



Andean Geology

ISSN: 0718-7092

revgeologica@sernageomin.cl

Servicio Nacional de Geología y Minería
Chile

Pino, Mario; Navarro, Rayén X.

Geoarqueología del sitio arcaico Chan-Chan 18, costa de Valdivia: discriminación de ambientes de
ocupación humana y su relación con la transgresión marina del Holoceno Medio

Andean Geology, vol. 32, núm. 1, enero, 2005, pp. 59-75

Servicio Nacional de Geología y Minería
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173918582004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Geoarqueología del sitio arcaico Chan-Chan 18, costa de Valdivia: discriminación de ambientes de ocupación humana y su relación con la transgresión marina del Holoceno Medio

Mario Pino

Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile
mariopino@uach.cl

Rayén X. Navarro

Departamento de Antropología, Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile
rayenxi@uct.cl

RESUMEN

El sitio arqueológico Chan-Chan 18 ($39^{\circ}30'S/73^{\circ}15'W$) corresponde a un asentamiento costero complejo del Arcaico Medio. En él se reconocen dos fases de ocupación separadas por un *hiatus*, datadas entre 5.730-6.130 y 6.250-6.420 años cal. AP, respectivamente. Análisis estratigráficos y granulométricos interpretados mediante análisis multivariados, que incluyen muestras actuales de playas y dunas, han permitido reconocer que la ocupación más antigua del sitio se asentó al borde de la berma de una paleoplaya. Tal berma corresponde al registro de la máxima transgresión holocena, y se ubica a una altura de 8 m s.n.m. El registro temporal de la transgresión es sincrónico con otros de la zona centro y norte de Chile, pero reafirma el levantamiento cuaternario generalizado de la costa de Chile centro-sur, tal como lo sugieren otros antecedentes. Este levantamiento ocurre a pesar del hundimiento cosímico descrito en esta región.

Palabras claves: Geoarqueología, Arcaico, Análisis multivariados, Transgresión, Holoceno, Valdivia, Chile.

ABSTRACT

Geoarchaeology of the archaic site Chan-Chan 18, coast of Valdivia: environmental discrimination of human occupation and its relation with the middle Holocene marine transgression. In south central Chile the Middle Archaic is well represented by Chan-Chan 18, a complex coastal settlement located at the coast of Valdivia ($39^{\circ}30'S/73^{\circ}15'W$). In this archaeological site two separated phases of occupation are recognized, the first dated between 5,730 and 6,130, and the second between 6,250 and 6,420 cal. yr BP. Grained size and stratigraphical analyses interpreted by means of multivariate analyses, which include present samples of beaches and dunes, have allowed the recognition that the oldest occupation of the site was located near the berm of a paleo-beach. Such feature corresponds to the record of the maximum Holocene transgression, with an elevation of 8 m a.s.l. The transgression is synchronous with others of north- and central Chile, but it confirms the generalized Quaternary rise of the south-central coast of Chile, as it has been suggested by other observations and studies. This rise happens in spite of the coseismic subsidence described in this region.

Key words: Geoarchaeology, Archaic, Multivariate Analysis, Transgression, Holocene, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas los sedimentólogos han intentado identificar ambientes de deposición basándose en diferentes tipos de datos granulométricos y empleando un variado número de herramientas estadísticas. Estudios clásicos como los de Mason y Folk (1958); Friedman (1961, 1979), Moiola y Weisser (1968) no lograron producir una discriminación confiable y universal para muestras de playa, duna, y ocasionalmente de río.

Un análisis discriminante fue aplicado por Sahu (1964) y Tucker y Vacher (1980) para intentar producir una clasificación en más de dos dimensiones, sin poder originar funciones del nivel de confiabilidad aceptables. Para Blatt *et al.* (1972) tal problema se origina al calcular los momentos de tendencia central y dispersión (*i.e.*, media, selección, asimetría y kurtosis), ya que se perdería información ambiental al compararlos con los datos originales, esto es, intervalos de frecuencia de peso muy detallados. Más recientemente, Lopes (1986) ha interpretado ambientalmente sedimentos costeros del Brasil observando una relación entre la media y los otros tres momentos estadígrafos antes mencionados.

En geoarqueología resulta un desafío interesante intentar determinar los ambientes sedimentarios donde ocurrieron sincrónicamente o diacrónicamente asentamientos humanos, especial-

mente en sitios del hombre temprano (10.000-12.500 ^{14}C años AP; Pino, 1989; Dillehay, 2000) o del período arcaico (2.000-9.000 ^{14}C años AP; Menghin, 1962). Dado que en Chile, con frecuencia los asentamientos arcaicos están ubicados en el borde costero, tal determinación puede ser asociada a cambios locales o regionales del nivel del mar. Normalmente la actividad antrópica en los campamentos oblitera por adición de materia orgánica la fábrica del sedimento, mientras que el pisoteo destruye las estructuras primarias. Por esta razón las interpretaciones uniformitaristas, que emplean estadígrafos de tendencia central y dispersión, se convierten en una valiosa herramienta para la identificación de microambientes de ocupación humana, mientras que las interpretaciones arqueológicas y sedimentológicas se conjugan para entender los cambios relativos de la altura del nivel del mar en el pasado.

El objetivo de esta investigación está dirigido a la interpretación del sitio arqueológico Chan-Chan 18, ubicado en la zona litoral de Valdivia (39°30'S; Fig. 1), en un contexto geoarqueológico, identificando los antiguos ambientes donde se desarrolló tal asentamiento, y la relación entre los asentamientos y las variaciones holocenas del nivel del mar.

GEOMORFOLOGÍA

La zona litoral de Valdivia está limitada al este por la Cordillera de la Costa (hasta 600 m s.n.m.), desarrollándose entre ésta y el Océano Pacífico una llanura estrecha de no más de 200 m de ancho. Tal llanura está conformada por una terraza fluvial-palustre formada por sedimentos alóctonos (arenisca de origen volcánico, ceniza volcánica y coquinas retransportadas) y autóctonas (turbas, arena y grava) derivadas de las rocas metamórficas paleozoicas de la Formación Piedra Laja expuesta en la inmediaciones (SERNAGEOMIN¹; Pino, 2003). Ambos tipos de sedimentos se depositaron en el período interglacial previo a la última glaciaciación conocida como Llanquihue (Heusser, 1974; Pino,

2003). La terraza está segmentada por espolones de rocas metamórficas de la Cordillera de la Costa, los que conforman acantilados. La zona de estudio se ubica en el margen continental de una zona de convergencia entre las placas Sudamericana y de Nazca, situación que implicaría la actividad de procesos geotectónicos que habrían generado alzamiento y hundimiento de bloques costeros (Nelson y Manley, 1992; Atwater *et al.*, 1992). Esto podría explicar por qué la superficie subhorizontal de la terraza del último interglacial se encuentra a alturas variables entre 5 y 67 m s.n.m. (Illies, 1970; Pino, 2003).

¹ 1998. Estudio Geológico Económico de la X Región Norte (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería, Subdirección Nacional de Geología-Recursos Minerales y Energéticos, Vol. 3, 235 p.

La zona de Chan-Chan (Fig. 1; 39°30'S/73°15'W) es uno de los pocos lugares donde la erosión desarrollada durante la última glaciaciόn no eliminó la llanura fluvial-palustre del último interglacial ni los depósitos de la ingresión holocena, que en este sector alcanzan un ancho de un par de kilómetros. Está limitada al norte y al sur por un tóbolo y una península, respectivamente (Huezhue y Tren-Tren, Fig. 1), compuestos de esquistos metamórficos paleozoicos y areniscas del último interglacial, de origen volcánico. Entre el tóbolo y la península se desarrolla una playa de tipo intermedio (Wright y Short, 1984). Esta playa está compuesta por arena de grano medio y fino (tamaño medio entre 1 a 3 phi), y durante las tormentas invernales se concentra en ella un residuo de grava, compuesta por cuarzo y rocas volcánicas intermedias y básicas de origen andino. El primer componente deriva de las rocas metamórficas locales (esquistos de mica y clorita, 'chert', cuarcitas), mientras que los basaltos y andesitas se depositaron, probablemente, como rodados en la costa durante el período glacial Llanquihue, cuando los ríos habrían formado abanicos fluviales sobre la plataforma continental transportando material detritico desde la Cordillera de los Andes.

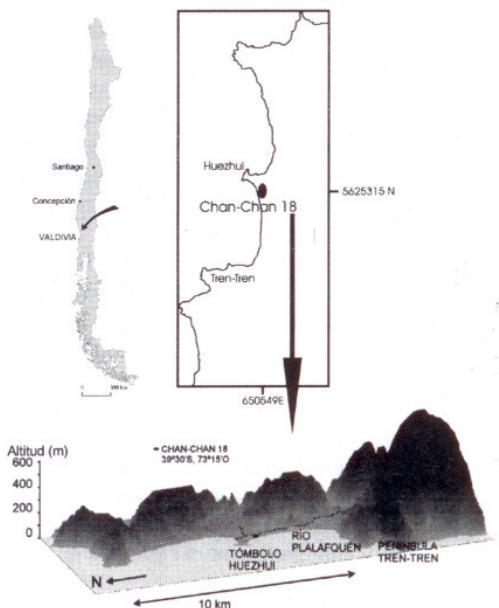


FIG. 1. Mapa de ubicación del área de Chan-Chan en la costa de Valdivia.

La llanura de Chan-Chan está drenada por el río Plalafquén, de configuración meandriforme, el que desemboca inmediatamente al norte del tóbolo Huezhue. En sus márgenes se desarrolla una terraza de alrededor de 1 m s.n.m. y numerosas vegas. La llanura de Chan-Chan donde se ubica el sitio arqueológico Chan-Chan 18 tiene una altura de 7 a 8 m s.n.m. y grada suavemente hacia el sur a una llanura arenosa sin desarrollo de suelo (5-6 m s.n.m.), que está separada de la playa por un pequeño escarpe de erosión de 1 m de altura. En la zona de transición, inmediatamente al sur del sitio arqueológico, existe un pequeño cordón de dunas (1 m de altura) de orientación este-oeste. Éstas, también, cubren parcialmente los remanentes de la terraza del último interglacial, representada por retazos de areniscas volcánicas ('cancagua') erosionadas que afloran entre 4 y 6 m s.n.m. (Fig. 2). Toda la costa de Valdivia fue barrida por el tsunami asociado al sismo de 1960 (Weischet, 1960; Tazzieff, 1961; Wright y Mella, 1963; Pflakker y Savage, 1970), el que provocó una ola de altura variable entre 12 y 15 m. Es probable que pequeños clastos discoidales, que se concentran donde predomina la deflación sobre la llanura de Chan-Chan, correspondan a depósitos del tsunami.

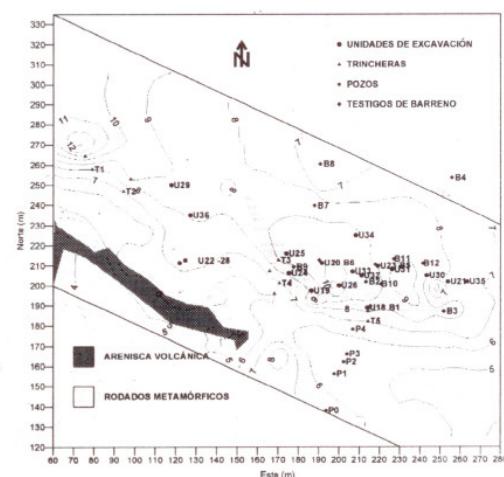


FIG. 2. Detalle de la topografía en metros y de las diferentes excavaciones realizadas en el sitio Chan-Chan 18. P0 a 5=pozos de exploración; T1 a 5=trincheras; B1 a 12=testigos de barreno; U18 a 36=unidades de excavación arqueológica. Las coordenadas son locales. El Océano Pacífico se ubica a 50 m al sureste.

El sitio arqueológico Chan-Chan 18 se ubica inmediatamente al sur del tómbolo Huezhui (Figs. 1 y 2), en los estratos de la llanura holocena del mismo nombre. La pendiente suroeste de la zona donde se ubica el sitio está cubierta por fragmentos de rocas metamórficas de la Formación Piedra Laja

(esquistos, cuarcita, serpentinitas, cuarzo metá mítico) conformados por numerosos clastos angulosos de cuarzo y rodados discoidales (hasta 30 cm de diámetro) compuestos por esquistos muy oxidados y de coloración rojiza (Fig. 2).

EL CONTEXTO CULTURAL

Los primeros antecedentes sobre cazadores arcaicos del área centro-sur de Chile, y de Chan-Chan en particular, provienen de Menghin (1962) quien estudió conjuntos de artefactos de sitios superficiales en la costa valdiviana y en la zona de Concepción ($73^{\circ}03'S/36^{\circ}49'W$), denominando a los primeros Complejo 'Chanchanense', por la localidad del mismo nombre donde fueron reconocidos. Según este autor, los primeros grupos costeros confeccionaron artefactos líticos constituidos por raederas y puntas de proyectil, labradas por ambas caras y confeccionadas en basalto. Esta cultura habría dejado sus huellas en una zona extensa del sur de Chile, desde la isla Quiriquina (Concepción) hasta Túnel (Tierra del Fuego) (Seguel, 1969; Díaz y Garretón, 1972-1973; Ortiz-Troncoso, 1973; Valdés *et al.*, 1982; Orquera y Piana, 1987; Gaete y Sánchez, 1993; Quiroz *et al.*, 1999). Según Bate (1990), su antigüedad en la zona podría remontarse a ca. cinco o seis milenios, tal como lo demuestran numerosas dataciones de radiocarbono.

Estrategias económicas mixtas desarrolladas desde el Período Arcaico (2.000-5.500 años AP) en la zona con acento en la recolección (Yesner, 1980) y en la caza de mamíferos marinos, les fue permitiendo a estos grupos cierta regularidad en la movilidad dentro de un territorio y en el uso recurrente durante todo el año de los diversos microambientes cercanos al mar y relacionados con recursos del bosque costero. Esto fue facilitado gracias a que los recursos marinos poseen una localización definida (playas arenosas y de rocas, por ejemplo) y no tienen carácter estacional (Navarro y Pino, 1993).

El sitio Chan-Chan 18 tiene una extensión aproximada de 4 ha, pudiéndose observar actualmente en superficie numerosos desechos de talla y material lítico. El depósito arqueológico tiene una profundidad variable entre 0,6 y 2 m de profundidad. Se han recuperado en las excavaciones un conjunto de 3.484 artefactos líticos y 12.050 desechos de talla, así como numerosos restos óseos de

mamíferos, aves y peces y caparazones de invertebrados marinos (Navarro, 1995, 2001; Navarro y Pino, 1999; Simeone y Navarro, 2002).

El universo lítico de este yacimiento exhibe una importante diversidad morfológica y de materias primas. Esta heterogeneidad está representada principalmente por materiales obtenidos localmente como basalto, cuarzo, cuarcita, 'chert', serpentinita y esquisto, y además están presentes, en menor proporción, rocas de origen andino: obsidiana, calcedonia y obsidiana gris translúcida, esta última proveniente del volcán Chaitén, ubicado 400 km al sur de Chan-Chan ($42^{\circ}50'S/72^{\circ}41'W$, Stern *et al.*, 2002). Con estas materias primas los chanchanenses manufacturaron preformas bifaciales para la confección de cuchillos, raederas, perforadores y raspadores, además de puntas de proyectil en forma de hoja y triangular. En los desechos de talla se encuentran representadas todas las etapas de la manufactura lítica. El material pulimentado está representado por manos, percutores, tajadores y martillos. Los percutores y martillos fueron, en su mayoría, realizados utilizando guijarros redondeados de serpentinita verde y negra, transportados desde Caleta Bonifacio, a 30 km al sur del sitio. Por último la escoria volcánica ya sea traída al sitio o transportada por los ríos, fue usada abundantemente para pesas de red flotante de distintos diseños (Navarro 1995, 2001).

El sitio representa la mayor diversidad de áreas de actividad hasta ahora reunidas en un yacimiento arqueológico arcaico del sur de Chile. Allí, se desarrollaron dos fases de ocupaciones de grupos arcaicos, incluyendo en la más joven una actividad de funeraria asociada a la misma localidad residencial. La disposición de los restos líticos y la abundancia y características del material arqueofaunístico de Chan-Chan 18, demuestra que se trata de un sitio complejo de ocupación permanente, al menos en una temporada prolongada (Navarro 1995, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

La estratigrafía fue controlada en escarpes naturales, excavaciones arqueológicas (18 unidades), pozos (5) y trincheras (5) abiertas para este propósito, además de testigos (12) obtenidos con un barreno de tipo Auger que permite sondear hasta 2 m de profundidad (Fig. 2).

La altura de las terrazas y depósitos fue referida al nivel de mar chileno calculado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (m N.R.S.), y fue obtenido en Chan-Chan midiendo la altura de sucesivas mareas altas de sicigia (en ausencia de marejadas) predichas para Corral (45 km al sur de Chan-Chan). Es necesario mencionar que este nivel 0 no corresponde al nivel del mar de las cartas topográficas locales, sino que el nivel de referencia de sondas (N.R.S.) adoptado, corresponde al nivel alcanzado por la mayor bajamar de sicigias de la localidad, estando la luna en el perigeo (SHOA, 2003).

Para identificar los ambientes sedimentarios presentes en los dos niveles arqueológicos, separados por un *hiatus* ocupacional, se analizaron 232 muestras que incluían sedimentos recientes de playa y duna así como sedimentos obtenidos de los perfiles estratigráficos en las unidades de excavación, muchos de ellos obtenidos por triplicado. Durante el muestreo se puso especial cuidado en tomar solamente láminas de no más de 5 milímetros de espesor raspando desde el techo (aproximadamente un volumen de 2 ml) para no mezclar dos momentos diferentes de deposición. Las muestras fueron tamizadas en húmedo sobre un tamiz de 62,5 µm para eliminar la matriz fangosa (Folk, 1980), y empleando un tubo de decantación y método de momentos se calcularon los parámetros granulométricos tamaño medio, grado de selección, asimetría y kurtosis normalizada (Emery, 1938; Gibbs *et al.*, 1971; Seward-Thomson y Hails, 1973). Los valores de los parámetros granulométricos obtenidos fueron promediados en las réplicas de

las muestras, obteniéndose una matriz de 136 observaciones y 4 variables granulométricas, más una quinta variable empleada como descriptor del ambiente de deposición. Las clases empleadas para categorizar los sedimentos de ambientes recientes fueron d=arena de duna eólica, bp=arena de berma de playa y cp=arena de cara de playa. En los depósitos holocenos se distinguieron los tipos ap=arena con laminación paralela y agp=arena con grava y laminación paralela, ambas claramente asociables a depósitos de playa y ax=arena con laminación cruzada, asociada a depósitos de duna eólica. Finalmente en los estratos culturales se definieron tres clases de sedimentos, a*=arena sin laminación ni estratificación (maciza) y sin restos culturales, ar=arena con restos culturales y la=láminas ondulosas de arena de grano muy fino en los depósitos culturales, todas ellas de origen desconocido.

Se realizó en primer lugar un análisis factorial mediante el método de componentes principales empleando la matriz de 136 * 4 antes descrita. Se utilizó a continuación análisis discriminante, empleando las 4 variables granulométricas antes mencionadas como variables predictoras para probar la clasificación originada por las observaciones de texturas o estructuras en el terreno y el análisis factorial.

Finalmente, se calculó la materia orgánica carbonosa total, empleando la pérdida de peso después de ignición a 550°C (Mills, 1978). Las edades de los depósitos culturales fueron obtenidas por medio de dataciones de radiocarbono en el laboratorio Beta Analytic, Miami, E.E.U.U. Para poder comparar estos fechados (años de radiocarbono) con otros publicados usando años de radiocarbono calibrados se emplearon los programas CALIB4.3 y CalPal (versión sept. 2003) (Stuiver y Reimer, 1993 y Weninger, 1986, respectivamente).

ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

La secuencia desde las cercanías de la actual berma de la playa (Pozo 0, Figs. 2 y 3) comienza desde la base con un conjunto de estratos caracterizados por laminación paralela horizontal,

con gran variedad de granulometría y composición. Se intercalan láminas de minerales claros donde domina el cuarzo (1 cm de espesor, arena de grano muy grueso) y oscuras compuestas principalmente por andesita, piroxeno, antífoba y

magnetita (1-5 mm de espesor, arena de grano medio y fino), y láminas compuestas por grava fina bien redondeada (cuarzo, esquisto y basalto). En los pozos 1, 2 y 3 (Figs. 2 y 3) la grava es más escasa, y se limita a la base de los pozos (2 m de profundidad). En el pozo 4 (Figs. 2 y 3), una unidad de arena de grano fino sin estructuras internas se intercala en la arena laminada. La zona de mayor pendiente (cubierta por clastos angulosos de cuarzo y rodados discoidales metamórficos, Fig. 2) ubicada inmediatamente al oeste del sitio Chan-Chan 18 fue estudiada por medio de trincheras, que en su porción norte engranan con las excavaciones de unidades arqueológicas (Fig. 2). En las cinco trincheras excavadas se reconocieron las mismas unidades litoestratigráficas, aunque los espesores son variables. En la trinchera 5 (Figs. 2 y 3) la secuencia desde la base comienza con arena de grano fino en láminas horizontales y paralelas (mm de espesor), con separación de minerales claros y oscuros. Sobre ella se dispone arena de grano fino, bien laminada, con estratificación cruzada. En este 'set' (140 cm), es posible

observar hasta tres 'sets' (40-50cm). A la lupa, el tamaño del grano fino y la buena selección sumado a la estratificación cruzada indican un origen eólico. La orientación de las láminas en cada 'set' indica que el viento transportaba la arena hacia el noroeste. Sobre esta unidad de arena de grano fino, se dispone un estrato de arena de grano medio, sin estructuras, el que grada lateralmente y hacia arriba al estrato portador de los restos culturales. Se trata de arena de grano medio a fino, que contiene materia orgánica carbonosa muy fina, huesos, conchas y material lítico. La materia orgánica diseminada da, a este estrato, una consistencia plástica, como si tuviese una matriz de sedimentos finos. La característica más típica de esta unidad la constituye la presencia de láminas de 1 a 2 mm de espesor, de arena de grano fino, subparalelas, levemente curvadas y continuas, que son más duras que el sedimento intercalado entre ellas. Aunque recuerdan la estratificación de tipo 'hummocky', no existe truncación por el 'set' superior. Son visibles solamente bajo el efecto de abrasión y deflación del viento, o producto

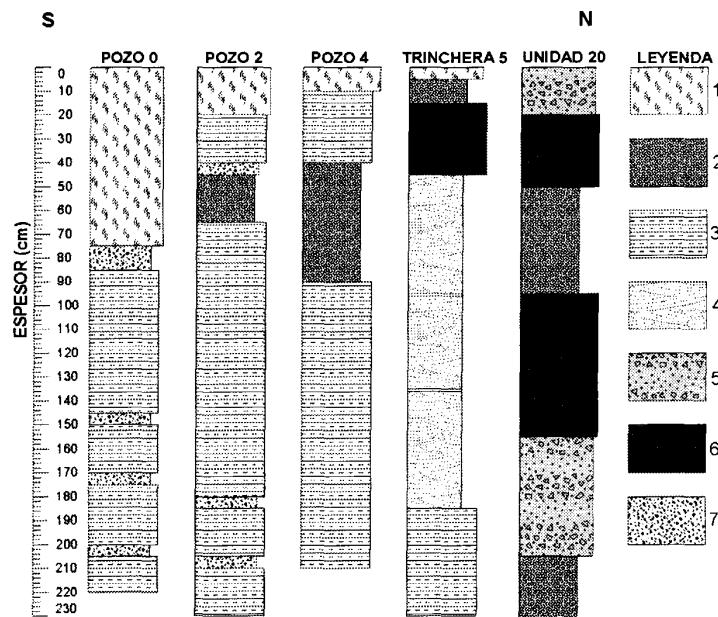


FIG. 3. Columnas estratigráficas de los pozos 0, 2 y 4, Trinchera 5 y Unidad 20 (ver ubicación en figura 2). 1 = arena bioturbada por raíces y raicillas, 2 = arena de grano fino, maciza, limpia, sin matriz, 3 = arena con láminas paralelas, claras y oscuras, de grano fino, 4 = arena de grano fino con estratificación cruzada, 5 = arena maciza con restos arqueológicos y orgánicos, 6 = arena maciza con gran abundancia de matriz orgánica carbonosa, 7 = láminas de grava fina y gravilla.

de un repetido y suave efecto de limpieza de los perfiles con brocha.

Producto de la información aportada por un testigo obtenido con barreno en una esquina de la unidad 20, se excavaron las unidades 20, 29, 31 y 32 hasta los 200 cm, sondeando con el barreno desde la base del pozo hasta los 385 cm. Estas excavaciones confirmaron que por debajo de la secuencia del nivel de arena carbonosa cultural-arena limpia observado en la trinchera 5 (Fig. 3), existía una serie de diferentes intercalaciones de arenas limpias y también sedimentos con matriz carbonosa. La columna de la unidad 20 (Figs. 2 y 3) está conformada de base a techo por una unidad de arena de grano fino, limpia, sin laminación visible (hasta 385 cm), la que infrayace a una capa de arena de grano fino, grisácea, cuyo color es originado por materia orgánica carbonosa y fragmentos de carbón del tamaño de los granos de arena dispersos. Presenta algunas láminas centimétricas de arena limpia y clastos discoïdales de basalto y cuarzo. Más arriba, se reconoce una unidad de arena de grano fino, muy oscura, con abundante materia orgánica carbonosa, artefactos arqueológicos y pequeños clastos (cm) redondeados, discoïdales, de basalto y cuarzo. En la base de esta capa, existen grandes fragmentos (dm) de artefactos confeccionados en esquistos depositados paralelos a la estratificación. Más arriba, aflora una capa compuesta por arena de grano fino, limpia, con restos macroscópicos de carbón y huesos dispersos. En esta capa, se intercala una lente de arena limpia con carbón en su base, de 5 cm de espesor. A continuación se reconoce un estrato de

arena de grano fino, muy oscura, producto de la materia orgánica carbonosa diseminada entre los granos. En su base, se reconocen las láminas curvadas subparalelas ya descritas y muchos artefactos líticos. El estrato más joven de esta secuencia está compuesto por arena de grano fino grisácea, con poca materia orgánica muy compacta, sin estructuras. La intensa bioturbación que originan las ocupaciones humanas, asociadas a la deposición de materia carbonosa finamente diseminada, en una seudo matriz impidió reconocer estructuras que dieran información acerca del origen de estos depósitos arenosos.

En la zona de las trincheras 1 y 2 (T1 y T2, Fig. 2), aflora un remanente de la planicie posglacial que porta el sitio Chan-Chan18 con cota 13 m N.R.S. En el escarpe de esta terraza es posible reconocer la existencia de tres niveles de arena con matriz carbonosa, asociados a ocupaciones humanas, separados por arenas limpias sin matriz orgánica, carbonosa y macizas. Las unidades excavadas cerca del borde sur de la terraza (U22, U 24, U28, Fig. 2) presentan un solo nivel de arena con matriz carbonosa, y la unidad de arena limpia ubicada por debajo engrana con los estratos eólicos descritos en las trincheras 1 a 5. Sin embargo, todas las unidades ubicadas más al norte (e.g., U20, U29, Fig. 2) presentan dos de estos niveles ocupacionales, separados por arena de grano fino, limpia, maciza, sin matriz carbonosa y con restos de carbón y huesos dispersos. Bajo ellos, el sedimento, también, es arena de grano fino, pero sin estructuras o con laminación paralela y clastos discoïdales de basalto, esquisto y cuarzo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los dos primeros factores explicaron un 73,8% de la varianza de las observaciones. La figura 4 muestra la distribución de las 4 variables granulométricas en el espacio conformado por los dos primeros factores, observándose que éstas son independientes. En el primer factor, el tamaño medio y la selección presentan las cargas mayores, en el segundo lo hacen la asimetría y la kurtosis normalizada. Los signos opuestos de las cargas en cada factor se originan porque las arenas de grano más fino están mejor seleccionados, y los con mayor asimetría negativa son los más leptokú-

ticos. Sin embargo, al graficar las 136 muestras en el mismo espacio bidimensional éstas se distribuyeron en una sola nube, sin poder diferenciar muestras provenientes de playas de otras, correspondientes a dunas eólicas (Fig. 5). Al graficar solamente las 23 muestras correspondientes a ambientes recientes o con estructuras que permitían reconocer el ambiente depositacional (e.g., muestras actuales de duna eólica y muestras con estratificación cruzada, o muestras de arena de la playa actual y arena con laminación paralela de grano grueso o con grava,

tal como se observa en la actualidad), se pudo observar la formación de un grupo correspondiente a dunas eólicas (muestras 1 a 7, Tabla 1, Fig. 6), otro, claramente, correspondiente a berma de playa (muestras 8 a 19), y un tercero comprendido entre ellos, que incluía muestras recientes de cara de playa y otras con laminación paralela fina (muestras 20-23) que el análisis estadístico no pudo asociar a duna eólica o berma de playa.

Por esta razón, se emplearon las primeras 19 muestras para realizar un análisis discriminante (Tabla 1). En este caso, éstas fueron clasificadas correctamente en un 100% (1=duna, 2=playa), según la siguiente función discriminante estandarizada:

$$1,2125 * \text{media} + 0,1897 * \text{selección} + 0,5092$$

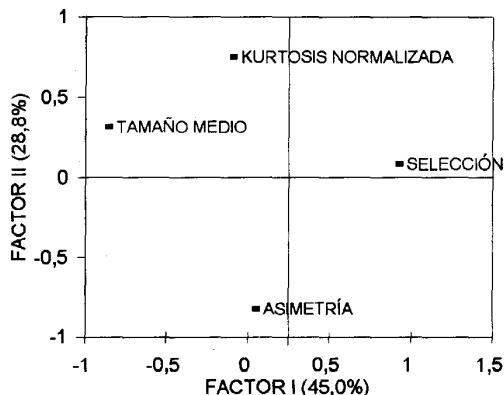


FIG. 4. Distribución de las variables granulométricas en el área creada por los dos primeros factores del Análisis Factorial.

* asimetría-0,2960 * kurtosis normalizada ($p<0,05$). A continuación, se agregó el tercer grupo de sedimentos (muestras 20-23) que no había sido suficientemente bien identificado por el análisis factorial (Fig. 6), y con la misma función discriminante se identificó como duna (factor discriminante 1, muestras 20 y 21) y playa (factor discriminante 2, muestras 22 y 23; Tabla 1). En este caso, la muestra 21 (cara de playa) fue identificada como duna. Finalmente, se aplicó la función discriminante ya citada a todas las muestras de las categorías láminas culturales (la) y arenas macizas y arenas con restos culturales (a* y ar, respectivamente, Tabla 1). La predicción obtenida

con la función discriminante determinó que la mayor parte de estas muestras fueran clasificadas como correspondientes a dunas, con excepción de las muestras 20-180, 20-190, 33-100 P0-20, P2-50, P3-50, P4-50 (números 45, 46, 104, 119, 121, 122 y 123, respectivamente, Tabla 1).

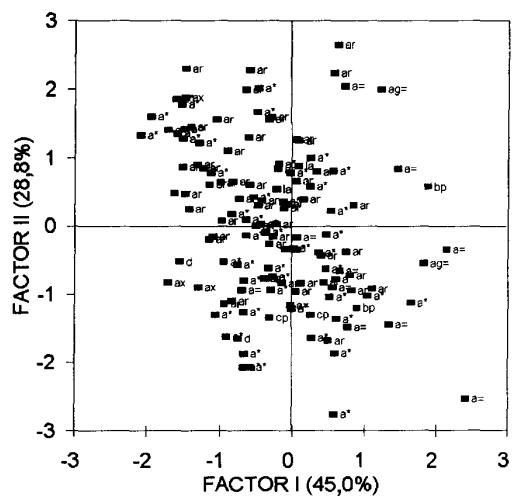


FIG. 5. Distribución de las 136 observaciones en el área creada por los dos primeros factores del Análisis Factorial.

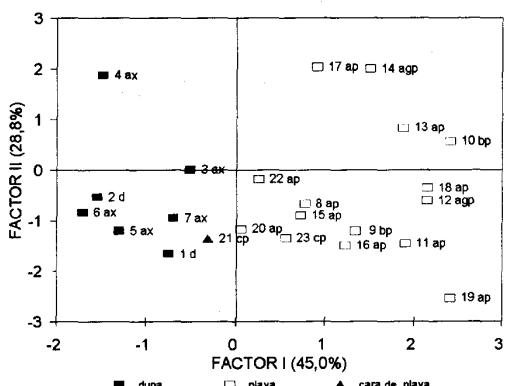


FIG. 6. Distribución de las 23 observaciones (sedimentos recientes o identificados por sus estructuras (e.g., estratificación cruzada) o texturas (e.g., presencia de grava) en el área creada por los dos primeros factores del Análisis Factorial.

TABLA 1. DATOS EMPLEADOS EN LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

No. muestra	Tamaño medio	Grado selección	Asimetría	Kurtosis norm.	Factor discr.	Tipo sed.	Ubicación lugar-nivel	No. muestra	Tamaño medio	Grado selección	Asimetría	Kurtosis norm.	Factor discr.	Tipo sed.	Ubicación lugar-nivel
1	1,82	0,33	0,13	0,72	1	d	reciente	69	1,83	0,35	-0,32	0,72	1	a*	U30-120
2	1,98	0,31	-0,26	0,71	1	d	reciente	70	1,93	0,39	-0,25	0,74	1	a*	U31-10
3	1,74	0,34	-0,34	0,73	1	ax	T4-120	71	1,90	0,36	0,05	0,72	1	a*	U31-20
4	1,90	0,32	-0,41	0,77	1	ax	T4-200	72	1,86	0,41	-0,04	0,72	1	ar	U31-30
5	1,78	0,29	0,40	0,78	1	ax	T3-90	73	1,88	0,39	-0,35	0,79	1	ar	U31-40
6	1,88	0,27	-0,12	0,72	1	ax	T1-200	74	1,88	0,38	-0,10	0,72	1	ar	U31-50
7	1,73	0,32	0,36	0,77	1	ax	T3-50	75	1,91	0,37	-0,16	0,75	1	ar	U31-60
8	1,62	0,40	-0,22	0,72	2	ap	S1-150	76	1,86	0,39	-0,47	0,77	1	a*	U31-70
9	1,53	0,39	-0,23	0,70	2	bp	reciente	77	1,98	0,35	-0,20	0,77	1	a*	U31-80
10	1,47	0,47	-0,53	0,73	2	bp	reciente	78	1,93	0,35	-0,07	0,73	1	a*	U31-90
11	1,33	0,38	0,10	0,74	2	ap	P3-100	79	1,88	0,35	0,13	0,71	1	a*	U31-100
12	1,40	0,44	-0,32	0,72	2	apg	P1-50	80	1,95	0,40	-0,26	0,70	1	a*	U31-110
13	1,46	0,44	-0,24	0,77	2	ap	P2-120	81	1,59	0,38	0,13	0,72	1	a*	U31-120
14	1,55	0,45	-0,56	0,77	2	apg	P1-120	82	1,69	0,36	-0,04	0,72	1	a*	U31-160
15	1,58	0,38	-0,17	0,72	2	ap	P4-150	83	1,81	0,37	0,02	0,73	1	a*	U31-170
16	1,69	0,42	-0,13	0,70	2	ap	S1-130	84	1,77	0,33	-0,05	0,73	1	a*	U31-180
17	1,60	0,42	-0,66	0,76	2	ap	P0-90	85	1,68	0,40	-0,18	0,71	1	a*	U31-190
18	1,27	0,44	0,11	0,77	2	ap	P0-100	86	1,82	0,33	-0,03	0,69	1	a*	U31-260
19	1,26	0,44	0,14	0,71	2	ap	P3-230	87	1,83	0,41	0,01	0,73	1	ar	U32-10
20	1,70	0,36	-0,15	0,71	1	ap	P3-200	88	1,85	0,40	-0,14	0,73	1	ar	U32-20
21	1,74	0,35	-0,10	0,71	1	cp	reciente	89	1,75	0,40	-0,30	0,74	1	ar	U32-30
22	1,63	0,36	-0,09	0,75	2	ap	S1-140	90	1,85	0,33	-0,29	0,73	1	ar	U32-40
23	1,58	0,35	-0,26	0,70	2	cp	reciente	91	1,82	0,37	-0,33	0,72	1	a*	U32-50
24	1,87	0,40	-0,40	0,73	1	la	U18-30	92	1,77	0,36	-0,25	0,71	1	a*	U32-60
25	1,87	0,43	-0,30	0,75	1	la	U18-30	93	1,78	0,36	-0,19	0,72	1	a*	U32-70
26	1,98	0,34	-0,37	0,76	1	ar	U19-20	94	1,84	0,40	-0,26	0,74	1	a*	U32-160
27	1,80	0,36	-0,38	0,72	1	at	U20-10	95	1,78	0,43	-0,22	0,73	1	a*	U33-10
28	1,57	0,43	-0,04	0,71	1	a*	U20-20	96	1,83	0,41	-0,29	0,75	1	a*	U33-20
29	1,88	0,41	-0,31	0,73	1	ar	U20-20	97	1,77	0,38	-0,34	0,75	1	ar	U33-30
30	1,67	0,45	-0,01	0,73	1	ar	U20-30	98	1,83	0,42	-0,53	0,74	1	ar	U33-40
31	1,70	0,40	-0,24	0,71	1	ar	U20-40	99	1,86	0,37	-0,24	0,75	1	ar	U33-50
32	1,70	0,40	-0,26	0,72	1	ar	U20-50	100	1,78	0,40	-0,47	0,73	1	ar	U33-60
33	1,71	0,42	-0,05	0,73	1	a*	U20-60	101	1,86	0,40	-0,33	0,77	1	ar	U33-70
34	1,81	0,42	-0,62	0,71	1	a*	U20-70	102	1,73	0,45	-0,36	0,73	1	ar	U33-80
35	1,80	0,37	-0,49	0,76	1	a*	U20-80	103	1,97	0,35	-0,17	0,73	1	ar	U33-90
36	1,77	0,36	-0,30	0,72	1	ar	U20-90	104	1,72	0,44	-0,67	0,76	2	ar	U33-100
37	1,82	0,39	-0,55	0,75	1	ar	U20-100	105	1,89	0,37	-0,17	0,74	1	a*	U33-110
38	1,80	0,41	-0,55	0,74	1	ar	U20-110	106	1,70	0,38	-0,09	0,70	1	a*	U33-120
39	1,67	0,44	-0,27	0,70	1	a*	U20-120	107	1,78	0,33	0,15	0,71	1	a*	U33-130
40	1,71	0,43	-0,36	0,71	1	ar	U20-130	108	1,79	0,30	0,10	0,73	1	a*	U33-140
41	1,77	0,45	-0,13	0,72	1	ar	U20-140	109	1,62	0,38	0,22	0,70	1	a*	U33-150
42	1,71	0,40	-0,27	0,72	1	a*	U20-150	110	1,76	0,46	-0,58	0,78	1	ar	U35-10
43	1,72	0,41	-0,19	0,72	1	a*	U20-160	111	1,73	0,44	-0,08	0,72	1	ar	U35-20
44	1,80	0,31	0,01	0,71	1	a*	U20-170	112	1,82	0,43	-0,02	0,70	1	ar	U35-30
45	1,53	0,46	0,20	0,75	2	a*	U20-180	113	1,91	0,46	-0,25	0,75	1	ar	U35-40
46	1,57	0,38	-0,37	0,71	2	a*	U20-190	114	1,91	0,42	-0,31	0,73	1	ar	U35-50
47	1,89	0,48	-0,75	0,81	1	a*	U21-200	115	2,07	0,37	-0,21	0,72	1	ar	U35-60
48	1,92	0,34	-0,18	0,70	1	ar	U21-120	116	1,84	0,39	-0,09	0,72	1	ar	U35-70
49	1,86	0,38	-0,36	0,73	1	ar	U22-20	117	1,82	0,40	-0,25	0,72	1	a*	U35-80
50	2,01	0,34	-0,35	0,76	1	a*	U22-50	118	1,87	0,35	-0,08	0,73	1	a*	U35-130
51	1,90	0,36	-0,34	0,74	1	ar	U22-80	119	1,26	0,51	-0,24	0,73	2	a*	P0-20
52	1,95	0,37	-0,36	0,75	1	ar	U29-10	120	1,77	0,38	-0,46	0,74	1	a*	P0-60
53	2,00	0,33	-0,26	0,74	1	ar	U29-20	121	1,58	0,39	-0,12	0,76	2	a*	P2-50
54	1,97	0,31	-0,28	0,74	1	ar	U29-30	122	1,61	0,40	-0,48	0,74	2	a*	P3-50
55	1,96	0,32	-0,40	0,74	1	ar	U29-40	123	1,50	0,35	-0,40	0,76	2	a*	P4-50
56	1,96	0,32	-0,51	0,76	1	a*	U29-50	124	2,01	0,29	-0,34	0,76	1	a*	T1-50
57	1,97	0,31	-0,47	0,75	1	a*	U29-60	125	1,94	0,32	-0,34	0,76	1	a*	T1-50
58	1,96	0,29	-0,44	0,76	1	a*	U29-70	126	1,85	0,32	-0,36	0,74	1	ar	T1-70
59	2,01	0,35	-0,38	0,74	1	ar	U29-80	127	1,94	0,33	-0,55	0,77	1	ar	T1-70
60	1,95	0,32	-0,31	0,73	1	ar	U29-90	128	1,90	0,31	-0,51	0,76	1	a*	T1-120
61	1,91	0,35	-0,24	0,75	1	ar	U29-100	129	1,97	0,32	-0,45	0,75	1	a*	T1-120
62	1,89	0,38	-0,44	0,75	1	ar	U29-110	130	1,88	0,27	-0,12	0,72	1	ax	T1-200
63	1,88	0,38	-0,33	0,73	1	ar	U29-120	131	1,82	0,32	-0,29	0,75	1	a*	T3-300
64	1,92	0,39	-0,54	0,76	1	ar	U29-130	132	1,63	0,29	0,75	0,81	1	ar	T3-30
65	1,94	0,36	-0,41	0,76	1	ar	U29-140	133	1,78	0,29	0,40	0,78	1	ax	T3-90
66	1,95	0,34	-0,39	0,74	1	ar	U29-150	134	1,74	0,34	-0,34	0,73	1	ax	T4-120
67	1,94	0,41	-0,16	0,73	1	ar	U30-20	135	1,90	0,32	-0,41	0,77	1	ax	T4-200
68	1,87	0,40	-0,05	0,75	1	ar	U30-50	136	1,80	0,33	-0,24	0,74	1	a*	T5-40

Características granulométricas (tamaño medio y grado de selección en unidades phi), factor discriminante empleado (1=duna, 2=playa) y ubicación estratigráfica de los 136 sedimentos analizados. Las categorías de identificación empleadas fueron d=arena de duna, bp=arena de berma de playa, cp=arena de cara de playa, ap=arena con laminación paralela, agp=arena con grava y laminación paralela, ax=arena con laminación cruzada, a*=arena maciza sin restos culturales, ar=arena con restos culturales y la = láminas curvadas de arena muy fina.

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LA MATERIA ORGÁNICA

La distribución vertical de la materia orgánica origina también un buen índice para separar capas con contenidos culturales de momentos sin ocupación humana conformados por arenas depositadas de manera natural. Los valores de materia orgánica carbonosa en ambientes de duna eólica y playa corresponden a alrededor de 1%, mientras que en las capas correspondientes a la ocupación humana son mayores que 3%, alcanzando valores máximos en la unidad 35 (11,8%). La figura 7 muestra la variación vertical de este parámetro por niveles de 10 cm, para las unidades de excavación 20, 29, 32, 33 y 35. En cada una de ellas, los valores cercanos a 1% corresponden a estratos o láminas

de arena sin evidencias culturales, y se pueden además observar las variaciones entre niveles producto de las diferentes concentraciones de materia orgánica de origen animal o vegetal. En la unidad 35, el aumento gradual hacia el techo de la materia orgánica, unido a los altos porcentajes de fango existentes sólo en estos sedimentos (hasta 15%), hacen pensar que se trata de un perfil de suelo con altos contenidos de materia orgánica (en una zona más baja, por ende más protegida del viento y con mayor vegetación). Prácticamente en todos los casos, los niveles superiores contienen los máximos de materia orgánica, lo que puede estar relacionado con la intensidad de la ocupación humana.

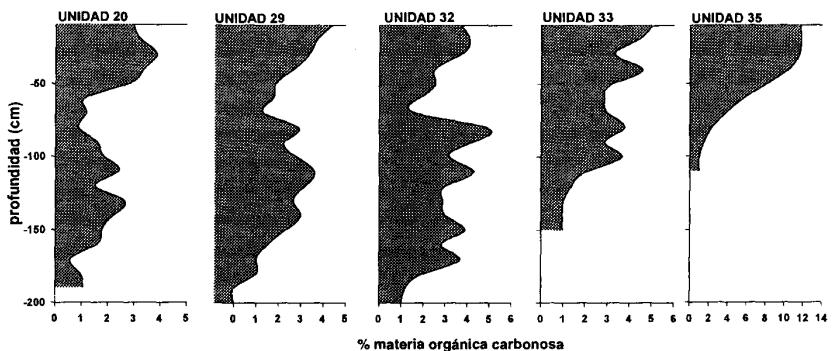


FIG. 7. Distribución vertical del contenido porcentual en peso de la materia orgánica carbonosa. De izquierda a derecha, unidades de excavación 20, 29, 32, 33 y 35. Los valores de materia orgánica menor que 1% corresponden a niveles de deposición sin intervención humana arcaica.

CRONOLOGÍA DE RADIOCARBONO Y ESTRATIGRAFÍA CULTURAL

La tabla 2 muestra un resumen de los 8 fechados de radiocarbono realizados en muestras de carbón en el sitio, incluyendo la unidad de excavación y profundidad, desviación estándar y calibración a años calendario.

La figura 8 muestra la distribución de los fechados de radiocarbono con respecto a la profundidad. Se observa que se producen dos grupos: el primero con fechas de radiocarbono entre 5.000 y 5.360 AP, y el segundo entre 5.460 y 5.610 AP. Ambos conjuntos están separados por un *hiatus* ocupacional. Al comparar ambos conjuntos de fechados por

medio de análisis de varianza de una vía (prueba de Fisher LSD) resulta que primero las varianzas en cada grupo son homogéneas al nivel de $p < 0,05$ (test de Cochran: 0,673598, valor de $P=0,566991$; test de Bartlett: 1,03141, valor de $P=0,710248$). Esto permite asegurar que ambos conjuntos de fechados, con medias de 5.212 y 5.535 ^{14}C años AP y valores de $F=7,38927$ y $p=0,0347$ presentan una diferencia estadística significativa al nivel de 95%. La muestra U20 presenta una edad menor que la muestra U29, aunque está ubicada topográficamente 10 cm más arriba. Esto se debe a que la posición del

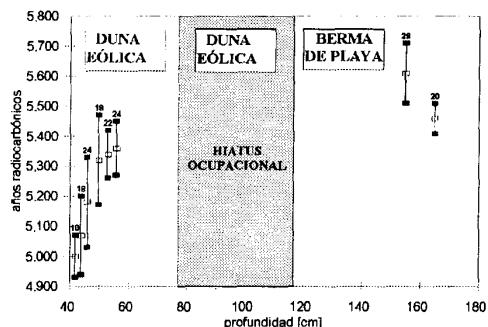


FIG. 8. Distribución de los fechados de radiocarbono en cada una de las zonas de ocupación en el sitio Chan-Chan 18. El cuadrado en blanco indica la fecha de radiocarbono y la barra limitada por los cuadros negros, el error de laboratorio expresado como desviación estándar.

estrato cultural no es horizontal, sino que sigue la paleotopografía de la época y en la Unidad 20 se ubica en una pequeña depresión centimétrica. En general, ambas fases son homogéneas en cuanto a la composición del material cultural existente. No obstante la fase más antigua exhibe puntas triangulares de obsidiana, y menor diversificación del resto del conjunto artefactual. Los depósitos de la fase tardía permiten inferir que el asentamiento fue más denso y persistente, tal como lo demuestra un universo de gran variabilidad de artefactos y materias primas diversas, entre ellas la utilización de obsidiana gris translúcida. En esta segunda fase priman las puntas con forma de hoja, en basalto.

TABLA 2. EDADES DE RADIOCARBONO Y AÑOS CALENDARIO CALIBRADOS DE LAS 8 MUESTRAS ANALIZADAS. EL MATERIAL FECHADO CORRESPONDE A CARBÓN.

Unidad de excavación	No. fechado Beta Analytic	Prof. (cm)	Años ^{14}C AP	d.s.	Años cal. AP CALIB	Años cal. AP CalPal
18	081423	42	5000	70	5730	5760
18	100572	44	5070	130	5820	5820
24	100573	46	5180	150	5930	5950
22	089284	53	5340	80	6140	6120
18	070189	50	5320	150	6100	6100
24	100574	56	5360	90	6130	6130
20	103555	165	5460	50	6280	6250
29	107499	155	5610	100	6360	6420

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El primer efecto humano sobre los materiales rocosos presentes en Chan-Chan 18 lo constituye la presencia de clastos angulosos de cuarzo y rodados discoidales compuestos por esquistos muy oxidados y de coloración rojiza (rodados metamórficos de la Formación Piedra Laja, Fig. 2). Su coloración y fragilidad indica que fueron sometidos al fuego. El tipo de material y su morfología indicaría que se trata de clastos transportados al sitio para construir pircas de protección, por ejemplo, al fuerte viento sur del verano. Estos clastos están hoy disponibles en el borde norte de la playa (de características reflectivas; Wright y Short, 1984). Notable, además, resulta el transporte humano de rodados de serpentinita y núcleos de obsidiana gris translúcida (Stern *et al.*, 2002), de distancias en

línea recta de aproximadamente 30 y 350 km, respectivamente.

Muy diferente resulta la interpretación de la presencia de innumerables artefactos líticos (a pesar de la intensa recolección por aficionados y lugareños) asociados a gran cantidad de clastos de grava pequeños y discoidales que se encuentran en la superficie del sitio arqueológico. En la zona de las trincheras 1 y 2 (Fig. 2), aflora un remanente por lo menos 5 m más alto que la mayor parte de la planicie costera del sitio Chan-Chan 18. El hecho que en este sector existan tres niveles de arena ricos en materia orgánica, mientras que en el sitio arqueológico sólo se reconocen 2, sugiere que la parte más joven de la ocupación arcaica fue erosionada, originándose un depósito de residuo

('lag') compuesto por los artefactos líticos, los que muestran muchas veces una clásica pátina producida por abrasión eólica. Los clastos discoidales tienen un claro retrabajo marino, y dado la gran cantidad de ellos, podrían haber sido depositados por el tsunami del año 1960, mezclándose con los artefactos acumulados anteriormente.

La secuencia estratigráfica, los fechados de radiocarbono y los análisis sedimentológicos muestran claramente la presencia de dos ocupaciones humanas separadas por un *hiatus* de ocupación, y el reemplazo de sedimentos marinos por depósitos eólicos, que se pueden asociar a un descenso del nivel del mar entre ambas ocupaciones (Fig. 7). Por sobre la terraza erosionada de arenisca volcánica interglacial, existen depósitos marinos (Pozos 0, 1 y 2), bien caracterizados por arenas laminadas y arenas con grava. La laminación horizontal es una estructura frecuente originada por el ritmo de las mareas y los depósitos de residuo ('lag') originados por deflación eólica. Estos deberían corresponder a la máxima altura alcanzada por el mar durante el Holoceno Medio (Baker y Haworth, 2000; Nun y Peltier, 2001; Milne *et al.*, 2003). La ocupación más antigua detectada está fechada en el rango 6.420-6.250 años cal. AP (CalPal) y 6.280-6.360 años cal. AP (CALIB) y este primer piso de ocupación se desarrolló muy cerca de la berma de las antiguas playas, con incipiente formación de dunas eólicas. A medida que el mar se retiraba, dunas eólicas progradaron sobre los depósitos de paleoplaya avanzando hacia la línea de costa, tal como se reconoce en las trincheras 1, 2 y 3, pero especialmente en la trinchera 5 (Figs. 2 y 3). El viento de la época que movía la arena desde la playa tenía el mismo sentido que el que produce hoy las dunas, o sea viento sur. Probablemente, los fragmentos de cuarzo y esquisto encontrados sobre la superficie del sitio correspondan a los restos de pircas para proteger el campamento del viento.

La ocupación del nivel superior (5.000-5.360 años ^{14}C AP) es coincidente con el avance de la duna antes descrita, pues sobre el *hiatus* sin ocupación humana, las capas que contienen la ocupación arcaica y las capas de duna eólica se interdigitan. Aparentemente, el aumento de la actividad humana en el segundo nivel ocupacional implicó la acumulación de grandes cantidades de materias primas carbonosas (vegetales y/o ani-

males) en los pisos ocupacionales, transformando la textura del sedimento por el aumento del contenido orgánico. Las láminas onduladas y subparalelas que se observan en los pisos ocupacionales serían de origen antrópico, pues están formadas por la misma arena de duna pero cementadas por un material tan fino como limo, que no se pudo identificar, pero que podría corresponder a ceniza de fogones. En algunos sectores se han contado hasta 15 de estas láminas, y no es posible determinar si se trata de láminas que se forman en un día, separadas por arena limpia que representaría horas, o si se trata de ocupaciones estacionales interanuales.

Aun cuando existe una zona transicional entre algunas muestras de playa y de duna eólica en las muestras de referencia actuales, el análisis discriminante indica que la mayor parte de los sedimentos arcaicos parece haber tenido origen eólico. Este traslapo en la discriminación no resulta relevante para la interpretación geoarqueológica, pues sobre la cara de la playa no se producen asentamientos humanos.

No queda resuelto el significado de los clastos discoidales en las capas del nivel inferior de ocupación, aunque debe dejarse abierta la posibilidad de que tal como los que se encuentran en la superficie, hayan sido depositados por un antiguo tsunami. Al comparar clastos discoidales actuales del sector sur de la playa Chan-Chan con los clastos recuperados del nivel inferior, se observa que, en la playa, estos forman estratos homogéneos mientras que en los depósitos holocenos están dispersos en una matriz de arena. En segundo lugar, los de la playa están intensamente pulidos y los del sitio presentan superficie opaca. Los tamaños y formas son similares. La diferencia de pulido podría explicarse debido a que aquellos de la playa han estado sometidos al efecto abrasivo del oleaje un tiempo más largo que los recuperados en las excavaciones, los que se habrían depositado rápidamente. El hecho de que estén dispersos en arena sin formar lentes podría indicar que están mezclados producto de pisoteo y remoción antrópica, descartándose un depósito de residuo ('lag') por acción del oleaje.

La presencia de niveles de deposición marina en el Holoceno Medio por encima del nivel actual del mar es un hecho bien registrado (Barker y Haworth, 2000; Nun y Pewltier, 2001; Milne *et al.*,

2003). Sin embargo, existen análisis que indicarían que el momento en que se produce esa máxima transgresión varía dependiendo de la latitud (Isla, 1989). Para este mismo autor, el origen de tal transgresión está relacionada con un efecto climático, con un óptimo cálido en el Hemisferio Sur entre 9.000 y 10.000 ^{14}C años AP, aproximadamente 3.000 años antes que en el Hemisferio Norte.

Inmediatamente al sur y en la interfase Depresión Intermedia-Cordillera de los Andes, en el distrito de los lagos Araucanos (39° - 42° S), según Heusser (1974) tal intervalo cálido habría ocurrido entre 8.500 y 6.500 ^{14}C años AP, con temperaturas medias 2°C más altas que las actuales. Análisis polínicos de alta resolución asociados a dataciones de radiocarbono AMS realizados en el lago Condorito ($41^{\circ} 45' \text{S}/73^{\circ} 07' \text{W}$), indican que la fase extremadamente cálida y seca ocurrió entre 10.000 y 7.600 años cal. AP, seguida por una tendencia de aumento de la precipitación y condiciones más frías entre 7.000 y 3.000 años cal. AP (Moreno, 2004). Esta variabilidad a escala milenaria no coincide con lo propuesto usando otros indicadores en testigos marinos. Kim *et al.* (2002), empleando alkenonas en sedimentos obtenidos de un testigo frente a Valparaíso, proponen un óptimo climático entre 7.500 y 5.000 años cal. AP. Por otra parte, Lamy *et al.* (2001), empleando valores de intensidad de Fe como indicador de erosión y por ende pluviosidad, infieren una reducción de la lluvia en los 41° S entre 7.700 y 4.000 años cal AP. Ya que los registros de polen indican confiablemente la señal atmosférica, pareciera ser que los registros marinos indican una respuesta tardía a la variabilidad climática. Anteriormente, Lamy *et al.* (1999) usando la mineralogía de arcillas y la granulometría habían inferido para la plataforma continental a los 33° S, condiciones áridas en el continente entre 8.000 y 4.000 años cal. AP.

En la zona costera semiárida del norte de Chile, los registros polínicos y arqueológicos indican una relación entre aridez (6.100 y 4.200 años cal. AP, Villa-Martínez y Villagrán, 1997; Maldonado y Villagrán, 2002) y ocupaciones costeras ocasionales en el período 7.600 y 4.400 años cal. AP (Jackson y Ampuero, 1992; Jackson *et al.*, 1996; Jackson, 1997), que contrastan con ocupaciones estacionales por períodos extendidos después de 4.400 años cal. AP. En la zona de Chan Chan, el

asentamiento, sus relaciones estratigráficas y los fechados de radiocarbono indican una larga permanencia temporal y recurrencia en la ocupación. Esto quiere decir que, si bien el asentamiento presenta un *hiatus* en la ocupación por posible movilidad del o los grupos que lo habitaron, en un contexto más global remite a la reiterada ocupación posiblemente por los mismos grupos o por otros emparentados, puesto que son constantes también los tipos de conjuntos artefactuales asociados a cada fase. Esta persistencia pudo estar favorecida justamente porque el tipo de playas intermedias y en parte reflectivas (con o sin rompienes) (Wright y Short, 1984), que probablemente existieron en Chan-Chan, reunieron la mayor variabilidad y disponibilidad de recursos naturales durante todo el año, lo que pudo generar que las familias no tuviesen que transportarse muy lejos para obtener sus recursos básicos de subsistencia. Además, la gran extensión del hábitat de playas de diversos tipos habría favorecido la reunión de varias familias las cuales pudieron fortalecer sus lazos de parentesco. Así, aquí no son las condiciones de mayor humedad o sequedad anual las que favorecieron uno u otro tipo de asentamiento (base-concentrado o disperso-esporádico; Yesner, 1980), sino que las condiciones de recursos vegetales y animales habrían permitido las primeras experiencias tempranas de territorialidad. Ello no habría impedido la relación con otros grupos lejanos, como por ejemplo, la relación que se ha identificado con grupos en Chiloé continental para la adquisición de materias primas exóticas como la obsidiana gris translúcida (Stern *et al.*, 2002), o desde los Andes para la obtención de la obsidiana negra, ambas presentes en los artefactos de Chan-Chan.

En Chan-Chan, los depósitos marinos más altos (bermas de playa) están a 8 m N.R.S. en el rango de 5.460-5.610 ^{14}C años AP (6.250-6.420 años cal. AP). Existen antecedentes obtenidos mediante diferentes 'proxies' fuera de la zona de estudio que calculan la edad de radiocarbono y la altura máxima del mar durante la última transgresión marina del Holoceno Medio, aunque es evidente que las alturas son sólo datos referenciales dada la gran variabilidad de comportamiento eustático y tectónico y los diferentes datos para el nivel del mar en cada país.

Según Hervé *et al.* (2003), en Algarrobo ($33^{\circ}21'$ S) la máxima transgresión ha sido fechada

en 5.680 ± 70 años ^{14}C AP, lo que origina después de la calibración un rango de entre 6.422 y 6.447 años cal. AP (Calpal y CALIB, respectivamente), a una altura de $3,8$ m N.R.S. Dado que esta fecha fue obtenida sobre madera, es también estadísticamente indistinguible de la obtenida en Chan-Chan.

Más al norte, en la zona de Tongoy ($30^{\circ}15'S$), Ota y Paskoff (1993) han datado en 6.380 ± 120 años ^{14}C AP el máximo nivel del mar holoceno empleando valvas de moluscos en depósitos estuariales, lo que corresponde a la edad de 7.290 años cal. AP.

En la costa Atlántica (Río de la Plata), análisis estratigráficos y morfológicos han establecido una altura máxima para esta transgresión de $6,5$ m s.n.m. (Cavallotto *et al.*, 2004; Violante y Parker, 2004) hace *ca.* 6.000 ^{14}C años AP (6.020 ± 90 y 6160 ± 150), lo que al calibrarlas (Calpal, CALIB) origina un rango entre 6.821 y 7.131 años cal. AP. En el estrecho de Magallanes y en el canal Beagle, el máximo de la transgresión holocena ha sido datado entre 5.625 ± 30 y 5.860 ± 40 años ^{14}C AP (rango 6.391 - 6.704 años cal. AP), con una altura de 3 y $3,4$ m sobre el nivel de más alta marea (Porter y Stuiver, 1984). En esta misma zona, las curvas del nivel presentadas por Rabassa *et al.* (1986) y Gordillo *et al.* (1993) indican que la máxima transgresión marina holocena ocurrió alrededor de 5.500 - 6.000 ^{14}C años AP. Estas fechas son concordantes con muchas otras citadas por estos autores para esta región. Sin embargo, dado que tales edades fueron principalmente obtenidas en caparazones marinos, los que pueden ser frecuentemente más antiguos (Flessa y Kowalewski, 1994), estas fechas deben ser consideradas máximas y no son estadísticamente distinguibles de las de Chan-Chan.

Existen evidencias geomorfológicas en la zona de la costa valdiviana que indican un alzamiento progresivo del borde costero. En primer lugar, en la zona costera las terrazas fluviales del último interglacial están a alturas de hasta 67 m N.R.S., y la evidencia mundial indica que en ese momento el mar estaba a menos de una decena de metros por encima del nivel actual (Gallup *et al.*, 1994; Esat *et al.*, 1999; Esat y Yokoyama, 2000; Lambeck *et al.*, 2002). Por otra parte, el río Queule ($73^{\circ}13'W$ / $39^{\circ}23'S$), ubicado a *ca.* 10 km al norte de Chan-Chan, presenta la mayor parte de su curso en dirección norte-sur, a corta distancia de la costa, y

posee, al menos, dos salidas abandonadas varios kilómetros al norte de su actual desagüe. Un alzamiento sostenido de la costa puede explicar el porqué, un río abandone su salida al mar y busque otras nuevas más al sur, sucesivamente. Esta tendencia de alzamiento, también, ha sido observada por Atwater *et al.* (1992) en la zona de Maullín, y por Bartsch-Winkler y Schmoll (1993) en Chiloé, al menos por los últimos 5.000 años. En el Norte Chico de Chile este alzamiento, también, ha sido reconocido por Ota y Paskoff (1993) y Paskoff (1973) en una escala menor (3 m en 6.000 años), y está bien corroborada por los asentamientos humanos prehispánicos de la zona.

Los datos calculados por Hervé *et al.* (2003), empleando información publicada por Church y Gregory (2001), dan cuenta de que el nivel del mar hace *ca.* 6.500 años era 8 m más bajo con respecto al actual nivel del mar. Sus datos de altura del mar en relación con los alzamientos cosísmicos calculados por Barrientos y Kausel (1990) y Barrientos *et al.* (1992) difieren en un orden de magnitud, lo que indica que el nivel del continente ha subido desde el Holoceno Medio de manera independiente de la actividad cosísmica, tal como advirtieron Atwater *et al.* (1992) en Maullín (40°S) en una situación en que los movimientos cosísmicos históricos son de hundimiento. Esto indica la dificultad prácticamente insuperable de establecer una curva del nivel del mar para la costa de Chile. De cualquier manera, dado que las fechas obtenidas por Hervé *et al.* (2003) son idénticas a las presentadas en este trabajo, se puede afirmar que el alzamiento ha sido más importante en la zona de Valdivia en relación con Algarrobo, dentro del mismo orden de magnitud (8 y 4 m, respectivamente). Por otra parte, la máxima transgresión holocena es prácticamente sincrónica en todo Chile, si se considera que las fechas obtenidas en caparazones de moluscos indican edades que pueden estar desfasadas hasta 1.000 años.

Sólo localmente, debido a la variable de origen de los sedimentos, los análisis estadísticos multivariados pueden permitir identificar ambientes sobre la base de comparación con sedimentos actuales. Esto es especialmente válido en la costa de Valdivia, donde la mayor parte de los sedimentos actuales derivan de las areniscas volcánicas del último interglacial (Pino, 1987).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por CONICYT, proyectos FONDECYT 1930370 y 1950704 (RXN) y Núcleo Milenio FORECOS Mideplán P01-027-F (MP). Los autores agradecen las críticas y sugerencias

de M. Suárez (Servicio Nacional de Geología y Minería), J. Rabassa (CADIC-CONICET), R. Villa-Martínez (Universidad de Magallanes, Chile) y R. Paskoff (Universidad de Lyon, Francia).

REFERENCIAS

- Atwater, B.; Jiménez, H.; Vita-Finzi, C. 1992. Net late Holocene emergence despite earthquake-induced submergence, south-central Chile. In *Nectectonics Aspects of the Evolution of Quaternary Coasts* (Ota, Y.; Nelson, A.; Berryman, K.; editors). *Quaternary International*, Special Issue, Nos.15-16, p. 77-85.
- Baker, R.G.V.; Haworth, R.J. 2000. Smooth or oscillating late Holocene sea-level curve? Evidence from cross-regional statistical regressions of fixed biological indicators. *Marine Geology*, Vol. 163, Nos. 1-4, p. 353-365.
- Barrientos, S.; Kausel, E. 1990. Génesis y proceso de ruptura del terremoto del 3 de marzo de 1985, Chile central. *Revista de Geofísica*, Vol. 46, p. 3-18.
- Barrientos, S.; Plafker, G.; Lorca, E. 1992. Postseismic coastal uplift in southern Chile. *Geophysical Research Letters*, Vol 19, No. 7, p. 701-704.
- Bartsch-Winkler, S.; Schmoll, H.R. 1993. Evidence for late Holocene relative sea-level fall from reconnaissance stratigraphical studies in an area of earthquake-subsided intertidal deposits, Isla Chiloé, southern Chile. Special Publications. *International Association of Sedimentologists*, Vol. 20, p. 91-109.
- Bate, F. 1990. Culturas y modos de vida de los cazadores recolectores en el poblamiento de América del Sur. *Arqueología Americana*, Vol. 2, p. 89-153.
- Blatt, H.G.; Middleton, G.V.; Murray, R. 1972. Origin of Sedimentary Rocks. *Prentice-Hall Inc.*, 634 p. Englewood Cliffs, N.Y.
- Cavallotto, J.L.; Violante, R.; Parker, G. 2004. Sea-level fluctuations during the last 8600 years in the de la Plata River (Argentina). *Quaternary International*, Vol. 114, p. 155-165.
- Church, J.; Gregory, J. 2001. Changes in Sea Level. In *Climate Change 2001: Synthesis report. A Contribution of Working Group I, II and III to the Third Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Watson, R.T.; Core Writing Team.; editors). Cambridge University Press, p. 639-694.
- Díaz, C.; Garretón, M. 1972-1973. El poblamiento prehispánico del área insular septentrional chilena. In *Congreso de Arqueología Chilena, No. 6. Boletín de Prehistoria*, Número Especial, p. 559-585. Santiago.
- Dillehay, T.D. 2000. The Settlement of the Americas: a New Prehistory. Perseus and Basic Books, Vol. 371 p. New York.
- Emery, K.O. 1938. Rapid method of mechanical analysis of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 8, p. 103-111.
- Esat, T.; McCulloch, M.T.; Chappell, J.; Pillans, B.; Omura, A. 1999. Rapid Fluctuations in Sea Level Recorded at Huon Peninsula During the Penultimate Deglaciation. *Science*, No. 283, p. 197-201.
- Esat, T.; Yokoyama, Y. 2000. Correlated Uranium and Sea-Level Fluctuations in Late Quaternary Oceans. Goldschmidt 2000, September 3rd-8th. Cambridge Publications, *Journal of Conference, Abstracts*, Vol. 5, No. 2, p. 387-388. Oxford, UK.
- Flessa, K.W.; Kowalewski, M. 1994. Shell survival and time-averaging in nearshore and shelf environments: Estimation from the radiocarbon literature. *Lethaia*, Vol. 27, No. 2, p. 153-165.
- Folk, R. 1980. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company, 78703, 182 p. Austin, Texas.
- Friedman, G. 1961. Distinction between dune, beach, and sands from their textural characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 31, No. 4, p. 514-529.
- Friedman, G. 1979. Address of the retiring President of the International Association of Sedimentologists: Differences in size distributions of populations of particles among sands of various origins. *Sedimentology*, No. 26, p. 3-32.
- Gaete, N.; Sánchez, R. 1993. El Arcaico costero al sur del Maule: discusión y relaciones. In *Coloquio Estrategias Adaptativas en Poblaciones Costeras de la Región Centro Sur y Extremo Sur de Chile, Actas. Boletín del Museo Regional de la Araucanía*, No. 5, p. 91-103.
- Gallup, C.; Edwards, R.L.; Johnson, R. 1994. The timing of high sea levels over the past 200,000 years. *Science*, No. 263, p. 796-800.
- Gibbs, R.J.; Matthews, M.D.; Link, D.A. 1971. The relationship between sphere size and settling velocity. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 41, No. 1, p. 7-18.
- Gordillo, S.; Coronado, A.; Rabassa, J. 1993. Late Quaternary evolution of a subantarctic paleofjord, Tierra del Fuego. *Quaternary Science Review*, Vol. 12, p. 889-897.

- Hervé, F.; Encinas, A.; Villa-Martínez, R.; Sven, N.; Finger, K.; Peterson, D. 2003. Registro sedimentario de la transgresión marina del Holoceno medio en el área de Algarrobo (33°22'S), Chile Central. Implicancias tectónicas y paleoecológicas. In *Congreso Geológico Chileno*, No. 10, Sesión Temática 3, 7 p. Concepción.
- Heusser, C. 1974. Vegetation and climate of the southern Chilean lake district during and since the last interglaciation. *Quaternary Research*, Vol. 4, No. 3, p. 290-315.
- Illies, H. 1970. Geología de los alrededores de Valdivia y Volcanismo y Tectónica en márgenes del Pacífico en Chile meridional. *Universidad Austral de Chile. Instituto de Geología y Geografía*, 64 p.
- Isla, F. 1989. Holocene sea-level fluctuation in the southern hemisphere. *Quaternary Science Reviews*, 8, p. 359-368.
- Jackson, D. 1997. Coexistencia e interacción de comunidades cazadores-recolectores del arcaico temprano en el semiárido de Chile. Valles. *Museo de la Ligua-Chile, Revista de Estudios Regionales*, 3, p. 13-36.
- Jackson, D.; Ampuero, G. 1992. Comentario a una datación radiocarbónica para el Arcaico medio del Norte Chico. *Boletín Sociedad Chilena de Arqueología*, 15, p. 11-13.
- Jackson, D.; Baez, P.; Seguel, R.; Arata, J. 1996. Campamento arcaico para la explotación del intermareal: significado del desconche local de moluscos. Valles. *Museo de la Ligua-Chile, Revista de Estudios Regionales*, 2, p. 89-109.
- Kim, J.; Schneider, R.; Hebbeln, D.; Müller, P.; Wefer, G. 2002. Last deglacial sea-surface temperature evolution in the Southeast pacific compared to climate changes on the South American continent. *Quaternary Science Reviews* 21, p. 2085-2097.
- Lambeck, K.; Esat, T.; Potter, E.K. 2002. Links between climate and sea levels for the past three million years. *Nature*, 419, p. 199-206.
- Lamy, F.; Hebbeln, D.; Wefer, G. 1999. High resolution marine record of climate change in mid-latitude Chile during the last 28,000 years based on terrigenous sediment parameters. *Quaternary Research*, Vol. 51, No. 1, p. 83-93.
- Lamy, F.; Hebbeln, D.; Röhl, U.; Wefer, G. 2001. Holocene rainfall in southern Chile: a marine record of latitudinal shifts of the Southern westerlies. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 185, No. 3-4, p. 369-382.
- Lopes, W. 1986. Sobre la interpretación ambiental de parámetros estadísticos granulométricos: ejemplos de sedimentos quaternarios da costa brasileira. *Revista Brasileira de Geociencias*, Vol. 16, No. 2, p. 157-170.
- Maldonado, A.; Villagrán, C. 2002. Paleoenvironmental changes in the semiarid coast of Chile (~32°S) during the last 6200 cal. years inferred from a swamp-forest pollen record. *Quaternary Research*, Vol. 58, No. 2, p. 130-138.
- Mason C.; Folk R. 1958. Differentiation of beach, dune, and aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 28, No. 2, p. 211-226.
- Menghin, O.F.A. 1962. Estudios de Prehistoria Araucana. In *Studia Praestorica II. Centro Argentino de Estudios Prehistóricos*, p. 1-72. Buenos Aires.
- Mills, A. 1978. A comparison of methods of determining organic carbon in marine sediments with suggestions for a standard method. *Hydrobiologia*, Vol. 57, No. 1, p. 45-52.
- Milne, G.A.; Long, A.J.; Bassett, S.E. 2003. Modelling Holocene sea-level observations from the Caribbean and South America. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, p. 09674.
- Moiola, F.J.; Weisser, D. 1968. Textural parameters: an evaluation. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 38, p. 45-53.
- Moreno, P. 2004. Millennial-scale climate variability in northwest Patagonia over the last 15,000 yr. *Journal of Quaternary Science*, Vol. 19, No. 1, p. 35-47.
- Navarro, R.X. 1995. Arqueología de la costa valdiviana: evidencias de ca. 5000 años antes del presente. *Medio Ambiente*, Vol. 12, No. 2, p. 24-34.
- Navarro, R.X. 2001. Formas de ocupación y uso del espacio en un sector costero del sur de Chile. La comprensión de un territorio. *Arqueología Espacial*, Vol. 23, p. 227-247.
- Navarro, R.X.; Pino, M. 1993. Actividades recolectoras costeras de comunidades lalfkenches en los períodos cerámicos y actual (Prov. de Valdivia, X Región). *Boletín del Museo Regional de la Araucanía*, Vol. 2, No. 4, p. 181-214.
- Navarro, R.X.; Pino, M. 1999. Estrategias adaptativas en ambientes costeros del bosque templado lluvioso de la zona mapuche: una reflexión desde el precerámico. Soplando en el Viento. *Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, No. 3, Actas, p. 65-82. Neuquén.
- Nelson, A.; Manley, W. 1992. Holocene coseismic and aseismic uplift of Isla Mocha, south-central, Chile. In *Neotectonic Aspects of the Evolution of Quaternary Coasts* (Ota, Y.; Nelson, A.; Berryman, K.; editors). *Quaternary International*, Special Issue, No. 15-16, p. 61-76.
- Nunn, P.D.; Peltier, W.R. 2001. Far-field test of the ICE-4G (VM2) model of global isostatic response to deglaciation: empirical and theoretical Holocene sea-level reconstructions for the Fiji Islands, Southwest Pacific. *Quaternary Research*, Vol. 55, No. 2, p. 203-214.
- Orquera, L.A.; Piana, E.L. 1987. Human littoral adaptation in the Beagle Channel region: the maximum possible age. *Quaternary of South America and Antarctica Peninsula*, Vol. 5, p. 133-162.
- Ortiz-Troncoso, O. 1973. Aspectos arqueológicos de la península de Brunswick (Patagonia Austral): excavaciones y fechados radiocarbónicos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 6, p. 93-122. Chile.
- Ota, Y.; Paskoff, R. 1993. Holocene deposits on the coast

- of north-central Chile: radiocarbon ages and implication for coastal changes. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 20, No. 1, p. 25-32.
- Paskoff, R. 1973. Radiocarbon dating of marine shells taken from the north and central coast of Chile. *International Union for the Quaternary Research, International Geological Congress*, No. 9, p. 281-282. Christchurch, New Zealand.
- Pino, M. 1987. Stratigraphie, Granulometrie und Schwermineral-analyse der miozänen silikoklastischen Ablagerung der Provinz Valdivia. Südchile. Ph.D. Thesis (Inédito), *Instituto de Geología-Paleontología de la Universidad de Münster*, 209 p. República Federal de Alemania.
- Pino, M. 1989. Regional and Site Geology *Federal Republic of Germany In Monte Verde* (Dillehay, T.; editor). *Smithsonian Press, Palaeoenvironment and Site Context*, Vol. 1, p. 89-132.
- Pino, M. 2003. Last Interglacial volcanic sediments at the coast of Valdivia, South of Chile. *Sediment 2003. Terra Nostra Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung* 03/3, p. 52-53. Wilhelmshaven, Germany.
- Pflakker, G.; Savage, J.C. 1970. Mechanism of the Chilean earthquakes of May 21 and 22, 1960. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol. 81, p. 1001-1030.
- Porter, S.; Stuiver, M. 1984. Holocene sea-level changes along the Strait of Magellan and Beagle Channel, southernmost South America. *Quaternary Research*, Vol. 22, p. 59-67.
- Quiroz, D.; Sánchez, M.; Vásquez, M.; Massone, M.; Contreras, L. 1999. Cazadores 'Talcahuaneños' en las costas de Arauco durante el Holoceno medio. *In Seminario de Arqueología Zona Centro Sur de Chile*, No. 1, p. 75-82. Concepción.
- Rabassa, J.; Heusser, C.; Stuckenrath, R. 1986. New data on Holocene sea transgression in the Beagle Channel: Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, Vol. 4, p. 291-309.
- Sahu, B.K. 1964. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 34, No. 11, p. 73-83.
- Seguel, Z. 1969. Excavaciones en Bellavista-Concepción. *In Congreso de Arqueología de Chile*, No. 5, p. 16-20.
- Seward-Thompson, B.L.; Hails, J.R. 1973. An appraisal of the computation of statistical parameters in grain size analysis. *Sedimentology*, Vol. 20, p. 161-169.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). 2003. Tablas de Marea de la Costa de Chile. *Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, Publicación*, No. 3009, 237 p.
- Simeone, A.; Navarro, R.X. 2002. Human exploitation of seabirds in coastal southern Chile during the mid-Holocene. *Revista Chilena de Historia Natural*, Vol. 75, No. 2, p. 423-431.
- Stern, C.; Navarro, X.; Muñoz, J. 2002. Obsidiana gris translúcida del volcán Chaitén en los sitios arqueológicos de Quilo (Isla Grande de Chiloé) y Chan Chan (X Región), y obsidiana del Mioceno en Chiloé. *Anales del Instituto de la Patagonia*, No. 30 p. 167-174.
- Stuiver, M.; Reimer, P.J. 1993. Extended ^{14}C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, Vol. 35, No. 1, p. 215-230.
- Tazieff, H. 1961. Interprétation des glissements de terrain accompagnant le grand séisme du Chili. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, Vol. 69, No. 3, p. 1-11.
- Tucker, R.W.; Vacher, H.L. 1980. Effectiveness of discriminating beach, dune and river sands by moments and the cumulative weight percentages. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 50, No. 1, p. 165-172.
- Valdés, C.; Inostroza, J.; Sanzana, P.; Navarro, R.X. 1982. Excavaciones en el alero Quillen I, Provincia de Cautín. *In Congreso de Arqueología Chilena*, No. 9, *Actas*, p. 398-433.
- Violante, R.; Parker, G. 2004. The post-glacial maximum transgression in the de la Plata River and adjacent continental shelf, Argentina. *Quaternary International*, Vol. 114, p. 167-181.
- Villa-Martínez, R.; Villagrán, C. 1997. Historia de la vegetación de bosques pantanosos de la costa de Chile Central durante el Holoceno medio y tardío. *Revista Chilena de Historia Natural*, Vol. 70, No. 3, p. 391-401.
- Weischet, W. 1960. Contribuciones al estudio de las transformaciones geográficas en la parte septentrional del sur de Chile por efecto del sismo del 22 de Mayo de 1960. *Universidad Austral de Chile, Instituto de Geografía*, p. 95-128.
- Weninger, B. 1986. High-precision calibration of archaeological radiocarbon dates. *Acta Interdisciplinaria Archaeol IV*, p. 11-53. Nitra.
- Wright, C.; Mella, A. 1963. Modifications to the soil pattern of south-central Chile resulting from seismic and associated phenomena during the period May to August 1960. *In Special Issue oceanographic, geologic, and engineering studies of the Chilean earthquakes of May 1960* (Saint Amand, P.; editor). *Bulletin of the Seismological Society of America*, 53, p. 1367-1402.
- Wright, L.D.; Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, Vol. 56, p. 93-118.
- Yesner, D. 1980. Maritime Hunters-Gatherers: ecology and prehistory. *Current Anthropology*, Vol. 21, No. 6, p. 727-740.