

NOTA GEOMORFOLOGICA

Carácter relicto de la Gran Duna de Iquique, Región de Tarapacá, Chile

Roland Paskoff

Departamento de Geografía, Universidad Lumière, Lyon, Francia

Lucía Cuitiño

Servicio Nacional de Geología y Minería, Avda. Santa María 0104,
Casilla 10465, Santiago, Chile

Robert Petiot

Departamento de Geografía, Universidad Lumière, Lyon, Francia

RESUMEN

En la costa desértica del Norte Grande de Chile, en los alrededores de la ciudad de Iquique, se levanta una gran duna que alcanza una altura cercana a los 250 m s.n.m. Observaciones geomorfológicas, así como el contraste sedimentológico entre las arenas de la duna y las de las playas vecinas, implican que no existe hoy en día una fuente activa de abastecimiento de arena para la duna que, por lo tanto, tiene un carácter relicto. Ella, probablemente, se formó durante la última glaciación (estadio 2 de la cronología isotópica, ca. 20.000 a A.P.) cuando un nivel del mar 100 m inferior al actual expuso a la deflación una plataforma marina de ca. 5 km de ancho que habría provisto la arena que conforma la duna. Considerando que el desarrollo urbano de Iquique ha puesto en peligro la existencia de esta duna, de aspecto singular y de gran valor escénico, se recomienda su conservación declarándola monumento natural.

Palabras claves: Duna costera, Paleoforma, Cuaternario, Desierto, Monumento natural, Norte Grande de Chile.

ABSTRACT

An inherited form: the high dune of Iquique (Tarapacá Region, Chile). On the arid coast of northernmost Chile, the surroundings of the city of Iquique show a high dune which reaches an elevation of about 250 m a.s.l. Geomorphological observations as well as the sedimentological contrast between sands from the dune and those from the neighbouring beaches imply that presently no supply of sand is available for the dune. Such evidence points to the relict character of the dune which probably formed during the last glacial period (isotopic stage 2, ca 20,000 yr B.P.). At that time, sea-level being about 100 m below the present one, an emerged marine platform, 5 km wide, allowed an active deflation which supplied a large quantity of sand to the dune. Since the urban expansion of Iquique is threatening the existence of the dune, it is suggested to consider it as a natural monument in order to ensure its preservation.

Key words: Coastal dune, Paleoform, Quaternary, Desert, Natural monument, Northernmost Chile.

INTRODUCCION

En la costa del desierto del Norte Grande de Chile, inmediatamente al sur de la ciudad de Iquique (20°13'S; 70°01'W), se encuentra un macizo dunario, con formas vivas, que culmina en una cresta alta, aguda y sinuosa, localmente conocida como 'El Dragón'. Se trata de la duna litoral más alta del país. Brüggén (1950) la mencionó brevemente, pero sorprendentemente no ha sido hasta la fecha objeto de una investigación detenida. El objetivo de esta

nota es presentar los resultados de un estudio geomorfológico y sedimentológico de la Gran Duna de Iquique y de las playas vecinas, lo que permite establecer las condiciones de su origen y las características de su dinámica actual. Los resultados de este estudio avalan una política de conservación para este rasgo paisajístico de alto valor científico y escénico.

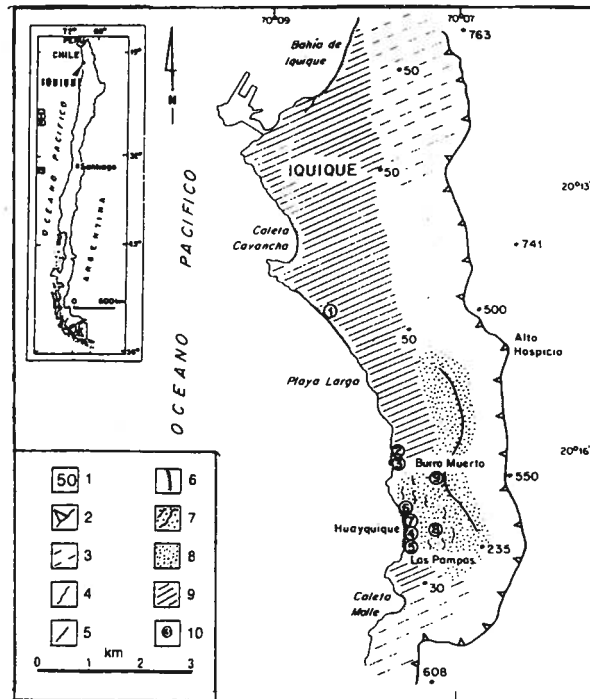


FIG. 1. Mapa de ubicación. 1- isóbata; 2 - gran acantilado marino fósil; 3 - terraza de abrasión marina; 4 - costa rocosa; 5 - playa; 6 - acantilado dunario; 7 - macizo dunario con crestas transversales; 8 - aspersión de arena; 9 - espacio urbano; 10 - ubicación de las muestras.

EL MARCO GEOGRAFICO

Dos rasgos geomorfológicos mayores caracterizan los alrededores de Iquique (Fig. 1): una ladera abrupta que limita hacia el oeste la Cordillera de la Costa y una terraza litoral. La ladera corresponde a un antiguo acantilado marino de rumbo norte-sur. Su altura, no menor que 400 m, y su verticalidad son muy notables. A su pie, se extiende una terraza de abrasión marina que se amplía hacia

el norte, sobrepasando los 2 km frente a la Caleta Malle, y los 4 km frente al casco urbano de Iquique. Esta terraza corta las rocas de la unidad volcánico-sedimentaria continental de la Formación Punta Barranco de edad cretácica (Thomas, 1970). Corresponde a una forma policíclica resultante de la acción erosiva de las transgresiones y regresiones

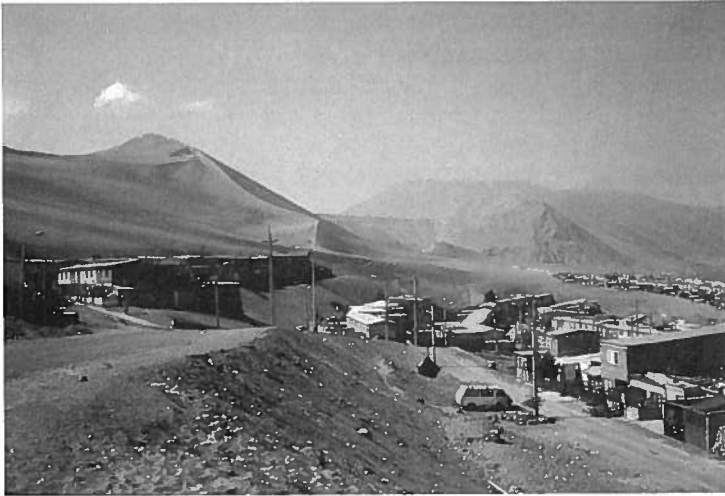


FIG. 2. Vista hacia el sur de la cresta aguda y sinuosa en la cual culmina la Gran Duna de Iquique. Se divisa atrás el alto acantilado que bordea a la Cordillera de la Costa. En el primer y en el segundo plano, se observa el frente urbano progresando a expensas de la duna.

TABLA 1. NUMERO DE OBSERVACIONES POR CADA DIRECCION DEL VIENTO EN IQUIQUE.

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calma
60,0	7,8	11,6	33,0	765,7	60,6	19,1	17,1	118,9

Valor medio anual sobre la base de tres observaciones diarias durante el período 1934 a 1944. Fuente: Climatología de Chile, Fascículo 1, Proyecto Hidrometeorológico, Naciones Unidas-Gobierno de Chile 1964.

que se produjeron durante el Plioceno-Cuaternario en relación con los ciclos glacio-eustáticos (Paskoff, 1978-1979). No sobrepasa los 100 m sobre el nivel actual del mar, lo que nos indica que el solevantamiento en esta parte de la costa chilena durante ese período ha sido moderado. En la actualidad, la orilla del mar se caracteriza por una alternancia de

sectores rocosos bajos y de playas estrechas alimentadas por una deriva litoral dominante orientada hacia el norte, salvo en el caso de la playa de la Caleta Cavancha donde se dirige hacia el sur.

El clima es de tipo desértico con neblinas abundantes (Fuenzalida, 1965), la llamada camanchaca, y alta humedad relativa del aire (valor medio anual del orden del 75%). La aridez es extrema: para el período 1916-1945, el promedio anual se establece en 2,6 mm y el máximo de precipitación observado en un día durante ese periodo fue de 12,8 mm. La temperatura media de julio es de 14,9°C, la de enero de 20,5°C. La tabla 1 indica que los vientos del sur son los que dominan ampliamente. La probabilidad de ocurrencia de un viento de fuerza igual o superior al grado 6 en la escala de Beaufort (velocidad de 36 a 44 km por hora) apenas alcanza un día al año.

MORFOLOGIA DEL MACIZO DUNARIO

El macizo dunario se extiende sobre la terraza litoral al sur de Iquique, allí donde existe una rinconada creada por un cambio brusco de rumbo del gran acantilado costero a la altura de la Caleta Molle. Está constituido por dunas transversales que incrementan su altitud a medida que se alejan de la costa. La más alta, 'El Dragón', con una altura de casi 250 m s.n.m. y de 4 km de largo, con orienta-

ción norte-sur, presenta una cresta aguda, de forma alargada, con un trazado sinuoso (Fig. 2). El modelado original y la posición singular de esta duna delante del gran acantilado costero, pero separado de él por un pasillo, se explica justamente por la existencia de ese acantilado. En razón de su altura y de su verticalidad, origina remolinos de aire de eje horizontal que alejan de él la acumulación

arenosa. El Dragón es una típica duna eco (Clos-Arceud, 1967). Los vientos actuales modelan la cresta de la duna, lo que explica su carácter vivo. Sin embargo, la duna misma es muy estable en su

posición. Eso se desprende claramente de la comparación de fotografías aéreas tomadas a intervalo de 40 años (Fig. 3).

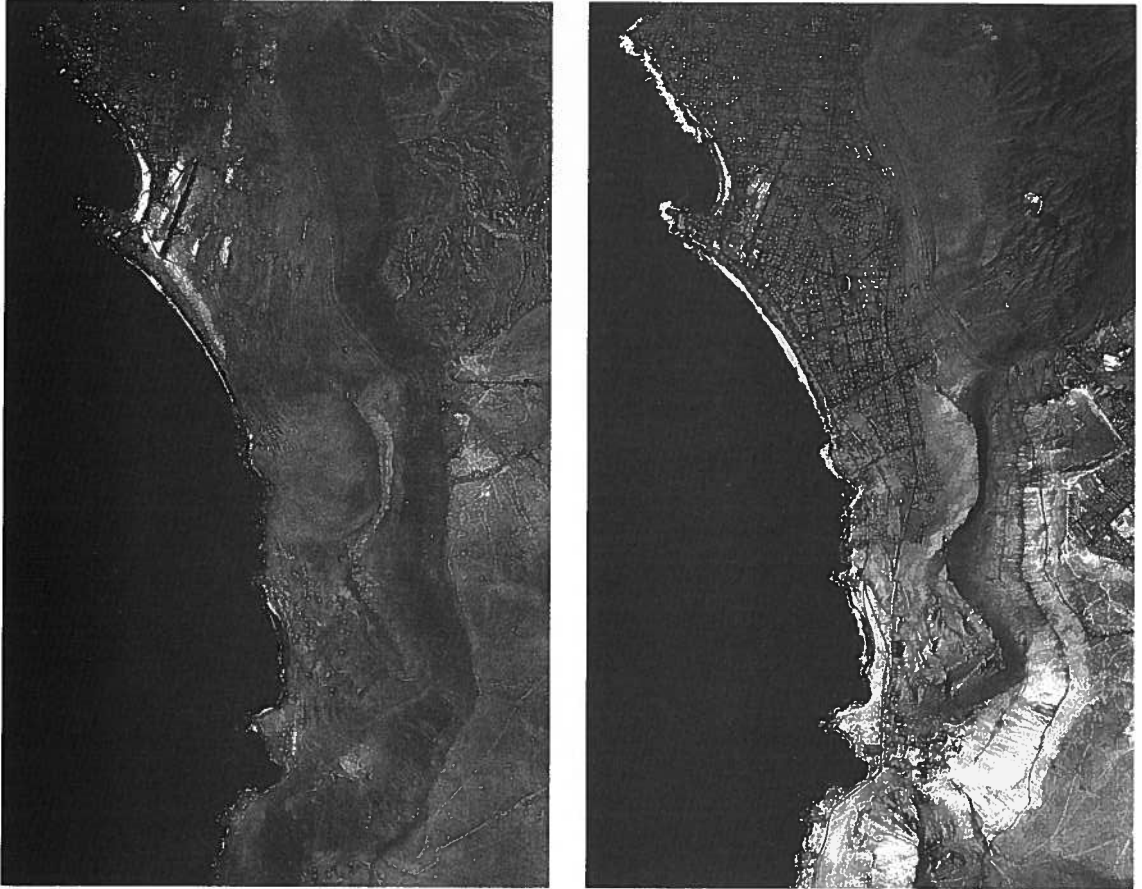


Fig. 3. Comparación de fotografías aéreas verticales de las vecindades de Iquique (escala aproximada: 1:100.000). A la izquierda, fotografía Hycon (R.145, No. 24558) tomada en 1955 y a la derecha, fotografía SAF (L01, No. 000864) tomada en 1996. Se nota claramente que la Gran Duna no muestra una evolución tanto en su forma como en su ubicación en cuarenta años y que ahora la urbanización esta progresando a expensas del macizo dunario.

SEDIMENTOLOGIA, PETROGRAFIA Y ALTERACION DE LAS ARENAS

Se realizaron análisis de calcimetría, granulometría y morfoscopia en muestras de arena del macizo dunario de Iquique (muestras 3, 5, 7, 8, 9; Tabla 2) y en muestras de las playas vecinas (muestras 1, 2, 4, 6; Tabla 2).

ARENAS DUNARIAS

En las arenas dunarias llama la atención el alto porcentaje de carbonato de calcio cuyo promedio es de 30% y que se relaciona con la abundancia de

TABLA 2. MEDIANA, INDICE DE SELECCION Y PORCENTAJE DE CARBONATO DE CALCIO DE ARENAS DE PLAYA Y DE DUNA EN LAS VECINDADES DE IQUIQUE.

Muestras Playas	Mediana (mm)	S ₀	CaCO ₃ (%)
1	0,26	1,41	27,9
2	1,3	1,32	63,5
4	0,18	1,21	36,2
6	0,4	1,52	48,2
Dunas			
3	0,18	1,33	32,4
5	0,21	1,21	29,2
7	0,21	1,41	22,4
8	0,52	1,78	35,9
9	0,2	1,27	33,9

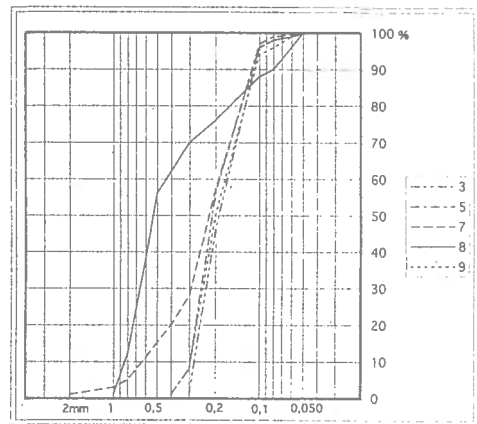


FIG. 4. Curvas granulométricas de muestras de arena del macizo dunario de Iquique.

elementos bioclásticos en las arenas. Las curvas granulométricas (Fig. 4) muestran que predominan los granos de tamaño medio a fino (mediana del orden de 0,2 mm), con una selección del material en general buena (curvas en forma de sigma; S₀ próximo a 1,3), exceptuando la muestra 8 que dio una curva de forma parabólica con un S₀ de 1,7. Por lo general, las arenas tienen una madurez moderada.

Un estudio morfoscópico de los granos de cuarzo revela que, por lo general, la mayoría de ellos presenta bordes angulosos, el resto mostrando por lo esencial un aspecto subredondeado y brillante. En solamente dos muestras, se encontraron unos pocos granos ofreciendo una esfericidad marcada y un picoteado eólico típico (Fig. 5).

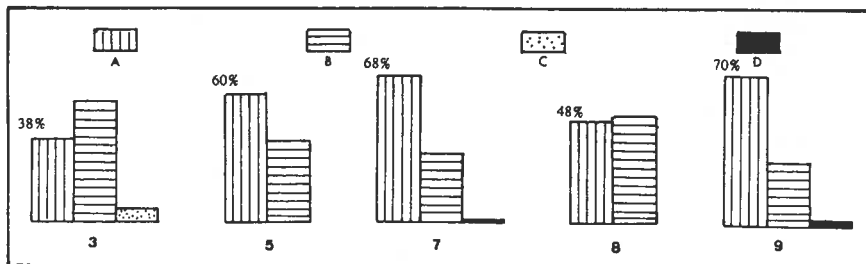


FIG. 5. Morfoscopia de los granos de cuarzo en las muestras de arena del macizo dunario de Iquique. A- granos angulosos. B- granos subredondeados y brillantes. C- granos redondeados y brillantes. D- granos redondeados y picoteados.

Desde un punto de vista petrográfico (Figs. 6 y 7), las arenas dunarias se caracterizan por un elevado contenido de bioclastos calcáreos, alrededor del 50% en todas las muestras. Ellos corresponden a fragmentos de gastrópodos, bivalvos y espículas de equinodermos. Esto indica claramente un origen marino próximo del sedimento ya que los bioclastos, por ser frágiles, desaparecen rápidamente por atrición cuando el viento los desplaza. Entre los clastos líticos, cuya proporción es del orden del 30%, se reconocen predominantemente

andesitas y en menor cantidad dacitas. Se distinguen, por otra parte, componentes sedimentarios (cuarzitas, limolitas, calizas) y escasos granitoides. En cuanto a los clastos monominerales que representan un 20%, están constituidos esencialmente por cuarzo y plagioclasa. Se observan también cantidades menores de piroxeno, epidota y anfíbola, además de trazas de rutilo, turmalina y circón.

Se aprecian claros indicios de alteración en las arenas dunarias. Es así que en la muestra 3, los clastos monominerales y volcánicos presentan una

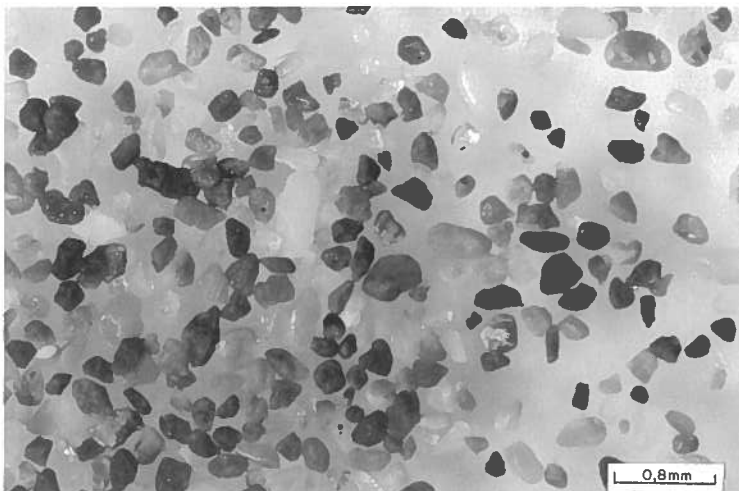


FIG. 6. Muestra 3: aspecto general de la arena eólica, con sus componentes bioclasticos, fragmentos líticos (color oscuro) de tipo volcánico y sedimentario, monominerales de cuarzo y feldespato.

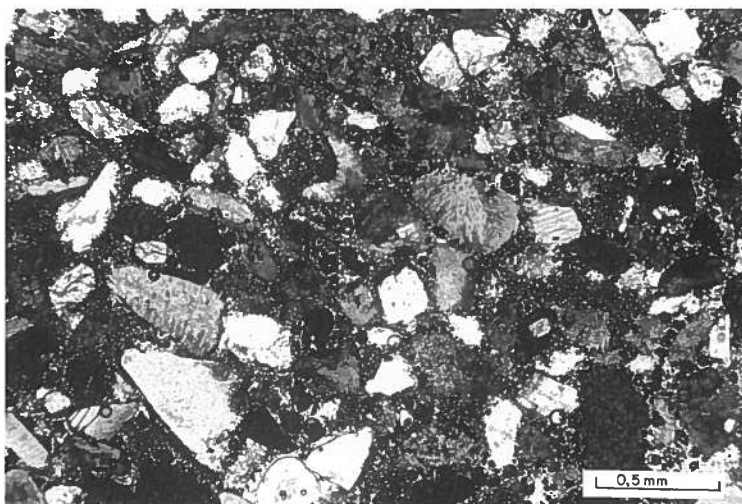


FIG. 7. Muestra 3: bioclastos carbonatados, fragmentos líticos, monominerales de anfíbola. Nícoles paralelos, aumento 5 x 10.

película de limonita y de hematita de 20 a 50 micrones de espesor. Además, cabe destacar que en los clastos de feldespato se observa una incipiente a moderada alteración a smectitas y también, aleatoriamente, a caolinita. En los bioclastos se reconocen, ocasionalmente, microfracturas con relleno de colofano. Estos fenómenos de meteorización se han producido después de la deposición del material e implican condiciones pluviométricas sin relación con la extrema aridez de hoy día.

ARENAS DE PLAYA

La playa más cercana al macizo dunario es la que se encuentra inmediatamente al norte de Huayquique. Es una playa de bolsillo ubicada en un rincón de una costa esencialmente rocosa. Desde un punto de vista sedimentológico (Fig. 8), sus arenas (muestra 2) se distinguen claramente de las arenas eólicas: grano más grueso (mediana: 1,3 mm), porcentaje de carbonato de calcio más alto (63,5%), en relación con una composición petrográfica

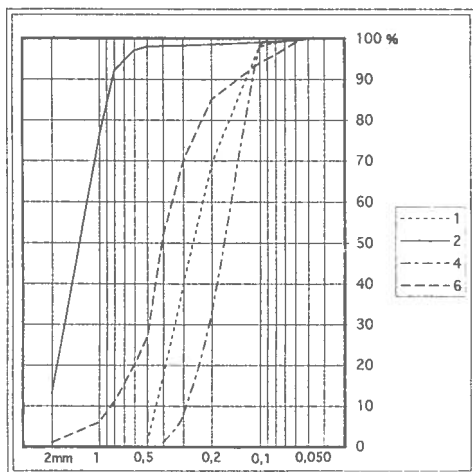


FIG. 8. Curvas granulométricas de muestras de arena de playa en las vecindades de Iquique.

caracterizada por una abundancia de bioclastos calcáreos (70%) sin retrabajamiento ni transporte (Fig. 9 y 10). Los fragmentos líticos son de roca volcánica, tipo basalto y andesita, esta última muy similar a la de la Formación Punta Barranco. Muestran un aspecto fresco, sin pátina. Sólo se observa la oxidación propia de las lavas durante la extrusión. No se reconocen procesos diagenéticos ni supérgenos.

Por sus características sedimentológicas y petrográficas las arenas de la playa de Huayquique (muestras 4 y 6) son similares a las del macizo dunario. Esta semejanza tiene una explicación simple. Por encontrarse al pie de un acantilado erosionado por las olas en el macizo dunario, estas arenas son de hecho arenas eólicas apenas



FIG. 9. Muestra 2: bioclastos (gastropodos, pelecípodos) y fragmentos líticos.

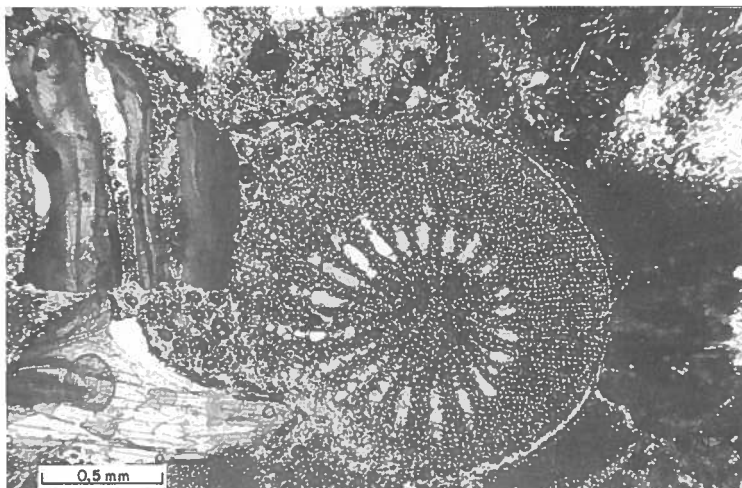


FIG. 10. Muestra 2: bioclastos de espícula de equinodermo (centro) y fragmentos líticos andesíticos (sector inferior). Nícoles paralelos, aumento 5 x 10.

retrabajadas por el mar. Su más alto porcentaje en bioclastos calcáreos que alcanza entre 60 y 80% se explica por un abastecimiento actual de este tipo de elemento a partir de la fauna litoral, distinguiéndose este aporte de la fracción más antigua por el mayor tamaño y los bordes muy angulosos de sus granos.

En cuanto a las arenas de la Playa Larga (muestra 1), ellas presentan similitudes con las de la playa de Huayquique. Proviene probablemente de ellas, mediante un transporte a lo largo de la costa por la deriva litoral dominante orientada hacia el norte.

ORIGEN DEL MACIZO DUNARIO

Brüggen, (1950, p. 163) postuló que la existencia de la Gran Duna de Iquique se explicaba, por un lado por acciones actuales de deflación sobre las arenas superficiales de la terraza de abrasión que se extiende al pie del acantilado costero, y por el otro por el obstáculo que éste representa y que impide a esas arenas alejarse mucho de la orilla del mar. Es difícil ratificar esta interpretación. En efecto, la terraza litoral es rocosa y los depósitos de playa que la cubren son delgados y discontinuos, y por lo tanto no se prestan para una deflación de importancia.

Dos observaciones de orden geomorfológico tienen una trascendencia mayor para la interpretación del origen del macizo dunario. La primera indica que no recibe alimentación alguna en arena desde la orilla del mar, ya que frente a él prácticamente no hay playa sino una costa fundamentalmente rocosa. Más aún, y esto es la segunda observación, en Huayquique las olas atacan directamente al macizo dunario que pierde terreno a medida que retrocede el acantilado arenoso, y por lo tanto, la acumulación de sedimentos que consti-

tuyen la Gran Duna de Iquique representa una herencia de un período que, a la diferencia de lo que ocurre actualmente, favoreció ampliamente la remoción y la deposición de arena.

Además, la alteración de las arenas que componen la Gran Duna, contrasta con el aspecto fresco de las arenas de la playa actual cuyos componentes líticos, exclusivamente volcánicos, difieren con la naturaleza petrográfica más variada de las arenas eólicas.

Por lo tanto, es lógico pensar que el enorme volumen de arena que constituye la Gran Duna se acumuló durante un período de nivel marino bajo de origen glacio-eustático, probablemente durante la última glaciación (estadio 2 de la cronología isotópica o sea alrededor de 20.000 a A.P.). En aquel entonces, con una posición del nivel marino de 100 a 120 m debajo del actual, se extendía delante de lo que es actualmente la orilla del mar, un espacio arenoso descubierto de ca. 5 km de ancho (Fig. 1), por consiguiente suficientemente amplio como para favorecer importantes acciones de deflación.

LA GRAN DUNA Y EL DESARROLLO URBANO DE IQUIQUE

La Gran Duna de Iquique ya ha sufrido mucho de la extensión espacial de la ciudad de Iquique (Fig. 3) que pasó de 40.000 habitantes en 1952 a 150.000 en 1992. Paralelamente, se notó un auge de las extracciones de arena para cubrir las necesidades crecientes de materiales de construcción. En tiempos recientes, se han otorgado permisos de construcción en el flanco oeste de la duna, lo que tuvo como consecuencia la remoción de grandes volúmenes de arena con objeto de crear

espacio para las edificaciones. A lo negativo de esta destrucción, se agrega la dudosa calidad de vida de los moradores allí asentados que deben vivir en un ambiente hostil, ligado a la necesidad de luchar contra la arena que invade, cuando sopla el viento, las calles, las veredas, los patios y hasta el interior de las casas. Queda claro que la autoridad municipal de Iquique debería declarar *non aedificandi* los terrenos marginales de la Gran Duna.

CONCLUSIONES

Aun si los vientos actuales mantienen su topografía singular y pintoresca, el macizo dunario de Iquique representa, esencialmente por su material constituyente, una forma relictas. La urbanización rápida del sector genera serios riesgos para la Gran Duna con el peligro de eliminar, del patrimonio nacional en un futuro no muy lejano, un elemento

escénico y también científico, ya que representa un registro de la evolución del paisaje costero. Estas consideraciones constituyen el fundamento para recomendar que la Gran Duna de Iquique sea declarada monumento natural, asegurando así su preservación para las generaciones venideras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la gentileza de H. Manríquez por revisar la forma del artículo y formular valiosas sugerencias. Agradecimientos merecen también C. Danières, P. Durand, quienes contribuyeron a la elaboración de las ilustraciones. Los

evaluadores, A. Hauser (Servicio Nacional de Geología y Minería) y J.F. Araya (Universidad de Chile) hicieron constructivas observaciones que ayudaron a mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Brüggen, J. 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. *Instituto Geográfico Militar*, 374 p. Santiago.
- Clos-Arceduc, A. 1967. La direction des dunes et ses rapports avec celle du vent *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, D264, p. 1393-1396.
- Fuenzalida, H. 1965. Clima, *In Geografía económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción*, p. 98-152.
- Paskoff, R. 1978-1979. Sobre la evolución geomorfológica del gran acantilado costero del Norte Grande de Chile. *Universidad de Chile, Instituto Geográfico, Norte Grande*, No. 6, p. 7-22.
- Thomas, A. 1970 Cuadrángulos Iquique y Caleta Molle, Provincia de Tarapacá. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile*, Nos. 21, p. 22-52.