
Boletín de Estudios Geográficos

ELSA DUFFAR

EL PROBLEMA DE LOS GLACIS

Estado actual de la cuestión

Uno de los temas geomorfológicos relativamente nuevo para los geógrafos argentinos, y sobre el cual no existe aún un concepto bien claro, es el de los glacis.

Los primeros en destacar la existencia de este tipo de forma han sido los norteamericanos, a consecuencia del gran desarrollo que han alcanzado en la región oeste de ese país; los franceses han admitido la existencia de los glacis más tarde, luego de las investigaciones realizadas por J. DRESCH en Marruecos.

Numerosos investigadores han publicado trabajos sobre el tema pero todavía no se ha dado una noción concreta del mismo.

Este es solo un análisis de los hechos comprobados hasta el presente, tratando de hallar su explicación.

CONCEPTO DE GLACIS

La primera dificultad que encontramos al encarar el problema es el vocabulario ya que la terminología geomorfológica es un tanto imprecisa y existe, por otra parte, una tendencia a confundir el término *glacis* con *glaciar*.

Los norteamericanos emplean el vocablo *pedimento* para designar esta forma a la que los franceses llaman *glacis*. La diferencia está en que el pedimento es siempre modelado sobre roca uniformemente dura y no tiene el manto aluvial que caracteriza al glacis.

¿Qué es un glacis? Los diccionarios geográficos nos dan definiciones como la siguiente: "plano de piedemont delante de una montaña, que se pierde con pendiente insensible en la llanura" ¹.

¹ MACHATSCHEK, F. *Terminología geomorfológica*, Tucumán, Instituto de Estudios Geográficos, 1959, p. 82.

Podemos definirlo de una manera más simple diciendo que es una topografía de pendiente suave, 3 a 4% en el contacto con la montaña y se reduce a 1% en el límite exterior de la planicie. Cuando una pendiente abrupta domina al *glacis*, éste se une a ella por una sección cóncava muy corta o por una ruptura neta denominada, por los alemanes, *knick*. Por su parte inferior el glacis pasa insensiblemente a una planicie aluvial suavemente inclinada, llamada *bajada*, donde se encuentra con frecuencia una laguna temporal o *sebkra* que en la estación seca se reduce a una costra de sal.

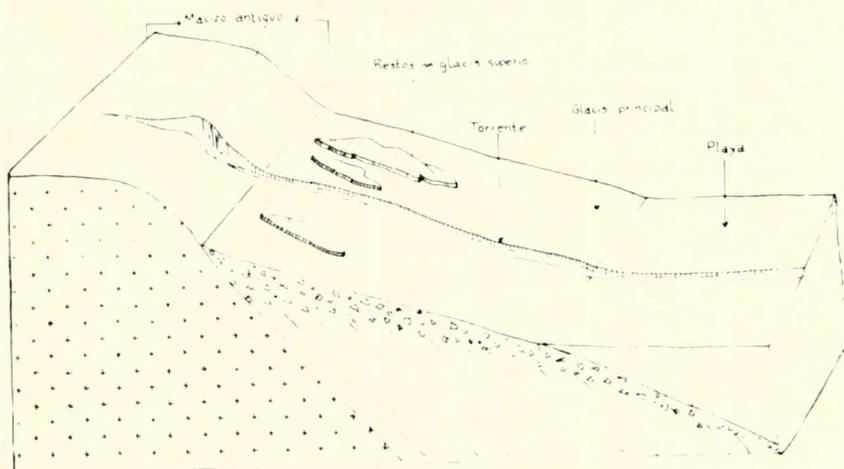


Fig. 1 — Corte a través del piedemonte mendocino en el que se destaca la gran extensión de la superficie de erosión correspondiente al *glacis principal*, disectado por los torrentes, sobre la cual progresa la *playa* o *bajada*.

Etienne de Vaumas, investigador francés que ha estudiado esta cuestión en el Cercano Oriente y Chipre, expresa que el término *glacis* “tomado del vocabulario de arquitectura militar, es el que da la imagen más precisa de este tipo de relieve y que es preferible este término imaginario a aquel geométrico y abstracto de plano inclinado”².

Si tenemos en cuenta que “planos inclinados” al pie de relieves se encuentran no solo en las regiones áridas o semiáridas, donde se desarrollan los verdaderos *glacis*, sino también en las frías periglaciares y en las húmedas, estaremos de acuerdo con E. DE VAUMAS en que es preferible el empleo del término *glacis*.

² VAUMAS, ETIENNE DE, *Observation et remarques sur les glacis*, en “Revue de Géographie Alpine”, t. LIII, N° 2, Grenoble, Institut de Géographie Alpine, 1965, pág. 205.

Para poder aclarar mejor el problema es necesario analizar los procesos que engendraron la forma y considerar las condiciones en las cuales se desarrolla.

Condiciones necesarias para el desarrollo de los glacis

Los *glacis* son formas de relieve características de las regiones áridas y semiáridas, producto de procesos de erosión que raramente se observan en otras áreas. Estos procesos que están en estrecha relación con el clima, la vegetación y el tipo de roca, son los escurrimientos.

Los climas más favorables para el desarrollo de los *glacis* son aquellos que tienen una estación seca y en los cuales las precipitaciones son del tipo de chaparrones violentos e irregulares, de 30 a 40 mm., que superan la capacidad de infiltración del suelo y dan origen a escurrimientos.

La estación seca impide el desarrollo de una vegetación de tipo cerrado, que cubra totalmente el suelo; esto es muy importante en la génesis del *glacis*, ya que la cubierta vegetal entorpece el escurrimiento mantiforme pues cada planta constituye un obstáculo que obliga a cada hilo de agua a subdividirse favoreciendo así el escurrimiento difuso (*rill-wash*).

Desde el punto de vista de las condiciones climáticas las regiones más favorables al desarrollo de *glacis* son, entre otras, el NE de Brasil, el NW de los Estados Unidos de América, Sudán y la "Diagonal árida" de América del Sur.

También debemos considerar aquí las condiciones litológicas y estructurales. Pierre BIROT (1949) considera que los *glacis* desarrollados en roca blanda pueden explicarse por la teoría de JOHNSON, en cambio la teoría de DAVIS es aplicable a los *glacis* en roca dura sujeta a descomposición granular, por ejemplo el granito³. En las rocas duras el retroceso de las vertientes se explica por la desagregación meteórica granular y la posterior evacuación de los elementos desagregados por el escurrimiento difuso.

En el caso de las rocas muy resistentes a la desagregación meteórica, por ejemplo las cuarcitas, los *glacis* tienen una superficie poco extensa, más irregular y un declive más fuerte que el normal. Los granitos, en cambio, dan perfiles mucho más regulares.

En cuanto al *knick* (ruptura de pendiente entre la vertiente y la superficie del *glacis*) está también en relación con la naturaleza y la estructura de la roca. Aparece bien marcado cuando hay una diferencia

³ Las teorías citadas serán explicadas en las páginas siguientes.

de estructura. Por ejemplo las rocas como el granito liberan grandes bloques y mantienen la verticalidad del frente montañoso porque se descomponen en detritos fáciles de ser evacuados. Por el contrario, cuando la roca es muy resistente a la desagregación y proporciona detritos groseros, el *knick* queda oculto bajo un manto de detritos, en consecuencia el contacto entre el *glacis* y la vertiente es menos brutal.

TEORÍAS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LOS GLACIS

Respecto a la verdadera génesis de los *glacis*, las opiniones de los investigadores están muy divididas. Lo único cierto, y sobre lo cual no existen mayores discrepancias, es que cada tipo de *glacis* responde a mecanismos diferentes y por lo tanto es inútil buscar una teoría general para explicar su formación.

Las diversas teorías sobre la elaboración de los *glacis* tienen en cuenta fundamentalmente los dos tipos de escurrimiento de que hablamos anteriormente: difuso y mantiforme (*rill-wash* y *sheet-flood* de los norteamericanos), olvidando la mayoría de ellas el rol de la vegetación.

Esas teorías se dividen en dos grupos: antiguas y modernas. Entre las primeras predominan dos puntos de vista para explicar los *glacis*:

- a) por modalidades particulares del *escurrimiento mantiforme* en regiones secas;
- b) por efectos de la *erosión lineal* debida a las divagaciones de los cursos de agua.

Las teorías modernas, en cambio, atribuyen la formación de los *glacis* a una combinación de procesos. En este grupo ubicamos las teorías de DAVIS, BRYAN, JOLY, DERRUAU, TRICART, DRESCH, VIERS.

a) *Teoría del escurrimiento mantiforme* (o del *sheet-flood*).

El término *sheet-flood* fue introducido por el norteamericano Mc GEE para designar la masa de agua cargada de detritos que, después de un chaparrón violento, se desplaza a gran velocidad en la montaña y mucho más lento luego, y a lo largo de varios kilómetros; su duración es de apenas algunos minutos. El fenómeno fue observado por él primero en el SW de Arizona y luego en Nueva Méjico.

El escurrimiento turbulento tiene un gran poder erosivo por la abundancia de material que arrastra y la velocidad a que se desplaza.

Las variaciones locales de turbulencia, por una parte, y la rugosidad del suelo, por otra, provocan el abandono selectivo del material hasta que el agua no tiene ya la fuerza necesaria para arrastrarlos, entonces

se estabilizan y forman, los más finos, una película barrosa, densa, que protege a la roca *in situ*.

Después de cada una de estas avenidas queda en la base de la montaña una superficie de erosión cubierta de material aluvional a la que MC GEE denominó *pedimento*, cuya génesis atribuye a la erosión por *sheet-flood*.

Para J. L. RICH y L. C. KING, sostenedores de esta hipótesis, el *glacis* sería modelado por el escurrimiento mantiforme. También A. CAILLEUX ha destacado la importancia de este fenómeno.

La crítica que puede hacerse a esta teoría es que si bien este tipo de escurrimiento es eficaz por su acción, no puede explicar el modelado de todos los *glacis*. Por otra parte, su acción está limitada a las zonas ubicadas inmediatamente a la salida de la montaña donde es posible la concentración de las aguas. Finalmente, el tamaño de los bloques diseminados sobre el *glacis* hace pensar que este proceso no es suficiente para desplazarlos.

b) *Teoría de la erosión lateral*

Los partidarios de esta teoría sostienen que los *glacis* son modelados por la erosión lateral de los cursos de agua al abandonar la montaña. Estos llevan siempre abundante material y en el momento de las crecidas depositan el material más grueso y forman una especie de “empedrado” que no pueden socavar luego porque han perdido potencia de erosión lineal, en cambio sí la tienen para la erosión lateral porque son inestables. De esta manera producen aplanación sin encajarse.

Esta teoría fue sostenida por BLACKWELDER, PAIGE, D. JOHNSON, entre otros. Indudablemente quien mejor la ha desarrollado es JOHNSON (1932).

El distinguía tres zonas distintas al pie de las montañas en las regiones áridas:

- 1) una zona interior, que corresponde a las montañas, donde predomina la erosión vertical;
- 2) una zona exterior, ligeramente inclinada, donde los cursos de agua abandonan el material grueso formando una serie de conos que con el tiempo se unen dando lugar a una zona de acumulación. Esta se designa con el nombre de *bajada*;
- 3) una zona intermedia entre las dos anteriores, y la más próxima a la montaña, donde, según JOHNSON, se localiza el *glacis* que evoluciona a partir de los “conos rocosos”. (El denomina “conos rocosos” a las penetraciones del *glacis* en la montaña; cada uno de esos conos corresponde a la desembocadura de un *uadis*).

Glacis y conos rocosos son atribuidos a un proceso de erosión lateral realizado por los cursos de agua cargados de material que procede de la montaña; tal proceso interviene, según él, en dos sitios:

- 1 – al borde de los conos aluviales sobre los cuales se deslizan los cursos de agua anastomosados que van a terminar en la depresión existente en la zona de contacto del cono y la vertiente;
- 2 – en la parte inferior de los conos; aquí las aguas son claras pues ya han abandonado el material y recorren la superficie rocosa. Que las aguas corran claras es parcialmente aceptable porque si bien abandonan el material grueso continúan acarreamento elementos finos.

Esta teoría de JOHNSON ha sido muy criticada y puede aceptarse solo en parte. En primer lugar porque en las regiones áridas el escurrimiento mantiforme es más eficaz como agente de erosión que los cursos de agua anastomosados; por otra parte, si el retroceso del frente montañoso fuese el resultado de la erosión lateral no sería rectilíneo sino sinuoso.

c) *Teorías modernas.* Como ya ha sido señalado, atribuyen la formación de los *glacis* a una combinación de procesos de los cuales hay tres que son fundamentales:

- a) escurrimiento difuso;
- b) escurrimiento mantiforme;
- c) alteración de las rocas.

SHARP (1940) no vaciló en destacar la importancia de la combinación de procesos en el modelado de los *glacis*, y “considerando en conjunto los pedimentos del área de Ruby-East-Humboldt, pensó que la erosión lateral es responsable de alrededor del 40% de su desarrollo, y atribuyó el 60% restante a la meteorización y varios tipos de lavaje fluvial”⁴.

Para TRICART⁵, cuando la pendiente es acentuada, el escurrimiento difuso es el más frecuente y se realiza a través de una serie de hilos de agua que corren casi a ras del suelo por surcos que apenas alcanzan algunos centímetros de profundidad. Ese escurrimiento favorece el acarreo de material sobre la superficie del *glacis* y su acción erosiva es más eficaz. En cambio si la pendiente es del orden de 2 a 3%, el escurrimiento es mantiforme; toda la superficie se cubre por un manto de agua

⁴ THORNBURY, W., *Principios de Geomorfología*, Buenos Aires, Editorial Kapeluz, 1960, p. 305.

⁵ TRICART, J. - CAILLEUX, A., *Le modèle des régions sèches*, Paris, C.D.U., 19, fascicule II, p. 35.

de 1 a 2 centímetros de espesor que se desplaza lentamente y transporta esencialmente arena y limos y, cuando más, gravas y guijarros, y ejerce una acción erosiva general incapaz de reducir la pendiente longitudinal.

La diferencia entre ambos tipos de escurrimiento radica en el hecho de que el primero actúa a mayor distancia mientras que el segundo es exclusivo del piedemonte. Los dos son importantes y se combinan por cuanto del escurrimiento mantiforme se pasa al escurrimiento difuso, o viceversa, cuando se produce un cambio de pendiente; el predominio de uno u otro depende de la intensidad de los chaparrones, de la pendiente, de la vegetación y de la litología.

Por su parte F. J. JOLY, que ha estudiado los *glacis* del SE de Marruecos, sostiene que la existencia de los mismos está condicionada por un óptimo climático, por una cierta topografía inicial, y son la obra combinada de la erosión físico-química, del escurrimiento mantiforme y de la erosión lateral de los *uadis* a partir de un accidente topográfico cóncavo.

Como conclusión, respecto a las distintas teorías expuestas, podemos decir que el grado de eficacia de los distintos procesos depende de las condiciones litológicas y climáticas.

EVOLUCIÓN DE LOS GLACIS

Los *glacis* se desarrollan y ganan superficie a medida que prosigue el ciclo erosivo.

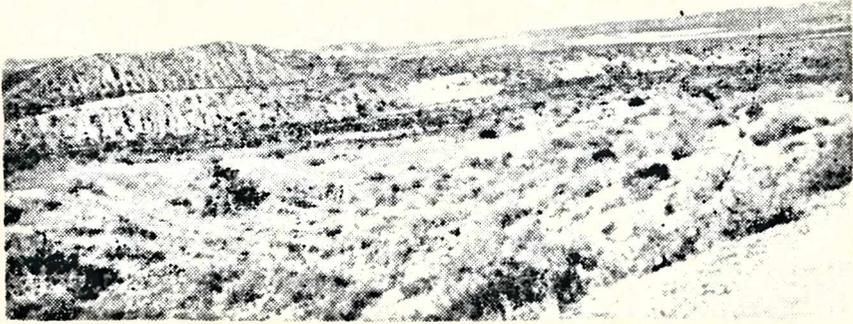
Su evolución está en relación con la disposición general del drenaje. Así, en las rocas blandas, evolucionan en forma escalonada, lo cual demuestra los sucesivos encajamientos de los *uadis* en busca de un nivel de base más estable como consecuencia de la inestabilidad tectónica y sobre todo climática.

Otras veces, el *glacis* puede haber sido erosionado y establecerse uno nuevo en un nivel inferior. Entonces se habla de *glacis superior*, que corresponde a los restos del primitivo *glacis*, y de *glacis principal*, que es el de mayor extensión en la actualidad. Un ejemplo de esta disposición (*glacis superior* y *glacis principal*) se observa en la fotografía N^o 1.

En las rocas duras la evolución es distinta: los *uadis* se encajan lentamente porque el escurrimiento solo es capaz de arrastrar el material proveniente de la erosión de la roca.

J. DRESCH ha demostrado que "cuanto más árido es el clima la evolución es más lenta, teniendo, por lo tanto, más posibilidades de ser interrumpida o modificada por los fenómenos tectónicos y climáticos"⁶.

⁶ DRESCH, J., *Pedimentos, "glacis" de erosão, pediplanícies e inselbergs*, en "Noticias Geomorfológicas", Año V, N^o 9-10, Brasil, Campinas, SE, 1962.



Fot. 1 — Restos de *glacis superior* se elevan por encima del nivel del *glacis principal* en el piedemonte mendocino.

Las zonas críticas en la evolución de los *glacis* son la parte superior y la parte inferior. Hacia arriba, se desarrolla a expensas del retroceso del frente montañoso. Este retroceso se produce hasta el momento en que el frente da una carga inferior a la capacidad de transporte del *sheet-flood*, entonces una parte de la energía que servía al transporte de los materiales queda liberada y realiza una acción erosiva en la superficie del *glacis* cuyo perfil se torna insensiblemente cóncavo.

En la parte inferior el *glacis* puede terminar en una planicie a la cual pasa insensiblemente o en una depresión cerrada. En este último caso los *uadis* acumulan el material que arrastran al fondo de la depresión formando un *glacis* que se eleva progresivamente y con el tiempo se transforma en *glacis* con acumulación, pero mucho más importante, al que los franceses denominan *glacis* de "ennoyage". Este elevamiento progresivo bloquea la evolución del *glacis* hacia abajo porque disminuye la pendiente y con ella la capacidad de transporte del escurrimiento en consecuencia los materiales son cada vez más finos.

El comienzo del ciclo evolutivo de los *glacis* es marcado por la formación de un manto aluvial y encuentra su fin en el rebasamiento del relieve montañoso y en la disminución de la carga aluvial en masa y calibre.

TIPOS DE GLACIS Y SU DISPOSICIÓN

De todo lo expuesto hasta aquí se deduce un hecho concreto: todo glacis es fundamentalmente una superficie de erosión y la acumulación es un episodio posterior. "En el momento del modelado la cubierta no debió ser más que una película en tránsito, sin duda delgada y discontinua, que permitió el ataque de la roca por las aguas cargadas de material grueso"⁷.

A partir de esa superficie de erosión se han formado los diversos tipos de *glacis* que los autores clasifican de distintas maneras.

1. Clasificación de G. Viers

- a) *Glacis de erosión*: la erosión tiene más importancia y es más eficaz que la acumulación en el modelado del glacis. "En efecto, para que un sustrato sea erosionado, ha sido necesario que, durante toda la duración del modelamiento del glacis, permanezca desnudo o sin más protección que guijarros esparcidos en napas discontinuas, retomados sin cesar por los escurrimientos, con canales divagantes inscriptos en la roca. Es este el momento

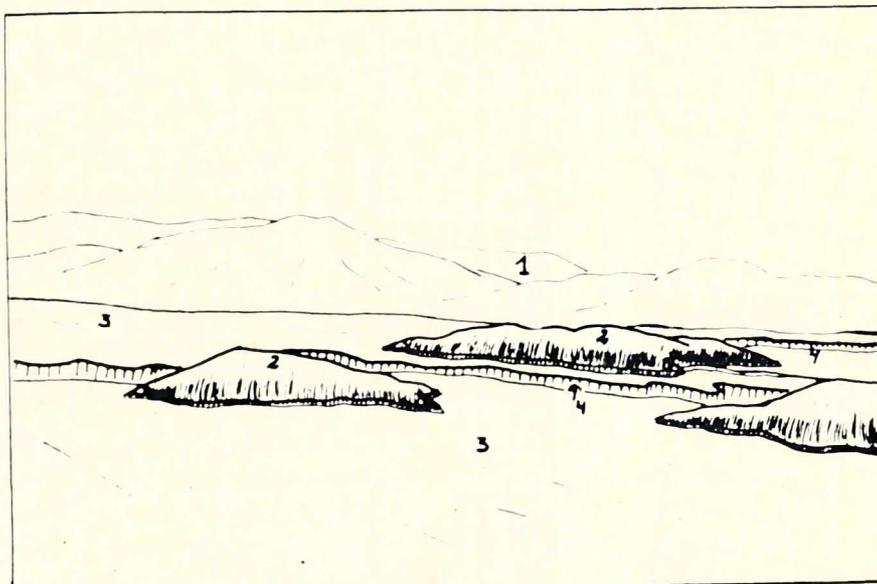


Fig. 2 — *Glacis de erosión* de piedemonte coronado por restos de un antiguo glacis destruido. 1 — Precordillera; 2 — Restos de *glacis* superior; 3 — *Glacis* principal; 4 — Arroyos.

⁷ VIERS, G., *Eléments de Géomorphologie*, Paris, Fernand Nathan, 1967, p. 73.

fundamental en la elaboración de esas formas mayores, frente al cual el espesamiento final no se presenta sino como un epifenómeno menor”⁸.

- b) *Glacis cubierto*: el material que se deposita sobre la roca *in situ* forma un manto aluvial de espesor variable (desde algunos decímetros hasta algunos metros). Cuando ese manto cubre totalmente el sustrato rocoso se habla de *glacis* cubierto.
- c) *Glacis con acumulación*: cuando ese mismo manto aluvial alcanza y supera la decena de metros se habla de *glacis* con acumulación. Estos aluviones se distinguen de las terrazas fluviales por su tamaño, hay más limos y grandes bloques.
- d) “En las estructuras monoclimales, en rocas sedimentarias, la pendiente permite con frecuencia oponer un *glacis de reverso*, en el cual los estratos son cortados a bisel, y un *glacis de frente*, mucho más cóncavo pero en el cual la ruptura de pendiente, en el contacto de las rocas de resistencia diferente, es progresiva”⁹.

2. Clasificación de F. Joly

Distingue dos tipos de *glacis*: de erosión y rocosos (que constituyen las hamadas). La diferencia está dada por la estructura, la litología y las condiciones hidrológicas. Los tipos de *glacis* de erosión que él distingue son: de vertiente y de piedemonte.

- a) *Glacis de vertiente*: se observan sobre todo en la región del Alto Atlas (Africa); su perfil longitudinal es cóncavo y el transversal chato. Pueden estar cubiertos por un manto de gravas o desnudos. Se distinguen dos variedades:

Glacis conforme: cuando se inclina en el mismo sentido de la pendiente de las capas geológicas; se encuentran con frecuencia sobre el flanco de los anticlimales.

Glacis contrario: cuando se inclina en sentido inverso a la pendiente de los estratos. Son en realidad taludes en contra pendiente, de aristas disimétricas; su superficie, más rugosa, está cubierta por material grueso. Sobre este tipo de *glacis* el agua se escurre en napa (*sheet-flood*).

⁸ 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, N° 52, Mendoza, Instituto de Geografía, 1956, p. 172.

⁹ *Ibidem*, p. 74.

- b) *Glacis de piedemonte*: es también un *glacis* de erosión, pero más extenso, que se desarrolla al pie de macizos montañosos y constituye el empalme entre éstos y las planicies vecinas. Su pendiente es muy suave, el manto aluvial que lo cubre es de poco espesor porque en su origen, donde hay una disminución sensible de pendiente, los *uadis* que salen de la montaña pierden capacidad de transporte. Así, en el SE de Marruecos se pueden observar

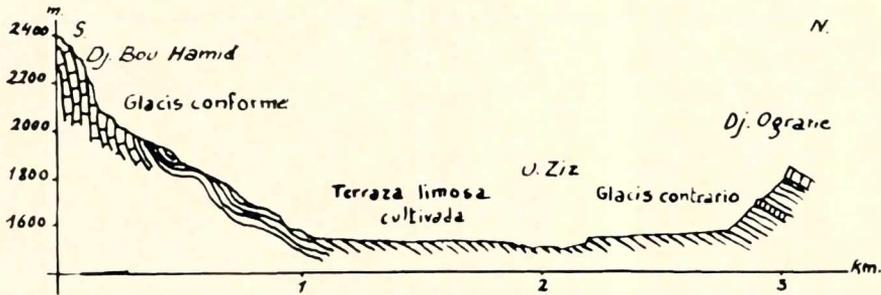


Fig. 3 — Corte a través del valle del uadi Ziz (según Joly)

estos *glacis* de piedemonte a todo lo largo del gran accidente Sud-Atlásico, como también sobre el contorno de los macizos antiguos de la "boutonnière" del Tafilalet¹⁰.

- c) Finalmente, F. Joly considera las hamadas como un tipo de *glacis* rocoso puesto que éstas forman una especie de inmensa meseta suavemente inclinada.

3. Clasificación de J. Dresch

- a) *Glacis de reverso*: progresa hacia abajo porque la ablación desnuda la capa dura; es estructural y se enlaza, allá donde la capa de roca dura se sumerge bajo la cubierta de rocas blandas, al *glacis* de acumulación menos inclinado, por medio de una corta concavidad.
- b) *Glacis de frente*: están bien desarrollados en las estructuras monoclinales; se caracterizan por estar dominados por un talud y una cornisa.

¹⁰ JOLY, F., *Pediments et glacis d'érosion dans le Sud-Est du Maroc*, en *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie*, t. II, Lisbonne, 1949, p. 110.

- c) *Glacis cubierto*: recibe esta denominación cuando está cubierto por un manto de residuos que puede tener varios metros de espesor, ser más o menos continuo y tener una composición variable. Esto indica, según el autor, que los *glacis* no siempre son superficies de denudación.
- d) *Glacis de acumulación*: cuando las montañas en las cuales se apoyan los *glacis* son de volumen considerable y proporcionan mayor cantidad de material, el glacis es cubierto por un manto de mayor espesor y pasa entonces de *glacis* cubierto a *glacis* de acumulación.

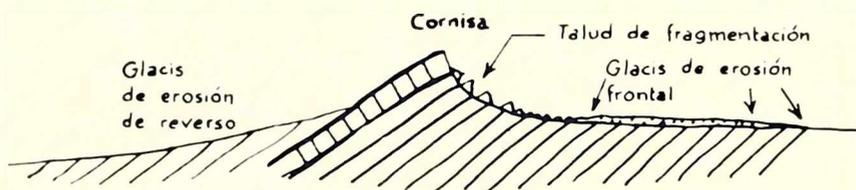


Fig. 4 — Dos tipos de *glacis de erosión* propiamente dichos desarrollados en roca blanda al pie de un relieve de origen estructural (según J. DRESCH).

4. Clasificación de J. Tricart

- a) *Glacis de piedemonte*: es una superficie plana, regular, inclinada que se encuentra al pie de un relieve más elevado y más vigoroso. Se caracteriza, ante todo, por su relación con un relieve antiguo más elevado, cualquiera sea su naturaleza y las condiciones morfoclimáticas de su elaboración. A este tipo pertenecen los *glacis* de las regiones semiáridas que están dominadas por relieves residuales extensos.
- b) *Glacis de denudación*: se caracteriza por su aplanamiento general; la roca del sustrato se encuentra por todas partes, aflorando o a escasa profundidad, porque el manto detrítico que lo cubre es discontinuo y de poco espesor. Este tipo de *glacis* tiene una pendiente variable que oscila entre 1 y 10% (depende de la litología y del clima).
- c) *Glacis de acumulación*: cuando el manto aluvial es más importante, tanto que cubre totalmente el sustrato rocoso, se está en presencia de un *glacis* de acumulación.

- d) Este mismo autor distingue un cuarto tipo de *glacis* que denomina "*glacis d'epandage*" (glacis de expansión) que se forma por acumulación de un nuevo manto aluvial, delgado y discontinuo, sobre un glacis de denudación. Se caracteriza por la aparición de microrelieves y la presencia de canales de escurrimiento temporario, sinuosos, poco profundos e inestables porque su trazado es modificado después de cada crecida.

El mismo TRICART, junto con CAILLEUX, atendiendo a la litología, establecen una gran variedad en el modelado de los *glacis*:

- *glacis* arcilloso o margoso, notablemente unidos;
- *glacis* cubierto por una capa de pedriscos que debe disgregarse antes de ser evacuada por el escurrimiento;
- *glacis* "à boule", sobre los basaltos, como en la isla Sal, donde la roca se disgrega lentamente en limo, evacuado por un aluvionamiento que es entorpecido por los afloramientos de rocas basálticas. Cuando ese obstáculo es bastante importante, la superficie del *glacis* forma pequeños escalones.

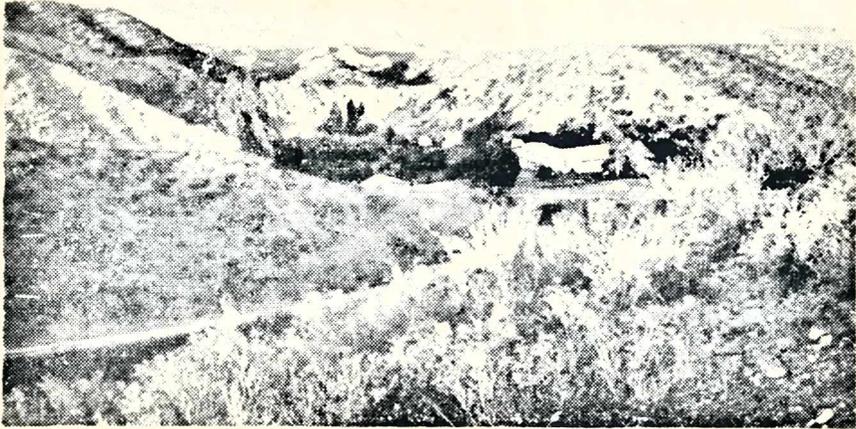
Existen otras clasificaciones de otros tantos autores pero nos parece innecesario exponerlas puesto que todos coinciden más o menos en considerar como los más importantes tres tipos de *glacis*: de erosión, cubierto y de acumulación.

REPARTICIÓN ZONAL DE LOS GLACIS

En la actualidad los *glacis* más extensos se encuentran en regiones como el Mediterráneo, oeste de los Estados Unidos de América, desierto litoral occidental de América del Sur, etc.

En la región del Mediterráneo se encuentran en Africa del N, desde el Mediterráneo a la región del Sahara, por ejemplo al S de Mauritania aparecen *glacis* muy vastos; en España, a lo largo de la costa sudoriental (como en Aragón) y alrededor de algunas cuencas secas interiores. En general se trata de *glacis* actuales en roca blanda. En Francia hay *glacis* recientes que ocupan los afloramientos margosos y margo-calcareos en los Pre-Alpes del Sur, por ejemplo en la cuenca de Larague, en el valle del Verdon; se los encuentra también en el valle medio del Ródano, en el valle del Ouveze, etc.

En América del Norte los *glacis* son las formas casi dominantes del paisaje del Oeste. Se encuentran en las depresiones, al pie de las mon-



Fot. 2 — Restos de *glacis superior*, al fondo de la fotografía diseminados sobre el *glacis principal*, al centro, a la altura de Colonia Papagayos (Mendoza).



Fot. 3 — *Glacis principal* disectado por arroyos que bajan de la precordillera.

tañas; y desde la costa de California a la planicie, prácticamente desaparecen.

En América del Sur, los *glacis* más notables aparecen en Brasil y Argentina. En el primer país en la zona de las caatingas. *Glacis* menos netos se encuentran a lo largo de la "Diagonal Arida".

En el caso particular de Argentina "desde Jujuy al S. de Neuquén se puede reconocer en todas partes un *glacis* principal, el más extendido, en cerca de 2.000 km" ¹¹. En la provincia de Mendoza los *glacis* son muy extensos, 20 a 30 km, tienen una pendiente de 6 a 2% y se funden lentamente en la planicie. Están disectados por los ríos cordilleranos y dicha disección "muestra con evidencia que los grandes *glacis* de Mendoza son formas heredadas y que los procesos actuales no trabajan sino en desfigurarlos, y no en modelarlos o mantenerlos" ¹². Debajo del manto aluvial que los cubre, y que es de poco espesor, aparece el sustrato erosionado. Por esta característica, y de acuerdo con las clasificaciones que hemos visto, el *glacis* mendocino es del tipo cubierto, según la clasificación del profesor G. VIERS.

CONCLUSIÓN

Todas las formas de *glacis* ofrecen rasgos comunes de evolución, pero su génesis responde a mecanismos diferentes. En consecuencia, es imposible hallar una teoría general para explicar su formación. En cambio podemos afirmar que su existencia está condicionada por un óptimo climático, puesto que no se forman más allá de ciertos límites.

Los *glacis* más notables se encuentran en las regiones áridas y semiáridas, de lo que se deduce que han sido modelados bajo un clima seco, con precipitaciones escasas pero violentas; de lo contrario no podría explicarse la movilización del material grueso que ha hecho posible la erosión del sustrato rocoso. En las regiones áridas frías no es posible la formación de *glacis* porque el aire frío no contiene el tenor de humedad suficiente para producir tal tipo de precipitaciones.

Es condición esencial en la elaboración de los *glacis* la existencia de un escurrimiento capaz de transportar los detritos y que éstos no excedan, en masa y calibre, la capacidad y competencia de las aguas corrientes. Al desembocar fuera del macizo montañoso la potencia del escurrimiento disminuye rápidamente y esto trae como consecuencia la

¹¹ VIERS, G., *La morfología del piedemonte...*, cit.

¹² *Ibidem*.

deposición de los detritos formándose así el manto que cubre la superficie de erosión.

Teóricamente la evolución es fácil de concebir: retroceso progresivo del frente montañoso hasta la desaparición del mismo de tal manera que al final de la evolución se tiene una superficie totalmente aplanada.

La extensión de los *glacis* en la actualidad es mayor que la extensión de las regiones secas. Esto tendría su explicación en las oscilaciones climáticas del Cuaternario durante las cuales estas formas típicas de las regiones áridas pudieron desbordar sobre zonas actualmente subhúmedas.