

## NOTAS SOBRE GEOLOGIA GLACIAL DEL NEVADO DE COLIMA

Por JOSÉ L. LORENZO

### RESUMEN

El Nevado de Colima muestra huellas claras de haber estado sometido a procesos de glaciación en el pasado. La importancia de semejantes fenómenos en esta latitud y a esta altura (4,180 m.s.n.m.) señalan una vez más el serio problema que plantean las glaciaciones de las zonas tropicales.

El Nevado de Colima se encuentra a los 19°37' de latitud N y a los 103°37' de longitud al O. de Greenwich y a una distancia de 20 km. a vuelo de pájaro, de Ciudad Guzmán y de 35 km. de la ciudad de Colima, aproximadamente.

Su altura no está bien precisada y, en diversas fuentes, se dan cifras que oscilan entre los 4,330 y los 3,894 m. de altura sobre el nivel del mar. En el caso actual, la altura que se pudo precisar, mediante un altímetro Thommen de bolsillo, graduado hasta los 6,000 m., fue de 4,180 m. con las correcciones del caso.

La vía de acceso normal es por la ladera norte. Se sale de Ciudad Guzmán y tras 11 km. de buena terracería, se toma una brecha maderera, por la que se recorren 17.5 km., salvándose en ellos 1,500 m. de desnivel, para llegar a un paraje conocido como La Joya \* que es el lugar más apropiado para establecer el campamento.

La Joya queda al pie de la cara norte de la parte superior del Nevado (Fig. 1), al borde de una barranca que comienza al NNE del mismo pico. La silueta de la montaña, verdadero "horn", conocido entre los alpinistas mexicanos como el "Matterhorn de los pobres", es inconfundible y muy bella. El ascenso hasta la cumbre es un agradable recorrido que puede realizarse en dos horas, aprovechando la brecha que conduce hasta La Joya, pues ésta se continúa hacia el interior de la montaña por casi 2 km. más.

La presencia de los investigadores en este edificio volcánico, era

\* Barbarismo por hoyo.

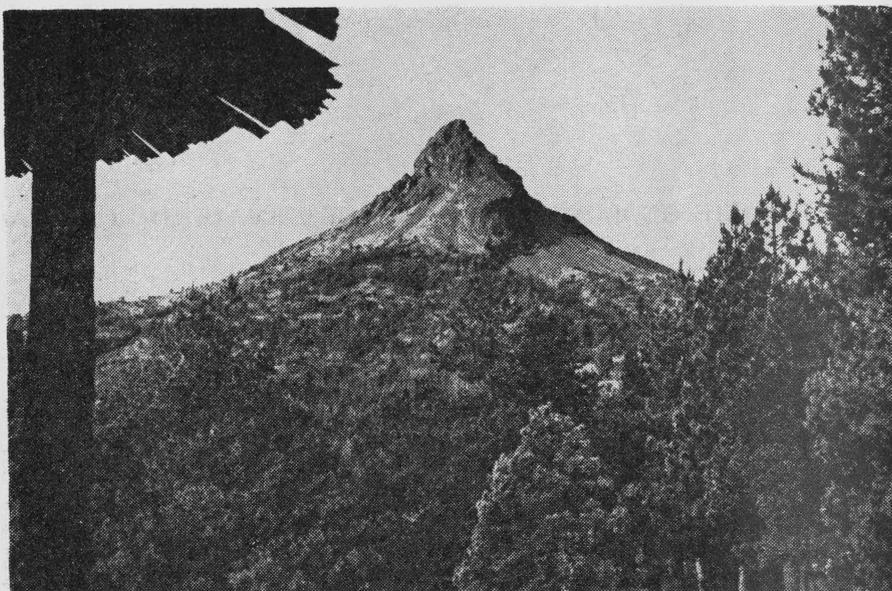


Fig. 1. La cumbre del Nevado de Colima en su cara norte, vista desde La Joya.

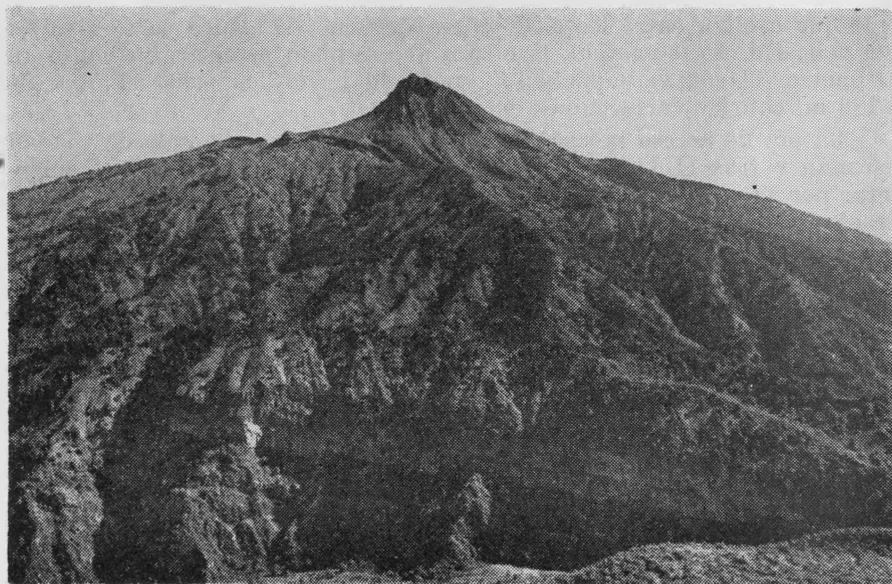


Fig. 2. Ladera sur del Nevado de Colima vista desde el Volcán.

parte del reconocimiento del área volcánica de Colima-Jalisco, que se estaba llevando a cabo.

El Ing. Mooser estudiaría los aspectos vulcanológicos y a cargo del que esto escribe quedaba la búsqueda de posibles huellas de glaciares. Esto, que parece y era una suposición *a priori*, tenía un justificante, dado que en otras cumbres de México, tales como el Cofre de Perote (4,285 m.) y el Nevado de Toluca (4,580 m.) ya se han encontrado estas huellas, a pesar de que en la actualidad dichas partes elevadas se cubren raras veces de nieve. Por ello, existía la posibilidad de que también el Nevado de Colima hubiera tenido glaciares en el pasado, a pesar de lo dicho por Klebelsberg (1949; p. 507), quien niega esta posibilidad.

La existencia de huellas de glaciares en el territorio de México, es un fenómeno que no ha merecido la atención suficiente, aunque es necesario hacer constar que también se han hecho muchas divagaciones al respecto, siendo pocos los trabajos serios que existen, entre los que se cuentan, modernamente, los estudios de De Terra (1947, 1949) y White (1951, 1956).

En los últimos años se ha aumentado nuestro conocimiento de estos fenómenos sobre todo al ampliarse el campo de las posibilidades de su existencia. Cuando los glaciares quedan dentro de las zonas tropicales, tienen características propias, de las cuales, la más conocida es la de estar situados, o haberlo estado, en cumbres cuyas alturas son bastante considerables. Así, los glaciares que todavía existen en la República se localizan en el Citlaltépetl, Popocatepetl e Iztaccíhuatl, montañas que pasan todas de los 5,000 m. de altura sobre el nivel del mar. En este caso, el fenómeno, aunque no muy bien explicado por la ausencia de investigaciones de tipo meteorológico, se atribuye a que la relación, altura-precipitación, norma el que esta última se efectúe en forma de nieve (una nieve por cierto muy especial, en pequeños gránulos casi siempre, aunque también cae en forma de copos) y, por las bajas temperaturas que normalmente reinan en estos lugares, a causa de su altura, la nieve puede acumularse hasta formar, primero, congesta y luego, hielo, originándose así el glaciar.

Se sabe que los glaciares ocuparon en el pasado lugares que ahora difícilmente se imaginan cubiertos de hielo. Así, en la isla de Hawái, los hubo, lo mismo que en Costa Rica. En el primer caso se han encontrado sus huellas en el edificio volcánico del Mauna Kea (Gregory y Wentworth, 1937; Wentworth y Powers, 1941; Stearns, 1945; Stearns y Macdonald, 1946; Wentworth, 1956) de 4,185 m. de altura sobre el nivel del mar, lo que equilibra el que la isla se encuentre casi en el paralelo 20° de latitud norte. El segundo caso es más difícil de imaginar, ya que las huellas fueron encontradas en una sierra de altura mucho menor, en el cerro de Chirripo, de 3,820 m. de altura, a una latitud de cerca de 10° N (Weyl, 1956).

Además, está el casquete glaciar que aún persiste en las montañas de Nueva Guinea, a 4° de latitud sur, teniéndose pruebas de que alguna

vez el límite de los hielos descendió hasta los 2,000 m. y, también en este caso, se trata de montañas que oscilan entre los 4,080 y los 5,030 m. de altura (Dozy, 1938).

Desde luego, en la región andina, en plena zona ecuatorial, se encuentran no sólo huellas de glaciares, sino los glaciares mismos, pero todos ellos en montañas de más de 4,000 m., alcanzando algunos macizos cerca de los 7,000 m. Esto, que se señala para América del Sur, también sucede, aunque en menor escala numérica, en África Ecuatorial.

Es visible cómo el factor latitud se anula con la altura sobre el nivel del mar, permitiendo la existencia de fenómenos propios de latitudes muy superiores, dentro de las zonas tropicales.

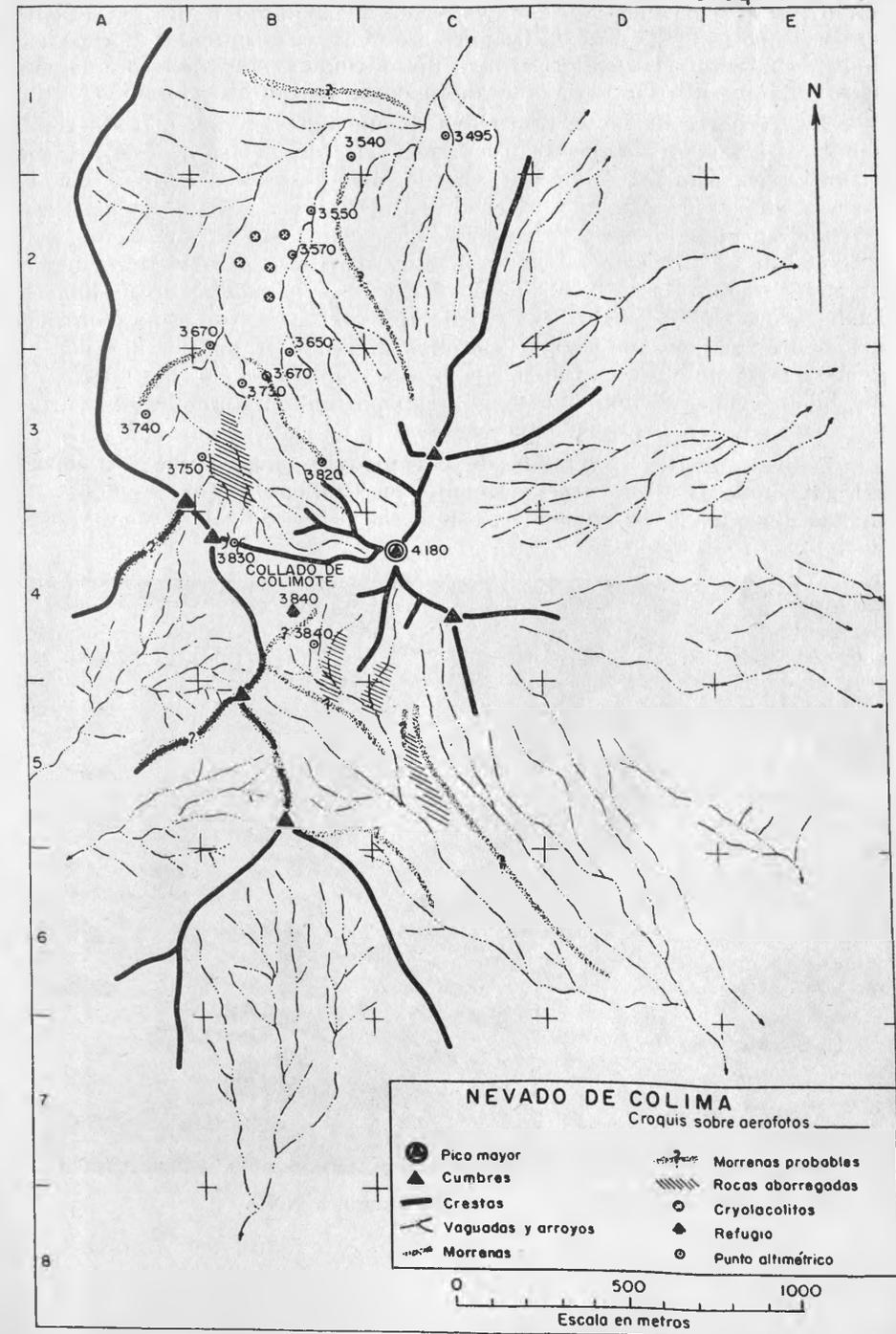
Dentro de esta fenomenología especial, queda incluido el que en todos los casos virtualmente, las montañas glaciadas de las zonas tropicales son edificios volcánicos, algunos de ellos bastante jóvenes. A veces sucede que no hay huellas de glaciares en montañas cuya altura actual es comparable con otras que sí los tuvieron, por lo que se debe admitir la posibilidad de que esas montañas no estaban todavía formadas, y que esos edificios volcánicos aún no habían alcanzado su actual altura o que las huellas de los glaciares hayan desaparecido a consecuencia de erupciones posteriores que las obliteraron con lavas o productos cineríticos, o bien que, por ser las erupciones de tipo explosivo, destruyeron toda evidencia.

Era normal, en vista de los antecedentes, que se dirigiera la investigación a localizar huellas de glaciares. Ya en el estudio previo de las fotografías aéreas del Nevado de Colima, fue posible discernir algunas formas y modelados que pudieran ser los que se trataba de encontrar, pero este tipo de observación sólo tiene validez cuando se corrobora con el examen en el terreno de los supuestos accidentes localizados en el gabinete.

Así fue como tras algunas horas, relativamente pocas, de recorrido por la barranca NNO del Nevado, se tuvo la casi seguridad de que también aquí había habido glaciaciones, lo que se confirmó totalmente al día siguiente cuando se repitieron y ampliaron las observaciones de esta barranca y se hizo un somero recorrido de la que se encuentra al SSO (Fig. número 2) que también fue positivo.

Desde el lugar donde se deja el vehículo, que queda fuera del croquis número 1, hacia el N, y a una altura de 3,350 m., aproximadamente, se empieza el ascenso propiamente dicho y se tuvo la impresión desde luego, de haberla comenzado por el lomo de una morrena, lo que resultó cierto, ya que el sendero sube con dirección general O y, por un tramo relativamente corto, por la morrena que se extiende por los cuadros B-1 y C-1. En el croquis aparece como dudosa y así debe ser, ya que su extensión total no está bien delimitada, lo que también sucede con su correspondiente situada al lado opuesto, que sale del cuadro 3-C y termina en el 2-B, en la cota 3,540. De estas dos morrenas no se tiene material fotográfico a causa de las malas condiciones del tiempo.

Croquis N° 1



Estas dos morrenas probables serían las laterales de un avance del hielo por la barranca NNO, que descendió hasta un punto intermedio entre las cotas 3,495 y 3,540. La parte de morrena terminal donde podría haberse situado el máximo avance del hielo, ha sido desmontada por el arroyo que allí circula y que ahora corre bastante encajonado.

En la parte de la barranca que queda aguas arriba de esta zona, donde se supone debió quedar la morrena terminal de este primer avance, el valle se ensancha, habiendo labrado sus cauces, los arroyos que lo surcan, sobre un antiguo y extenso abanico aluvial. Según se iba recorriendo, se notaban unas depresiones casi circulares, en pendiente, con un reborde en la parte inferior, no muy marcado, pero visible; de un diámetro que oscila entre los 5 y los 8 metros, llegando a profundidades hasta de dos metros (Figs. 3 y 4). Inicialmente intrigaron estas depresiones, sobre todo porque algunas de ellas han sido transformadas por la gente que viene a buscar hielo y que las emplean como depósito para los bloques que cortan, que luego transportan en animales de carga para su venta en los pueblos cercanos.

Posteriormente y tratando de encontrarles una explicación natural, revisando la literatura pertinente, en Cailleux y Taylor (1954) y en Tricart (1953) se encuentra este caso descrito con el nombre de



Fig. 3. Cryolacolito en la barranca NNO.

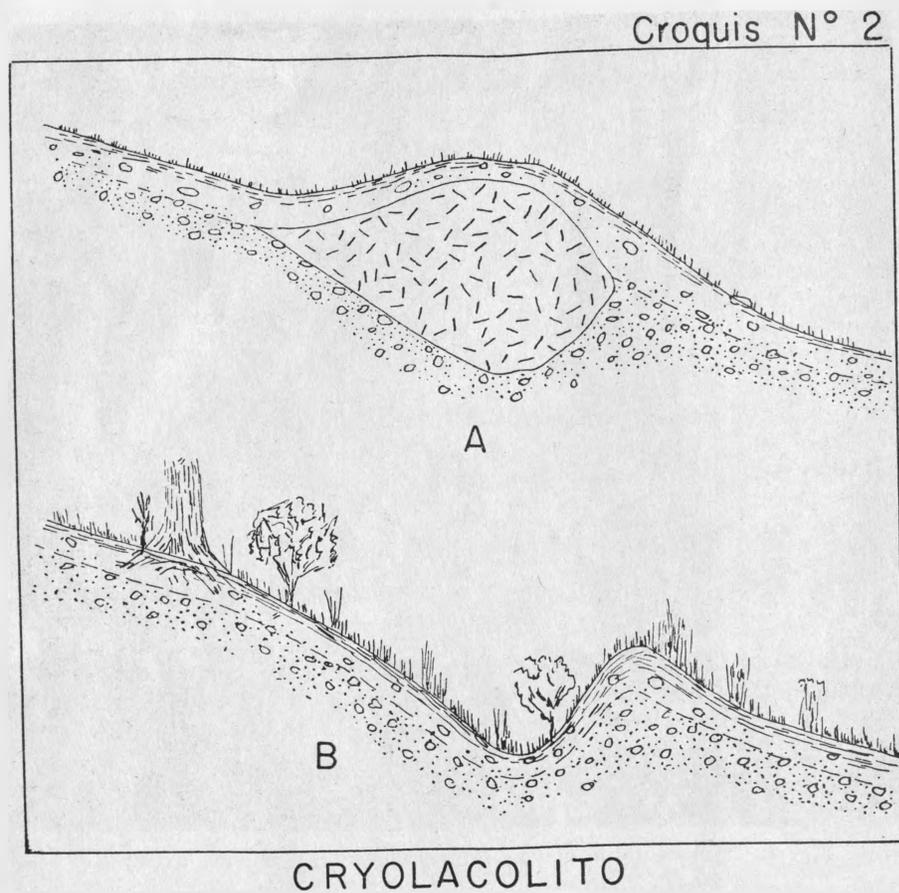


Fig. 4. Cryolacolito de mayores dimensiones en la misma barranca.

“hidrolacolito” (término con el que no estamos de acuerdo, por lo que se propone su cambio por el de “cryolacolito”, por razones obvias).

En las zonas de condicionamiento periglacial, se forman lentículas de hielo bajo la superficie del suelo, por causa de la existencia de suelos permanentemente congelados, que se conocen con los nombres de pergelsoil, tjäle o permafrost. Estas lentículas van engrosando mientras las condiciones mediales lo permiten, formando montículos que en regiones como Alaska o Siberia, alcanzan de 1 a 6 m. de alto, por 20 o 100 m. de diámetro. Cuando sobreviene un cambio de clima, en el que la temperatura sube, el hielo se funde y cuando desaparece, se forma una especie de hoyo, tal como las que se encuentran aquí. (Croquis número 2.)

Desde luego, en nuestro caso, el cryolacolito no es de las dimensiones de los encontrados y descritos en las zonas periglaciares mencionadas. Es necesario tener en cuenta que el periglacialismo de los pe-



queños glaciares de montaña de las zonas tropicales, nunca fue muy extenso ni muy acentuado y, sobre todo, que si es cierto que apenas se conocen los fenómenos más generales de este glaciario, menos aún se sabe del periglaciario que los acompañó.

Más arriba todavía, por la cota 3,740, se encontraron las primeras rocas aborregadas (Tricart y Cailleux, 1953; p. 203 y sig. Flint, 1957, p. 55 y sig.). Hasta este momento, la existencia de las morrenas laterales había parecido bastante clara, pero, en muchos casos, no es difícil confundirlas con fenómenos geomorfológicos, de forma semejante, pero de muy distinto origen, como pueden ser las crestas de un thalweg. Ahora, ante las rocas aborregadas (Figs. 5, 6 y 7), tan claras y profundas, no había duda: la barranca NNO del Nevado de Colima había contenido un glaciar.

Quedaba todavía un punto oscuro: ¿por qué entre las morrenas de las cotas 3,495 y 3,540 y las rocas aborregadas que van de la 3,740 a la 3,820 no se había encontrado ninguna otra huella de tipo glacial?

La respuesta vino rápidamente, en cuanto se observó el paisaje circundante con atención. Claramente se veían dos morrenas laterales, que no tenían conexión posible con las anteriores. Una, al E, comienza debajo de los cortes a pico que rematan en la cumbre norte del Nevado (Figs. 8 y 9), iniciándose con claridad desde la cota 3,830 y descendiendo hasta el borde del arroyo, en la cota 3,665, mientras la otra, más difícil de localizar, ocupa una posición menos conspicua en la ladera opuesta (Fig. 10) desde la cota 3,740 a la 3,670. También en este caso ha desaparecido la parte terminal de la morrena, rota y desalojada por el arroyo.

Las rocas aborregadas que se encontraron en esta parte, muestran un aspecto bastante fresco ya que el pulimento es notable y las estrías y acanaladuras no tienen sus ángulos gastados por la intemperie, señalando todo ello un origen bastante reciente. El problema que plantean es de otro tipo. En ningún caso muestran más que una serie de marcas, todas en un mismo grado de inclinación. En otras palabras, no hay entrecruzamiento de estrías y acanaladuras, como debía existir al situarse dos avances del hielo. Esto sólo puede explicarse en función del tiempo transcurrido entre ambos avances, que debe haber sido lo suficientemente grande, como para que las huellas dejadas en la superficie de las rocas aflorantes por el primero, hayan podido desaparecer por el meteorismo o hayan quedado tan debilitadas que, ante la labor abrasiva de los materiales contenidos en el hielo del segundo avance, hayan sido borradas y dejado paso a las nuevas.

La cuenca de recepción del glaciar que ocupó la barranca NNO, puede situarse en el cuadro 3-B mayoritariamente, extendiéndose algo sobre los 4-B, 3-A y 4-C. Aún considerando toda esta área, el glaciar correspondiente a la última época, era de pequeñas dimensiones, no así el de la anterior o primer avance que tenía más de un kilómetro de longitud.

Al pasar el collado del Colimote (3,830 m.) se entra en un pequeño altiplano ondulado, el cual, en dirección O se corta abruptamente para dar lugar a una barranca que se inicia con ese rumbo. A ambos lados de ella, las crestas que la delimitan por el N y por el S, tienen el aspecto de ser morrenas laterales. El reconocimiento hecho no alcanzó a esta parte de la montaña, pero el estudio de las fotos aéreas correspondientes induce a pensar que efectivamente, por aquí debe haber bajado otra lengua glacial.

Adelante del refugio "Moisés Eskenazi Rome" (3,840 m.) en dirección sur, se inicia otra barranca, la SSO, en la que también se encontraron abundantísimas huellas de pasadas glaciaciones, en forma de rocas aborregadas, que aquí son mucho más numerosas que en la barranca NNO. (Figs. 11 y 12.)

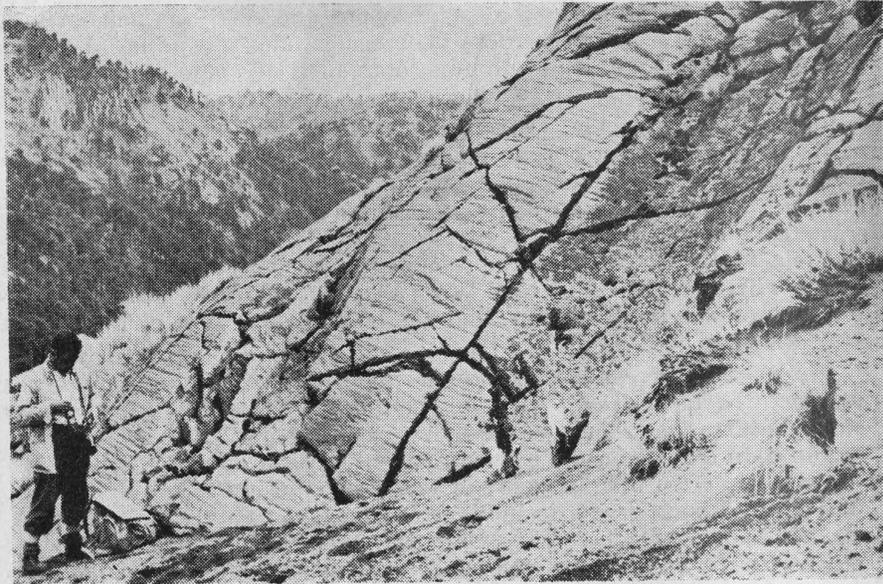


Fig. 5. Rocas aborregadas de la barranca NNO.



Fig. 6. Rocas aborregadas en la barranca NNO.

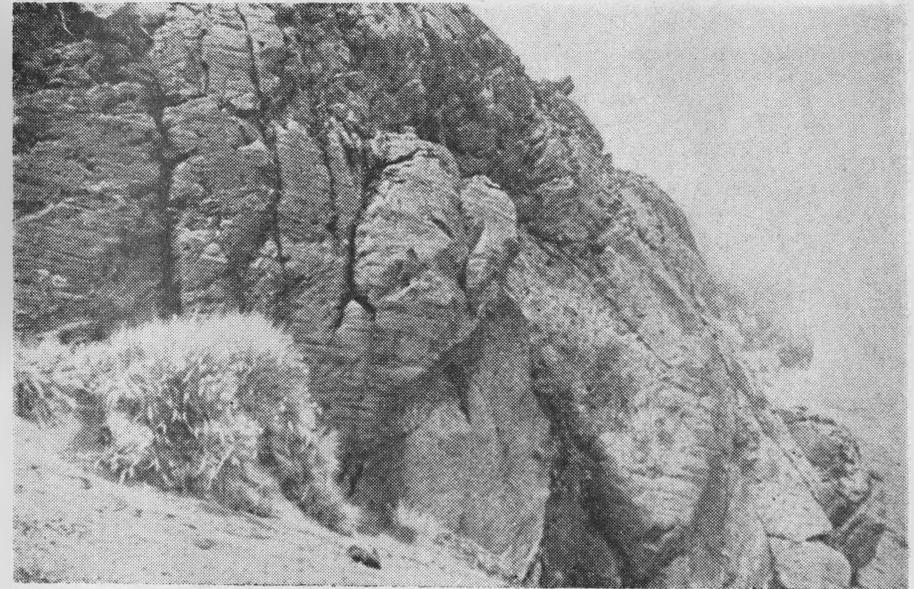


Fig. 7. Rocas aborregadas en la barranca NNO.



Fig. 8. Parte superior de la morrena E de la barranca NNO.

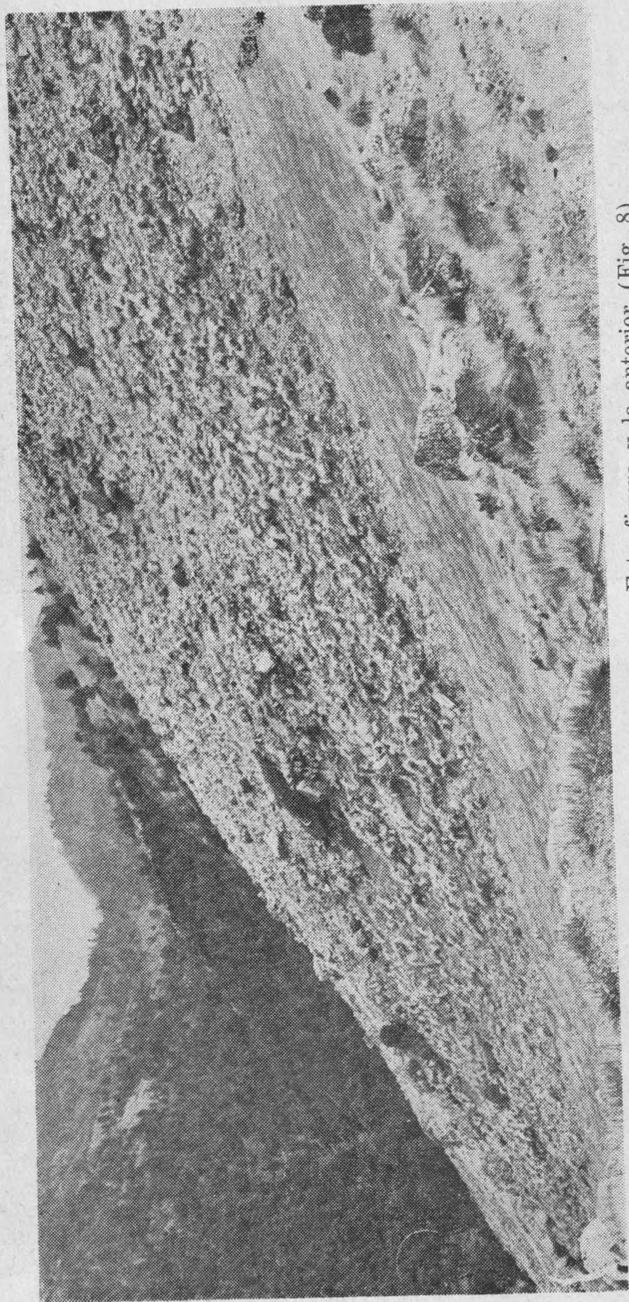


Fig. 9. Parte media de la misma morrena. Esta figura y la anterior (Fig. 8) corresponden al último avance del hielo en esta parte.



Fig. 10. La morrena O del mismo avance de la Fig. 9, reducida a una pequeña loma arbolada que se interrumpe en las escarpas, en su extremo de la derecha.

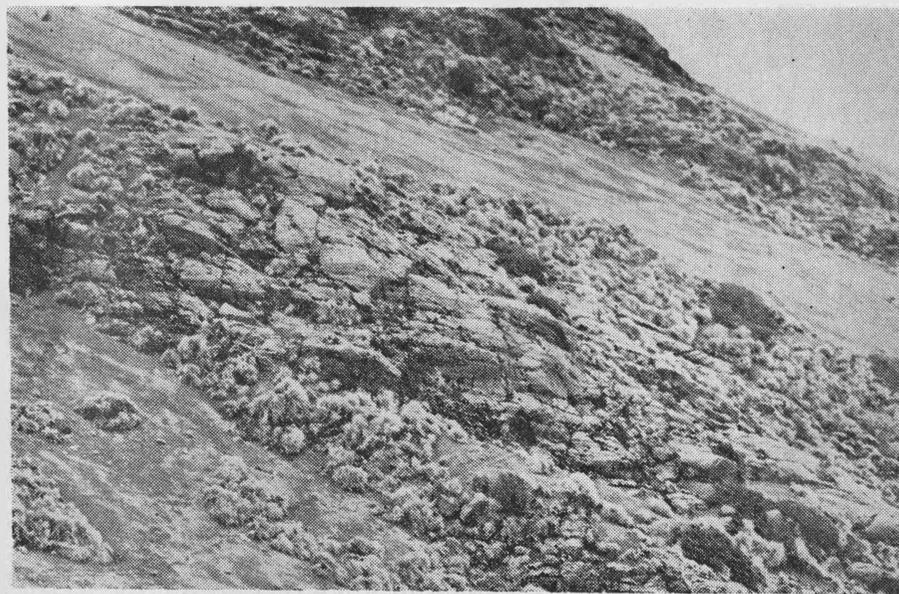


Fig. 11. Area de rocas aborregadas en la barranca SSO.



Fig. 12. Las rocas aborregadas y la morrena E del primer avance en la barranca SSO.

El poco tiempo de que se dispuso en el Nevado de Colima (dos días nada más) no permitió que se extendiera el reconocimiento barranca abajo, como debiera hacerse. Es por ello que los datos de que se dispone para esta parte del Nevado, se basan en el hecho incontrovertible de las rocas aborregadas, con su pulimento, estrías y acanaladuras características. Las probables morrenas que se sitúan en el croquis, surgen, sobre todo, del estudio de las aerofotos y, nuevamente, repiten la secuencia de la barranca NNO: dos avances de hielo.

No se descarta la posibilidad de que en estudios más minuciosos que los que en tan corto plazo se pudieron realizar, aparezcan más restos de glaciación en las otras caras del triedro, que es la cumbre del Nevado de Colima.

Hay ya elementos para decir que: *a)* la glaciología en México, al igual que en todas las regiones tropicales con montañas de alturas mayores o cercanas a los 4,000 m. sobre el nivel del mar, presenta características muy interesantes y de mucha mayor amplitud de lo que hasta ahora se suponía; *b)* hasta donde se sabe, en todos los casos se encuentran restos de movimientos de masas de hielo que, por sus ritmos, pueden dar base para correlaciones cronológicas con los observados en otras latitudes, con la reserva de determinar, previamente, si las alteraciones climáticas que fueron el origen de su aparición y desaparición,

son sincrónicas o asincrónicas; *c)* como secuela natural a la existencia de áreas glaciadas, se presentan, también, fenómenos de periglaciario que, al comparárseles con sus semejantes de otras latitudes, posiblemente sean de tamaño menor, pero queda abierta la posibilidad de que la fenomenología del periglaciario de los trópicos sea diferente en algunos aspectos.

La conclusión final no debe ser de tipo particular, referida al hecho de haber encontrado huellas de glaciaciones en el Nevado de Colima. Se está ante un campo de estudio de gran interés, posible clave del Pleistoceno de México y de desarrollo necesario para el conocimiento de la glaciología tropical, lo que lleva estos estudios a un ámbito mucho mayor. Que estas posibilidades sean comprendidas y que algún día reciban la ayuda que merecen.

## BIBLIOGRAFIA

- CAILLEUX, A. y G. TAYLOR (1954) "*Cryopédologie: Etude des sols gelés*," Expéditions Polaires Françaises, Missions Paul-Emile Victor: IV; 218 pp., Paris.
- DE TERRA, H. (1947) "*Teoría de una cronología geológica para el Valle de México*," Rev. Mex. de Ests. Antrops., 9, pp. 11-26, México.
- DE TERRA, H. JAVIER ROMERO y T. D. STEWART (1949) "*Tepeexpan Man*", Viking Fund Pubs. in Anthropol. N° 11. New York.
- DOZY, J. J. (1938) "*Eine Gletscherwelt in Niderländische-Neuguinea*," Zeitschr. für Gletscherkunde, 26, pp. 45-51, Berlin.
- FLINT, RICHARD, F. (1957) "*Glacial and Pleistocene Geology*" XIII, 553, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- GREGORY, H. E. y C. K. WENTWORTH (1937) "*General features and Glacial Geology of Mauna Kea, Hawaii*", Bull. Geol. Soc. of Amer., 48, pp. 1719-1742, Baltimore.
- KLEBELSBERG, R. von (1949) "*Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie*", Viena.
- STEARNS, H. T. (1945) "*Glaciation of Mauna Kea, Hawaii*", Bull. Geol. Soc. of Amer., 56, pp. 267-274, Baltimore.
- STEARNS, H. T. y G. A. MACDONALD (1946) "*Geology and groundwater resources of the island of Hawaii*", Bull. 9, 363 pp., Honolulu. (Division of Hydrography.)
- TRICART, J. (1953) "*Cours de Géomorphologie; Deuxième partie: Géomorphologie Climatique. Fasc. I; Le modelé des pays froids: 1. Le modelé périglaciaire*", Paris.
- TRICART, J. y A. CAILLEUX (1953) "*Cours de Géomorphologie; Deuxième partie: Géomorphologie Climatique. Fasc. I. Le modelé des pays froids: 2. Le modelé glaciaire et nival*", Paris.
- WENTWORTH, C. K. y W. E. POWERS (1941) "*Multiple Glaciation of Mauna Kea, Hawaii*", Bull. Geol. Soc. of Amer., 52, pp. 1193-1218, Baltimore.
- WENTWORTH, C. K. (1956) "*Glaciation of Mauna Kea, Hawaii*", XX Congreso Internacional de Geología (en prensa), México.
- WEYL, RICHARD (1956) "*Eiszeitliche Gletscherspuren in Costa Rica (Mittelamerika)*", Zeitschr. für Gletscher und Glazialgeol., III, (3), Innsbrück.
- WHITE, S. E. "*Geologic Investigation of the late Pleistocene history of the volcano Popocatepetl, Mexico*", Abstract of Dissertation, 7 pp. Privately published, Brattleboro.
- (1956) "*Geología Glacial del Iztaccihuatl*", en: "La Cuenca de México, consideraciones geológicas y arqueológicas" Pub. Núm. 2 de la Dirección de Prehistoria, México.

## LOS GLACIARES DE MEXICO

POR LUIS BLÁSQUEZ L.

## RESUMEN

Las observaciones realizadas durante diez años en el Iztaccihuatl, relativas a las variaciones de altitud de la línea de nieves, permiten concluir que no existe una limitación relativamente fija de esa altitud, mientras que las acumulaciones de hielo más o menos estático sí se ajustan a un nivel inferior relativamente estable.

En esa montaña sólo existen dos glaciares de pequeña extensión en la vertiente occidental: el Ayolotepito, al N., entre la cabeza y el pecho y el Ayoloco, entre el pecho y las rodillas, al sur. El primero llega a desaparecer por completo y su ausencia temporal fue observada desde 1893, mientras que el segundo, en su retroceso, no llega a desaparecer, por ser mayor su cuenca nevada.

## INTRODUCCION

Con motivo del Año Geofísico Internacional, 1957-1958, se formó un comité mexicano bajo la presidencia del Sr. Ing. Ricardo Monges López, quien nombró al personal colaborador en las distintas ramas de investigación que abarca el programa formulado. Cupo al autor de este estudio el honor de ser designado para el estudio de los glaciares de México, como miembro del Instituto de Geología, que en ocasiones anteriores había llevado a cabo varios estudios de la glaciación y que por condiciones especiales estaba en posesión de un acervo de datos bastante importante sobre las variaciones anuales del nivel de las nieves perpetuas en el Iztaccihuatl.

Gracias a la generosa cooperación de la Cia. de las fábricas de Papel de San Rafael, por gentileza de su gerente general, Ing. don José de la Macorra, se dispuso de esos datos, así como de planos, fotografías, medios de transporte, campamentos y personal auxiliar. Asimismo el decidido empeño del señor Ing. Guillermo P. Salas, Director del Instituto