

Depósitos de glaciares rocosos en Sierra Nevada (Granada)

F.J. SORIA ⁽¹⁾ y J.M. SORIA ⁽²⁾

(1) APLITEG. Granada.

(2) IGME. Madrid

RESUMEN

En las cumbres de Sierra Nevada aparecen depósitos de morfología acordonada que están constituidos por acumulaciones de cantos angulosos de gran tamaño y una pequeña o nula proporción en matriz. Estos han sido interpretados como depósitos de glaciares rocosos, generados en una última crisis climática acontecida entre los 13.000 y 10.000 años B.P.

Palabras clave: Glaciar rocoso. Sierra Nevada. Pleistoceno. Morrena.

SUMMARY

Among the variety of deposits in the high mountain zone of Sierra Nevada, some coarse-grained detritic accumulations are worthy to remark. These appear related to glacial scarps and have been interpreted as ancient rock glaciers deposits. Two types have been distinguished: the first has a string-like morphology, the matrix is very scarce and hollow can be found between the pebbles; the second tends to show lobulate forms and higher contents of matrix. In both cases the pebbles are extremely angular and heterometric. The mechanism which probably originated these depositional forms has been gravitational displacing of a rock fragments mass with interstitial ice, which conferred a plastic behaviour to the assemblage. The age for these processes is estimated between 13.000 and 10.000 years B.P.

Key words: Rock glacier. Sierra Nevada. Pleistocene. Morain.

INTRODUCCIÓN

Sierra Nevada es la principal elevación montañosa de las Cordilleras Béticas. Configura un macizo situado a 37 ° de latitud norte, con altitudes comprendidas entre 700 y 3.482 m, y con una alineación de cumbres próximas o superiores a 3.000 m que se extienden más de 45 Km en una envolvente de dirección aproximada E-

W. En ella quedan registrados los enfriamientos acaecidos durante el Pleistoceno en el continente europeo; las formas erosivas y depósitos glaciales en su parte alta y los depósitos periglaciales en las laderas medias y bajas, son buena muestra de ello.

Recientemente Sierra Nevada es objeto de un reconocimiento y estudio detallado en los aspectos referentes a sus registros erosivos y deposicionales de edad pleistocena. En trabajos previos (Soria *et al.*, 1984 y 1985), se han puesto de manifiesto diversas facies deposicionales de génesis glacial, así como también se han descrito una gran variedad de formas erosivas de mayor o menor escala. El reconocimiento de depósitos ligados a antiguos glaciares rocosos, viene a completar el capítulo referente a sedimentología en el área con modelado glacial del macizo.

QUE SE ENTIENDE POR GLACIAR ROCOSO

Una definición descriptiva de los depósitos de glaciar rocoso se puede obtener en el trabajo, que sobre este tema, publica Serrat (1979). Según este autor se trataría de acumulaciones de bloques con mayor o menor cantidad de matriz (generalmente escasa) situados al pie de pendientes abruptas (circos y valles en «U»). Estos depósitos son el resultado del desplazamiento plástico de los derrubios acumulados al pie de los citados escarpes, y presentan una típica morfología externa de crestas, cuyas caras externas muestran pendientes muy pronunciadas. El estudio de esta morfología sobre fotogramas aéreos verticales, permite conocer la dirección de desplazamiento de estos cuerpos.

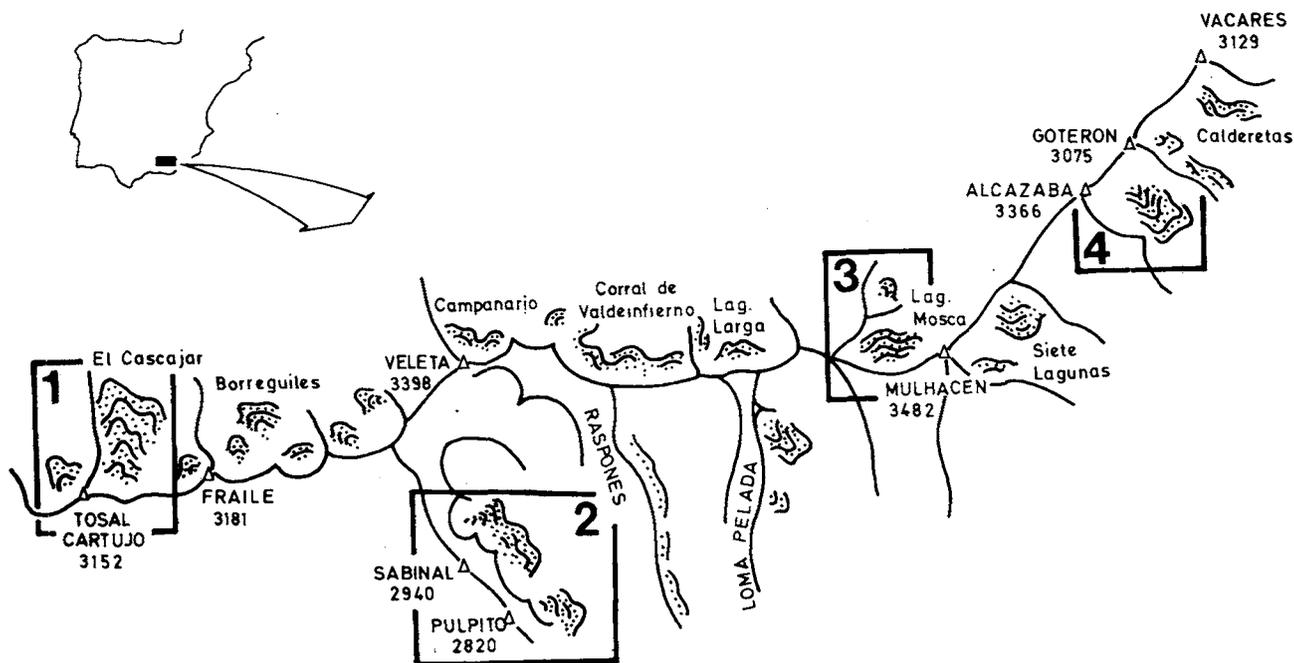


Figura 1. — Distribution areal y altitudinal de los depósitos de glaciares rocosos en Sierra Nevada.

Figure 1. — Areal and altitudinal distribution of rock glacier deposits in Sierra Nevada.

El glaciar rocoso *s. st.* es el agente activo que da lugar a las acumulaciones antes descritas, es decir, la masa de bloques que en virtud de un comportamiento plástico se mueve gravitatoriamente por la continua alimentación de derrubios que recibe de las paredes del escarpe.

Hacer planteamientos sobre la génesis de estos depósitos es un punto, que en opinión del citado autor, presenta problemas, dado que, de un lado en los modelos actuales no se conoce exactamente a qué se le puede aplicar el nombre de glaciar rocoso, y de otro, que no se dispone de información directa sobre su funcionamiento actual. En estas condiciones cualquier interpretación genética, como la que efectuaremos más adelante, solo tiene la validez de una hipótesis basada en las características morfológicas, en datos parciales de carácter sedimentológico y en un marco climatológico deducido por correlación con otros macizos.

Los depósitos de glaciares rocosos están bien representados en el Pirineo Oriental. Magníficos ejemplos como los descritos por Serrat (1979), (Coma de Bailleta, Coma de Eugassers y Coma de Morrens), han servido de referencia para la identificación de los que se exponen en el presente trabajo.

DEPÓSITOS DE GLACIARES ROCOSOS EN SIERRA NEVADA

Estos depósitos aparecen frecuentemente representados en toda la zona de alta montaña de Sierra Nevada (fig. 1). Su morfología permite detectarlos claramente en fotogramas aéreos verticales, así como diferenciarlos de otros mecanismos de evolución de vertientes por movimiento en masa (fig. 2).

Distribución

En la tabla I se puede obtener una idea aproximada de la distribución areal y altitudinal de estos depósitos en el macizo de Sierra Nevada.

Uno de los aspectos fundamentales que al respecto hay que resaltar, es su estrecha relación con la presencia de escarpes erosivos glaciales; este es, en principio, el factor que ha controlado su distribución. La orientación de la ladera es otro factor que incide en el desarrollo de estos aparatos, si bien, este último se encuentra subordinado al anterior, dado que los rasgos glaciares guardan una estrecha relación con la orientación de las vertientes del macizo. No obstante, se observa un mayor desarro-

TABLA 1. - Distribución areal y altitudinal de los depósitos de glaciares rocosos en Sierra Nevada.

TABLE 1. — Areal distribution and altitude of rock glacier deposits.

| SECTOR | PARAJE | ALTITUD BASE | N | DESARROLLO | |
|----------|---------------|-----------------|--------|-------------|-------------|
| | | | | LONGITUD | ANCHURA |
| CABECERA | El Cascajar | 2650 m | N | 1000 m | 500 - 600 m |
| DEL | NW Cartujo | 2700 m | N | 400 | 500 m |
| RÍO | Borreguiles | 2800 m | N | 300 m | 150 m |
| DILAR | Lagunillos | 3000 m | N | 100 m | 150 m |
| CABECERA | Campanario | 3000 m | N | 100 m | 500 m |
| DEL | Valdeinfierno | 2800 m | N | 150 - 200 m | 1000 m |
| RÍO | Lag. Larga | 2800 m | N | 200 m | 300 m |
| GENIL | Lag. Mosca | 3000 m | N | 300 m | 500 m |
| CABECERA | P. Sabinal | 2650 m | NE | 50 m | 1100 m |
| DEL | P. Pulpito | 2600 m | E | 300 m | 250 m |
| RÍO | RASPONES | 2600 m | E - NE | 100 m | 1000 m |
| POQUEIRA | Loma Pelada | 2950 m | E - SE | 400 m | 300 m |
| CABECERA | Siete Lagunas | 2950 m | E - SE | 500 m | 400 m |
| DEL RÍO | Goterón | 2900 m | SE | 500 m | 250 - 300 m |
| TREVELEZ | Calderetas | 2850 m | E - NE | 150 m | 450 m |

llo de glaciares rocosos en aquellas áreas donde la erosión glacial a sido menos intensa o menos duradera.

El hecho de que algunos circos de orientación septentrional que conservan las mayores evidencias de actividad glacial (cabecera del río Genil), presenten menor desarrollo de glaciares rocosos, hace pensar que fueron las vertientes meridionales, que quedaron liberadas antes de los hielos (cabeceras de los ríos Trévez y Poqueira), las más propicias para la implantación de los glaciares rocosos. Es evidente pensar que hasta que no se liberase de hielo un valle o circo, no podría generarse en él un aparato de las características de los glaciares rocosos.

Características Sedimentológicas

Las condiciones de exposición en los afloramientos no permiten hacer observaciones sobre las características del material en corte vertical, por lo cual la observación queda reducida a la superficie de los depósitos.

Como aspecto general destaca la elevada heterometría, la desorganización y la gran talla de los fragmentos rocosos, que frecuentemente exceden de varios m³.

En relación con el contenido en matriz y la morfología, existen dos tendencias claras: de un lado están los depósitos con morfología acordonada y peculiar topografía en crestas y surcos, que generalmente no presentan matriz y donde el tamaño de los bloques alcanza los

valores máximos (ej. el Cascajar y el Goterón). De otro lado están los cuerpos con tendencia a morfologías lobuladas, que presentan mayor contenido en matriz, la cual frecuentemente envuelve a los fragmentos mayores (ej. Sabinal y Pulpito). Este último caso nos introduce en la problemática de la distinción entre algunos glaciares rocosos y los lóbulos de geliflución, ya que según nuestro criterio, en muchos ejemplos se trata de casos intermedios, por lo que es muy difícil en ocasiones establecer separaciones netas.

Otro punto de interés es la morfología de los fragmentos de roca. En el primer tipo de depósitos (acordonados y desprovistos de matriz), se puede constatar la existencia de cantos con aristas romas, es decir, que han sufrido desgaste en el transporte; por el contrario la gran mayoría de cantos de los depósitos lobulados con matriz, presentan sus aristas perfectamente angulosas.

Relación con las formas glaciales. Ensayo genético.

Como ya se planteó anteriormente, estos depósitos aparecen siempre ligados a los escarpes, producto de una intensa erosión glacial. Se sitúan al pie de las paredes de los circos y valles en «U» y evolucionan, en ocasiones, más de 1 km hacia el interior del circo o fondo del valle (fig. 2 y lám. I). Frecuentemente cubren tills de fondo de circos y superficies de abrasión glacial. Algunos ejemplos excepcionalmente conservados (El Goterón), mues-

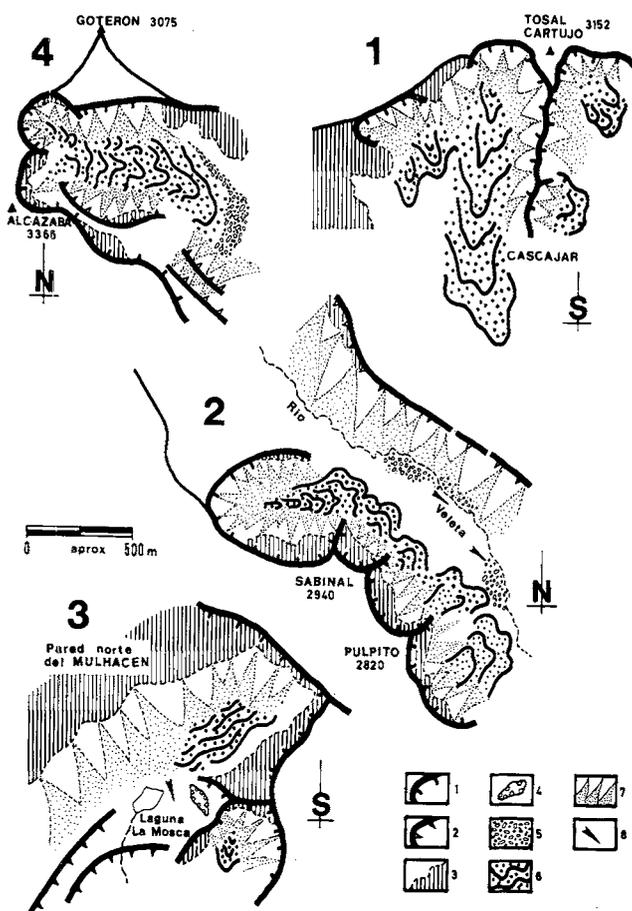


Figura 2. — Esquemas cartográficos detallados de los afloramientos señalados en la figura 1. Clave de símbolos: 1) circo glacial. 2) valle en forma de U. 3) afloramientos de sustrato. 4) sobreexcavación glacial. 5) till y morrena. 6) depósitos de glaciar rocoso. 7) conos de aerubios. 8) superficies de abrasación glacial.

Figure 2. — Detailed cartographic schemas of the outcrops marked in figure 1. Symbols key: 1) glacial cirque. 2) U shaped valley. 3) ledrock outcrops. 4) glacial excavation. 5) till and moraine. 6) rock glacier deposit. 7) avalanching fan. 8) surfaces with glacial erosion.

tran como estos depósitos fueron frenados por los arcos morrénicos más proximales (fig. 2.4).

En cuanto a la génesis de los glaciares rocosos, conviene resaltar dos hechos fundamentales:

1) Son el producto de una degradación termocrioclástica de los escarpes erosivos glaciales previos.

2) Han manifestado un comportamiento plástico en conjunto, que les ha permitido desplazarse gravitatoriamente.

Las condiciones mecánicas para que una masa mayoritariamente constituida por fragmentos de roca de gran tamaño, se mueva, han de estar controladas por la presencia de un material intersticial que dé plasticidad al conjunto. En condiciones de macrogelifracción, es poco probable la liberación de suficiente matriz fina como para dar plasticidad a la masa. Así pues, parece más lógico pensar que haya sido la acumulación nival y su posterior transformación en hielo, los responsables de la aparición de un *cemento* intersticial de carácter plástico.

De alguna forma, la acumulación crioclástica y nival debieron ser, si no cohetáneos, al menos equivalentes, para que existiera una distribución más o menos homogénea de hielo en toda la masa de derrubios. Las observaciones de Flint (1947) y Vilaplana y Serrat (1979), quienes manifiestan la existencia de hielo intersticial entre los fragmentos de roca, ayuda a corroborar la hipótesis que se propone.

Esta génesis previsible para el funcionamiento de los glaciares rocosos, hace pensar que nos encontramos frente a una dinámica tanto funcional como climática diferente a la estrictamente glacial, y que más bien se podría incluir en una transición entre esta y la periglacial. Así se plantea el problema de saber si en realidad estamos frente a glaciares s. st.; de ahí las reservas para poder denominar morrénicos a los depósitos originados por los glaciares rocosos.

Cronología

La actividad erosiva durante el Pleistoceno en Sierra Nevada (fig. 3), se puede sintetizar de la siguiente forma:

Un máximo glacial con la erosión más intensa y duradera del macizo. En esta fase los glaciares descendieron hasta cotas próximas a los 1.800 m dejando abundantes marcas de abrasión, hombreras y depósitos morrénicos laterales (cabecera del río Genil). Esta fase debió terminar a los 35.000 años B.P. aproximadamente (Soria et al. 1984).

Retroceso de los glaciares, con posibles estabilizaciones o avances que dejaron depósitos escalonados en los valles. En una última estabilización, estando los glaciares muy restringidos a zonas proximales, tiene lugar la formación de la morrena frontal del Goterón.

Etapa de los glaciares rocosos, comprendida entre 13.000 y 10.000 años B.P. Esta fase sucedió a una completa liberación de hielo en circos y valles, consecuencia de la culminación de la interfase anterior. Esta etapa es la más reciente manifestación de un clima frío en nuestras latitudes, también puesta de manifiesto en las de-

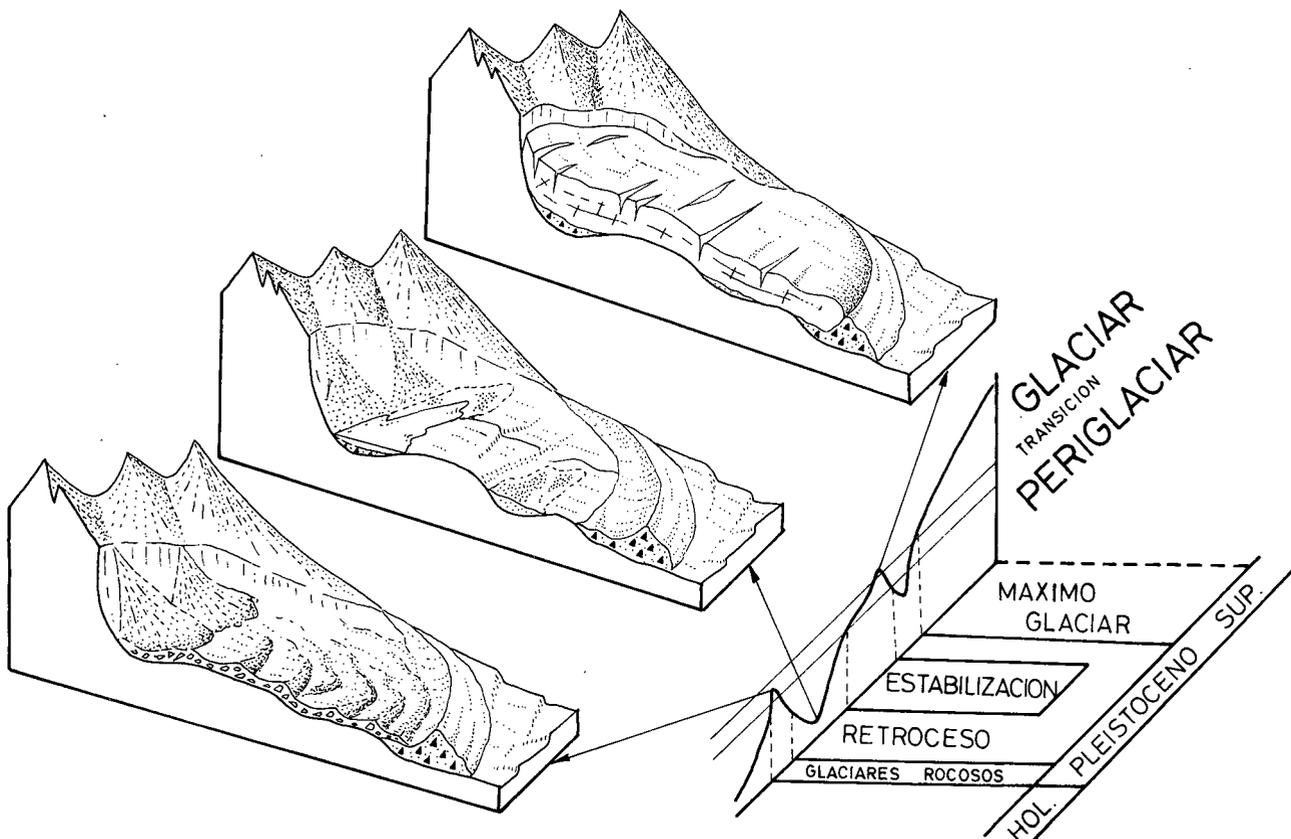


Figura 3. - Evolución morfoclimática en los últimos momentos de actividad glaciar en Sierra Nevada.

Figure 3. — Morphoclimatic evolution in the last moments of glacier activity in Sierra Nevada.

presiones periféricas de Sierra Nevada (Depresión de Granada, Sector de Padul), donde por la información suministrada por sondeos polínicos (Florschütz *et al.*, 1971), se conoce que durante este intervalo de tiempo (dataciones por C-14) hubo una importante crisis climática que provocó un significativo cambio, de una vegetación cálida previa, a otra típica de tundra, en el ámbito de la Depresión.

CONCLUSIONES

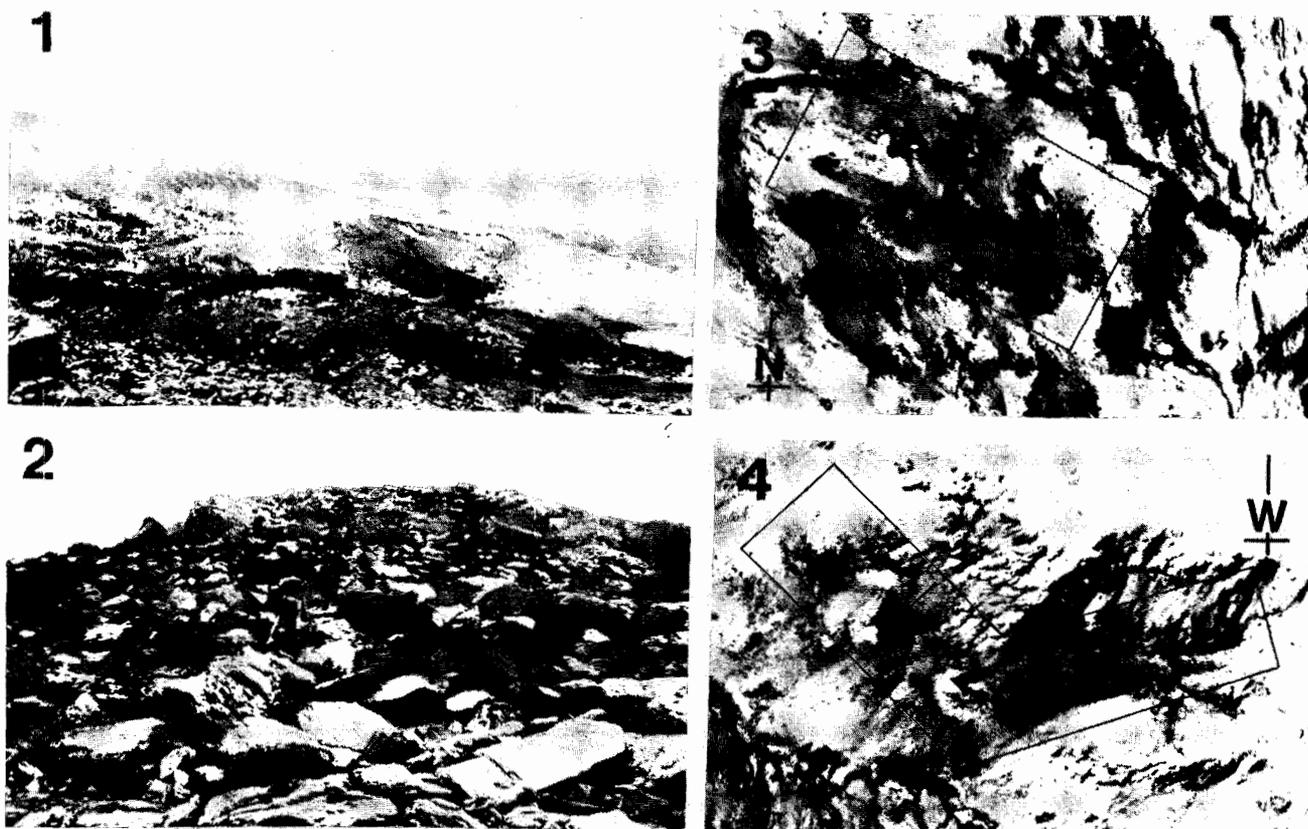
En el presente trabajo se efectúa una primera descripción y aproximación genética a un conjunto de de-

pósitos interpretados como el resultado de la acción de antiguos glaciares rocosos en Sierra Nevada.

Sus características litológicas y morfológicas coinciden con los ejemplos descritos por Serrat (1979) en el Pirineo Oriental.

Dado que el funcionamiento inferido para los glaciares rocosos no es el estrictamente glaciar, se plantea con ciertas reservas la aplicación del término morrena a los depósitos resultantes.

Estos depósitos de glaciares rocosos están ligados a la última fase de clima frío que afectó a la región. Son posteriores a la última etapa de morrenas ya que aquellas



LAMINA I.

Foto 1. Panorámica de los depósitos del Goterón.

Foto 2. Aspecto superficial de las acumulaciones.

Foto 3. Vista aérea de los depósitos de Loma Pelada.

Foto 4. Vista aérea de los depósitos del Sabinal. Las flechas marcan el sentido del movimiento del glaciar rocoso.

PLATE I.

Photo 1. Deposits of the Goterón panoramic.

Photo 2. Superficial aspect of the accumulations.

Photo 3. Aerial view of Loma Pelada deposits.

Photo 4. Aerial view of Sabinal deposits. The arrows sign the rock glacier movement sense.

sellan estas, y deben de coincidir con la crisis climática acontecida entre 13.000 y 10.000 años B.P., detectada por importantes cambios en la vegetación, registrados en las depresiones adyacentes a Sierra Nevada (Depresión de Granada, sector de Padul).

BIBLIOGRAFÍA

BRU, J., GÓMEZ, A., SERRAT, D., VENTURA, J. y VILAPLANA, J.M., 1985: Síntesis de la dinámica glacial cuaternaria en la vertiente meridional del Pirineo Catalán. *Actas de la I Reunión del cuaternario Ibérico. Lisboa*. T.I.: 165-183.

BRU, J., SERRAT, D. y VILAPLANA, J.M., 1983: Excursión al Pirineo Occidental Catalán. Aspectos físicos. *VIII Coloquio de geógrafos españoles*. Barcelona 24 pág.

FLINT, R.F., 1947: *Glacial Geology and the Pleistocene epoch*. John Wiley & Sons. New York.

FLORSCHUTZ, F. et al., 1971: Palynology of a thick quaternary succession in Southern Spain. *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.* 10: 233-264.

MARTÍ BONO, C.E., SERRAT, D. y GONZÁLEZA, M.C., 1977: Los fenómenos glaciares en la vertiente meridional de los Pirineos. *V Coloquio de Geografía. Granada*. 68-73.

- SERRAT, D., 1979: Rock glacier morainic deposits in the Eastern Pyrenees. In: SCHLÜCHTER, C.H. ed.: *Moraines and varves. Origin, genesis, classification*. A.A. Balkema. Rotterdam. 93-100.
- SERRAT, D., 1980: Estudio geomorfológico del Pirineo Oriental (Puigmal, Costabona). *Notes de Geografia Física*; 2: 39-55.
- SORIA, J.M., 1984: Evidencias de acción glaciaria en la parte alta de la Cuenca del Río Poqueira (Sierra Nevada). *Actas del I Congreso Español de Geología*. Segovia. I: 561-571.
- SORIA, F.J., SORIA, J.M. y RUIZ, J.L., 1985: El modelado glacial de las vertientes meridionales de Sierra Nevada (Granada). *Actas de la I Reunión del Cuaternario Ibérico*. Lisboa. I: 153-154.
- VILAPLANA, J.M., 1983: Quaternary Glacial Geology of Alta Ribagorça Basin (Central Southern Pyrenees). *Acta Geol. Hispánica*, 18: 217-233.
- VILAPLANA, J.M. y SERRAT, D., 1979: Els dipòsits d'origen glacial de la cubeta de la Massana-Ordino (Andorra): llur significació paleogeogràfica. *Acta Geològica Hispànica. Homenatge a Lluís Solé Sabarís*, 14: 433-440.