

NELLY AMALIA GRAY DE CERDAN

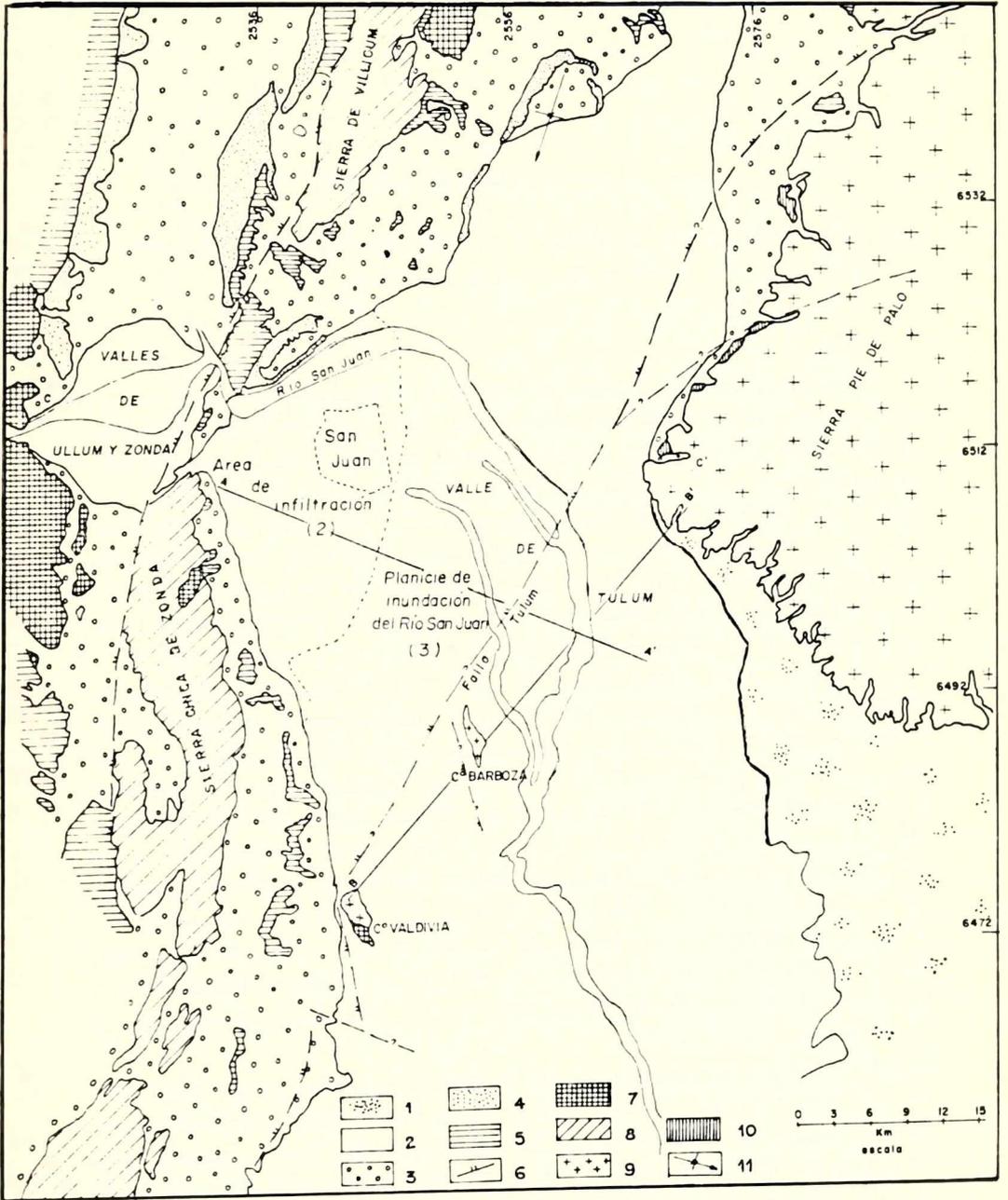
BOSQUEJO GEOMORFOLOGICO DEL BOLSON DE TULUM SAN JUAN – ARGENTINA

INTRODUCCIÓN

Zona de contactos vigorosos, el bolsón de Tulum acusa el impacto de una vida tectónica intensa y un modelado climático en continua evolución. Por sus condiciones de organización humana, constituye una subregión que participa, en líneas generales, de las características de los grandes oasis pedemontanos de la región vitivinícola cuyana. No obstante podemos considerar que se trata de una zona marginal, una franja de transición hacia los oasis encerrados entre los bloques de las Sierras Pampeanas. El aislamiento geográfico que distingue a estos últimos, se presenta con fuerza en el bolsón, cuyas salidas obligadas son el sur y el sureste.

Ocupa el sector meridional de una extensa zona de interesantes contactos entre formaciones montañosas de edad reciente y macizos antiguos rejuvenecidos. Se trata de una fosa de subsidencia colmatada por los sedimentos del río San Juan y los materiales arrastrados por la continua actividad del agua y el viento. Sometido durante largos períodos geológicos a la acción de un clima continental cálido y seco, los contactos de la cuenca presentan extensos glacis que han sido elaborados sobre materiales de distinta edad. La erosión lineal, violenta por momentos, los ha recortado y permite establecer las correlaciones necesarias en este paisaje, donde materiales muy antiguos y secuencias aluviales modernas se mezclan sin una sucesión definida aparente, en una alteración total de su ordenamiento original.

Los límites estructurales de esta cuenca se encuentran bien señalados especialmente hacia el oeste y el este donde los contactos geológicos son bien marcados; hacia el sur y el norte, en cambio, los límites estructurales desaparecen hasta convertirse en zonas donde la diferenciación debe hacerse más bien desde el punto de vista geomorfológico. De allí que las características del medio geográfico del bolsón están relacionadas con dos formas de actividad que han incidido poderosamente: la acción de fuerzas tectónicas por un lado, y por otro la modificación que han operado sobre las estructuras dominantes los agentes moderadores. Distinguiremos por



lo tanto en el paisaje actual *rasgos estructurales*, relacionados con los materiales, su ordenamiento, su forma de yacer y las alteraciones provocadas por la tectónica, y *rasgos geomorfológicos* que son la resultante de la acción erosiva, del modelado, sobre estas estructuras.

I — PRINCIPALES DATOS ESTRUCTURALES

1 — *Litología*

Tres unidades estructurales constituyen los ejes del conjunto (Fig. 1).

a) *La precordillera*, macizo antiguo fuertemente plegado que en el área que nos interesa forma un eje discontinuo, orientado con rumbo general NNE - SSW, con alturas que no sobrepasan los 1.250 m s n m. Los principales representantes son las estribaciones meridionales de la sierra de Villicum, la sierra Chica de Zonda, Cordón del Pedernal y Cordón de los Pozos. La depresión entre los dos primeros se presenta rellenada por una potente formación pliocena-pleistocena plegada, que forma las Lomas de las Tapias y Lomas de Ullum.

El cuerpo de este macizo antiguo está formado por materiales paleozoicos: las calizas cambro-ordovicianas, alteradas por los movimientos terciarios y sobreelevadas en fases sucesivas provocando su intrusión violenta entre los sedimentos terrestres del plioceno, depósitos que actualmente se han superpuesto en forma discordante al complejo antiguo¹. Esto explica también que los materiales terciarios hayan alterado totalmente su original disposición y en la actualidad cabalgan unos sobre otros en una inversión total de su primitivo ordenamiento.

Las Lomas de las Tapias aparecen configurando un relieve bajo y constituyen ambas márgenes de la Quebrada de Ullúm; los sedimentos que integran esta formación se adosan también a la sierra Chica de Zonda en todo su faldeo oriental².

b) *La Sierra de Pie de Palo*, al este de la ciudad de San Juan, constituye en este caso la estructura que presenta los materiales más antiguos del conjunto; su masa cristalina, y al parecer todo su cuerpo, ha sido

1 PABLO GROEBER constató que estas calizas están prácticamente en posición vertical y que se han comportado en general como un bloque rígido, cuya compacta masa se ha volcado lentamente hacia el NE al ascender, con un ángulo que supera los 50°.

GROEBER P. TAPIA A. "Condiciones geológicas de la Quebrada Ullúm en relación con un proyecto de embalse" Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación N° 25 y 26. Buenos Aires, 1926.

2 SECRETARÍA TÉCNICA DE LA GOBERNACIÓN: "Estudio de factibilidad técnica Presa de embalse Quebrada de Ullúm - Río San Juan". Gobierno de la Provincia. San Juan 1969; pág. 50.

afectado por una intrusión granítica. Corresponde al grupo de las llamadas Sierras Pampeanas o Sierras Peripampásicas que respondieron al plegamiento del zócalo primitivo precámbrico. Este plegamiento de la era primaria produjo posiblemente ondulaciones poderosas que posteriormente fueron atacadas por la acción de los agentes externos y reducidas a un paisaje de peniplanicie. Pero su constitución actual, su forma, responde a un fenómeno relativamente reciente: la tectónica terciaria.

Estos movimientos, responsables del surgimiento de los cordones cordilleranos, actuaron también sobre el Pie de Palo, elevándolo en bloque, franqueado por fallas que hoy se hallan cubiertas. Existen muy pocos estudios sobre los materiales que forman esta unidad, por lo cual nos conformaremos con individualizarla como una estructura integrada principalmente por esquistos, anfibolitas y cuarcitas que incluyen diques de aplitas y pegmatitas. Su antigüedad se remonta al precámbrico.

c) *La depresión*: Entre estas dos unidades se abre la gran cuenca de subsidencia pedemontana, verdadera zona de expansión de los limos del río San Juan, que constituye una playa de nivelación más o menos regular, con una ligera pendiente hacia el SE.

Inicialmente, y observando las líneas de las grandes fallas, podemos decir que estas estructuras no son otra cosa que la consecuencia directa de la potencia del movimiento andino que actuó dislocando este sector y formando un escalón de subsidencia que marca el contacto entre las Sierras Pampeanas y la Precordillera sanjuanina. Este bolsón está ahogado bajo el potente manto de sedimentos aportados por el río, incluso han desaparecido los fuertes rechazos de las fracturas que originaron el bloque hundido y se presenta hoy como una playa de estacionamiento de materiales del cuaternario que son cada vez más finos. Es en esta zona donde se verifica la instalación humana, donde el hombre, aprovechando el río y la bondad del suelo, ha dibujado un paisaje agrario con características particulares.

En el norte la cuenca termina frente al terciario medio que aflora en superficie poniendo en relación los contrafuertes de la Sierra de Villicum y la de Pie de Palo y forma un gran anfiteatro con drenaje hacia el sur. Las capas terciarias se encuentran visiblemente alteradas en los contactos con los ejes montañosos. Las formaciones de "conglomerados de mogotes" van bordeando la cuenca solo en la margen occidental como testigos irrefutables del hundimiento de la misma. En esta sección norte el terciario inferior, formado por limotitas pardo rojizas con arcillitas, areniscas y algunas lentes de grauvaca cementados por limolitas, constituyen especies de mesillas aisladas y forman el umbral norte de la cuenca de subsidencia.

Esta zona se caracteriza por el surgimiento de aguas entre las redepósitos fluviales y cólicas; pero la extrema sequedad del ambiente, unida a las elevadas temperaturas, provoca una gran evaporación que ha dado lugar a la formación de extensas zonas salinas. La mala calidad de los suelos y el escaso escurrimiento superficial, como así también la poca cantidad de precipitaciones que caracterizan a todo el bolsón, frenan el desarrollo de los cultivos y la valorización de la tierra hacia el norte.

Podríamos distinguir dentro de la cuenca de subsidencia entonces distintos tipos de suelos: 1) salinos del norte; 2) los gruesos y profundos del centro de la cuenca, resultado del arrastre del río que allí ha formado un magnífico cono de deyección; 3) de la playa, preferentemente franco-arenosos, pero que hacia el este se van afinando cada vez más; 4) sumamente finos, arenosos, sin consolidar, que se agrupan en formas medanosas y producen un paisaje típicamente desértico, al S del Pie de Palo.

El contacto entre los tres conjuntos estructurales dominantes se opera en forma directa en muy pocos casos; en la mayor parte se presentan *niveles de arrasamiento* que se han elaborado sobre los materiales del terciario medio e inferior —desde el río San Juan hacia el sur— del terciario superior —desde el río San Juan hacia el norte—, y que son los encargados de unir los conjuntos montañosos con la playa.

Llama poderosamente la atención —sobre todo cuando observamos la fotografía aérea—, la formación de un inmenso *cono de deyección*, resultado de la acumulación de los materiales de acarreo del Río San Juan y sobre el cual se halla instalada totalmente la ciudad capital.

En el centro de la playa, un detalle estructural muy importante es la presencia de materiales muy antiguos que se encuentran formando *relieves positivos*: los cerrillos de Barboza. Interrumpen la regularidad de esta formación; sus materiales, semejantes a los del Pie de Palo, son una muestra evidente de que nos hallamos en una zona de extremo contacto entre formaciones de distinta naturaleza.

Estos mismos materiales se repiten en otro relieve positivo, el Cerrillo de Valdivia, que parece desgajado de la precordillera y cuyo cuerpo se inclina suavemente hacia el este para hundirse junto con el nivel de arrasamiento inferior bajo los sedimentos de la playa.

Ordenamiento de la secuencia geológica:

Podemos tratar de hacer una *reseña cronológica* para ordenar estos elementos que se nos presentan formando un paisaje muy variado y sobre todo fuertemente movido. Nos guiaremos especialmente por la bibliografía existente al respecto y, sobre todo, por los estudios geológicos que se han realizado en San Juan a través del Plan de Aguas Subterráneas, organismo

que trabaja con un fondo especial de las Naciones Unidas otorgado al Consejo Federal de Inversiones. Además por el estudio hecho por la Secretaría Técnica de la Gobernación para la instalación de una presa de embalse en la Quebrada de Ullúm. En ellos han recopilado los principales datos geológicos de antiguos trabajos de S. V. Alascio, Braccaccini, Gröeber, A. Tapia, E. T. Mauri, A. Heim, A. C. Orlando, C. A. Rousseau, F. Wetten, que recorrieron y estudiaron la zona; los han actualizado y enriquecido con los aportes de la técnica actual. Surge así una valiosa contribución al estudio de la zona que, no obstante, no alcanza a cubrir todas nuestras necesidades ya que generalmente la documentación geológica adolece de una falla que se presenta comunmente en todo nuestro país: la falta de investigaciones sobre los materiales del cuaternario. Solamente podemos obtener, por contraste con otras zonas muy estudiadas y a través de la observación directa, las características de estos espacios que en las cartas están en blanco.

El trabajo del Plan de Aguas Subterráneas es importante en este caso pues, a través de las perforaciones que ha realizado para obtener agua para riego, ha hecho un estudio de la base de la cuenca y ha tratado de reconstruir la forma en que ésta se hundió; pero, atendiendo a los propósitos que persigue, solo se ha hecho un estudio de los materiales desde el punto de vista de sus posibilidades o de su capacidad para contener agua.

Los interesantes perfiles geofísicos con que han cubierto toda la cuenca nos permiten sin embargo imaginarnos, aunque con un considerable margen de error, cómo se produjeron los movimientos que transformaron este paisaje y dieron la base sobre la cual han trabajado posteriormente los agentes de erosión y transporte.

Sobre la base de dicha documentación podemos decir que los materiales más antiguos están representados por las formaciones del *precámbrico*, que forman el cuerpo del Pie de Palo, los Cerrillos de Barboza y el Cerro Valdivia. En el primero aparecen materiales muy rígidos entre los que llaman la atención los esquistos oscuros, las anfibolitas y cuarcitas; en sectores muy reducidos aparece un material más antiguo aún: calizas cristalinas.

Esta unidad parece haber sido afectada por una intrusión granítica. Stieglits dice que "la calidad petrográfica de las rocas aquí existentes enseña, pues, claramente los efectos de un macizo granítico del carácter del granito central (Zentralgranit) puesto a la vista solamente en sus apófisis más extremos; pero, a retener con seguridad como existente en la profundidad. Los fenómenos normales del granito transformado en gneis, por resorción de rocas ajenas, las formaciones de contacto típicas del

granito central y la impregnación con turmalina lo prueban tanto como la existencia de verdaderas rocas eruptivas descendientes del granito”³.

Los Cerrillos de Barboza constituyen una formación que se eleva desde el fondo chato de la playa y se destaca por su masa oscura; su constitución acusa la presencia de anfibolitas, diabasas y gneis anfibólico. También estudiado por este autor, afirma que del análisis de las muestras recogidas se puede inferir que se trata de una “anfibolita pizarrosa; en su origen ha sido posiblemente una pizarra arcillo-arenosa”⁴.

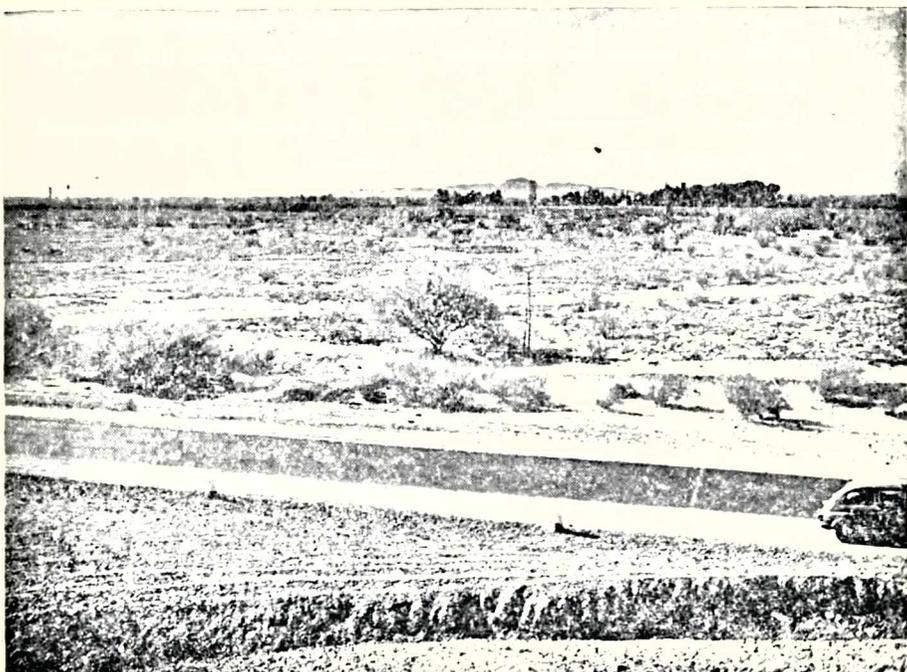


FOTO 1 — El cerrillo de Barboza constituye una formación que corresponde, posiblemente, al grupo de las Sierras Pampeanas. Se eleva desde el fondo chato de la playa y se destaca por su masa oscura.

El último exponente de los materiales precambrianos es el Cerro Valdivia, también conocido como el Cerrito de Carpintería. Sus materiales, según lo estudió Blas Alascio, se ordenan en distintos grupos de norte a sur⁵:

1) Grupo de las rocas claras.

³ STIEGLITZ O. “Contribución a la petrografía de la Precordillera y de Pie de Palo”. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Minas Geología e Hidrología. Boletín N° 10. Serie B. Buenos Aires 1914, p. 97.

⁴ STIEGLITZ O. *Ibidem*, p. 81.

⁵ ALASCIO, B. V. “Observaciones geológicas en el Cerro Valdivia”. Boletín de Informaciones Petroleras N° 198. Buenos Aires 1941, p. 16.

- 2) Grupo de las rocas "oscureas" en la falda norte del cerro en el cual el basamento de rocas antiguas desaparece bajo retazos de la cubierta paleozoica y de los sedimentos recientes.
- 3) Grupo de la cima, porción más elevada del cerro, con rocas de composición variada.
- 4) Grupo ubicado al sur del anterior, hacia la cumbre más elevada del Valdivia en donde la intercalación de rocas claras con otras más oscuras es el rasgo predominante.
- 5) Grupo de la entalladura, constituido por lomadas de escasa altura en donde las micacitas y rocas penetradas son las características.
- 6) Grupo de las cuarcitas, en los cuales el predominio de estas rocas da un color gris verdoso claro al conjunto.

Indudablemente esta distinción responde a la composición petrográfica y por excelencia a los colores predominantes del conjunto, observables a simple vista y que impresionan por su variedad. En general, su composición está basada en cuarcitas verdosas y grises, con abundancia de muscovita, micacitas, filones de cuarzo hidrotermal, aplitas y pegmatitas, anfíbolitas, filitas y esquistos filíticos y granatíferos.

El *Paleozoico* está también representado en este conjunto geológico. Entre sus materiales más antiguos, y quizás los más antiguos de toda la formación precordillerana, se destacan las calizas que forman el cuerpo de las serranías de Zonda, que desaparecen bruscamente en la Quebrada de Ullúm para aflorar 12 km al norte de la misma constituyendo la Sierra de Villicum. Las calizas ordovicianas son en parte dolomíticas, frecuentemente silicificadas; contienen pedernales, pocos fósiles y son de color grisáceo-azulado. En la parte superior visible existen cuarcitas blanquecinas-amarillentas. El rumbo general de la estratificación es paralelo a la sierra y la inclinación preponderante hacia el este con valores angulares muy variables.

Lutitas y grauvacas devónicas y conglomerados, lutitas (en parte carbonosas) y areniscas del Paleozoico superior, completan la serie y aparecen adosadas a las calizas especialmente en la zona comprendida entre la Rinconada y Los Berros. Este conjunto varicolor paleozoico está constituido "por esquistos arcillosos, areno-arcillosos, verdosos y morados como así también grauvacas y verdes y areniscas rojizas, pardo rojizas y ocráceas en espesores variables" ⁶.

⁶ MARZO M. "Contribución al conocimiento hidrogeológico de la provincia de San Juan y en especial del Bolsón de Tulúm". Instituto de Historia y Disciplina Auxiliares. Sección de estudios Geográficos. Fac. de Filosofía y Letras U. N. C. Serie Especial N° 1. Mendoza, 1952, p. 64.

Luego de un largo período en el cual no se verifican testigos y que corresponde a la era Mesozoica, sobre los materiales paleozoicos se disponen en evidente discordancia angular el espeso complejo del *Terciario*. Este ha sido estudiado preferentemente en la Quebrada de Ullúm donde tienen alrededor de 1.500 m de potencia, por lo cual se le denomina también como formación Ullúm; en él se distinguen tres entidades completamente concordantes que constituyen una serie ininterrumpida con un pasaje gradual en los términos:

- a) Conglomerado basal y arcilitas.
- b) Areniscas, limolitas y arcilitas.
- c) Conglomerados.

a) *La primera* constituye la base de este conjunto de sedimentos continentales y está compuesta por pedazos angulosos de la caliza ordoviciana y de los pedernales incluidos en ella, cementados por material calcáreo o incluidos en arcilla roja. El espesor es muy variable, desde centímetros hasta 50 metros. El mayor desarrollo ha sido apreciado en las inmediaciones de la quebrada de Zonda, y en algunos sectores contiene interestratificaciones de material arenoso con ripio chico. En algunos tramos desaparece totalmente y en este caso son las arcilitas rojas las que apoyan directamente sobre la caliza; afloran estas últimas con potencia de 40 a 50 m y en su composición intervienen arcilitas y limolitas arcillosas rojas o pardo rojizas, estratificadas en bancos de espesor inferior a un metro.

“Si reconstruimos su posición primitiva vemos que las ensenadas en las cuales se hallan depositadas corresponden a antiguas depresiones en el relieve que llevaban las calizas y que el conglomerado representa entonces el relleno de estas depresiones que, a juzgar por la presencia de ripio fluvial en él, deben considerarse como partes de antiguos surcos desagüados de pendientes muy suaves de un relieve muy maduro cercano ya a la penillanura”⁷.

b) Los materiales de este *segundo grupo* son dominantes en el vasto sector de contacto entre la serranía de Zonda y la bajada e incluso se prolongan muy al norte de la quebrada de Ullúm formando las “*mesillas*” que cierran la depresión; se trata de psamitas finas a medianas de colores pardo claro y pardo grisáceo en bancos de espesor no superior a 5 metros, frecuentemente con estratificación grabada o interestratificaciones de limolitas y arcillitas, a veces con estructura concéntrica. Así mismo aparecen en los niveles más altos estratos tobáceos y conglomerádicos finos. Las

⁷ GROEBER P., TAPIA A. Opus, cit., p. 6.

areniscas y arcillas, muy margosas, tienen espesores variables; el color dominante es el rojo, especialmente el de los materiales friables, en tanto que los bancos más potentes y excepcionales de areniscas de mucha consistencia, con cemento arcilloso, es el gris y el amarillo grisáceo. La composición de estos materiales es sumamente variada.

c) *Los conglomerados* comienzan recién a manifestarse con intensidad desde la quebrada de Ullúm hacia el norte, formando relieves positivos que se encuentran separados de la línea de la precordillera y al borde de la cuenca de subsidencia lo cual nos permite suponer que el resto de estos materiales se encuentran también hundidos en la depresión formando su piso.

Se trata en general de un material grueso, poco cementado por limo calcáreo que llena todos los intersticios. En la composición intervienen subgrauvacas y vulcanitas ácidas y mesosilícicas. Plutonitas y otras sedimentitas aparecen muy raramente; lo que sí nos interesa es que no se observaron rodados de calizas, lo cual nos demuestra que esta formación es anterior al levantamiento de la sierra de Zonda; han participado de movimientos muy fuertes, posiblemente en la fase orogénica que actuó al final o en la parte superior del plioceno.

En general estos materiales terciarios han sido tectonizados y arrasados posteriormente y sobre ellos se han depositado en discordancia los materiales del cuaternario. En los *materiales del cuaternario* podemos distinguir:

a) Una cubierta de *grava meteorizada* de poco espesor que se encuentra cubriendo la superficie de arrasamiento más elevada y que posiblemente sea la más antigua.

b) *Gravas meteorizadas* que se encuentran cubriendo la superficie de un segundo nivel de arrasamiento que se presenta en espesores considerables allí donde la deposición ha sido activa o donde el fallamiento ha hundido la superficie arrasada.

c) Material de *conos aluviales* depositados por pequeños cursos actuales al pie del frente montañoso y cubriendo las superficies arrasadas.

d) *Grava del río San Juan*, depositada como una poderosa secuencia fluvial que forma un enorme cono de deyección; domina la entrada a la precordillera por las quebradas de Zonda y Ullúm.

e) Depósitos que en su mayor parte son de la *planicie de inundación* del río San Juan, acumulados también como una gran secuencia aluvial y que cubre la mayor parte de la depresión; formados especialmente por limos y loess redistribuidos por el río.

f) *Limos de origen lacustre* con algunas intercalaciones de arena y grava depositados en el bolsón de Ullúm - Zonda cuando la Sierra Chica ascendió bloqueando la salida del río San Juan hacia el bolsón de Tulum.

g) *Travertinos*, depositados superficialmente sobre sedimentos terciarios por vertientes termales asociadas a fallas recientes, producto de la actividad sísmica.

h) *Arenas sueltas* que forman médanos generalmente móviles; predominan especialmente hacia el sur y el sureste.

2 - *Una tectónica fracturante.*

Estos materiales no se encuentran en forma simple sino que constituyen un conjunto muy complejo pues la tectónica ha complicado notablemente el paisaje sanjuanino; no solo ha preparado la base sobre la cual se ha modelado el paisaje, sino que aún hoy tiene manifestaciones activas que nos dan la pauta de que se trata evidentemente de una zona que lejos de estar estabilizada, tiene una dinámica muy intensa y se halla en plena evolución.

Llama poderosamente la atención a simple vista la ausencia casi total de verdaderos anticlinales y sinclinales, lo cual nos hace suponer que los movimientos orogénicos tangenciales, horizontales, no han sido los encargados del tectonismo principal sino los verticales, tardíos con relación al resto de la precordillera. Estos han provocado un movimiento en bloques del basamento que, en este caso, se ha comportado como una unidad rígida.

Existe un sistema de fallas ortogonales que da lugar a la presencia de bloques levantados y hundidos; estos escalones estructurales se presentan separados entre sí por marcados desniveles que acompañan a las unidades de mayor vigor en el conjunto: el Pie de Palo y las serranías de Zonda; otras fallas atraviesan diagonalmente el fondo de la playa. Estas nos indican la importancia y la potencia que han tenido no solo la tectónica terciaria sino también los movimientos post-pliocenos que han elaborado un paisaje contrastado y sumamente joven, impresionante por su magnitud y belleza arquitectónica.

Todo este conjunto está sometido incluso hoy a una intensa actividad sísmica que ha alterado formas muy modernas y es así como podemos comprobar la presencia en el piedemonte de conos aluviales fallados y fracturados que confunden muchas veces para la datación de las formas del cuaternario.

El fallamiento ha provocado la dislocación de los materiales existentes, los cuales se combinan formando relieves positivos y negativos.

Los *relieves positivos* son, por un lado, la laja de calizas ordovicianas que forma el cuerpo de la precordillera y que separa *dos bloques hundidos*; hacia el oeste el bolsón de Ullúm —Zonda— que se continua hacia el norte con el bolsón de Matagusanos; hacia el este el bolsón de Tulúm, extensa depresión que se extiende hacia el sur sin solución de continuidad en la playa de expansión de los limos del río San Juan.

Por otro lado el *bloque rejuvenecido del Pie de Palo* cierra con una pared abrupta el bolsón de Tulúm por el oeste y hunde paulatinamente su ladera opuesta en la depresión que atraviesa el río Bermejo.

Aún cuando en rasgos generales parece sencillo, el análisis de su historia geológica nos permite distinguir entre los efectos de una tectónica Paleozoica, que afectó especialmente a la estructura de las calizas y posiblemente también al Pie de Palo, otra posterior relacionada con la etapa principal de la orogénia andina y una más reciente, holocena, atestigüada por fallas que se presentan sobre conos aluviales modernos.

a) *La tectónica Paleozoica*: las calizas ordovicianas especialmente muestran los efectos de una deformación muy intensa. Los pliegues más desarrollados presentan un alineamiento longitudinal a la misma sierra y es muy frecuente encontrar, sobre todo en las zonas con mayor perturbación, pliegues isoclinales muy apretados que se hallan estrechamente vinculados a fracturas transversales seriadas. Las manifestaciones hidrotermales son frecuentes en las zonas de contacto. Las líneas de fallas se presentan transversales a la dirección que tiene hoy la sierra: se orientan generalmente de W a E o bien de NNW a SSE.

b) *La tectónica terciaria*

Los intensos movimientos que acompañaron al levantamiento de la cordillera produjeron serios trastornos en los materiales que, próximos a la masa andina, respondieron de una forma especial a esta nueva dinámica interna. *Los movimientos verticales* provocaron, como ya vimos, un juego de bloques que ascendieron o descendieron, pero las *fuerzas tangenciales*, la fuerte compresión, han provocado el intenso plegamiento que presentan las capas blandas y justifican la acción perforante del bloque de las calizas a través de los sedimentos terciarios y su ascenso sucesivo por acción de movimientos radiales, localizados entre el fin del terciario y principios del cuaternario.

El conjunto de fallas que originó el diestrofismo andino son visibles en numerosos sectores y en general responden a un lineamiento NNE - SSW.

En esta región, como en otros sectores del piedemonte andino, el movimiento terciario se caracterizó por el fraccionamiento del continente

en grandes trozos que sufrieron ascenso o descenso fuerte pero en cuyos bordes se produjeron intensas complicaciones tectónicas; entre ellas se destacan por su importancia:

1 — *La sierra de Zonda*: es un bloque elevado, interpuesto entre las depresiones de Tulúm y Ullúm - Zonda, cuyas calizas acusan una posición casi vertical, la que indica que al ascender ha sido volcada lentamente hacia el este. Indudablemente al sufrir esta torción, las partes cercanas a la superficie sufrieron una comprensión mayor; su rigidez, debido a que se



FOTO 2 — La Sierra Chica de Zonda es un bloque elevado que se interpone y separa la depresión de Tulúm, donde se encuentra instalada la ciudad de San Juan y la de Ullúm-Zonda (atrás). En la quebrada del mismo nombre se observan antiguos niveles trabajados por el río San Juan.

trataba de una masa de sedimentos ya plegados anteriormente y unidos en un bloque sólido, determinó que se seccionara la superficie del bloque en lajas que se disponen como tejas. De allí su forma angosta y filosa.

Una extensa falla regional bordea la Sierra de Zonda en todo su *flanco occidental*, extendiéndose hacia el norte y sur en forma ininterrumpida. Se trata, según observaciones hechas por los geólogos del lugar, de una falla de carácter inverso con potencias de 20 a 30 metros visibles, especialmente donde no fue eliminada por la erosión o cubierta por detritus. En numerosos sectores del abrupto la caliza con su estructura primitiva.

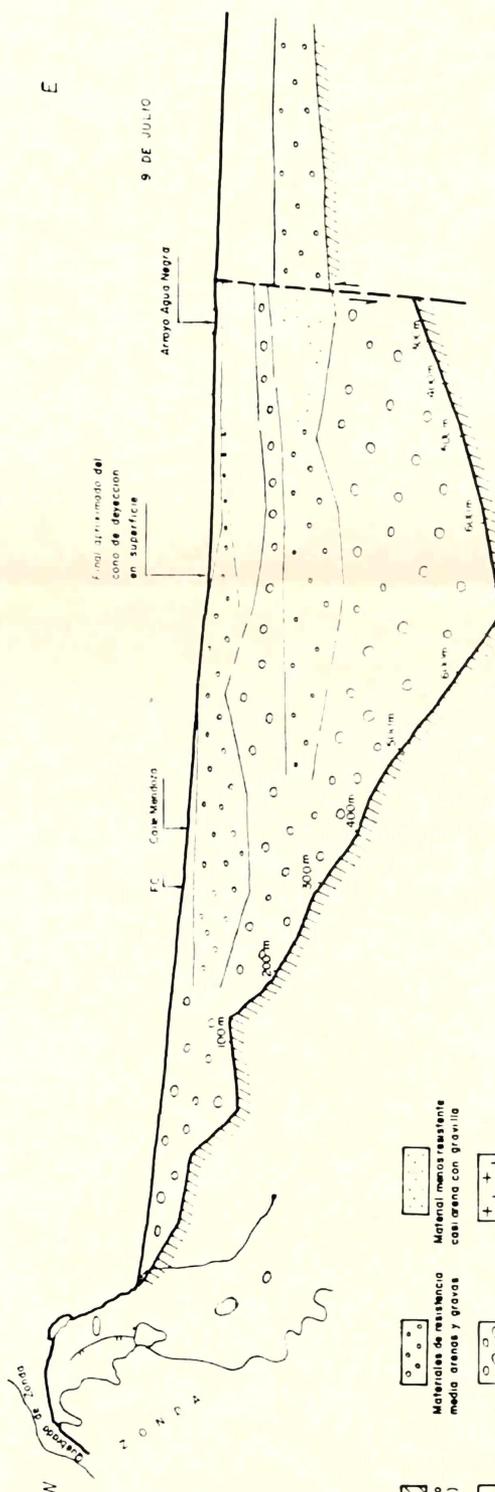
Esto, junto con otras observaciones, permiten considerar a la zona de Ullúm - Zonda como una depresión de origen tectónico; se ha comprobado que no se trata de una fractura única, sino de varias, paralelas, que se escalonan y que han hundido progresivamente la cuenca, tomando los valores máximos en el centro de la misma.

En el *flanco oriental* de la sierra se han determinado fallas de segundo orden, paralelas a la anterior; también son de carácter inverso con ángulos de 50 a 75° de inclinación este ⁸ que sobrepone las calizas seccionadas en escamas al piso inferior del terciario. Se ha observado que, en todos los casos en que se pone en contacto tectónico las calizas o bien el Paleozoico medio y superior con las areniscas y arcillitas del terciario, la zona de trituración afecta con mayor intensidad a los materiales más antiguos, ya que los del terciario son más plásticos y han respondido arqueándose.

El hundimiento paulatino del bolsón de Tulúm produjo como consecuencia el afloramiento, en las zonas de contacto, de los sedimentos más antiguos que también fueron empujados por la laja de las calizas al levantarse. De allí el "*pinzamiento*" de los mismos, el *volcamiento de unos sobre otros en una inversión total del orden y la posición* horizontal en la cual se hallaban depositados. Los más antiguos han quedado cabalgando sobre los más modernos. Así es que encontramos generalmente adosados a la laja ordoviciana el paleozoico medio y superior como si hubieran sido arrancados de su posición original formando los relieves más altos; continúan luego el terciario inferior encima del terciario medio y en general, el terciario superior lo suponemos hundido en su mayor parte en la cuenca de subsidencia. Solo en algunos sectores, especialmente al norte del río San Juan, los conglomerados del terciario superior aparecen formando relieves positivos; pero su altura con respecto a las demás formas, su anomalía, responde sin lugar a dudas a razones de distinta naturaleza.

2 — *La depresión o cuenca de subsidencia* respondió también a estos movimientos y es, sin lugar a dudas, la que más nos interesa por tratarse de la zona donde se verifica la instalación humana, no sólo la ciudad más importante sino el 99% de la superficie cultivable de la provincia de San Juan. Esta depresión es atravesada por una falla regional de orientación NNE-SSW que une aproximadamente el norte del cerro de Valdivia con el norte de los cerros de Barboza y recorre el borde oriental del macizo del Pie de Palo. El Plan de Aguas Subterráneas ha realizado interesantes

⁸ SECRETARÍA TÉCNICA DE LA GOBERNACIÓN. Opus. cit., pág. 57.



E

9 DE JULIO

Faja de gravilla
zona de elevacion
en superficie

Arroyo Agua Negra

FC Caba Merced

Arroyo Agua Negra

SE DULCE

SE DULCE

SE DULCE

Ruta 20

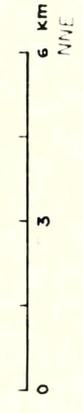
FC Berjano

Cerro de Barabiza

Cerro de Barabiza

Cerro de Barabiza

- Basamento (Terciario)
- Materiales muy finos y permeables, limo arenoso
- Materiales de resistencia media arenas y gravas
- Grava gruesa
- Material menos resistente con arena con gravilla
- Basamento Precambrio



PERFIL N° 1

SSW

Cerro de Barabiza

C° VALDIVIA

C. Luján Chaitani

Ruta 20

PERFIL N° 2

perfiles transversales y longitudinales con sondeos geoelectricos los cuales demuestran que no habria una falla unica sino varias escalonadas y paralelas con el mismo rumbo. Estas son las que habrian permitido el hundimiento progresivo de la cuenca. (Fig. 2).

Tambien a traves de la observacion de estos perfiles hemos podido comprobar que falla regional divide a la depresion en dos subcuencas:

- a) La NW donde el piso terciario esta a mayor profundidad y las capas sedimentarias acusan su maximo espesor, y
- b) La SE en la cual el subsuelo es poco profundo y la cubierta sedimentaria es menos espesa.

El piso terciario se ha comportado como una unidad plastica, arqueandose levemente, sin dar tiempo a un trabajo de aplanamiento, es decir que, en esos momentos, se nota un predominio neto (por lo menos en la cuenca) del acarreo sobre la erosion.

La concomitancia entre las facies de levantamiento de las calizas ordovicianas y la subsidencia de la cuenca explican —en parte— ya que tambien debemos pensar en los cambios de clima del cuaternario —la alternancia de facies de gravas gruesas con finas e incluso arenas y limos finos, testimonios de la existencia de periodos de reactivacion de la pendiente y recrudecimiento de la actividad erosiva sobre el piedemonte, y periodos de reposo relativo con sedimentacion de materiales finos y permeables, arenas, gravas, gravillas, limos arenosos, etc.

En la cuenca sudoriental se presenta un sistema de fallas cortas, transversales a la regional: NW-SE. Frente a estas lineas de falla menores los esquistos fuertemente plegados del precambriaco se han introducido como cuña provocando, en profundidad, una fuerte distorsion entre el sector occidental y oriental de la cuenca. Estos materiales, muy antiguos, forman hoy el cuerpo de unidades que alteran notablemente la horizontalidad de la playa del rio San Juan: el cerro Valdivia y los cerrillos de Barboza, lomas alargadas y bajas, de cumbres romas y pendientes suaves.

c — *La tectonica reciente* esta asociada a manifestaciones de orden sismico de las cuales se tienen nefastas noticias en los tiempos historicos. Es frecuente encontrar, con una simple ojeada a las fotografias aereas de la region, una serie de fallas que han afectado a formaciones modernas. Entre ellas es muy visible la que se presenta en el faldeo oriental de la Sierra Chica de Zonda que puede seguirse desde el puente de Ullum hacia el sur hasta mas alla de la quebrada de Zonda; se trata de una falla inversa, de angulo variable (20° - 50°) con un desplazamiento neto que se estima de unos 25 m y con labio hundido hacia el oeste.

“Es característico el efecto morfológico que el resalto produce en las terrazas aluviales que en su traza corta. Más al norte cuando éstas desaparecen, la falla se resuelve sobreponiendo el terciario al detritus de faldeo terrazado y es allí donde se observa con mayor claridad”⁹.

Otra fractura de este mismo tipo se puede observar al este de las Lomas de las Tapias y se prolongan hasta las inmediaciones, del cerro de Villicum por el norte. Se nota claramente sobre todo en su sector meridional y también corta conos de deyección modernos.

En suma podemos decir que el conjunto ofrece numerosos contrastes desde el punto de vista arquitectónico, pero en él se destacan con fuerza tres elementos producto de una poderosa tectónica que actuó en diferentes épocas. (Fig. 3).

1 — *Un macizo antiguo*. La precordillera alargada en forma de laja angosta y afilada con una vertiente occidental abrupta, que se levantó a lo largo de una línea de falla. La vertiente oriental se ha inclinado sobre sí misma provocando una leve torción que le dio la forma de una “batea” donde los sedimentos terciarios formados especialmente por limonitas, areniscas y arcillitas de origen continental, han sido sobre elevados y volcados con una evidente alteración de su orden primitivo y se disponen en discordancia con el complejo paleozoico. Estos materiales terciarios se hallan hoy arrasados, con deposiciones modernas del cuaternario reciente, formando dos niveles generales que son el producto del trabajo de un sistema de erosión paleoclimático.

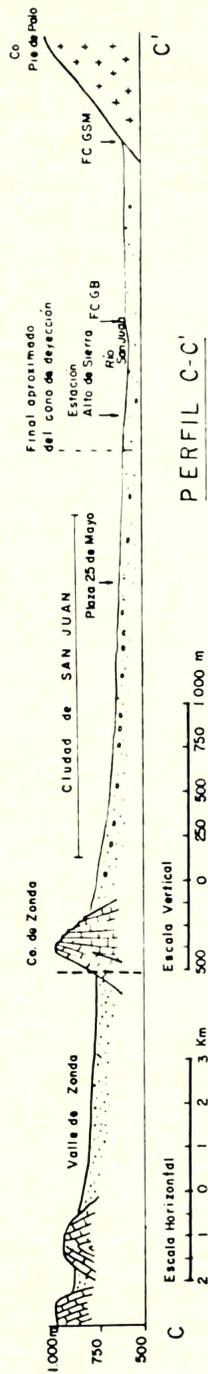
2 — *Un macizo antiguo*: El Pie de Palo, que forma parte del conjunto de las Sierras Pampeanas, fracturado y elevado en bloque, con un abrupto definido hacia el oeste, y que se pierde bajo los limos y loess modernos. El contacto es directo hacia el sur, mientras que en el noroeste presenta un pedimento de escaso desarrollo que pone en contacto el macizo antiguo con la playa.

3 — *Una cuenca sedimentaria fuertemente dislocada en bloques* que se han movido en forma independiente y han permitido la intrusión de rocas precámbricas que forman lomas alargadas más o menos paralelas entre sí, en las cuales la vertiente occidental acusa una pendiente ligeramente mayor que la opuesta.

II. LA EVOLUCIÓN DEL RELIEVE Y LOS PAISAJES GEOMORFOLÓGICOS.

Hasta este momento no hemos hecho otra cosa que especular acerca de cómo se estructuró y se presenta la fosa sanjuanina a causa del dias-

⁹ SECRETARÍA TÉCNICA DE LA GOBERNACIÓN: Ibidem. P. 59.



y del cuaternario reciente? ¿cómo fue el clima del terciario superior en tra área de estudio?

Estos interrogantes surgen frente a la observación que muchas de las formas actuales no pueden haber sido modeladas por el clima de hoy: la erosión no se presenta entonces como una actividad permanente, siempre igual, sino por el contrario esencialmente *discontinua*, cambiante en sus modalidades y en sus efectos.

Estas especulaciones nos llevan inmediatamente a la idea de *crisis climáticas y morfogenéticas* que presentan una acción rápida si se atiende a la escala de los tiempos geológicos, es decir en miles y millones de años, y que pueden transformar un paisaje sin que sea necesario para ello una alteración tectónica.

En todo el mundo, y bajo los climas más variados, los geomorfólogos constatan hoy la multiplicidad de las *herencias climáticas*, como los glaciares en los cuales se hallan encajadas formas más recientes; muy lejos de tratar de explicar un paisaje por un determinado clima, se tiende hoy a reconstruir la sucesión de crisis climáticas que han llevado al paisaje actual.

En el caso especial que nos ocupa, es evidente que, por muchos años, la interpretación de las formas de modelado no ha sido la correcta pues se presentan algunos problemas en la zona de nuestro estudio.

En primer lugar las condiciones climáticas *no han cambiado en forma fundamental* en el piedemonte entre el terciario superior y el cuaternario reciente; se notan evidentemente alteraciones en el grado de sequedad en los distintos períodos que responden a episodios glaciares en la cordillera, pero su incidencia en el piedemonte solo se manifestó en un cambio notable en las condiciones del drenaje. Se ha llegado a la conclusión que desde tiempos muy remotos, quizá desde el terciario medio, han reinado en el piedemonte andino condiciones áridas o semiáridas que han afectado tanto a Mendoza como a San Juan.

“De ellos han resultado tres tipos de fenómenos particulares: por una parte, la repetición de sedimentaciones clásticas gruesas, desde los conglomerados de Mogotes, equivalentes probablemente de los estratos Calchaquíes y de las gravas de Jujuy de edad terciaria, hasta las últimas descargas torrenciales a menudo postglaciares o actuales. En segundo lugar la sequedad casi continua del clima ha impedido que una alteración química intensa afecte a los aluviones más antiguos, lo cual hubiera permitido, como en las comarcas húmedas, distinguir más fácilmente la edad relativa de las formaciones, en función de una diagénesis más o menos avanzada. En fin, y sobre todo, en un tiempo en que lo esencial de las concepciones geomorfológicas emanaba de los trabajos de Davis y de su *sistema de erosión normal* era comprensible que las formas del relieve mendocino, ligadas todas a sistemas y procesos de erosión semiáridos, no

trofismo andino en sus fases finales. Es evidente que la magnitud de éstos, juntamente con las condiciones paleo-estructurales de aquel paisaje, tendieron a crear un típico bolsón encerrado entre las últimas estribaciones de las sierras pampeanas y la línea de la precordillera.

Pero, si bien es cierto que las condiciones iniciales para la creación del paisaje actual están dadas por este tectonismo, debemos admitir que es justamente ese lapso entre el terciario superior y el cuaternario reciente el que nos presenta las incógnitas principales para la explicación del relieve actual.

Este paisaje, formado por la primitiva estructura fue como el granito o el mármol para el artesano: aquél la base sobre la cual va a modelar, con otros instrumentos, su obra; ha de plasmar una realidad distinta a la que tiene delante. De igual modo, el tiempo, valiéndose de numerosos instrumentos, ha de modelar sobre la fosa sanjuanina un paisaje que se caracteriza por los marcados contrastes, su frescura y belleza. La impronta del hombre ha de coronar esta obra con pinceladas de color y de vida, pero durante mucho tiempo aún vivirá acosado por el dinamismo del medio que lo rodea.

Las modificaciones que constantemente sufre el piedemonte sanjuanino en nuestra época, el dislocamiento actual que ha cobrado vida a través de devastadores sismos que han provocado la destrucción en repetidas oportunidades de la ciudad, el trabajo rápido e intenso de los torrentes que trabajan muy pocas veces al año pero violentamente, el clima seco que permite una continua decantación atmosférica que nivela extraordinariamente la playa, nos indican que se trata de un paisaje morfoclimático en plena evolución.

1) *Las crisis climáticas.*

Si se estudia concretamente la evolución de un modelado regional o sea, la morfogénesis de un dominio particular, se constata inmediatamente que existen ciertos agentes de erosión que trabajan con prioridad en él, mientras que el trabajo de otros pasa a segundo plano o bien no se verifica. De este modo, intentando un análisis, podemos señalar la presencia de combinaciones regionales de procesos de erosión que no son el resultado del azar sino que responden a causas determinadas y están en íntima relación con el *clima*. A estas combinaciones de procesos se da el nombre de *sistemas de erosión* o también de *sistemas morfogenéticos*. Es decir, que en principio, es necesario reconocer que a cada tipo de clima corresponde un sistema de erosión.

Pero frente a esto surgen inmediatamente preguntas: ¿responde este modelado a un solo clima? ¿ha sido igual el clima del cuaternario antiguo

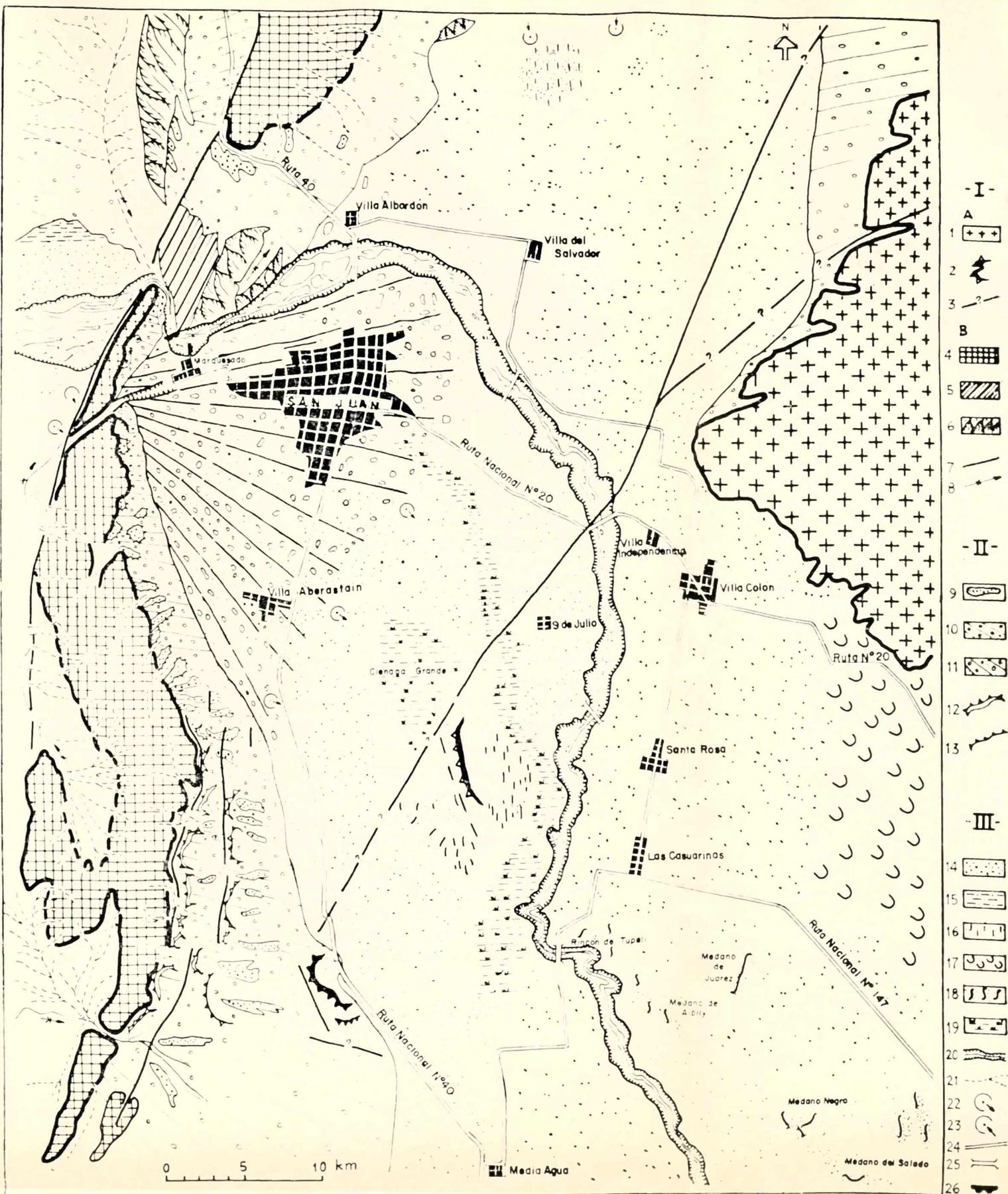


Fig. 4 — Unidades geomorfológicas del oasis del río San Juan: I — Montaña; A) Sierras pampeanas: 1) Macizo antiguo rejuvenecido de Pie de Palo. 2) Cresta precambriana. 3) Falla probable. B) Precordillera: 4) Macizo antiguo rejuvenecido de Villicum y Zonda. 5) Hog-back sobre areniscas terciarias.

6) Bajlands sobre conglomerados terciarios. 7) Falla comprobada. 8) Surdinal. II — Piedemonte: 9) Glacis superior - Primer nivel de arrasamiento preglaciar. 10) Glacis Principal - Segundo nivel de arrasamiento preglaciar. 11) Cono de deyección del Río San Juan. 12) Cresta paleozoica. 13) Cuesta terciaria (12 y 13 arrasadas por el glacis

superior). III — Playa: 14) Planicie fluvio-eólica. 15) Planicie de limos fluviales y lacustres. 16) Planicie salitrosa. 17) Campos de médanos vivos. 18) Médanos y arenales modernos. 19) Ciénagas. 20) Lecho abarrancado. 21) Curso de agua temporario. 22) Área de resurgencia. 23) Área de sumideros. 24) Camino principal. 25) Puente. 26) Dique.

podieran ser correctamente interpretadas: pensamos al decir ésto en los grandes glaciares de erosión, que son las formas más características del piedemonte andino en cerca de 2.000 km de norte a sur”¹⁰.

A estas limitaciones debe sumarse, por un lado, la acción continua de manifestaciones y cataclismos sísmicos que han alterado sin cesar el asentamiento de los sedimentos correlativos, y, por otro lado, el vulcanismo. Ambos han introducido en series aluviales finas, intercalaciones muy potentes cuyo funcionamiento y datación resultan frecuentemente difíciles de interpretar.

De todo esto debemos deducir que es prácticamente imposible hacer un estudio geomorfológico basándose exclusivamente en la correlación estratigráfica, pues aún cuando ésta es valiosa en numerosos casos, no responde a la realidad de la dinámica de nuestra región de estudio. En este caso, tanto los datos de la neotectónica como los climáticos y paleoclimáticos, con sus efectos y consecuencias sobre las distintas formas estructurales nos darán la posibilidad de una interpretación aproximada de los paisajes geomorfológicos y de la evolución del relieve hasta su estado actual.

2) *Las formas del modelado*

La acción permanente de movimientos tectónicos de distinta intensidad dentro de un clima que ha tenido modificaciones solamente a nivel de los períodos geológicos, han dado como resultado un paisaje cuyas formas —abruptas en la precordillera y muy planas en los contactos— ocupan considerables superficies.

Los sistemas de erosión modernos modelan nuevas formas y desfigurán las heredadas. No obstante ello, las mismas adquieren una vital importancia no solo por su magnitud sino también porque de su estudio podemos más o menos deducir la evolución morfoclimática, estableciendo las correlaciones entre los procesos de desintegración de los materiales, su acumulación y las condiciones paleoclimáticas que han actuado sobre:

— *La cordillera*, sometida a mecanismos de erosión características de zonas glaciares y periglaciares.

— *La precordillera y el piedemonte*, donde, aparte de un período periglaciario contemporáneo al anterior, ha predominado un clima templado continental con tendencia al cálido, seco.

¹⁰ VIERS, G.: “*La morfología del piedemonte andino en la Provincia de Mendoza: los hechos y las concepciones antiguas*”, en Boletín de Estudios Geográficos. Vol. XIII, Nº 52, Mendoza. Instituto de Geografía, 1966, p. 167.

Desde este punto de vista y entendiendo que solo nos interesa para justificar la instalación de la ciudad de San Juan y de la zona de cultivos el *segundo conjunto* en él podemos distinguir (Fig. 4):

a) *Formas de erosión*

Predominan en la zona de contacto entre la precordillera y la bajada o playa, formando dos niveles estrechos y netos que acompañan a la precordillera en toda su extensión; *glacis superior* y *glacis principal*. Además debemos señalar la formación de *uadis* de distintas categorías, encajados en los anteriores.

Estos dos tipos de formas han sido modeladas evidentemente por sistemas de erosión distintos: las primeras responden a un tipo de escurrimiento mantiforme o difuso que ha transportado los materiales a grandes distancias favorecidos por la pendiente. De allí la elaboración de grandes superficies uniformemente aplanadas que actualmente se presentan cubiertas por materiales de acarreo que forman una delgada capa depositada al mermar la potencia del transporte.

El espesamiento de estos detritos de cobertura que varían entre centímetros y varios metros ha llevado a confundir frecuentemente estas formas de erosión con la presencia de conos de deyección unidos o soldados unos a otros; pero en la actualidad, conocidas las diferencias, se las llama *glacis cubiertos o con acumulación*: señalamos así el predominio de la erosión sobre la acumulación que resulta de escasa potencia frente al vigor de la pediplanación inicial.

Por otro lado es evidente que no hemos podido encontrar suficientes testimonios para comprobar la incidencia de las cuatro glaciaciones clásicamente aceptadas; es posible suponer que al cuaternario antiguo correspondió en nuestra región, tanto en San Juan como en Mendoza, un clima más seco que el actual. Solo se ha comprobado en la cordillera un avance glacial posiblemente con dos oscilaciones, las cuales habrían determinado en el piedemonte el incremento de la *erosión lineal* sobre el escurrimiento mantiforme. Este último sería el responsable de la incisión de los niveles de los glacis, fundamentalmente del principal.

Es decir que el cambio en las condiciones climáticas y en el sistema de escurrimiento predominante determinó el socavamiento más o menos profundo de los niveles preglaciares y la formación de los lechos fluviales actuales que en la mayoría de los casos se presentan acompañados por terrazas o niveles de erosión.

b) *Formas de acumulación:*

Las más destacadas son: 1) Entre el glacis principal, cubriéndolo en parte, y la playa se destaca, en la zona centro occidental de la cuenca de subsidencia, un enorme *cono de deyección* formado por el río San Juan que se abre como un inmenso abanico desde la precordillera hacia la bajada.

Este cono, cuyas dimensiones en profundidad se ha comprobado son considerables, es la forma más destacada y más típica de acumulación de este piedemonte. Su antigüedad se relaciona quizá con el levantamiento paulatino de la masa de las calizas ordovicianas que fueron trabajadas por este río antecedente a través de la quebrada de Zonda.

Posteriormente a la elaboración de los glaciares y la deposición de los limos lacustres en la zona Ullúm-Zonda, este río —que se había embalsado tras la Sierra Chica de Zonda— aprovechó una zona de debilidad estructural: el contacto entre los materiales paleozoicos y del terciario o formación Ullúm y mediante el trabajo lento de socavamiento subterráneo irrumpió nuevamente sobre la playa cuando se incrementaba la actividad de la erosión lineal. Se formó así la quebrada de Ullúm, paso estrecho y de paredes casi verticales, en cuyos bordes se observa con mucha dificultad por la intensa erosión diferencial que atacó posteriormente a los materiales blandos, restos de lo que fuera una superficie de erosión superior y un glacis principal muy degradado.

Este cono de deyección se enriqueció con una gran cantidad de material de arrastre que se fue seleccionando hacia el centro de la depresión. Es evidente que este cono responde a dos fases de acumulación, lo que lleva a muchos a pensar en la existencia de dos conos. Se trata sin embargo de una única formación que abarcó una extensa zona donde los materiales fueron arrastrados por el mismo río que trató, por circunstancias especiales, de sortear un obstáculo que le impedía lograr su ingreso a la playa.

Presenta como característica especial dos bocas de salida, dos vértices: uno en la actual quebrada de Ullúm, en el NW del cono, por la cual ingresa en nuestro tiempo hacia la depresión; y otro en la quebrada de Zonda por donde discurría antes y durante el levantamiento de la Sierra Chica de Zonda. Hoy esta quebrada está surcada por un curso de agua temporario que permite el riego en buena parte del bolsón de Zonda y especialmente los cultivos que en la actualidad ocupan el antiguo lecho. Este se inscribe sobre el nivel del glacis principal en un buen trecho, dando lugar a contrastes notables en el tipo de vegetación y sobre todo en las posibilidades de instalación humana.

El cono tiene las características que son comunes a esta forma de acumulación: presenta un ligero abovedamiento en la parte central y una pendiente suave hacia la periferia; la zona más alta se encuentra aproximadamente en el trayecto que recorre la Avda. del Libertador de oeste a este con una ligera torsión hacia el NE; la pendiente suave, la forma especial, ha contribuido a facilitar la instalación de la población en la zona más alta donde se encuentra relativamente al abrigo de las súbitas crecidas estivales del actual curso del río San Juan que bordea el cono por su costado norte.

2) Sin embargo, la forma de acumulación más extensa es la *playa*, lugar natural de expansión de los limos que ocupan especialmente la sección central. Constituye una zona de deposición de materiales finos, cuyo predominio se acentúa especialmente hacia el SE. Encontramos allí un campo de médanos, algunos posiblemente muy antiguos y otros en formación, pero generalmente móviles.

Hacia el N y NE, la formación de suelos salitrosos es actualmente activa como consecuencia de los afloramientos del "underflow", es decir, el surgimiento de aguas subterráneas cargadas de sales a través de suelos muy permeables en un medio donde el coeficiente de evaporación es muy elevado. Esta playa presenta hoy una gran nivelación, favorecida en nuestro tiempo por procesos de decantación atmosférica.

Esta unidad se extiende desde las "mesillas" al norte hasta las lagunas de Guanacache al sur y constituye una cubeta alargada de NNE a SSW, donde los sedimentos son más jóvenes a medida que nos aproximamos a la franja central. Incluso en el este se puede apreciar el progreso actual de la playa sobre los materiales del cono que tiende a ser cubierto en sus bordes por los materiales más finos. Es notable cómo la mano del hombre ha detenido en ciertos aspectos la formación natural del cono y su crecimiento: al captar las aguas del río y organizar una red de drenaje artificial, controlada, que responde a sus intereses específicos, ha cambiado y regulado en parte la fuerza del torrente.

En síntesis, en esta playa observamos que:

1 — Los sedimentos se disponen en forma muy general como discos concéntricos que son cada vez más chicos y más nuevos hacia el centro y el sur. No debemos olvidar que la subsidencia progresiva de la cuenca facilitó el afloramiento de los materiales más antiguos en los contactos con los macizos montañosos y creó a su vez las condiciones necesarias para que la sedimentación moderna se ubicase en los sectores más bajos en la zona central.

2 – Actualmente es más poderoso el trabajo del viento y los procesos de decantación atmosférica que la deposición de limos de origen fluvial. Esto se explica fácilmente: la captación de las aguas del río inmediatamente en su salida, su canalización a los fines del riego, han creado condiciones sensiblemente diferentes a las naturales. Lo que anteriormente era una zona de estacionamiento de materiales, fluvio-eólicos con una cubierta vegetal pobre, xerofítica, se ha transformado en un paisaje humanizado donde los suelos han sido fijados por una cubierta vegetal abundante pero exótica.

No obstante ello y apenas abandonamos la zona bajo riego, en escasos metros se presentan contrastes notables pues ingresamos en un ambiente netamente desértico.

Es decir, que la playa, especialmente en el sector central y sur, y el cono de deyección del río San Juan constituyen el escenario principal donde se desarrolla la constante y tesonera lucha del hombre para adaptar las condiciones del medio a la satisfacción de sus necesidades. Nos encontramos así con un ejemplo que nos demuestra una vez más que el medio no determina al hombre sino que *solamente condiciona* algunas de sus actividades.

c) *Los paisajes geomorfológicos*

En general y atendiendo a las estructuras y principales procesos morfoclimáticos, podemos decir que en nuestra área de estudio se distinguen los siguientes paisajes geomorfológicos:

1 – *Montañas y colinas*: en ellas se destacan dos grupos:

- a) El macizo antiguo del Pie de Palo y las crestas precambrianas.
- b) La precordillera y las Lomas de las Tapias.

2 – *El piedemonte*, donde podemos distinguir:

- a) glacis superior;
- b) glacis inferior o principal;
- c) terrazas o niveles fluviales;
- d) cono de deyección del río San Juan.

3 – *La playa*, con dos aspectos:

- a) La planicie de limos fluviales y lacustres de Ullúm-Zonda.
- b) La planicie fluvio-cólica que recorre el río San Juan.

El relieve dominante es el de las *montañas que forman el cuerpo de la precordillera*; las calizas presentan cumbres romas de un nivel parejo que nos permite asociarlo a la antigua penillanura; pero sus paredes son

abruptas formando dos frentes: en el oriental se adosan como placas los esquistos arcillosos verdosos y morados del devónico y el paleozoico superior que, en muy pocas oportunidades, forman relieves de cuestras y en algunos sectores colinas pequeñas separadas de la masa montañosa, especialmente entre La Rinconada y Los Berros.

El drenaje se organiza preferentemente hacia el frente occidental, pero los escasos torrentes que tienen drenaje hacia el este cortan profundamente las calizas formando quebradas angostas que seccionan la sierra en trozos más o menos regulares que tienen la forma de un trapecio. Estos torrentes, de escasa longitud y que raramente funcionan como consecuencia de la escasa cantidad de precipitaciones de la zona (90 mm anuales), han formado pequeños conos de deyección que cubren el segundo nivel de piedemonte o glacis principal. Las paredes abruptas, las quebradas profundas y las formas angulosas de las vertientes son precisamente una manifestación del predominio de la forma estructural. La erosión trabaja en forma lenta y por lo general no existen mantos de detritos de gran espesor.

El piedemonte impresiona inmediatamente por la notable pendiente y su corta extensión. Los glacis apenas se anuncian terminan, hundiéndose en la playa; son cada vez más estrechos a medida que nos acercamos al sector que ocupa la ciudad de San Juan por lo que debemos suponer que posiblemente parte de estos niveles —especialmente del glacis principal— debe estar cubierto por el inmenso cono de deyección del río San Juan.

El encajamiento de las formas es simple: al pie de los grandes relieves aparecen los testimonios de un *primer nivel de arrasamiento* bien caracterizado que se destaca a simple vista. Constituyen largas tablas que o bien se desprende de la montaña o bien se presentan frecuentemente aisladas del frente montañoso por un pequeño paso de flanco. Se encuentran arrasando las areniscas rosas terciarias y contrasta netamente este color con el gris oscuro de los detritos poco redondeados que los cubren; forman en algunos casos cubiertas de espesor considerable.

Este glacis superior ha desaparecido en algunos casos y en otros resulta muy difícil reconocerlo, pues ocupa muy pequeños espacios: lo hemos encontrado en el sector que queda encerrado entre la quebrada de Ullúm y la quebrada de Zonda, también en la entrada a esta última desde la depresión de Ullum sobre la margen derecha del río donde hemos podido observar trozos del antiguo nivel “colgando” sobre la quebrada. Hacia el norte, y especialmente sobre la ruta N° 40 cuando atraviesa hacia el Bolsón de Matagusanos, hemos podido observar por más largos espacios este nivel en las entalladuras de los arroyos, donde tanto

el glacis superior como el principal o segundo nivel de arrasamiento, se han modelado sobre las areniscas rosas del tipo de Mariño.

El segundo nivel de arrasamiento o glacis inferior tiene, con respecto al anterior, mucho mayor desarrollo; no obstante cuando lo comparamos con la extensión de otros sectores de la zona pedemontana central cuyana (Tupungato por ejemplo), resultan sumamente estrechos sobre todo en la zona centro del área de nuestro estudio. Este nivel nos puede servir, como ya lo indicara el Profesor GEORGE VIERS al estudiar la depresión de Potrerillos, como "superficie de referencia para situar las formas elaboradas anterior y posteriormente". La energía responsable del modelado del glacis principal parece haber sido igual de vigorosa en San Juan que en el resto del piedemonte andino de la región central argentina. Aquí la erosión atacó no solo a rocas de consolidación mediocre sino también a los representantes más antiguos, a los esquistos paleozoicos, los cuales junto con las facies de areniscas terciarias parecen haber resistido mejor sobre todo desde el río San Juan hacia el sur. Se explica de este modo la conservación de los testimonios de glacis superior sobre tales rocas. Hacia el norte los conglomerados también han soportado mejor el trabajo de la erosión mantiforme y forman lomas alargadas en el sentido en que debe haberse producido el hundimiento de la cuenca. Pero en todo el resto, el glacis inferior corta indiferentemente los materiales de distintas eras geológicas y presenta como característica especial la de estar cubierto por una gran cantidad de pequeños conos de deyección formados por los torrentes que se desprenden del flanco oriental de la precordillera. Estos conos de deyección posiblemente reposan, como se puede observar en algunos sectores, sobre una fina película de materiales cuaternarios que es la que generalmente cubre el nivel de arrasamiento.

La erosión diferencial ha hecho sin embargo su trabajo y en algunos sectores, especialmente en el oeste de las Lomas de las Tapias, ha deteriorado notablemente este nivel y ha formado un *paisaje típico de "hog-bag"* que puede apreciarse desde la margen septentrional de la quebrada de Ullúm hacia el norte hasta donde se pierden las areniscas de Mariño en contacto con las calizas de Villicum. En este sector las areniscas se presentan arqueadas fuertemente adoptando ángulos de distintas categorías; muy difícilmente llegan a estar a más de 750 m con un rumbo general NNE - SSW y forman paredes grisáceas cortadas generalmente a bisel. La intercalación de arcillas pardas y rojizas entre estos estratos ha favorecido el movimiento hacia abajo del material arcilloso, cuando éste se satura de agua, por pendiente marcada. Es decir que las causas que han determinado este paisaje y la rápida remoción en masa responden a causas *pasivas y activas*.

Entre las primeras podemos mencionar los factores litológicos: la arcilla es un material débil que se vuelve resbaladizo y actúa como lubricante cuando está mojada; también a factores estratigráficos: las arcillas en este caso están formando generalmente delgadas capas laminadas y alternadas con respecto a las areniscas más resistentes e impermeables; a éstos debemos añadir la inclinación inicial de las vertientes.

Entre los factores activos es sumamente importante el régimen de precipitaciones espasmódicas y torrenciales que actúa sobre esta estructura, es decir el factor climático, como así también la acción permanente de la gran amplitud diaria y anual de la temperatura. Además, es importante señalar la incidencia de los factores de tipo biológico, ya que la notable escasez de la cubierta vegetal favorece la aceleración de la fuerza erosiva. Es quizá, por la permanencia de las condiciones climáticas favorables, un posible ejemplo de *cómo se desfigura una antigua superficie de erosión y comienza a perfilarse otra*.

El sector oriental de las Lomas de Las Tapias en cambio presenta un paisaje totalmente distinto, lo cual nos permite apreciar las diferencias que se operan cuando un mismo sistema de erosión ataca a dos estructuras de distintas características litológicas; este sector está compuesto por los conglomerados del tipo de Mogotes; material más o menos grueso, mal seleccionado, formados por conglomerados y aglomerados poligénicos, generalmente poco compactos y mal cementados. Protegidos en parte por las areniscas han resistido mejor al trabajo de los agentes climáticos que ha dibujado sobre ellos un *paisaje de "bad-lands" o tierras malas*, frecuente en este tipo de formación. Actualmente en el conjunto forman el relieve más alto, cuando originariamente deben haber constituido el piso más bajo de la formación Ullúm.

En nuestro piedemonte andino, de norte a sur, es posible observar tanto a lo largo de los arroyos intermitentes como de los principales ríos, un sistema de *dos terrazas* discontinuas. Estas formas del modelado constituyen el testimonio de un cambio radical en las condiciones de la erosión por las aguas corrientes: no responden por supuesto a erosión lateral, ni a un escurrimiento mantiforme del tipo que formó los glaciares sino que marca, sin lugar a dudas, el recrudecimiento de la erosión lineal.

Estas dos terrazas o niveles observados en el río Mendoza, en el Tunuyán y en el resto de los ríos mendocinos, aparecen también en el río San Juan pero especialmente en su tramo cordillerano donde a pesar de que la erosión lateral de las crecidas las han hecho desaparecer por tramos, se pueden seguir perfectamente.

En los estudios que los profesores R. O. Barrera y S. A. Pannochia realizaron sobre el modelado de los valles longitudinales de San Juan,

vemos que incluso en los afluentes principales que tiene este río se presentan estos cuatro niveles de piedemonte y especialmente las terrazas:

“Un perfil transversal del río Los Patos entre Hilario y Tamberías, nos permite apreciar, a partir del lecho actual sobre el cual el agua circula en varios canales de escurrimiento, una terraza fluvial inferior representada por algunas superficies remanentes de poca altura respecto

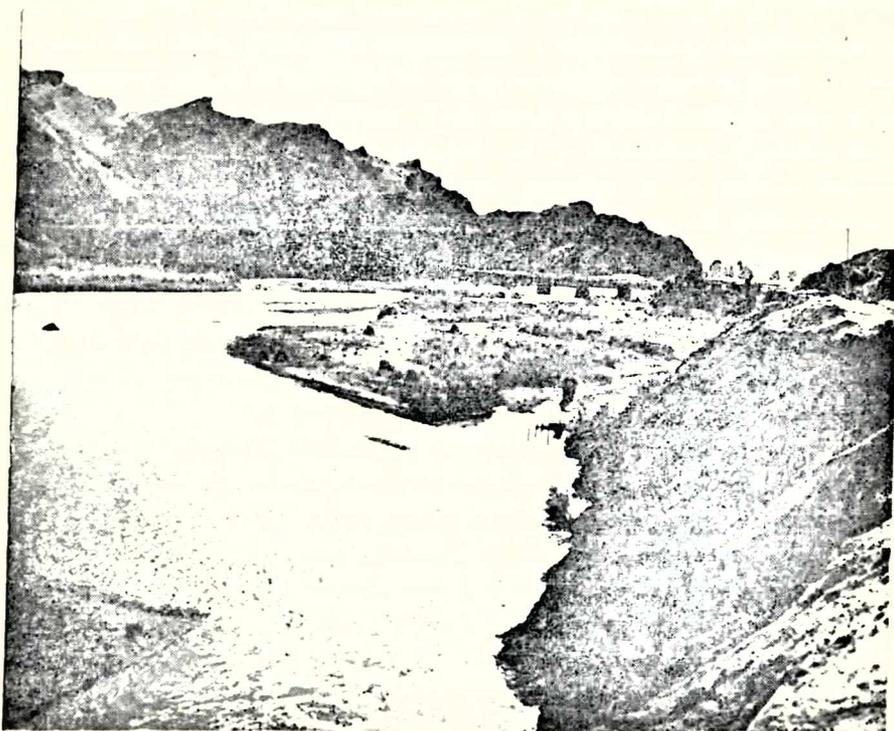


FOTO 3 — El río San Juan ha cortado los materiales de la Formación Ullúm y de su propio cono de deyección. Este fenómeno, muy joven, reactivó los procesos erosivos al crear un nuevo nivel de base local y es así como encontramos actualmente muy degradados los antiguos niveles del glacis superior y principal. Hoy sobre ellos se dibujó un paisaje de “Hog - bag”.

al lecho, y una terraza superior, más desarrollada, que entra en contacto con otro nivel más elevado correspondiente al glacis principal o inferior del piedemonte ¹¹.

Pero a su salida al bolsón de Tulúm, *el río San Juan no presenta estas dos terrazas*; ha cortado los materiales de la formación Ullúm y de su propio cono de deyección. Los cinco niveles o terrazas que Groeber y Tapia observaban, no son más que:

¹¹ BARRERA R. O. y PANNOCCHIA S. A. *El modelado de los valles longitudinales de San Juan. Una breve contribución de la Geomorfología a la Arqueología*, Boletín de Estudios Geográficos, Vol XIII N° 52, Mendoza, Instituto de Geografía, 1966, p. 205.

1) Posibles remanentes de pseudoniveles elaborados durante un cambio en las condiciones del sistema de erosión paleoclimático. El paso de un escurrimiento mantiforme a uno lineal no ocurre de un momento a otro: como consecuencia se produce generalmente un verdadero escalonamiento de pseudoniveles que tienden a orientarse hacia los actuales cursos de los uadis; la disección de esos falsos niveles es anterior a la disección de los cursos. "En la quebrada de Ullúm antes de producirse el fenómeno de referencia debió existir un angosto cauce, activo sólo en épocas de crecientes"¹². Ese torrente sería el responsable de tal trabajo. El corte posterior, al producirse la ruptura que permitió la evacuación de las aguas del río endicadas por un largo período de tiempo detrás de la Sierra de Zonda, provocó también el corte en estos pseudoniveles, dejándolos "colgados" en las vertientes de la quebrada¹³.

2) Sobre la vertiente norte especialmente se observan los efectos de la erosión diferencial sobre la formación Ullúm por lo cual se presentan niveles que no pueden confundirse desde ningún punto de vista con terrazas; son los restos muy degradados de las antiguas superficies del glacis superior y principal.

3) La "5ª terraza" no es más que el fondo aluvial moderno del lecho del río San Juan sobre el cual el curso se anastomosa y crea una sucesión de surcos y umbrales relacionados con su trazado horizontal. Cuando el caudal aumenta y el nivel del agua crece, la pendiente entre umbral y surco tiende a igualarse; la crecida colma los umbrales y erosiona los surcos; la decrecida tiende a colmar los surcos y erosionar los umbrales.

Actualmente desde la zona ocupada por el dique Ignacio de la Roza hacia el este, este proceso se encuentra en parte detenido por la captación de las aguas y su desvío hacia canales artificiales.

De allí que pensamos que *el corte de la quebrada de Ullúm es evidentemente un fenómeno joven, posterior o concomitante a la edad de la formación de la última terraza del río San Juan* que se observa en su tramo cordillerano.

Incluso la activa erosión que provocó el corte definitivo de la quebrada actual junto con la asimilación del río a su nuevo perfil de equilibrio, favoreció la evacuación de los sedimentos lacustres que se habían almacenado en la depresión de Ullúm-Zonda los cuales actualmente solo

¹² SECRETARÍA TÉCNICA DE LA GOBERNACIÓN, Opus cit., p. 51; el fenómeno a que se refiere es el corte y formación de la actual quebrada de Ullúm.

¹³ La presencia de pseudoniveles se presenta también frente a la ciudad de Mendoza, especialmente en las proximidades de los arroyos Papagayos y Frías, donde el nivel del glacis principal desde el lecho de los arroyos debe localizarse en función de su extensión.

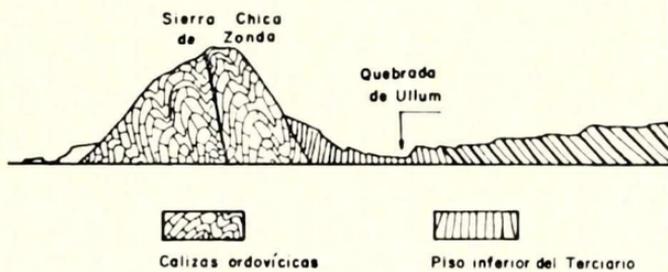
pueden ser observados en los bordes de la depresión, ocupando las zonas y niveles más elevados. Lo que sí es necesario tener en cuenta es que el paso del río por la quebrada de Zonda nunca quedó totalmente cerrado, solo que el trabajo fue más lento por tratarse de materiales de mayor resistencia. Es evidente que a medida que la Sierra Chica se elevaba en facies sucesivas el desagüe se producía —aunque no en la medida suficiente para ensanchar este paso— hasta épocas muy recientes. Indudablemente la zona por donde el lago logró finalmente desaguar fue la más débil de toda la cuenca. (Fig. 5).

Esta complicada historia geológica y geomorfológica es lo que ha permitido la formación de *un enorme cono de deyección* cuyos materiales fueron aportados por el río tanto desde su salida por la quebrada de Zonda como desde su nuevo lecho, en las sucesivas crecidas que lo afectan y lo afectaron en otras épocas. Han contribuido sus características de río de montaña ya que en él se concentran en un solo colector:

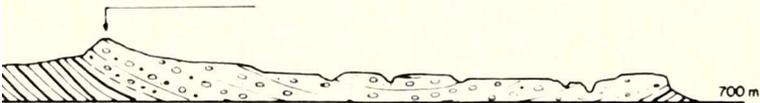
- a) Las aguas de deshielo de una vasta cuenca de alimentación cordillerana.
- b) La fuerza erosiva que se incrementa con la notable cantidad de materiales de descarga que saturan sus aguas como consecuencia del activo y permanente proceso de erosión que sus afluentes realizan en los respectivos lechos.
- c) Los materiales de desagregación de la precordillera que son arrastrados especialmente en ocasión de lluvias torrenciales de verano, características del clima de tipo desértico.

El piedemonte, como ya lo expresáramos, pone en contacto la precordillera con *la playa*; esta constituye una unidad cuya monotonía se ve interrumpida hacia el sur, por la cresta precambriana de los Cerrillos de Barboza; está cruzada por el río San Juan, aparato fluvial de máxima importancia para la vida del hombre y fuente a partir de la cual se obtiene el agua que permite la valorización de una extensa superficie.

La presencia de este río justifica el oasis ya que San Juan debe contarse entre las zonas más áridas que existen; la subsistencia está supeditada en gran parte, desde el punto de vista biológico y humano, a la organización de la red de riego a partir del escurrimiento superficial de sus aguas a lo que se añade actualmente, gracias al avance de la técnica, el aporte de las aguas subterráneas. El río se origina en la unión de los ríos de los Patos y Castaño produciéndose su confluencia en “Las Juntas” que se encuentra aproximadamente a 20 km de la localidad de Calingasta a unos 1.300 m de altura. La cuenca imbrífera de este río alóctono cubre alrededor de 25.890 km², algo más de 1/5 de la superficie



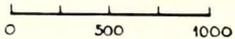
Lomas de las Tapias



Piso del Terciario Medio
limolitas, areniscas y
arcillitas



Conglomerados terciarios
(Mio-Plioceno ?)



total de la provincia y se extiende desde las estribaciones del Aconcagua hasta el Paso del Agua Negra con una longitud de 250 km.

Su caudal se forma por el derretimiento de las reservas de hielo y la nieve caída durante el invierno; el régimen del río es irregular y ofrece más agua durante los meses más cálidos. La variación de los caudales medios anuales depende, fundamentalmente, del volumen de las nevadas en las altas cumbres y siendo éstas muy irregulares dicha variabilidad es enorme. Desde el año 1909, a partir del cual se llevan registros regulares del río, los promedios anuales oscilan entre 27 m³/seg. (años 1924 - 25) y 195 m³/seg. (años 1919 - 1920). La irregularidad en los caudales no forma ciclos bien definidos o un tipo de irregularidad que permita predecir el comportamiento del río en una determinada oportunidad (Tabla 1).

Por ello, si bien existe un sistema de drenaje propicio para la instalación humana en la playa con una pendiente definida, resulta un tanto difícil de aprovechar y necesita el montaje de un sistema de diques derivadores y canales que, en la actualidad, todavía es incompleto por la inexistencia de un embalse que permita la regulación del caudal y el aprovechamiento integral de la potencia de las aguas.

El río ha sido por supuesto uno de los agentes de más poder en la formación y el modelado de la playa; pero el hombre ha actuado como el más importante agente modificador en los tiempos históricos y ha cambiado el paisaje de la misma fijando los suelos en un vasto sector comprendido entre la línea del glacis principal por el oeste hasta aproximadamente la línea que recorre por el este el F. C. N. G. M. B., constituyendo dos franjas de ocupación que se adosan a los dos sistemas de canales principales:

- El canal Ing. Céspedes y Pocito que vivifica la zona occidental.
- El canal Ing. G. M. Quiroga que sigue aproximadamente el mismo recorrido del río San Juan y que permite el aprovechamiento de una ancha franja, del este y centro.

De este modo, el modelado de la playa por el agua está prácticamente controlado, pero se ha incrementado notablemente el del viento en aquellas zonas donde el riego no permite la fijación de los suelos. Las formas medanosas y arenales adquieren importancia especialmente en las proximidades de los Cerrillos de Barboza; desde el Rincón de Tupeli hacia el este; desde la estación Pie de Palo hacia el este, hasta adquirir la forma de un campo de médanos al sur del cerro del mismo nombre: Médanos Grandes.

Tabla 1

RIO SAN JUAN, CAUDALES CARACTERISTICOS (m³/seg.).

| Años | Maximo | Mínimo | Promedio |
|-----------|--------|--------|----------|
| 1909 - 10 | 48 | 23 | 31,5 |
| 1910 - 11 | 46 | 18 | 27,4 |
| 1911 - 12 | 150 | 16 | 24,5 |
| 1912 - 13 | 190 | 15 | 51,8 |
| 1913 - 14 | 45 | 19 | 30,1 |
| 1914 - 15 | 842 | 22 | 180,1 |
| 1915 - 16 | 364 | 49 | 125,2 |
| 1916 - 17 | 115 | 28 | 48,3 |
| 1917 - 18 | 156 | 20 | 30,9 |
| 1918 - 19 | 147 | 24 | 54,1 |
| 1919 - 20 | 1.097 | 29 | 194,9 |
| 1920 - 21 | 145 | 52 | 84,8 |
| 1921 - 22 | 308 | 52 | 102,9 |
| 1922 - 23 | 225 | 38 | 67,4 |
| 1923 - 24 | 120 | 28 | 48,1 |
| 1924 - 25 | 56 | 15 | 27,0 |
| 1925 - 26 | 200 | 23 | 42,4 |
| 1926 - 27 | 511 | 31 | 121,6 |
| 1927 - 28 | 202 | 37 | 66,5 |
| 1928 - 29 | 174 | 33 | 53,0 |
| 1929 - 30 | 146 | 28 | 55,5 |
| 1930 - 31 | 376 | 31 | 114,7 |
| 1931 - 32 | 245 | 38 | 77,0 |
| 1932 - 33 | 128 | 23 | 46,1 |
| 1933 - 34 | 174 | 23 | 45,5 |
| 1934 - 35 | 232 | 34 | 90,7 |
| 1935 - 36 | 112 | 30 | 44,7 |
| 1936 - 37 | 78 | 27 | 40,0 |
| 1937 - 38 | 188 | 27 | 58,9 |
| 1938 - 39 | 82 | 22 | 34,7 |
| 1939 - 40 | 96 | 23 | 29,0 |
| 1940 - 41 | 220 | 24 | 61,8 |
| 1941 - 42 | 681 | 27 | 142,4 |
| 1942 - 43 | 247 | 41 | 81,3 |
| 1943 - 44 | 118 | 38 | 78,0 |
| 1944 - 45 | 215 | 35 | 38,3 |
| 1945 - 46 | 63 | 29 | 33,1 |
| 1946 - 47 | 60 | 24 | 34,2 |
| 1947 - 48 | 79 | 21 | 52,2 |
| 1948 - 49 | 182 | 22 | 32,6 |
| 1949 - 50 | 57 | 24 | 35,0 |
| 1950 - 51 | 76 | 22 | 59,7 |
| 1951 - 52 | 75 | 20 | 31,0 |
| 1952 - 53 | 102 | 27 | 43,4 |
| 1953 - 54 | 413 | 22 | 107,7 |
| 1954 - 55 | 180 | 35 | 56,6 |
| 1955 - 56 | 114 | 27 | 37,6 |
| 1956 - 57 | 48 | 22 | 27,8 |
| 1957 - 58 | 197 | 21 | 53,3 |
| 1958 - 59 | 81 | 22 | 32,0 |
| 1959 - 60 | 68 | 22 | 34,8 |
| 1960 - 61 | 112 | 24 | 37,4 |
| 1961 - 62 | 157 | 20 | 46,0 |
| 1962 - 63 | 118 | 23 | 31,6 |
| 1963 - 64 | 354 | 20 | 68,9 |
| 1964 - 65 | 54 | 24 | 30,3 |
| 1965 - 66 | 264 | 33 | 68,9 |

III. ES POSIBLE UNA DATACIÓN?

Luego de familiarizarnos con el paisaje geomorfológico sanjuanino, con su historia geológica, no hemos podido sustraernos a la tentación de intentar una cronología que permita realizar una datación relativa en el cuadro local. Si bien es cierto la palabra datación adquiere un significado especial cuando se trata de acontecimientos que se miden en miles y millones de años, cada episodio puede ser ubicado en una serie coherente siguiendo los encajamientos de las formas.

Pero debemos aclarar que constituye solo un ensayo ya que consideramos que este tema debe ser motivo de un estudio muy profundo que lleve a una decisión final, que pueda o no concordar con la que nosotros proponemos; las crisis de detalle, de origen climático o tectónico, que por todos lados indican diferencias que nos plantean numerosas incógnitas, pueden llevarnos a pensar en que se hace muy



FOTO 4 — Donde el agua no llega, las formas medanosas y arenales adquieren importancia y señalan el límite entre el oasis y el desierto. (Camino a Difunta Correa, al sur del Pie de Palo).

difícil realizar un planteo de orden general; pero, atendiendo a las principales relaciones bioclimáticas y estructurales, se nos presentan hoy acontecimientos geomorfológicos que parecen haberse sucedido en el siguiente orden desde el Mio-Plioceno hasta la actualidad:

– Deposición de los conglomerados de mogotes (Mioceno Superior?) producto del “desmantelamiento de la cordillera que siguió a la orogénesis terciaria”¹⁴.

– Movimientos tectónicos diferenciales tardíos (Plioceno Inferior?) que provocaron:

- 1 – Fuerte intrusión de las calizas ordovicianas entre los sedimentos terrestres terciarios a través de un sistema de fallas SSW – NNE.
- 2 – Subsistencia del bloque central en dos escalones principales: sector NW, más profundo; sector SE, menos profundo.
- 3 – Plegamiento y cabalgamiento frontal de los sedimentos terciarios en los contactos; hundimiento de los conglomerados de mogotes.

– Trazado de la red hidrográfica local y salida del río San Juan por la actual quebrada de Zonda. Sedimentación gruesa al pie de la montaña y en la depresión.

– Nuevos movimientos verticales diferenciales que provocan la formación de un sistema de fallas NNW–SSE, a través de las cuales aparecen las crestas precambrianas¹⁵ (Plioceno Superior?). Durante estos movimientos el río San Juan mantiene su curso como río antecedente típico elaborando y cortando la quebrada de Zonda mientras el bloque de las calizas asciende pausadamente: comienza la formación del cono de deyección.

– Procesos mecánicos de degradación y escurrimiento mantiforme que responden a un clima muy seco permiten la elaboración del glacis superior. Las capas terciarias blandas se destruyeron profundamente; los conglomerados que estaban en el borde norte de la cuenca resistieron mejor por lo cual en algunos sectores (especialmente en el que hoy ocupa la quebrada de Ullúm) se forman depresiones en la parte que originalmente había sido la más elevada. (Cuaternario antiguo preglaciario)¹⁶.

¹⁴ VIERS GEORGE: “El piedemonte semiárido dislocado de Mendoza” en “Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest.”, T. XXXIV, París, 1963, pág. 93.

¹⁵ Correspondería a los movimientos que elevaron en Mendoza las huayque-rías, según Viers.

¹⁶ El profesor VIERS, al establecer las correlaciones entre la cronología andina y la europea, afirma que “con escasos riesgos, los testimonios del glacis superior son de edad Villafranquense” (en “La depresión de Potrerillos. Estudio Morfológico”. Boletín de Estudios Geográficos. Vol. XI, Nº 43, Mza. Instituto de Geografía, 1964, págs. 98-99).

—Relleno grueso de la depresión; continúa la subsidencia de la cuenca y el ascenso de las calizas.

—Predominio del escurrimiento lineal e incisión del glacis superior (Primer período interglaciar europeo?) último empuje de las calizas que bloquean el paso al río San Juan cuyas aguas forman un lago de poca profundidad pero gran extensión.

—Elaboración del glacis principal por el recrudescimiento del escurrimiento mantiforme; comienza a colmatarse la depresión con materiales más finos y hay ya una selección de los mismos hacia el centro de la cuenca. (Última parte del Cuaternario antiguo preglaciar)¹⁷.

—Episodios glaciares en la cordillera; formación de la terraza alta; en el piedemonte se forma la película de detritus que cubre al glacis principal y se produce la disección del mismo por torrentes cortos.

—Tardíglaciar y formación de la terraza baja: irrupción del río San Juan por la quebrada de Ullúm; evacuación de los sedimentos lacustres y ensanchamiento del cono.

—Modelado fluvio-eólico (dunas, depósitos limosos, abarrancamientos actuales) acompañado de una intensa actividad sísmica que provoca fallamientos en el piedemonte sobre conos aluviales modernos. (Cuaternario reciente).

—La continua sequedad del clima y la acción del hombre favorecen el trabajo del viento; la decantación atmosférica y éste hacen progresar la playa sobre el cono de deyección. Intensa actividad sísmica. (Tiempos históricos).

La actividad tectónica en la actualidad ha decrecido en intensidad, pero continuamente da signos de su existencia; el modelado climático ha variado como consecuencia del control humano sobre las aguas y la implantación de una cubierta vegetal exótica en el fondo del bolsón, pero podemos apreciar su poder apenas abandonamos el espacio humanizado.

En síntesis, un paisaje joven, complejo, que ofrece inmejorables perspectivas para importantes estudios de detalle.

¹⁷ Según el mismo autor y conforme a la nomenclatura alpina, se ubicaría al glacis principal en el período del Mindel.