10%. Tejidos vegetales mayormente reemplazados por óxidos de Fe y Mn, algunos verticalmente orientados. Preservación A, B. **Edaforrasgos.** Escasos nódulos e impregnacionesde óxido de Fe y Mn. Bioturbación moderada: pellety fabric (sectorizada), rellenos, enraizamientos. Estratificaciones.

Tabla 3: descripción micromorfológica.

Table 3: micromorphological description.

la ausencia de material óseo microscópico en los perfiles naturales de control hacen más probable el origen antrópico de estos fragmentos óseos.

En S2 (sondeo 3) las características microestructurales son similares a las descritas para S1. Las diferencias radican en un incremento de la precipitación de óxidos de hierro y manganeso (por ciclos de humedad/ desecamiento, pH, condiciones de drenaje, etc.), mayor abundancia de macrorestos vegetales y menor bioturbación. Este depósito muestra además un incremento de arena gruesa y la fracción de arena fina y subangular muestra una selección de partículas de menor tamaño que S1 (de unos 100 µm). Esta última situación podría vincularse con la posición más elevada en la que se encuentra S2 (Figura 5C y D).

Finalmente, el análisis micromorfológico del área natural (sondeo 13) muestra una microestructura masiva y menor porosidad que en los casos anteriores (Figura 5E) como consecuencia de un aumento de la fracción fina. Como en S1 y S2, aquí también se registran propiedades atribuibles a procesos coluviales y eólicos (Figura 5F). La bioturbación es moderada y no se registran componentes antropogénicos.

En síntesis, la micromorfología de suelos muestra que existen algunas diferencias entre los perfiles de S1, S2 y el área natural que parecen relacionarse con la posición geomorfológica (Figura 3 y 4) que condiciona la intensidad en la que actúan los procesos coluviales y eólicos. Éstos determinan la granulometría de los depósitos que a su vez influye en la porosidad, las condiciones de drenaje, la neoformación de minerales (como los óxidos), entre otras propiedades órgano-minerales. De este análisis también se desprende que la bioturbación es mayor en S1, seguida por S2 y el área natural.

El análisis mineralógico (Tabla 4) muestra cierta homogeneidad entre todos los perfiles, con un predominio de feldespatos, líticos (volcánicas y metamórficas), óxidos de hierro/manganeso y anfíboles. La abundancia de minerales de rápida alteración y la escasa presencia de granos de cuarzo indica un perfil mineralógico de poca madurez, consistente con la baja agresividad química de los ambientes fríos y semiáridos (Pettijohn, 1993).

% MINERALES	MA2/1 S2 (cm)			MA2/2 S3 (cm)			MA2 N13 (cm)			X
	11-23	17-27	28-39	9-20	18-27,5	24-34	4-16	16-28,5	24-34	
feldespatos	49,5	47,0	52,8	44,1	35,8	47,7	21,4	46,3	48,6	43,7
líticos	28,3	29,2	24,0	24,8	37,5	26,0	28,9	32,6	30,6	29,1
ox. de Fe/Mn (nódulos/ impregnaciones)	2,2	5,4	2,8	5,6	5,6	9,7	16,2	7,4	5,8	6,7
anfiboles	5,1	3,8	4,2	4,7	2,1	5,8	19,1	4,5	4,3	6,0
plagioclasas	3,8	2,7	2,8	8,1	5,9	3,1	6,4	5,0	3,6	4,6
opacos (cristalinos/ impregnaciones)	4,1	5,4	7,6	7,8	5,6	3,5	0	0	0,4	3,8
cuarzo	2,9	2,2	0,8	2,5	4,9	1,9	2,3	2,5	2,2	2,5
glauconita	1,3	1,6	2,0	0,9	0,7	0,8	0,6	0,0	1,1	1,0
piroxenos	1,3	0,5	0,8	0,6	1,0	0,8	1,2	0,8	1,4	0,9
epidoto	1,0	0	0	0,9	0,7	0,8	2,9	0,8	1,1	0,9
fitolitos	0,6	1,6	1,1	0	0	0	0	0	0	0,4
circón	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0,7	0,2
vidrio volcánico	0	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0,1
apatita	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,4	0,1
microclino	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0,0
ox. de Fe/Mn en matriz	5	8	5	30	30	20	5	30	20	15,0
clorita	x	xx	_	x	x	_	_	_	x	_
arcillas neoformadas en feldespatos	_	xx	xxx	xxx	x	x	_	x	xxx	_
seritización en feldespatos	_	xxx	xxx	_	_	xx	_	x	xxx	_

Tabla 4: Cuantificación mineralógica. Entre los líticos predominan las rocas volcánicas, metamórficas y, en mucho menor medida, sedimentarias.

Table 4: Mineralogical quantification. Among the lithic material, volcanic, metamorphic and fewer sedimentological rocks are represented.

Geoquímica y propiedades magnéticas

En la Tabla 5 se presentan los resultados de los análisis geoquímicos y magnéticos de los sondeos arqueológicos y naturales. Se detalla a continuación una evaluación de cada parámetro.

1) Fósforo total. Las medias y desviaciones estándar de los valores del %Ptotal no muestran diferencias entre S1 y S2 ni ellos respecto al área de control. Si se toman las medias por horizontes (A-AC-C) de todos los sondeos (arqueológicos y naturales), la comparación tampoco presenta diferencias sustanciales entre sí. La tendencia general de todos los perfiles muestra que este parámetro disminuye en profundidad, situación esperable si sostenemos que la materia orgánica también disminuye hacia abajo y el fósforo refleja indirectamente –entre otras cosas– la mineralización del fósforo orgánico. Estos resultados sugieren que, la intensidad de ocupación humana no ha sido de suficiente magnitud como para sobreimponerse a la firma natural , aunque las variaciones podrían caer dentro del error del método..

2) Carbonatos. En contraste con el caso anterior, este parámetro muestra diferencias entre los perfiles arqueológicos y naturales. Las diferencias entre S1 y S2 son menores y ambas se distinguen del área natural de control, que presenta valores inferiores y menos variables. En los perfiles naturales los porcentajes de carbonatos tienden a disminuir en profundidad, mientras que en los perfiles arqueológicos presentan un comportamiento variable, siendo que a veces disminuyen perfil abajo, a veces incrementa y otras simplemente oscilan. Esta ausencia de tendencia clara dentro del sitio podría vincularse con las ocupaciones humanas. Como ya fue indicado en el apartado metodológico, las fuentes posibles de carbonatos son las valvas de molusco, las cenizas producto de la combustión de restos vegetales que al reaccionar con el agua y el dióxido de carbono pueden resultar en la síntesis de carbonatos (Canti, 2003a) y la meteorización química de restos óseos. Los perfiles arqueológicos presentan uno o varios de estos componentes. A su vez, en las secciones delgadas, las fábricas de birrefringencia (expresión indirecta de los componentes finos de los sedimentos) de tipo "cristalítica" de S1 podrían estar indicando la presencia de pequeños cristales de calcita. Sin embargo, como también fue señalado, no es posible descartar la incorporación de carbonatos a través de sedimentos con pequeños fragmentos de valvas trituradas de la playa, depositados por el viento. En este sentido, los valores de carbonatos de perfiles naturales podrían estar indicando esta incorporación eólica de carbonato detrítico.

3) Materia orgánica. Como en el caso del %Ptotal, no se registran diferencias entre S1 y S2, ni entre estos y el área de control. En todos los casos, la tendencia general es la del decrecimiento del %TC perfil abajo. Este dato también es consistente con el valor %P total.

4) Acidez. En términos generales, el pH es levemente ácido en S1, levemente alcalino a neutro en S2 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). Sin embargo, resulta complejo con la información disponible comprender la relación y eventual causalidad entre pH y carbonatos ya que suelos ácidos podrían contribuir a la disolución de carbonatos, pero al mismo tiempo, suelos enriquecidos en carbonatos podrían elevar el pH del suelo. Lo importante en este punto es que el pH de los sondeos dentro del sitio 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 (Hedges y Milliard, 1995; Karkanas, 2010).

5) Susceptibilidad magnética. Los valores medidos a una frecuencia de 1000 Hz muestran que la señal más intensa se encuentra en uno de los perfiles naturales (N13) cercano a S2 (Figura 3). Le siguen en magnitud, los valores en S2, luego los de S1 y el otro del área natural (N1) cercano a S1. Vale destacar que estos valores guardan relación con la abundancia de óxidos de hierro (como hematita y goethita) registrados en la cuantificación mineralógica (Tabla 4). Estos resultados de susceptibilidad magnética no serían consistentes con el planteo de que los perfiles arqueológicos deberían presentar una señal más intensa como producto de las actividades antrópicas como la combustión (Dalan y Banerjee, 1998). Más aún, el parámetro X_{FD} (1, 16) (Hrouda, 2011) muestra valores significativos para los horizontes superficiales del sondeo 2 de S1 y N1. Esto podría estar indicando la presencia de granos superparamagnéticos, pero no se

MA2		P_{total} %	$CaCO_3$ %	TC %	ph	Susceptibilidad mag. a 1000 Hz (10^{-7}) m^3/kg	Susceptibilidad mag. $X_{FD}=100(X_{LF}-X_{HF})/X_{LF}$ (%)	Color	Estructura
perfiles arqueológicos	1 S2 A	0,086	0,30	14,55	6,2	7,03	5,5	2.5Y 3/3	migajosa/ grano suelto
	1 S2 AC	0,039	0,72	10,61	7,0	7,89	5,7	2.5Y 4/2	bloques suban. débil/moderados h. 3 cm
	1 S2 C	0,043	1,58	9,09	7,6	3,51	1,6	2.5Y 4/3-5/2	
	1 S4 A	0,076	0,35	9,06	6,6	6,46	2,7	2.5Y 3/2	granular moderada
	1 S4 AC	0,032	0,33	5,30	6,8	3,77	1,1	2.5Y 4/2	granular débil
	1 S4 C	0,015	0,15	4,57	6,8	2,99	_*	2.5Y 6/3	bloques suban. moderados h. 2 cm
	1 S5 A	0,024	0,44	_	_	_		2.5Y 3/2	migajosa/ grano suelto
	1 S5 AC	0,021	0,14	_	_	_		2.5Y 5/2	migajosa/ grano suelto
	1 S5 C	0,027	0,19	_	_	_		2.5Y 6/3	bloques suban. moderados h. 3 cm
	Media	0,04	0,47	8,87	6,8	5,27		_	_
	DE	0,02	0,45	3,65	0,5	2,09		_	_
	2 S1 A	0,055	0,30	_	_	10,49	4,3	2.5Y 4/2	migajosa/ grano suelto
	2 S1 AC	0,028	0,26	_	_	12,79	4,2	2.5Y 4/3	bloques suban. moderados h. 3 cm
	2 S1 C	0,025	0,15	_	_	12,87	3,6	2.5Y 4/4	bloques suban. moderados h. 4 cm
	2 S2 A	0,082	0,27	11,63	6,3	_		2.5Y 3/3	migajosa/ grano suelto
	2 S2 AC	0,013	0,52	9,85	7,2	_		2.5Y 3/2	migajosa/ grano suelto
	2 S2 C	0,029	0,44	4,52	7,6	_		2.5Y 4/4	bloques suban. moderados h. 3 cm
	2 S3 A	0,092	1,32	_	_	11,42	2,9	2.5Y 3/2	granular moderada
	2 S3 AC	0,028	0,37	_	_	12,16	3,8	2.5Y 4/3	bloques suban. moderados h. 2 cm
	2 S3 C	0,044	0,43	_	_	12,98	3,8	2.5Y 4/4	bloques suban. moderados h. 3 cm
	Media	0,04	0,45	8,67	7,0	12,12		_	_
	DE	0,03	0,34	3,70	0,6	0,99		_	_
perfiles naturales	N1 A	_	_	_	_	6,13	7,0	_	grano suelto
	N1 AC	_	_	_	_	4,00	3,7	_	grano suelo
	N1 C	_	_	_	_	2,57	3,1	_	bloques suban. moderados h. 4 cm
	N6 A	0,052	0,26	_	_	_		2.5Y 4/2	bloques suban. moderados h. 3 cm
	N6 AC	0,05	0,23	_	_	_		2.5Y 4/3	bloques suban. moderados h. 4 cm
	N6 C	0,013	0,51	_	_	_		2.5Y 5/4	bloques angulares fuertes h. 5 cm
	N7 A	0,153	0,47	13,76	6,4	_		2.5Y 3/2	migajosa/ grano suelto
	N7 AC	0,012	0,44	7,97	6,3	_		2.5Y 4/2	bloques ang. débiles h. 4 cm
	N7 C	0,027	0,37	5,13	4,8	_		2.5Y 4/3	bloques ang. fuertes h. 2 cm
	N8 A	0,027	0,34	_	_	_		2.5Y 3/2	granular moderada
	N8 AC	0,024	0,29	_	_	_		2.5Y 4/3	granular moderada
	N8 C	0,053	0,31	_	_	_		2.5Y 5/3	bloques suban. moderados h. 3 cm
	N13 A	0,082	0,02	10,75	5,7	13,00	_*	2.5Y 3/3	granular moderada
	N13 AC	0,029	0,13	8,95	4,3	14,04	3,0	2.5Y 3/3	bloques subang. moderados h. 3 cm
	N13 C	0,053	0,00	6,36	4,7	12,98	2,6	2.5Y 3/3	masiva/ compacta
	Media	0,05	0,28	8,82	5,4	8,79		_	_
	DE	0,04	0,17	3,12	0,9	5,13		_	_

Tabla 5: Propiedades macroscópicas generales, geoquímicas y magnéticas de muestras de perfiles arqueológicos y naturales Nota: suban. = subangulares; an. = angulares; h. = hasta; _* = outlier (Birkeland 1999; Dalan y Banerjee 1998; Soil Survey Staff 2010; Hrouda 2011).

Table 5: Macroscopical, geochemical and magnetic properties from archaeological and natural profiles. Note: suban. = subangular; an. = angular; h. = up to; _ = outlier (Birkeland 1999; Dalan and Banerjee 1999; Soil Survey Staff 2010; Hrouda 2011).*

podrían atribuir a la actividad humana ya que también están apareciendo en los perfiles naturales. (ver Ozán y Orgeira para una evaluación más exhaustiva de las propiedades magnéticas en este contexto).

Distribución vertical del registro arqueológico

La Tabla 6 reúne las frecuencias absolutas del material arqueológico (fragmentos líticos, NISP de óseo y MNI de moluscos) por nivel artificial (cada 10 cm) y horizonte de suelo al que corresponde de acuerdo a la profundidad.

La Figura 6 (izquierda) muestra que la totalidad del registro arqueológico de todos los sondeos en S1 se concentra en los horizontes enterrados Ab y ACb (entre los 10-40 cm de profundidad), con una distribución del registro de tipo unimodal. Esta forma en la distribución vertical también se repite si tomamos los distintos materiales arqueológicos por separado (lítico, óseo y moluscos). Sin embargo, es de destacar que en tres de los cinco sondeos, las valvas de los moluscos se ubican por debajo de Ab/ACb, esto es, C1.

La Figura 6 (derecha) resume la misma información para S2. En este sector registramos el mismo patrón que en S1, es decir, el registro arqueológico se distribuye, de forma unimodal, en los horizontes Ab/ACb (entre los 10-50 cm de profundidad). Una vez más, al tomar las distintas clases de materiales arqueológicos (óseo, lítico y valvas de moluscos), se repite la tendencia general.

La comprensión de la distribución vertical del registro de MA2 contribuye a la discusión acerca de dónde fue depositado el material arqueológico y bajo qué circunstancias ambientales. En este sentido, se pueden plantear los siguientes escenarios:

1) Registro arqueológico ubicado en el horizonte A (del perfil del Entisol). Este material posiblemente haya sido depositado en la superficie de ese suelo y/o –más probablemente– re-transportado a esos horizontes por acción coluvial de artefactos ubicados en posiciones erosionadas pendiente arriba. La primera alternativa implicaría un material demasiado joven (dada la naturaleza de los Entisoles, que pueden formarse en pocas décadas,), mientras que la segunda opción involucraría mezcla de material (*in situ* y/o retrabajado por acción coluvial).

La existencia de depósitos arqueológicos secundarios podría discutirse en función de las características tafonómicas del registro. Sin embargo, el único fragmento óseo subredondeado encontrado en el horizonte A del perfil del Entisol no permite ser concluyente al respecto (Tabla 6 y Figura 6). El material lítico hallado en estos niveles (N=25, concentrados en S2) está compuesto por 22 desechos de talla (<1 cm), dos lascas (<3 cm) y un núcleo (de unos 6x4 cm). Todos presentan morfologías angulosas, con pocos rasgos de rodamiento. Sin embargo, algunos trabajos han señalado que los artefactos más pequeños son los que alcanzan mayores distancias en una situación en la que existe un talud y procesos complementarios como los de escorrentía o eólicos (Favier Dubois, 1998; Borrazzo, 2013), aunque la cobertura vegetal podría actuar como trampa natural e inhibir el transporte horizontal (Ozán et al., 2015b).

2) Registro en el horizonte Ab (del perfil del Molisol). Es muy probable que la mayor intensidad de ocupación humana de MA2 haya estado asociada a este horizonte enterrado, principalmente debido a que este nivel registra el pico en la distribución

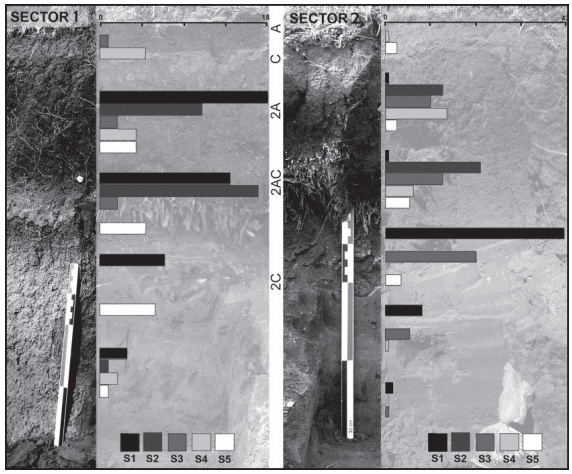

Figura 6: Izquierda/ S1: distribución de frecuencias absolutas de materiales arqueológicos de los cinco sondeos, cuantificando todos los materiales arqueológicos conjuntamente (lítico, óseo –NISP– y valvas de moluscos marinos -MNI). Derecha/ S2: misma cuantificación antedicha para S2. Ver Tabla 6 para un detalle de la distribución de frecuencias por profundidad y horizonte de suelo.

Figure 6: Left/ S1: absolute frequencies distribution of the archaeological material contained in five stations, quantifying all the archaeological materials (stone artifacts, bone –NISP– and marine mollusc shells –MNI-). Right/ S2: same quantification for S2. See Table 6 for a detailed description of the frequencies per depth and soil horizon.

unimodal de material arqueológico (Figura 6). La combinación de restos óseos con historias tafonómicas distintas (alta meteorización, buena preservación, fragmentos quemados y calcinados) invita a pensar en depósitos primarios y secundario de múltiples ocupaciones mezcladas con material de origen tafonómico (Borrero, 2013a). Al constituir una superficie geomorfológica estable prolongada en el tiempo habría presentado el potencial de concentrar más ocupaciones y –en efecto– más cantidad de registro arqueológico. Este suelo se encuentra conectado con la superficie en algunos casos y en otras situaciones enterrado bajo el perfil del Entisol mencionado (Figura 2 y 4). En este sentido, el material arqueológico hallado en él es un gran palimpsesto que alcanza momentos históricos evidenciados en la presencia de desechos de vidrio (Morello *et al.,* 2004).

3) Registro en el horizonte ACb (Molisol). Cronológicamente, podría tratarse de los mismos eventos ocupacionales de arriba. La profundidad y correspondencia con un horizonte transicional sería producto de la acción biomecánica de los suelos (Balek, 2002; Canti, 2003b; Favier Dubois, 2009).Este hecho queda confirmado en las muestras micromorfológicas que muestran una intensa actividad de meso y macro fauna, como ácaros y lombrices.

4) Registro en C1: el material hallado en este horizonte provendría de, o bien ocupaciones previas al desarrollo del Molisol, o bien habría alcanzado este nivel por procesos de migración vertical (raíces, mamíferos pequeños, fisuras estructurales, etc.). La presencia de valvas de moluscos en este nivel apoyaría la hipótesis de ocupaciones previas, 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). El buen estado de preservación de las valvas de molusco, muchas de las cuales se encuentran enteras y aún conservando el periostraco, estarían dando cuenta de un sepultamiento rápido (Hammond, 2013). Las arenas de origen eólico registradas en las secciones delgadas de micromorfología muestran una dinámica de sedimentación acentuada. De hecho MA2 cuenta con dataciones pertenecientes a ocupaciones por debajo de los horizontes superficiales del Molisol. Estas edades son de *ca.* 1800 cal AP y *ca.* 2800 cal. AP (Morello *et al.,* 2004; Tabla 1), correspondiéndose con un horizonte de paleosuelo y la planicie aluvial del río Torcido, respectivamente (Ozán y Orgeira, 2015; Ozán *et al.,* 2015a). Si bien en S2 no existen dataciones absolutas por debajo del horizonte A, se puede establecer como referencia de edad máxima la última erupción del Mt. Burney, hace *ca.* 4200 cal. AP (*e.g.* McCulloch *et al.,* 2005a). Los análisis micromorfológico realizado en un perfil aledaño a los sondeos de S2 muestran un depósito de trizas volcánicas que infrayacen la ocupación humana y bajo las cuales no se evidencia más registro arqueológico (Ozán y Orgeira, 2015).

En suma, observamos que la dinámica pedológica, los procesos coluviales y eólicos actúan conjuntamente para modificar las propiedades espaciales del registro arqueológico. No obstante esto, es posible diferenciar las distintas historias depositacionales de los materiales ubicados en distintas profundidades y horizontes de suelo.

CONCLUSIÓN

Desde un abordaje geoarqueológico este trabajo tuvo como objetivos, por un lado evaluar la modificación humana de los suelos y sedimentos en contextos de poblaciones de cazadores-recolectores, y por otro lado, explorar la influencia de los procesos naturales en la distribución vertical del material arqueológico, tomando como caso de estudio el sitio Marazzi 2.

Para explorar la modificación antrópica de los sedimentos se tomaron parámetros de fósforo total, carbonato, materia orgánica, pH y susceptibilidad magnética tanto en perfiles arqueológicos como en un área natural de control. De todos estos análisis, el único indicador que mostró una firma diferencial entre los perfiles arqueológicos y naturales fue el porcentaje de carbonato y –probablemente como consecuencia de ello– el pH. Este hecho podría relacionarse con la presencia de valvas de moluscos y –tal vez– cenizas de combustión en los perfiles arqueológicos. Si bien los cortes micromorfológicos no muestran cenizas de combustión vegetal, el conjunto óseo presenta fragmentos quemados y calcinados, un indicador indirecto de combustión (aunque parte de este registro podría no ser *in situ*). Sin embargo, resulta importante destacar que, pese

SECTOR 1						SECTOR 2					
horizonte	**prof. (cm)**	**litico**	**óseo (NISP)**	**valvas (MNI)**	**∑**	**horizonte**	**prof. (cm)**	**litico**	**óseo (NISP)**	**valvas (MNI)**	**∑**
sondeo 1						*sondeo 1*					
A/AC	0-10	0	0	0	0	A	0-10	0	0	0	0
Ab	10-20	0	18	0	18	C	10-20	1	0	0	1
Ab/ACb	20-30	7	7	0	14	C	20-30	1	0	0	1
C1	30-40	2	0	5	7	Ab	30-40	38	5	0	43
∑		9	25	5	**39**	Ab	40-50	8	1	0	9
						ACb	50-60	2	0	0	2
						C1	60-70	0	0	0	0
						∑		50	6	0	**56**
sondeo 2						*sondeo 2*					
A/AC	0-10	0	0	0	0	A	0-10	0	0	0	0
Ab	10-20	9	2	0	11	C	10-20	13	1	0	14
Ab	20-30	10	7	0	17	Ab	20-30	20	3	0	23
ACb	30-40	0	0	0	0	ACb	30-40	0	0	0	0
C1	40-50	0	0	3	3	C1	40-50	0	0	0	0
∑		19	9	3	**31**	∑		33	4	0	**37**
sondeo 3						*sondeo 3*					
A/AC	0-10	1	0	0	1	A/AC	0-10	0	0	0	0
Ab	10-20	2	0	0	2	Ab	10-20	10	1	0	11
ACb	20-30	2	0	0	2	Ab	20-30	11	3	0	14
C1	30-40	0	0	0	0	ACb	30-40	12	9	1	22
C1	40-50	0	0	1	1	C1	40-50	6	0	0	6
∑		5	0	1	**6**	C1	50-60	1	0	0	1
						∑		40	13	1	**54**
sondeo 4						*sondeo 4*					
A/AC	0-10	5	0	0	5	A/AC	0-10	1	0	0	1
Ab	10-20	1	1	2	4	Ab	10-20	13	2	0	15
ACb	20-30	0	0	0	0	Ab	20-30	7	0	0	7
C1	30-40	0	0	0	0	ACb	30-40	0	0	0	0
C1	40-50	2	0	0	2	C1	40-50	1	0	0	1
∑		8	1	2	**11**	∑		22	2	0	**24**
sondeo 5						*sondeo 5*					
A/AC	0-10	0	0	0	0	A/AC	0-10	3	0	0	3
Ab	10-20	4	0	0	4	Ab	10-20	3	0	0	3
Ab	20-30	2	1	2	5	Ab	20-30	5	1	0	6
ACb	30-40	4	1	1	6	ACb	30-40	4	0	0	4
C1	40-50	1	0	0	1	C1	40-50	0	0	0	0
∑		11	2	3	**16**	∑		15	1	0	**16**
Densidad x m³		346,7	246,67	93,3	686,7	*Densidad x m³*		915,9	148,8	5,7	1070,4

Tabla 6: Frecuencias absolutas de material arqueológico en función de la profundidad (cm) y horizonte de suelo al cual pertenece. En la última fila se calcula la densidad de cada tipo de registro arqueológico por m³.

Table 6: Absolute frequencies of the archaeological material according to its depth (cm) and the corresponded soil horizon. The last row indicates the density per m³ of each archaeological material.

que en S2 el registro macroscópico de valvas es prácticamente nulo, sus valores de carbonatos son similares a los de S1, cuyo registro arqueológico da cuenta de la presencia de valvas en mayor cantidad (Tabla 6). Este caso podría significar la existencia de una fuente natural alternativa que explique la incorporación de carbonatos, como es el viento que trae fragmentos de valvas trituradas de la playa.

En suma, estos resultados permiten concluir que, al menos con los parámetros elegidos, la intensidad de ocupación humana en este sector del paisaje no ha sido lo suficientemente alta como para sobre imponerse a los procesos naturales; pese a que MA2 se destaca de otros sitios del norte de la Isla por su potencia arqueológica y su redundancia ocupacional que alcanza casi 3000 años. A pesar de que el Holoceno tardío registra un aumento relativo de la señal arqueológica asociada a una ocupación efectiva del espacio (Borrero, 1994/95; Morello *et al.,* 2012; Pallo y Ozán, 2014), la intensidad de ocupación humana de las poblaciones de cazadores recolectores meridionales sigue siendo baja en términos absolutos, para toda la Isla y –en especial– en sitios sobre o cercanos a la costa atlántica (Borrero *et al.,* 2008).

Respecto al otro objetivo relacionado con los procesos posdepositacionales en MA2, se profundizó en primer lugar en el entendimiento geomorfológico, sedimentológico, mineralógico y micromorfológico del área. En este sentido, resulta clave el aporte eólico de la playa adyacente y el aporte coluvial de las pendientes. Esto permite comprender la dinámica sedimentaria y pedogenética para interpretar la distribución vertical del registro arqueológico con el propósito de establecer un control temporal relativo del contexto de depositación del material cultural por parte de las poblaciones humanas.

De este análisis se desprende que el material ubicado en el perfil del Entisol (A-C) probablemente se vincule amaterial arqueológico retrabajado de cotas más altas, por ende, se trataría de depósitos secundarios. Luego, la evidencia arqueológica en los horizontes superiores del Molisol (Ab-ACb) se podría vincular con el grueso de las ocupaciones humanas de MA2, diacrónicas, pero contemporáneas a ese suelo, cuya edad máxima se podría acercar a los ca. 700 cal. AP en los *ca.* 700 cal. AP (Morello *et al.,* 1998; Favier Dubois, 2003; Barberena y Borrero 2010). Finalmente, el material en C1podría formar parte de ocupaciones previas al desarrollo del Molisol.

Este análisis muestra la importancia de comprender la dinámica sedimentaria y pedogenética de los depósitos arqueológicos que estudiamos, no sólo para dar cuenta de los procesos postdepositacionales que influyen en la interpretación de las tasas de depositación y las asociaciones cronológicas y artefactuales, sino también para comprender la temporalidad relativa de los depósitos y los escenarios naturales que habitaron las distintas ocupaciones humanas de un mismo espacio. En este sentido, este trabajo constituye un aporte metodológico no sólo ajustable a contexto de cazadores-recolectores con alta movilidad, sino a cualquier otro tipo de ocupación humana de determinado espacio.

Agradecimientos: quisiéramos agradecer a Flavia Morello por su gestión y ayuda que hicieron posible el trabajo de campo. A Charly French y Luis Borrero por su asesoramiento teórico y metodológico permanente en la investigación doctoral en la cual se inserta este trabajo. A Dolores Carniglia por su colaboración en el trabajo de campo y al Departamento de Geología de la UBA, en especial a Pablo Leal, Rita Tófalo y Cecilia Laprida que gentilmente brindaron espacio, infraestructura y asesoramientopara los trabajos de laboratorio. Finalmente agradecemos al Comité Editorial de la revista y a los evaluadores cuyos comentarios mejoraron sustancialmente este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

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 1060020, Chile. Manuscrito en posesión de los autores.

Avery, B. y C. Bascomb. 1974. *Soil Survey Laboratory Methods*. Soil Survey Technical Monograph N° 6, Harpenden.

Balek, C. 2002. "Buried Artifacts in Stable Upland Sites and the Role of Bioturbation: A Review". *Geoarchaeology* 17(1):41–51.

Barberena, R. 2008. *Arqueología y Biogeografía Humana en Patagonia Meridional*. Serie Tesis Doctorales, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Barberena, R. y L. 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.

Bentley, M., D. Sugden, N. Hulton y R. Mcculloch. 2005. "The landforms and pattern of deglaciation inthe Strait of Magellan and Bahía Inútil, southernmost South America". *Geografiska Annaler* 87: 313-333.

Blazejewski, G., M. Stolt, A. Gold, P. Groffman. 2005. "Macro and micro-morphology of subsurface carbon in riparian zone soils". *Soil Science Society of America Journal* 69: 1320-1329.

Birkeland, P. 1999. *Soils and Geomorphology. 3ra. Edición*. Oxford University Press, Oxford.

Borrazzo, K. 2006. "Tafonomía lítica en dunas: una propuesta para el análisis de los artefactos líticos". *Intersecciones en Antropología* 7:247-261.

-----– 2013. "Tafonomía lítica y modelo de la dinámica eololacustre del norte de la Bahía San Sebastián (Tierra de Fuego, Argentina)". *Comechingonia* 7:149-169.

Borrero, L. 1994-95. "Arqueología de la Patagonia". *Palimpsesto* 4: 9-69.

-----– 2001. "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.

-----– 2008. "Early occupations in the Southern Cone". En: *Handbook of South American Archaeology*, editado por Silverman, H. y W. Isbell, pp. 59-77. Springer, New York.

-----– 2011. "The archaeology of transformation". *Quaternary International* 245: 178-181.

-----– 2013a. "Informe interno: material óseo de Marazzi 2, Tierra del Fuego, Chile". Manuscrito en posesión del autor.

-----– 2013b. "Paisajes desconocidos, geografía cultural y tafonomía total". *Anuario de Arqueología* 5:17-30.

Borrero, L., F. Martin, V. Horwitz, N.Franco, C. Favier Dubois, F. Borella, F. Carballo Marina, P. Campan, R. Guichón, A. 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.

Brambati, A. 2000. "Palaeoclimatic and palaeoenvironmental records in sediments from Southern Ocean (Strait of Magellan and Ross Sea)". *Terra Antartica Reports* 4:1-41.

Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops y T. Tursina.1985. *Handbook for Soil Thin Section Description*. Waine Research Publications, Wolverhampton.

Butzer,T. 1982. *Archaeology as Human Eco-logy: Method and Theory for a Contextual Approach.* Cambridge University Press, Cambridge.

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.

Canti, M. 2003a. "Aspect of the chemical and microscopic characteristic of plant ashes found in archaeological soils". *Catena* 54:339-361.

-----– 2003b. "Earthworm Activity and Archaeological Stratigraphy: A Review of Products and Processes". *Journal of Archaeological Science* 30:135–148.

Clapperton, C., D. Sudgen, D. Kaufman y R. Mcculoch. 1995. "The Last Glaciation in Central Magellan Strait, Southernmost Chile". *Quaternary Research* 44:133-148.

Courty, M., P. Goldberg y R. Macphail.1989. *Soils and Micromorphology in Archaeology.* Cambridge University Press, Cambridge.

Dalan, R. y S. Banerjee.1998. "Solving Archaeological Problems Using Techniques of Soil Magnetism". *Geoarchaeology* 13(1): 3–36.

Dearing. J. 2006. "Climate-Human-Environment Interactions: Resolving Our Past". *Climate of the Past* 2:187-203.

Dincauze, D. 2000. *Environmental Archaeology. Principles and Practices*. Cambridge University Press, Cambridge.

Dirección Meteorológica De Chile – Climatología Y Meteorología Aplicada. 2008. *Climatología Sinóptica para el Sur de Chile*. Dirección Meteorológica de Chile, Santiago.

Dokuchaev, V. 1883. *The Russian Chernozem Report to the Free Economic Society*. Imperial University of St. Petersburg, Russia

Entwistle, J., P. Abrahams y R. 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.

Favier Dubois, C. 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.

-----– 2003. "Late Holocene climatic fluctuations and soil genesis in southern Patagonia: effects on the archaeological record". *Journal of Archaeological Science* 30:1657–1664.

-----– 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.

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.

Fitzpatrick, E. 1976. *An introduction to Soil Science. Second edition.* Longman Scientific & Technical. Essex.

Folk R. y W. Ward. 1957. "Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters". *Journal of Sedimentary Petrology* 27:3–26.

Frederiksen, P. 1988. "Soils of Tierra del Fuego, a Satellite-based Land Survey Approach". *Folia Geographica Danica* XVIII:1-159.

French, C. 2003. *Geaorchaeology in Action: Studies in soil micromorphology and landscape evolution*. Routledge, London.

French, H. 2007."Hillslope processes and slope evolution". En: *The periglacal environment,* editado por H. French, pp. 216-247. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.

Goldberg, P.,V. Holliday y C. Fairing. 2001. *Earth Sciences and Archaeology*. Kluwer Academíc/Plenum, New York.

Hammond, H. 2013. "Propuesta metodológica para el estudio de conjuntos malacológicos de sitios concheros: su aplicación en la costa norte de Santa Cruz (Patagonia argentina)". *La Zaranda de Ideas* 9(2): 72-102.

Hedges, R. y A. Milliards. 1995. "Bones and groundwater: Towards the modelling of diagenetic processes". *Journal of Archaeological Science* 22:155-164.

Holliday, V. T. 2004. *Soils and Archaeological Research*. Oxford University Press, Oxford.

Holliday, V., C. 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.

Hrouda, F. 2011. "Models of frequency-dependant susceptibility of rocks and soils revisited and broadened". *Geophysics Journal International* 187:1259-1269.

Karkanas, P. 2010. "Preservation of anthropogenic materials under different geochemical processes: A mineralogical approach". *Quaternary International* 214:63–69.

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.

Kooistra, M. y Pulleman M. 2010."Features Related to Faunal Activity". En: *Interpretation of micromorphological features of soil and regoliths*, editado por Stoops, G., Marcelino V. y Mees F, pp. 397-418. Elsevier, Amsterdam.

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.

Manil, G. 1959."General considerations on the problem of soil classification". *Journal of Soil Science* 10(1):5-13.

Massone, M. 1997. "Prospección arqueológica del sector comprendido entre los ríos Marazzi y Torcido, zona norte de Tierra del Fuego". *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 25:123-136.

-----. 2004. *Los Cazadores después del Hielo*. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Santiago.

Massone, M., F. Morello, A. Prieto, M. San Román, F. Martin 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 FONDECYT1060020, Chile. Manuscrito en posesión de los autores.

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., 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.

Morello, F., M. San Román, R. Seguel y F. Martin. 1998."Excavación en el sitio Marazzi 2. Sector 2 – terraza superior (Río Torcido, Bahía Inútil). Primer avance". *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 26:119-126.

Morello, F., M. San Román y A. Prieto. 2004. "Informe de actividades de sondeo en el sitio Marazzi 2 sector 1 (río Torcido, Tierra del Fuego)". *Magallania* 32: 233-238.

Morello, F., L. Borrero, J. Torres, M. Massone, M. Arroyo, R. McCulloch, E. Calás, M. Lucero, I. Martínez y G. Bahmondes. 2009. "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., L. Borrero, M. Massone, C. Stern, A. García-Herbst, R. McCulloch, M. Arroyo-Kalin, E. Calás, J. Torres, A. Prieto, I. Martinez, G. Bahamonde y P. Cárdenas. 2012. "Hunter-gatherers, biogeographic barriers and the development of human settlement in Tierra del Fuego". *Antiquity* 86: 71–87.

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.

Munsell Soil Color Chart. 2000. Macbeth Division, Kollmorgen, Baltimore.

Ozán, I. 2015. Trabajos geoarqueológicos en el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego: suelos y ocupaciones humanas. Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Ozán, I. y M. 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 72(2):251-264. .

Ozán, I., C. French, F. Morello, C. 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: An International Journal 30:465-482.

Ozán, I.L., L.A. Borrero, K. Borrazzo y G.L. L´Heureux. 2015b. Tafonomía en pendientes: el caso de Cerro Sin Nombre (Tierra del Fuego, Argentina). En: *Geoarqueologia da Ámerica do Sul*, editado por J. Rubin de Rubin, C. Favier Dubois y R. Theodoro da Silva; pp. 285-330. PUC Goiás, Goiânia-Brasil.

Pallo, M. e I. Ozán. 2014. "Variaciones demográficas y climáticas durante el Holoceno Tardío final en Magallania". *Comechingonia Virtual 8(1):20-47.*.

Pettijohn, F. J. 1993. *Sedimentary Rocks.* Harpercollins, New York,

Piana, E., A. Zangrando y L. Orquera. 2011. "Early occupations in Tierra del Fuego and the evidence from Layer S at the Imiwaia I Site (Beagle Channel, Argentina)". En: *Southbound Late Pleistocene peopling of Latin America*, editado por L. Miotti, M. Salemme, M. Flegenheimer y T. Goebel, pp. 77-78. Center for the Study of the First Americans, Texas.

Prieto, X. 1998. "Geomorfología y estratigrafía del sitio Rio Torcido (Marazzi 2), Tierra de Fuego". *Informe Fondecyt 1960027*, Chile. Manuscrito en posesión de los autores.

Qingsong, L., J. Torrent, B. A. Maher, Y. Yu, C. Deng, R.C 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.

Renfrew, C. 1976. "Archaeology and the earth sciences". En: *Geoarchaeology: Earth Science and the Past*, editado por Davidson, D.A. y M.L. Shackley, pp. 1–5. Duckworth, London.

Rypkema, H., W.Lee, M. 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.

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 A.F. Zangrando y R. Barberena, pp. 523-534. Museo de Historia Natural de San Rafael, Buenos Aires.

Simonson, R. W. 1959. "Outline of a generalized theory of soil genesis". *Soil Science Society of America Journal* 23(2):152-156.

Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy, 11th ed.* USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington DC.

Stein, J. 1985. *Interpreting Sediments in Cultural Settings, En:Archaeological Sediments in Context, Peopling of the Americas* Vol. 1. Center forthe Study of Early Man. University of Maineat Orono, Orono.

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.

Urrejola, C. 1972. "Isla Grande de Tierra del Fuego (Bahía Inútil). Informe Arqueológico". *Boletín de Prehistoria de Chile* 3 (4):121-133.

Waters, M. 1992. *Principles of Geoarchaeology. A North American Perspective*. The University of Arizona Press, Arizona.

Zárate, M. 1994. "Geoarqueología". En: *Jornadas de Arqueología e Interdisciplina*, pp. 21-33. CONICET – Programa de Estudios Prehistóricos. Buenos Aires.