

ALGUNAS APROXIMACIONES RECIENTES AL PROBLEMA DE LA EVOLUCION GEOMORFOLOGICA DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL (NORTE DE CHILE)

REINALDO BORGEL O.
Diplomado en estudios Superiores en
Geografía Física
Instituto de Geografía, Universidad
Católica de Chile

RESUMEN

La Pampa del Tamarugal es un territorio árido y casi plano, situado en el Norte de Chile y que ha evolucionado desde el Terciario Medio a la fecha, bajo los efectos de la tectónica de bloques y un relativo dominio de flexuras precordilleranas. Más que un desierto zonal, se nos presenta como un paisaje cuya superficie está lejanamente controlada por las fuerzas endógenas.

La abundancia o escasez de agua no está directamente ligada al clima húmedo o seco, puesto que el sistema freático depende de la infiltración del sistema altiplánico. En este sentido, la disposición de las capas litológicas, las deformaciones que ellas presentan, las fallas y flexuras, las diaclasas que recorren las formaciones recientes y la neotectónica cuaternaria, son todos los factores que aprisionan o permiten el escurrimiento hipodérmico y subterráneo.

Las investigaciones geomorfológicas permiten asegurar las correlaciones entre los factores climáticos y los del subsuelo, dejando entrever las contradicciones internas de los mecanismos naturales y facilitando, por otra parte, la intervención del hombre en los sitios apropiados.

ABSTRACT

The Pampa del Tamarugal is an arid and almost flat portion of land located in Northern Chile, which has evolved from the Middle Tertiary up to the present, under the effects of block tectonics and relative control of precordilleran flexures. Not a mere local desert, it has the appearance of a landscape whose surface has been since long controlled by endogenic forces.

The abundance or scarcity of water is not directly connected with a humid or dry climate, since the freatic system depends on the infiltration of the highlands water systems. In this sense, the disposition of lithologic layers, the deformations presented by them, the faults and flexure, the fissures which are found in recent geologic formations, and the quaternary neotectonics, are all of them factors which imprison or release the hypodermic and underground runoff.

The geomorphological research undertaken so far, permits to assert the existence of correlations between the climatic factors and those in the subsoil, giving a certain insight into the internal contradictions of natural mechanisms, on the one hand, and of human intervention at right places, on the other.

1. ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS

Con una superficie estimada en 17.253 Km² se desarrolla con características de meseta, encerrada entre las cotas 600 m., y 1.500 m.s.n., un extenso territorio árido conocido con el nombre de Pampa del Tamarugal.

(1) Parte de las informaciones contenidas en este artículo han sido tomadas de "Regionalización física del territorio chileno" trabajo preparado por el autor del artículo, en el Instituto de Geografía de la Universidad Católica de Chile. (circulación limitada).

Es un territorio coherente e ininterrumpido en su desarrollo N-S, aprisionado entre la cordillera de la Costa, por el oeste y la precordillera andina, por el E. Las numerosas quebradas que drenan la vertiente precordillerana irrumpen dentro de la pampa central depositando sus detritos aluviales. La mayor parte de estos cursos espasmódicos de aguas se pierden al entrar a la pampa, la cual actúa como gigantesca trampa absorbiendo los productos de la intensa erosión que desmantela las capas del Jurásico, Cretácico y Cuaternario volcánico andino.

Alrededor de 23 quebradas descienden desde la precordillera andina sobre la pampa, extendida como abanico entre los límites naturales que enmarcan la pampa del Tamarugal: la quebrada de Tana por el N. y el río Loa por el S.

Dentro de la pampa se organizan algunos escurrimientos espasmódicos, los que drenan, con carácter endorreico, las cuencas salinas instaladas en las vertientes orientales de la Cordillera de la Costa.

Los salares o "sebkas" (2) ocupan, de preferencia, la porción más meridional de esta pampa, con una superficie total estimada en 3.750 Km²; de ellos corresponden 350 Km² al Salar Grande; 420 Km² al Salar de Llamara; 900 Km², al Salar de Pintados y Bellavista; 50 Km², al Salar Sur Viejo y 20 Km², al Salar de Soronal. Estas superficies suman 1.740 Km² de capas de sulfato cálcico y cloruro sódicos, productos derivados de la evaporación del extenso lago que ocupó esta sección de la Pampa del Tamarugal y que J. Brügger (1950: 151-153) denominó "Lago Soledad" (Cfr. Muñoz Cristi, 1950; I, 108-110).

La superficie restante, alrededor de 2.010 Km², corresponde a las pampas bajas que rodean los salares ya descritos y en los cuales, por debajo de la cubierta de rodados, reposa una arcilla rojiza, conocida con el nombre de *coba*, testigo sedimentario situado a la base de los mantos calicheros. La *coba* es un sedimento de arrastre eólico, ligado petrográficamente al sistema de erosión de las liparitas que conforman la flexura de los planos inclinados, situados al E. de la Pampa del Tamarugal.

Los salares y bolsones de *coba*, constituyen morfologías deprimidas rodeadas por superficies más elevadas; estas zonas altas, llamadas Pampas representan sectores de la Pampa del Tamarugal y que, en el mapa físico de Chile a escala 1:1.000.000 publicado por el Instituto Geográfico Militar, se identifican con Topónimos propios, tales como: Pampa Perdiz al NNW. del salar de Pintados; Pampa Blanca, entre el Salar de Soronal por el W. y el de Pintados por el E.; Pampa de las Zorras al N. del Salar Grande y Pampa Engañadora entre el Salar Grande y el Salar de Bellavista.

Las áreas depresivas de salares y bolsones son un rasgo geomorfológico determinante para el establecimiento de las comunicaciones terrestres; entre Quillagua y Pozo Almonte, las depresiones citadas cubren una extensión lineal estimada en 155 Km., constituyendo el corredor natural más importante para conectar las ciudades del extremo N. del país con el resto del territorio nacional.

Las pampas, bolsones y salares, están interferidos en su desarrollo por cerros islas o *inselbergs* que se levantan sobre el horizonte de dichas unidades morfológicas a alturas del orden de 1.200 a 1.500 m.s.n.m. Estos relieves son puntos de apoyo de una Cordillera de la Costa, sin eje maestro definido: es el caso del cerro Térmico (1.040 m.); Cerro Ventarrón (1.506 m.); Cerro Calate (1.170 m.); Cerro Chucumata (1.455 m.); Cerro Chipana (1.307 m.); Cerro Manchas (1.980 m.); Cerro Rojo (1.140 m.); Cerro Carrasco (1.590 m.); Cerro Oyarbide (1.465 m.). Todos estos cerros-islas aparecen como mogotes testigos, levantándose por

(2) Para la terminología geomorfológica aquí usada, recúrrase al Glosario de términos, al final de este artículo. (N. del E.).

encima del desarrollo tabuliforme de la Gran Pampa Central, cuya altura media es del orden de 1.000 a 1.100 m., inclinada de E. a W. y basculada de norte a sur.

Según C. Lecarpentier (1973: 29-57) estos cerros-islas, en especial aquellos que se sitúan en el sector S. de la pampa, donde hay fuertes complicaciones tectónicas, corresponderían a *horsts* "tectónicamente bien individualizados".

En cualquier caso, el relleno de la Pampa del Tamarugal estaría dado por secuencias superpuestas en, por lo menos, cinco niveles de napas aluviales de gravas y bloques. Los rellenos más recientes son de material más fino, pero hay un hecho común a todos ellos y es que, contemporáneamente a su depositación o con ligera antecendencia, hay concomitancia con actividades volcánicas. En efecto, cineritas y materiales hidrovulcánicos se encuentran por doquier en estas acumulaciones.

Una diferencia importante que es necesario constatar en estas sucesivas acumulaciones detríticas, es que las más antiguas han sido más potentes y sus materiales distales (3) han llegado desde el Este hasta el pie mismo de la Cordillera de la Costa.

En tercer término, la tectónica ha jugado un papel importante orientando la dirección del relleno; en efecto, las acumulaciones antiguas tendían a seguir una dirección E. W. debido a que el bloque hundido de la pampa no representaba un basculamiento nítido hacia el S.; los rellenos actuales y subactuales (Holoceno Superior), siguen una dirección franca hacia el S., debido a que la energía del basculamiento es más acusada en el sector meridional del *graben* pampeano.

Jean Tricart (1966: 12-22), hace notar un desecamiento progresivo del clima, hecho demostrado por el estudio de cortes profundos en el subsuelo; en efecto, los conos más antiguos son más extendidos y más pobres en sal porque el clima era más húmedo; los rellenos actuales y subactuales son de corto desarrollo, de mayor espesor, de material más fino porque hay un déficit en la competencia de escurrimiento debido a la falta de precipitaciones abundantes.

En estrecha relación con estos hechos, se encuentra el origen de los salares y la formación de costras superficiales: las sales se han originado en la actividad volcánica del Cuaternario Antiguo; un clima más húmedo que el actual permitió una repartición de dichos sedimentos químicos en toda la extensión del territorio nortino, concentrando sus depósitos en las depresiones que se formaban como consecuencia de la actividad tectónica local. En la actualidad, la actividad freática que ha reemplazado al escurrimiento superficial antiguo permite, gracias a la notable sequedad atmosférica que actúa como un succionador de la humedad del régimen hipodérmico, el ascenso de las sales aprisionadas en el subsuelo; este mecanismo de origen freático trastorna las partículas del suelo o cubierta detrítica superficial, provocando tipos variados de costras, entre las cuales mencionaremos, de acuerdo a los autores antes citados, campos de "mota", costras poligonales y penitentes vegetales.

De los hechos que preceden, se deduce que los paleoclimas cuaternarios permitieron escurrimientos continuos de agua, desde el Este, en el altiplano de Bolivia, hasta el Pacífico, en el oeste. Testimonio de esta actividad es la presencia de rodados muy antiguos en el eje E. W., entre Oficina Humberstone y la ciudad de Iquique, lo cual estaría señalando la presencia de un valle antiguo, cuya desembocadura se encontraría por debajo de Alto Hospicio. Este antiguo curso de agua sería una prolongación de la actual Quebrada Juan de Morales. La más reciente manifestación de escurrimientos de agua hacia el Pacífico, se encuentra en el Salar de Bellavista, cortado por un gran valle relicto "sinuoso y profundo" (Lecarpentier, 1973:37).

(3) Distales: i. e., más alejados de su lugar de origen (N. del E.).

Finalmente, el río Loa que hemos designado como límite S. de la Pampa del Tamarugal, representa el único dren que mantiene a lo largo del año un escurrimiento permanente, aunque espasmódico. Siendo el gasto de apenas 0,9 m³/seg., módulo que corresponde a 0,03 litros por segundo para una superficie de 1 Km², es suficiente para que el río Loa alcance al mar aprovechando la comunicación natural que le proporciona la existencia de un valle epignético, muy angosto y de más de 500 m. de profundidad.

2. LOS PROCESOS SUBACTUALES Y ACTUALES (4)

De acuerdo a lo expresado en la primera sección, observaríamos que, a partir del Cuaternario Reciente, hasta el presente, se ha producido un apaciguamiento en los procesos erosivos, para dejar paso a intensos cambios en la dinámica de acumulación; de hecho, el desierto chileno llega a un estado de hiperaridez como consecuencia del enérgico coluvionamiento de que es objeto. Este relleno, carente de humedad, sepulta los microrrelieves de la pampa, esteriliza las cubiertas otrora propicias a los cultivos y frena el ascenso por capilaridad del agua freática.

Como testimonio de que la erosión ha disminuido su ímpetu, está la presencia de *rill-wash* fosilizados por costras de alteración climática, ligeramente enrojecidas por oxidación ferrosa. Por el contrario, en los *pediplanos* que se ponen en contacto con las depresiones pampeanas, el escurrimiento laminar del tipo *sheet-flood* domina la micro topografía local. Es una evidencia demostrativa que la erosión lineal ha dejado paso a la erosión de manto, por la menor efectividad en el monto de la precipitación y del escurrimiento.

En este proceso hay que hacer notar también, la presencia de la tectónica. En efecto, las imágenes del satélite ERTS-1 han permitido constatar que numerosas fallas de rumbo N-S cortan los pediplanos y las acumulaciones detríticas actuales; no es fácil pensar que estas grietas son trampas que impiden el escurrimiento superficial alojando en su interior el agua que proviene de las precipitaciones del llamado "invierno Boliviano" (5).

Debido a este mecanismo impuesto por la tectónica, numerosos campos cultivados prehispánicos y ligeramente posteriores a dicha data, han sido progresivamente abandonados, faltos de agua; las quebradas de Tarapacá y Quipisca se muestran carentes de escurrimiento superficial en sus cursos inferiores. En la primera de las nombradas la falla que cruza la localidad de Pachica determina la infiltración de las aguas provenientes de las cordilleras prealtiplánicas.

Otra influencia tectónica reciente o que se prolonga desde hace tiempo en la región, determina orientaciones aberrantes en la sedimentación de detritos aluvionales; en efecto, el vértice que expone al N. del bloque basculado de la pampa, ha acentuado su inclinación hacia el S., lo cual orienta las descargas aluvionales de la quebrada de Aroma en dirección SSW. Esta actividad de Aroma está sepultando el curso y lecho inferior de la quebrada de Tarapacá acentuando la aridez de dicho sector.

Finalmente, la tectónica y la paleomorfología de valles enterrados que se excavaron en las lavas riolíticas de fines del Terciario y Cuaternario antiguo, son factores determinantes para orientar nuevas hipótesis

(4) Parte de las informaciones contenidas en esta sección, corresponden a los resultados preliminares, de las misiones dirigidas sobre el terreno en compañía de los colegas Profs. Luis Velozo F., Juan P. Bergoeing y Jorge Checura, en los meses de noviembre y diciembre del año 1974.

(5) Mapa geomorfológico realizado en base a imágenes ERTS-1, Instituto de Geografía-Universidad Católica de Chile-Stgo. Enero, 1975 (en proceso de corrección).

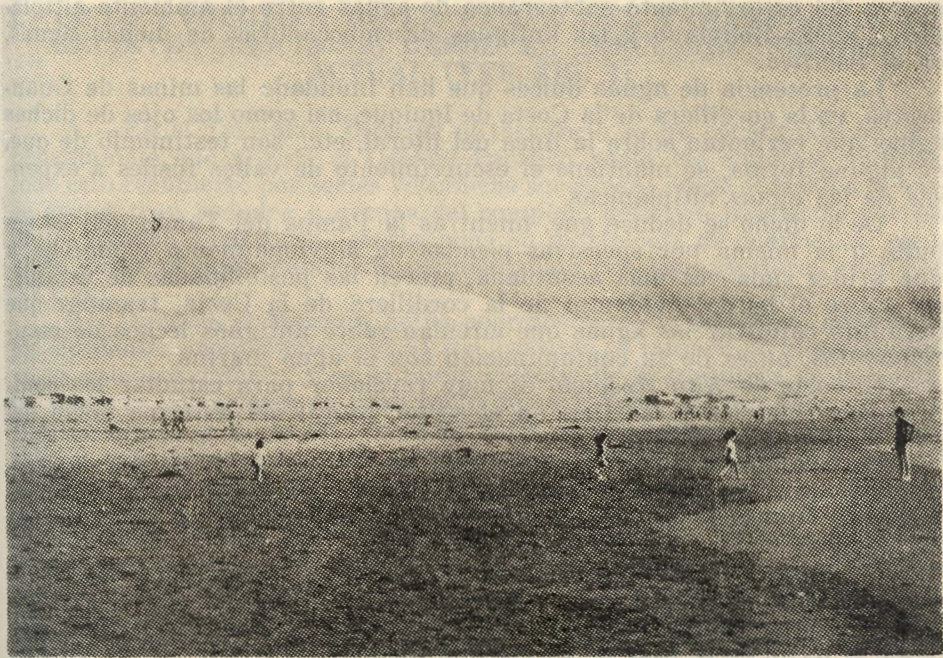


Fig. 1. Vista general del desierto de las Dunas de Salsola. En el fondo se ven las montañas de la cordillera de las Dunas de Salsola. En primer plano se ve el terreno con poca vegetación y poca agua.

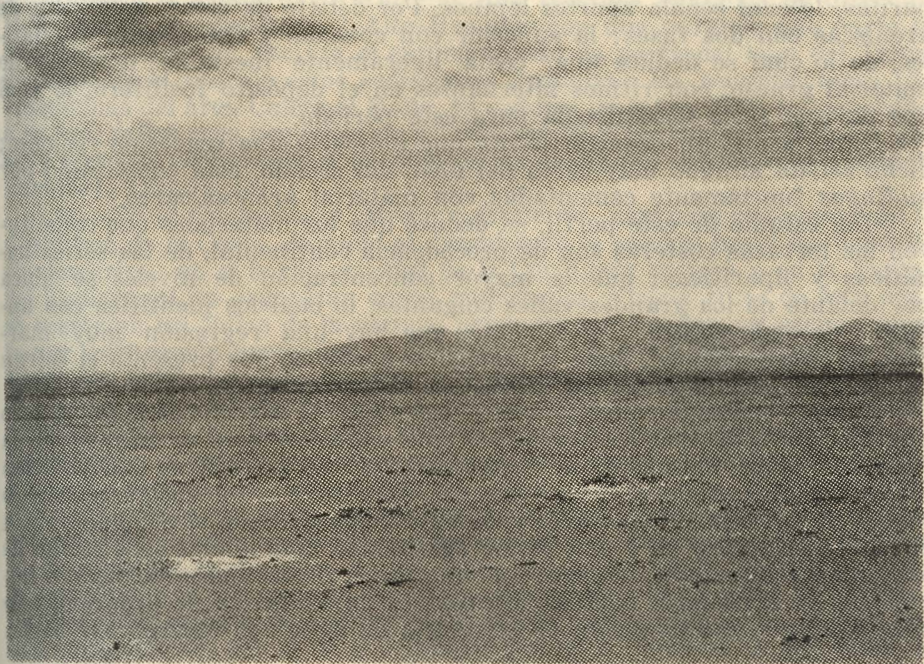


Fig. 2. Vista general del desierto de las Dunas de Salsola.

El mecanismo actual de la formación de dunas por el viento de dirección variable, que está arrastrando los sedimentos más chicos de las cuartas destruidas aluvionales más antiguas, estas dunas provienen del

acerca del escurrimiento subterráneo de aguas entre el ambiente altiplánico Chileno-Boliviano y las antiguas desembocaduras de dichas aguas, en el Pacífico.

La presencia de aguas dulces que han inundado las minas de Guantajaya, en la cordillera de la Costa de Iquique, así como los ojos de dichas aguas que revientan sobre la línea del litoral, etc., son testimonio de que, en alguna forma, se mantiene el escurrimiento de valles fósiles a expensas de las aguas altiplánicas.

De lo dicho se deduce que, mientras la Pampa del Tamarugal se sepulta a sí misma por sucesivas oleadas de aluvionamiento y marcha a una aridez cada vez más acentuada, crecen las posibilidades de establecer sobre el borde occidental de la cordillera de la Costa, trampas que permitan capturar las aguas que circulan sobre antiguos lechos de escurrimientos, antes de su contaminación con el agua marina.

El corte de Alto Hospicio es muy revelador para estudiar los compromisos fluviales y marinos en el sector litoral del extremo norte del país (véase Fig. N° 1).

Del estudio de materiales detríticos que yacen en los niveles de compromiso litoral, puede deducirse también las relaciones intra continentales que tuvieron las descargas de sedimentos gruesos en el Cuaternario antiguo.

Un perfil en Caleta Molle, distante 8 Km. al S. de Iquique, nos señala algunas aproximaciones cronológicas y de evolución paleogeomorfológica en el sector litoral. En efecto, considerando observaciones realizadas desde el techo de la base de formación, tendríamos los siguientes hechos:

En el techo un cono aluvial con potencia aparente de 6 metros, con dos fases: gruesas en la parte superior y fina en la inferior; luego, *pu- dingas* fuertemente cementadas en espesor de 2 m. asociando material redondeado y esquinado. En este piso es posible observar basaltos y liparitas, lo cual señala aportes lejanos. Por debajo de éstas, una masa de areniscas con dos fases: la superior con conchas y sin aportes fluviales, de lo cual se deduce una costa ligeramente inestable; una fase de material grueso, con ritmos alternantes en el depósito fosilífero, lo cual nos da una costa estabilizada para este período.

Finalmente, un pequeño *estrán* que indicaría una regresión reciente; dicho *estrán* situado muy cerca del nivel del océano, está constituido por *pu- dingas* fuertemente cementadas con material arenocalcáreo.

Del estudio de este perfil, se deduce que los materiales que constituyen las terrazas costeras son de procedencia continental, de las series basálticas y liparíticas; que la mayor concentración de niveles se ubica por delante de los grandes valles colgantes, lo cual los identifica con antiguas desembocaduras. Finalmente, que hay una regresión muy marcada de nivel oceánico, dada la extensión uniforme que presenta el *estrán* rocoso marino a lo largo del litoral del norte del país.

Como conclusión, podemos establecer que el solevantamiento costero podría vincularse con los trastornos que experimentan los bloques de la pampa interior, basculándose y multiplicando las trizaduras que desfasan los sedimentos modernos, todo lo cual constituye a un enclaustramiento mayor de las aguas de recarga que logran llegar desde el altiplano hasta el antepaís costero. Si a este hecho agregamos la dinámica sepultación de las pampas anteriores, el cuadro de limitantes físicas que comienzan a imponerse en el desierto nortino, agravan la implantación de programas de desarrollo que descansen en la existencia de agua con recargo suficiente.

3. CICLO EVOLUTIVO DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL Y SUS RELIEVES ASOCIADOS DESDE EL TERCIARIO INFERIOR AL ACTUAL (VER FIG. 2)

A.—En el Terciario Inferior el territorio se ha constituido en una peneplanicie que abarca el Océano Pacífico hasta las cumbres andinas; todo esto recubierto por series volcánicas sucesivas: desde el techo a la base se encuentran rodados y arenas del complejo detrítico basáltico; por debajo, coladas liparíticas, erosionadas en morfología de pediments; en la base, tobas en discordancia de sedimentación con las anteriores (ver Fig. N° 2 A).

B.—Durante el Mioceno, actúa enérgicamente la tectónica, generando los siguientes acontecimientos: a) las liparitas se rompen en el pie andino, ya en solevantamiento, y en el borde oriental de la cordillera de la Costa; b) flexuras posteriores de gran radio de curvatura (sector Altos de Pica-Huasco-Lípez) y fallas en forma de *horst* escalonado; c) respuestas isostáticas negativas en la costa provocan transgresión marina con testigos calcáreos de depósito, en Pisagua. (Fig. 2, B).

C.—Entre el Plioceno y Villafranquense, el área se ve afectada por los siguientes acontecimientos: a) encajonamiento de rodados basálticos en valles excavados en las liparitas (Infiernillo); desborde de los sistemas lacustres altiplánicos hacia la Pampa del Tamarugal por ruptura de los umbrales precordilleranos; b) contemporáneamente el bloque oriental y occidental de la Cordillera de la Costa se alza; c) la llegada de las aguas altiplánicas organiza el lago del Tamarugal o "lago Soledad", según Brüggén, gigantescas trampas para los sedimentos que se organizan en niveles sublacustres y deltaicos, generando dos terrazas importantes: T3 y T2 en el curso medio de la Quebrada de Tarapacá (Fig. 2, C).

D.—En el Cuaternario Antiguo, una fractura tectónica de dirección E-W., entre Humberstone y Alto Hospicio con una paralela que parte de Pisagua al interior, facilita el escurrimiento de parte del lago del Tamarugal hacia el litoral; estos sedimentos organizan las acumulaciones fluviomarinas del área Caleta el Molle. El sistema de fallas E-W. ha generado, a su vez, fallas más pequeñas de orientación N-S las cuales cortan los glaciais y terrazas facilitando la pérdida de las aguas por infiltración (falla de Pachica). (Fig. 2, D).

E.—En el Cuaternario Medio o Reciente, continúa el ascenso de la Cordillera de la Costa, dejando al descubierto la sección basal del depósito fluviomarino; en el borde oriental de la Cordillera costera y en la Pampa del Tamarugal, se organizan conos aluvionales y hacia fines de esta edad se reactivan las fallas de la pampa, provocando pérdidas del escurrimiento por infiltración prematura y generando un sistema hipodérmico y profundo con activo ascenso de sales a la superficie. (Fig. 3,E)

F.—En el piso de Reciente a Actual, continúa el ascenso del bloque costero, dejando al descubierto nuevos depósitos fluviomarinos y más recientemente, el *estrán* rocoso que puede seguirse sin grandes variaciones a todo lo largo de la costa actual de Chile septentrional; conjuntamente con estos acontecimientos, se acentúa la pérdida de actividad fluvial en provecho de un coluvionamiento más enérgico y un trabajo más diferenciado entre las quebradas; es así como Tarapacá frena sus mecanismos de escurrimiento y Aroma se reactiva, sepultando a la primera en su curso inferior; una acentuada inclinación al S. del bloque pampeano que se instala entre Aroma por el N. y Pintados por el S., acelera la actividad de sepultación que ejerce Aroma sobre Tarapacá. Debido a esta circunstancia, Pintados es el mayor acuífero local.

El mecanismo actual es la formación de dunas por el trabajo de deflación eólica, que está arrancando los sedimentos más finos de las cubiertas detríticas aluvionales más antiguas; estos vientos provienen del

cuadrante oeste y comienzan a sepultar el flanco occidental de los planos inclinados situados al E. de la Pampa del Tamarugal. (Fig. 2, F).

Del ciclo evolutivo anteriormente reseñado, se desprende que la tectónica ha jugado un papel fundamental en la conservación y circulación de los recursos hídricos locales. En segundo lugar, esta tectónica ha determinado los actos de ocupación humana; en efecto, las fallas que han cortado los valles y glacis en sentido N-S, han sido causa de que las aguas provenientes de la precordillera se infiltren antes de llegar a la pampa. Los campos de cultivo abandonados de Pampa O'Brien (6), no pueden tener mejor explicación (el mapa de O'Brien indica la cicatriz o fisura dejada por un terremoto en la superficie de la pampa).

Por último, cabe señalar que la llegada de flujos de aguas dulces al sector litoral y su contaminación con aguas marinas sólo puede explicarse por una persistencia en las viejas comunicaciones del Cuaternario Antiguo, entre el Altiplano y el Océano Pacífico.

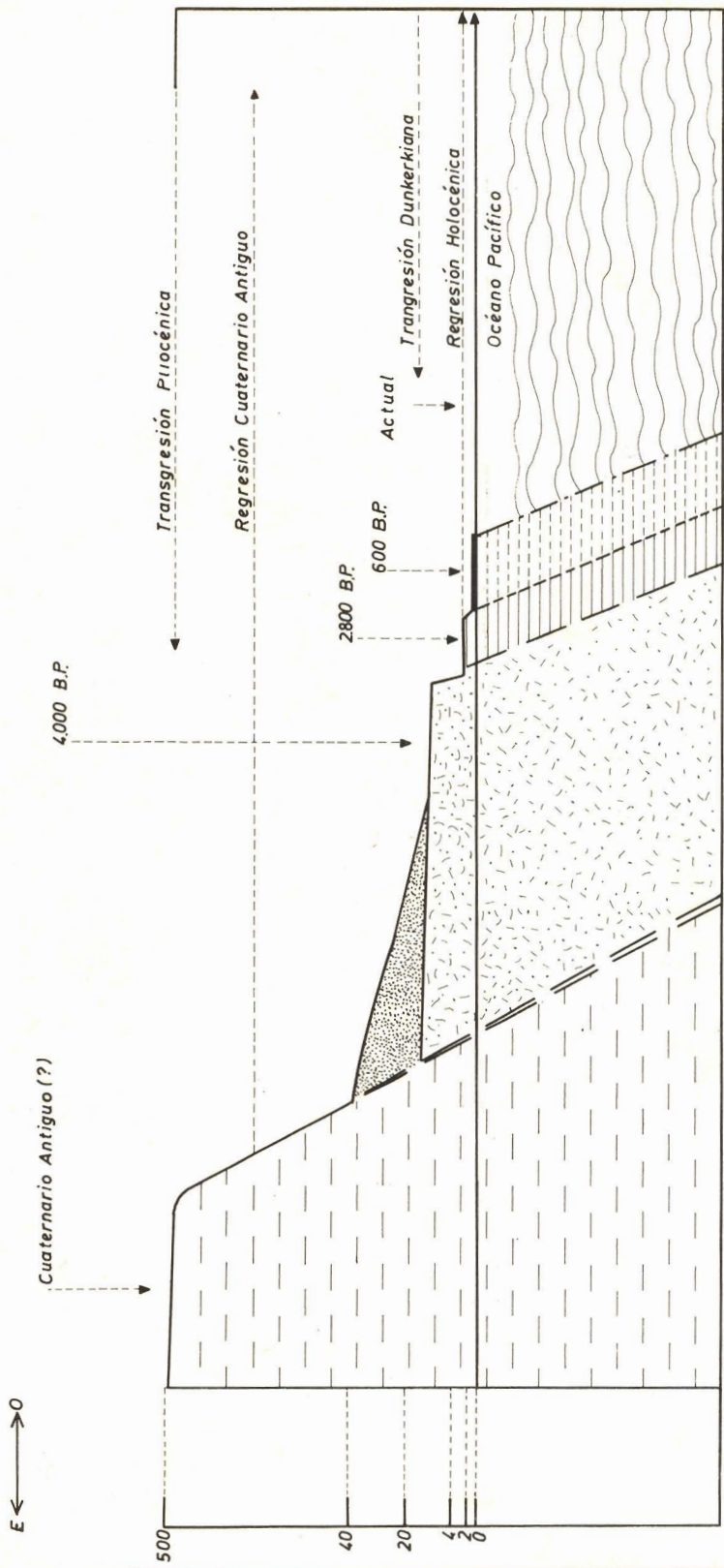
(6) (Bergoeing *et at.*, 1971; Larrain, 1974).

LEXICO GEOMORFOLOGICO EMPLEADO EN EL ENSAYO ADJUNTO

- 1.—ACTIVIDAD FREATICA: Escurrimiento subterráneo de las aguas.
- 2.—ALUVION: Tipo de escurrimiento espasmódico característico de zonas áridas.
- 3.—ANTEPAIS: Porción de continente situado al interior de un relieve litoral.
- 4.—ARRASTRE EOLICO: Sistema de transporte efectuado por el viento al barrer la superficie del desierto.
- 5.—CAMPOS DE "MOTA": Tipo de cubierta desordenada en la superficie de un salar, producida por la llagada de sales a dicha superficie bajo los efectos de humedad que asciende por capilaridad.
- 6.—CARACTER ENDORREICO: Se dice de sistemas de drenaje, sin desagüe al mar.
- 7.—CINERITAS: Sinónimo de cenizas volcánicas.
- 8.—COBA: Cubierta de arcilla y limos que reposa sobre detritos gruesos en sucesión estratigráfica con mantos de caliche.
- 9.—COLADAS LIPARITICAS: Lavas expulsadas por los volcanes del N. de Chile y que recubrieron vastas extensiones de territorio altiplánico.
- 10.—COLUVIONAMIENTO: Relleno de una pampa o zona baja por detritos abandonados por aluviones sucesivos.
- 11.—CURSO ESPASMODICO: Se refiere a un curso de agua intermitente, pero que presenta un módulo de gran rango, desde estiaje absoluto hasta un aluvión.
- 12.—DEFLACION EOLICA: Ver arrastre eólico.
- 13.—DETRITUS: Restos de rocas meteorizadas.
- 14.—DISCORDANCIA: Plano de separación entre dos procesos geodinámicos.
- 15.—ESTRAN: Faja litoral, inmediata al nivel oceánico, expuesta a los efectos de alta y baja mar.
- 16.—EVAPORITA: Residuos en cuencas salinas por procesos de evaporación.
- 17.—FLEXURA: Estilo tectónico de compresiones tangenciales que deforman las capas en forma de bóveda.
- 18.—FOSILIFERO: Se dice de sedimentos continentales o marinos con restos orgánicos.
- 19.—GLACIS: Ver pediment.
- 20.—GRABEN: Bloque hundido en el estilo tectónico generado por fuerzas verticales.
- 21.—GRAVAS: Restos de roca de tamaño de 5 a 7 cms. integradas en los aluviones.
- 22.—HORST: Bloque levantado en el estilo tectónico generado por fuerzas verticales.
- 23.—INSELBERG: Cerro isla o testigo en las zonas de desierto; resulta de la erosión diferencial por cambio de temperatura.
- 24.—LAVAS RIOLITICAS: Véase liparitas.

- 25.—LIPARITAS: Tipo de roca volcánica ácida.
- 26.—PEDIPLANOS: Plano inclinado en zonas áridas.
- 27.—PEDIMENT: Parte de un plano inclinado y que puede corresponder a un relleno de dicho plano o bien, a una superficie de erosión. Se le conoce también con el nombre de *glacis*.
- 28.—PENEPLANICIE: Término definido por W. M. Davis para expresar la superficie de relieve desgastada por la erosión.
- 29.—PUDINGA: Clastos gruesos unidos por una pasta de consolidación.
- 30.—REGIMEN HIPODERMICO: Tipo de escurrimiento subsuperficial que produce napas de agua a uno o dos metros bajo la superficie.
- 31.—REGRESION: Movimiento de retirada de las aguas del mar al abandonar un continente.
- 32.—RESPUESTA ISOSTATICA: Efecto de péndulo que caracteriza las deformaciones tectónicas de la corteza terrestre, en orden a producir el establecimiento del equilibrio momentáneamente perdido, con ocasión de un hundimiento o solevantamiento.
- 33.—SHEET-FLOOD: Tipo de escurrimiento laminar de las aguas en la parte baja de un plano inclinado. Son surcos muy extendidos en desarrollo paralelo.
- 34.—SEBKA: Lago de cubierta de evaporitas generadas por desencadenamiento progresivo.
- 35.—RILL-WASH: Término inglés que expresa la presencia de pequeños surcos en la parte superior de los planos inclinados. Estos surcos son zanjias producidas por la acción de lluvias cíclicas.
- 36.—TECTONICA: Energías verticales u horizontales, a través de las cuales se deforma la corteza terrestre.
- 37.—TOBAS: Tipo de roca volcánica de caracter efusivo.
- 38.—TRANSGRESION: Movimiento invasor de las aguas del mar sobre un continente.
- 39.—VALLES EPIGENETICOS: Depresiones o gargantas excavadas contemporáneamente a procesos tectónicos de bloques en ascenso.
- 40.—VALLE RELICTO: Es un valle antiguo, cuya conservación se ha facilitado por razones climáticas o de dinámica local.

MORFOCRONOLOGIA TENTATIVA ENTRE ALTO HOSPICIO Y CALETA EL MOLLE (PERFIL TRANSVERSAL)



Croquis Generalizado

Diseño : Reynaldo Börgel.
 Dibujo : M Verónica Garay.
 Diciembre 1974

100 500 Mts.
 Escala horizontal estimada

Fig. 1

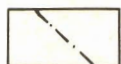
LEYENDA Fig.1



Nivel oceánico Actual regresivo en Caleta El Molle.



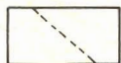
Pediplano costero Actual.



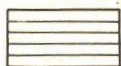
Falla costera Actual.



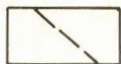
Estrán rocoso Sub-actual regresivo (± 600 B.P.).



Discordancia erosiva lateral.



Terraza Holocénica ($\pm 2,800$ B.P.).



Falla post Dunkerkiana.



Terraza Dunkerkiana transgresiva ($\pm 4,000$ B.P.).

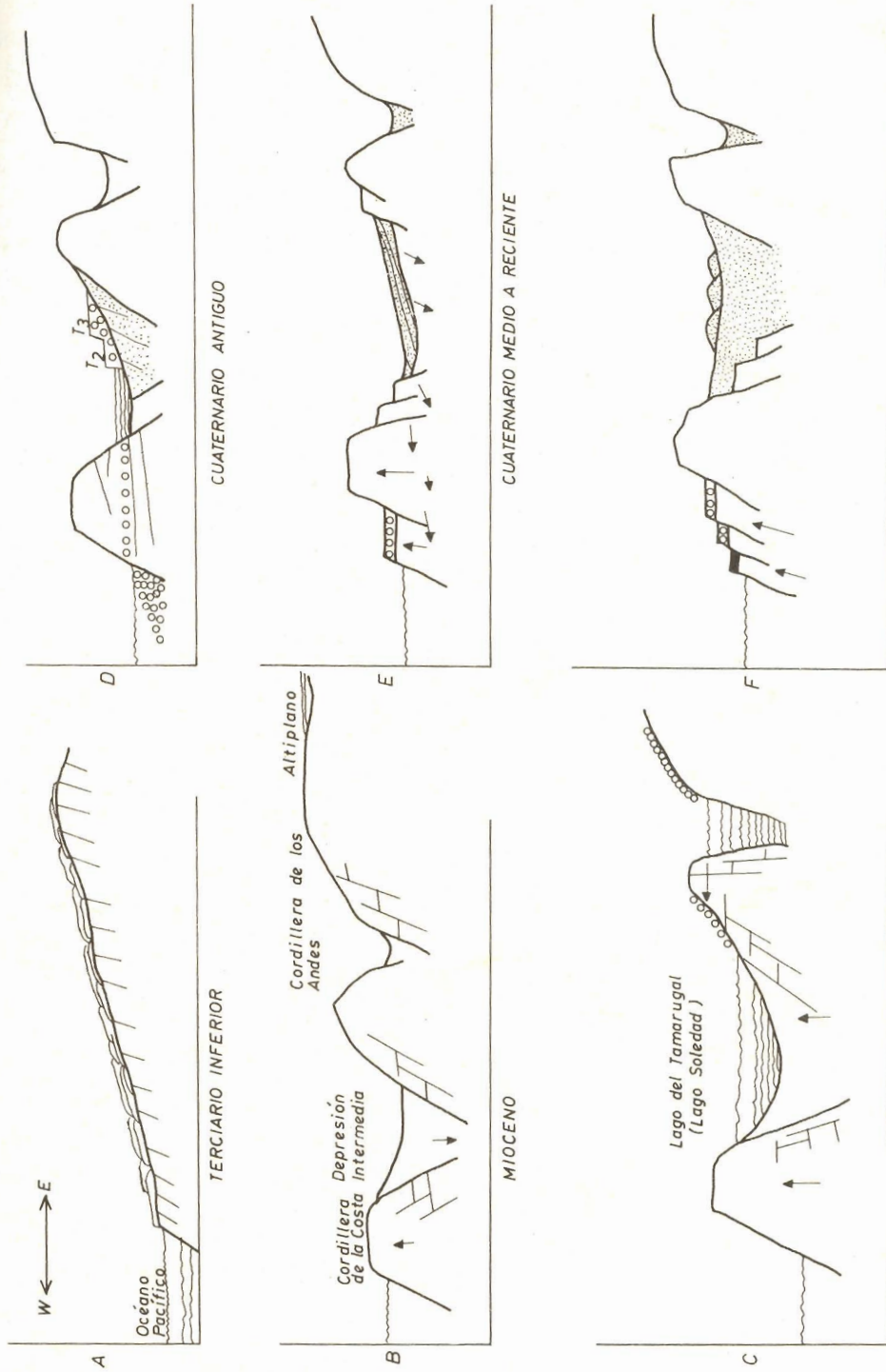


Falla post Pliocénica.



Nivel de Alto Hospicio Pliocénico transgresivo (Cuaternario Antiguo?).

CICLO EVOLUTIVO DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL Y RELIEVES ASOCIADOS DESDE EL TERCIARIO INFERIOR



Diseño: Reynaldo Börgel.
 Dibujo: M. Verónica Garay.
 Diciembre 1974

RECIENTE A ACTUAL

PLIOCENO A VILAFRANQUENSE

Fig. 2

BIBLIOGRAFIA

- BERGOEING, JUAN PEDRO, *et al.*, 1971.—*Pampa O'Brien: Objetivos, Metodología y Conclusiones de la 1ª Etapa*. Programa Interdisciplinario en Tarapacá Universidad Católica de Chile-Universidad del Norte, julio-agosto 1971. Instituto de Geografía. U. Católica de Chile-Santiago.
- BRÜGGEN, JUAN, 1950.—*Fundamentos de la Geología de Chile*, Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile.
- LECARPENTIER, CLAUDE, 1973.—“Geomorphologi et eaux souterraines: Presentation de la Carta Géomorphologique de la Pampa del Tamarugal”. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*. Vol. II, N° 2. 29-27, Lima.
- LARRAIN, HORACIO, 1974.—“Antecedentes históricos para un Estudio de la reutilización de suelos agrícolas en la Pampa del Tamarugal, Provincia de Tarapacá, Chile”. *Norte Grande* Vol. I N° 1. 9-22, Santiago de Chile.
- MUÑOZ CRISTI, JORGE, 1950.—Capítulo III, “Geología”, en *Geografía Económica* Vol. I, CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), Stgo. Chile.
- TRICART, JEAN, 1966.—“Un chott dans le desert chilien: la Pampa del Tamarugal”. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, N° 1. año XVI. 12-22.