

Esbós d'alguns fenòmens periglacials a Andorra

per **SALVADOR LLOBET** *

En una vall pirinenca on es tenen temperatures molt baixes encara en l'actualitat, cal sobreentendre que durant els temps pleistocens, dintre el Quaternari, quan els glaços regnaven en la part alta i davallaven per les valls fins al límit ja estudiat en altres ocasions, és evident que per dessota les neus o glaços perennes el fred havia d'ésser adequat a les formacions periglacials. Car, no solament el fred havia d'ésser important sinó també les precipitacions, com ho demostra el fenomen del glaciariisme en les valls i el seu límit inferior. La vall més significativa és la de Soldeu, en el Valira, en la qual arribaven els glaços, després d'ajuntar-se amb el Valira d'Ordino, als voltants del Pont de la Margineda, als 900 m d'alçada aproximadament, en una llengua, cada vegada de menys gruix, cap al final.

Les temperatures

Disposem en l'actualitat, del registre de temperatures diàries i extremes de 30 anys consecutius (1944-1973) de tres estacions (Ransol a 1.700 m; Engolasters a 1.600 m; Escaldes —central elèctrica— a 1.120 m). Si calculem la mitjana de les 30 temperatures més baixes obtingudes (una cada any) en les tres estacions, segons l'arxiu de Forces Hidroelèctriques d'Andorra, S. A. (FHASA), de la qual societat hem trobat, ara i adés, totes les facilitats, trobarem 15'9" sota zero a Ransol, amb una baixa extrema de —23° l'any 1956, altra molt baixa a 21° sota zero l'any 1954 i altra de 19° sota zero, l'any 1946.

Si actualment comptem amb aquestes temperatures, entre les quals cal destacar les de Ransol, a un miler de metres més enlaire, en els cimals, es pot suposar que poden arribar en l'actualitat, en nits molt fredes potser esporàdiques, als 25 i 30° sota zero.

Aquests extrems no són tan importants pel fenomen periglacial, com ho representa pel glaciariisme, car en les grans fredorades hivernals amb el terreny ple de neu a les parts altes, el mateix mantell protegeix la terra de les grans glaçades i no es pot donar el fenomen de glaçar i desglaçar, característic del periglaciariisme. Però al desaparèixer la neu sí que les propietats necessàries de desglaç diürn poden produir-se.

Per altra banda més que en les possibilitats actuals, cal adonar-nos que els

* Comunicació presentada al VII Congrés d'Estudis Pirinencs de la Seu d'Urgell, 1974.

fenòmens principals es produïren en altres temps més freds i en moments en què la vegetació, a causa sobretot del fred existent, no era tan estesa.

Recordem que la temperatura òptima per a la gelifracció sembla ésser la de 5° sota zero a l'interior d'un petit bloc de pedra, obtingut en refredament lent (Lautridou) suposada una porositat normal.

Per l'estudi de les condicions periglacial, podem parlar de tres períodes en el transcurs del temps:

a) un període de clima que direm glaciari, sense fosa de neus en l'altura, amb acumulació de glaç en les valls i llengua glaciari seguint el pendent. En aquest clima, en les zones perifèriques i més baixes de l'englaçament permanent, és lògic suposar que hi actuava l'acció periglaciari, amb les conseqüències generals ja conegudes.

b) un segon període en el que desapareguda la glaciació constant d'aqueixes muntanyes, però encara en clima molt fred, l'acció periglaciari actua en els llocs en els quals abans el sòl estava glaçat contínuament. El fenomen de l'englaçament i desglaçament del sòl en terrenys més baixos, en els quals el fenomen era important durant el gran englaçament, disminuï com és natural i quasi bé hagué de desaparèixer.

c) en el període actual, recobert el territori de vegetació, molts dels moviments periglacial no són possibles o almenys molt dificultosos. En queden alguns a les altures, entre les pedres, on la vegetació no forma mantell continu o petits moviments en algunes bandes entre la gespa, però sempre són de poca entitat.

Els fenòmens principals

En general els principals fenòmens ocorreguts durant el període de clima periglaciari, en les distintes èpoques, han estat la gelifracció i la gelifluxió a través dels vessants del llarg de la muntanya. Com és sabut i és general, la importància d'aquests fenòmens depenen aiximateix del tipus de materials geològics existents, amb les condicions físiques que els determinen. Per tant seran més abundants en els dominis del paleozoic esquistós i no manquen a la zona granítica i en els cims neísics de l'extrem nord, a la ratlla fronterera francesa. On el fenomen no ha estat tan desenvolupat, cosa també sabuda, és en les calcàries devòniques, que van transversalment de Canillo al Casamanya, Arinsal i Pal.

Durant el període fred, fora dels llocs precisos en què les masses de glaç dominaven, la gelifluxió, en forma d'arrossegalls o terragalls, ajudats o assistits, segons la terminologia de Tricart (*grèzes litées*, segons altres autors), era important. Crida l'atenció de moment, el gran nombre d'incisions d'arrencament de materials, que en forma distinta dels nínxols de nivació es troben escampats principalment en els terrenys del Silurià. S'observa que es veuen al nivell mitjà del vessant en un punt donat, orientats sobretot a la part obaga moltes vegades; però no es tracta d'una orientació constant i els més importants són en la zona per dessota dels antics glaciars. Magnífics exemples es troben al Bosc de la Peguera i altres sobre Llumeneres i sobre Aixirivall, tots dintre el Comú de Sant Julià de Lldria.

La distinta situació i orientació, talment com s'escau en els circs glacials, no fan suposar que la causa principal sigui deguda a l'acció del vent amb acumulació de neu a les congestes, car no solament les orientacions són distintes, sinó que cal precisar la complexitat dels materials de la muntanya. No estan mai als cims

com es pot trobar a les muntanyes temperades, més baixes, car a les parts altes s'hi establiren els circs glacials que s'avençaren a l'erosió periglacial posterior.

L. E. Hamelin anomena «Niche nivale», «hemicycle de nivation» o «niche-coulée» a aquestes incisions d'arrencament, que poden tenir unes parets d'uns 100 o 200 m i que van seguides d'uns mantells de gelifluxió que s'escampen pel vessant. Aquests tindran gruixos més o menys grans, generalment d'uns quants metres, però que poden arribar a tenir en certs llocs, només alguns decímetres. En general els gruixos depenen de les formes del vessant preglacial i omplen les petites concavitats del vessant regulant-la o adreçant-la; formant replans; accentuant els replans dels vells nivells d'erosió a vegades i en tot cas reblint de materials amb els palets tots ben orientats, segons el pendent del terreny, quasi sempre amb matriu abundant.

Els materials de la gelifluxió seran més o menys granats o grossos segons l'alçada de l'origen i, com és lògic, la naturalesa de la roca-mare. Dintre del paleozoic, els esquists molt fullosos i porosos de l'Ordovícic, als volts de Juerri, Auvinyà i Bosc de la Rabassa o bé a Fontaneda i Canòlic a la dreta del Valira en el terme de Sant Julià, les corrents de gelifluxió són importants i els materials esmicolats en petits fulls i pocs centímetres de longitud, que en algunes comarques (Montseny) anomenen «llosella». Enmig hi ha una matriu terrosa en un 25 % del volum i el gruix del conjunt del material pot assolir 8 o 10 metres en els llocs més favorables. Enmig d'aquests materials de calibre variat segons els llocs, però uniforme en cada cas, s'hi troben alguns trossos de llosa, de 50 a 70 centímetres, seguint sempre la mateixa inclinació que la llosella, d'acord sempre amb la del vessant. Per altra banda el gruix del material és més gran, si el pendent és més suau.

En les parts baixes dels vessants no esquistosos, del calcari del Devònic sobretot, al peu del Casamanya, La Cortinada, Arinsal i Pal com hem dit abans, el materials de gelifluxió són escassos en quantitat i poc freqüents; en tot cas no tenen sempre la disposició uniforme dels materials citats abans, ni la matriu és tan abundant generalment.

El periglacialisme postglacial

Materials diferents es troben en les parts altes on els fenòmens periglacials han començat més tard, justament quan el glacialisme pròpiament dit anava desapareixent. En aquest sector existeixen així mateix colluvions periglacials, en forma de mantells de gelifluxió que ocupen bona part de molts vessants, en els llocs en què el pendent no és massa abrupte, però és un relleu regit per les formes glacials preestablertes. A vegades, la matriu hi és en molta proporció, amb un sòl humit de tipus àcid (mor) i sobre esquists amb lloses de dimensions mitjanes de 15 a 30 cms en l'eix longitudinal. Aquest model és molt visible a la trinxera de la carretera del Port d'Envalira, aigües amunt de Soldeu, a la riba dreta del riu i on no s'han conservat ben aparents, segurament per recobriment de les restes morrèniques que, a ben segur, existien aplacades al flanc de la vall, de la mateixa manera que encara es conserven i són ben visibles a la riba esquerra. En aquest indret, a la riba dreta, encara es veuen senyals de moviments recents de petits corrents de pedres i els vessants són molt adreçats amb forta acumulació de gelifluxió. També ací, en la part alta, hi han incisions d'arrencament (nínxols nivals, hemicles de nivació, o *niches coulées* d'Hamelin) com en el Clot de la Mosquetosa a

l'oest del Pic de Maià, en la rodalia del Port d'Envalira, sota el Serrat de Solanelles, al Sur i a Espiolets enfront de la Vall d'Incles, en el vessant del Tossal de la Llosada. N'hem observat també dessota L'Estanyó, sobre el Serrat i sobre Ansa-longa en els vessants del Casamanya.

Aquests fenòmens de gelifluxió postglacial, més tardans, es noten pertot arreu en les parts alteroses, però no tan desenvolupats fora dels terrenys esquistosos i poc conservats en les parts més altes, si el pendent del terreny no ho afavoreix. En les valls que anomenem en U, els flancs estan més o menys recoberts de colluvions, posteriors a la glaciació pròpiament dita i les formes d'U de la vall transversal queden accentuades. El fenomen degué tenir importància en el període finiglacial, quan el clima encara no devia ésser massa humit.

Hipotèticament cal pensar que el colluvionament degué desenvolupar-se mentre encara estava en règim de rexistàsia, és a dir mentre la vegetació en aqueixos llocs deuria tenir poc o nul valor i la solifluxió era relativament fàcil. A la Vall d'Encamp, en el vessant orientat al SE, en el qual els raigs solars hi incideixen molt bé, els colluvions de gelifluxió hi tenen bona extensió i la forma en U hi queda destacada. Els exemples poden multiplicar-se, com a la Vall d'Incles, a la de la Riera de Tristaina i de Corteny, etc., on el material no és calcari.

Els vessants recoberts de materials de gelifluxió també ací són força regu-lats, però en general no adreçats totalment. Replenen sobretot les petites concavitats dels flancs i en tot cas tenen un gruix diferent segons els indrets. Cal tenir en compte que en aquestes parts altes tingueren i tenen la protecció de la neu, durant un llarg període anual. Per tant l'estació sotmesa a l'acció de glaç i desglaç és força curta.

Es troben poques garlandes, cordons o collarets (*bourrelets*) de final del mantell de solifluxió; només n'hem observat al fons de la vall de la Valira, en el flanc esquerra, sota el Cubil Petit, al peu del Llindar dels Pessons, procedent d'un corrent lateral, i en altres llocs alterosos.

Els fenòmens actuals

Són pocs els que poden observar-se actius en l'actualitat: corrents de pedres (*coulées de pierres*) en alguns vessants prou drets en els quals l'acció nival hi ajuda persistentment; fenòmens de gelifracció actual, cosa corrent donada les baixes temperatures existents i el contrast entre el dia i la nit a la primavera i a la tardor. Abundants tarteres o enderroc de gravetat per tots els llocs abruptes, fonamentalment en les rimaies dels circs glacials. A la Serra d'Enclar en els granits damunt Andorra la Vella, són encara actuals i espectaculars.

També, com ja s'ha repetit i recordem novament, segons el material litològic seran més o menys accentuats aquests mateixos fenòmens ací considerats. Com sempre les calcàries dures, poc gelius, tindran menys blocs escampats d'acord amb la menor gelifluxió.

En els vessants suaus, on hi ha copioses restes de gelifluxió i on el mantell de vegetació gespitosa és extens, es troben nombroses *terrassetes* i *Camins de vaca* vers els 2000 m d'alçada, sempre ben orientats al sol. No hem observat, en aquest examen no exhaustiu (sense recórrer els més alts cims), ni involucions, torbacions, sòls estriats, sòls poligonals, etc. Però ja fa temps B. Messerli assenyalava *terrassetes* i garlandes a Andorra per damunt dels 2.400-2.500 m (*Die Östlicher Pyrenäen*, p. 62), i en el Pic Maià, petits cercles de pedres amb diàmetres de 25-30 cm

(p. 63). Comunicacions verbals d'Antoni Gómez Ortiz assenyalen sòls poligonals a Calm Ramonet i Calm Claror i L. Hamelin indica l'existència de criotorbació a Andorra (1958).

Una petita incisió actual o cicatriu oberta amb una separació d'uns 30 cm i una longitud d'uns 10 m ha estat observada prop del Port d'Envalira, en el vessant del Pic de Maià i no gaire lluny de la carretera del Port. Pot haver-hi influït tal vegada, el tall de la carretera a alguna desena de metres de distància.

Remarquem que restes de morrenes de fons finals, epiglacials, dels darrers estadis, no han estat recobertes per la gelifluxió. Tal succeeix a les que es troben sota la carretera del Port, prop del Refugi d'Envalira i a les de les successives onades morrèniques que es troben en els Cortals d'Encamp totes les quals no han estat atacades i es conserven bellament. Però aquestes darreres en la riba dreta, orientada al migdia, enllacen amb la gelifluxió.

Altres aspectes

L'asimetria que alguns autors indiquen per les valls retallades pels fenòmens periglacials, ací és poc clarament manifesta. Segurament que la més ostensible és la d'Arcavell, en la línia fronterera meridional, sobre el riu Runer, així mateix en els terrenys silurians. A les zones altes, en les valls que estigueren primerament cobertes de glaceres, també s'observa a voltes una petita asimetria, probablement ajudada per l'acció periglaciària posterior. Així la vall del Valira, aigües amunt de Soldeu; la vall de Ransol; la capçalera de la vall del Tristaina; la vall d'Ertés; la vall de Prat Primer; la Valira en el Congost del Forn, aigües avall de Sant Julià, etcètera.

En quant al flanc més suau, no sempre coincideix en què sigui el que rep major escalfor solar; molt sovint és el flanc que rep els raigs solars de la tarda, quan la vall s'estén més o menys de nord a sud i el que rep els del migdia, si la vall té un costat obac. Però un examen meticolós exigiria comparar bé els materials de les valls o els vessants distints. Per altra banda en les capçaleres dels rius, cal tenir en compte l'acció glaciària anterior que fazonà pràcticament la forma de la vall.

El problema del color dels colluvions, queda per resoldre. S'observa un color rogenc en algunes bandes, generalment a les parts baixes de les valls, però no sempre a la mateixa alçada absoluta. Se'n troba en un dels flancs del Serrat, entre les Salines i La Farga, però amb un sobtat canvi lateral de color, damunt de material paleozoic, a una alçada absoluta d'uns 2.500 metres. Igualment a la part baixa d'alguns mantells de gelifluxió dels voltants de Sant Julià, pel camí del Bosc de la Rabassa, es troben materials de solifluxió més rogencs. Hubschman, professor de la Universitat de Tolosa de Llenguadoc, en altre indret muntanyós i davant el mateix problema, manifestava verbalment, que aquesta coloració es deu a una gènesi edàfica diferent, per causes principalment petrogràfiques. La hipòtesi sembla plausible però escapa a les intencions d'aquesta nota geogràfica.

Bibliografía

- HAMELIN, L. E., y COOK, F. A.: *Le périglaciare par l'image*. Quebec, 1967. 237 pp., 74-75 i 178.
- HAMELIN, L. E.: *Matériaux de géomorphologie periglaciaire dans l'Espagne du Nord*. «Rev. Géogr. de Pyr. et du SO.», pp. 241-256. Toulouse, 1958.
- LAUTRIDOU, J. P.: *Conclusions générales des recherches de gélifraction expérimentale*. «Bulletin» Centre de Géomorphologie. C.N.R.S. n.º 10, pp. 63-84. Caen, 1971.
- LLOBET, Salvador: *El Medio y la Vida en Andorra*. Barcelona. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1974, 347 pp.
- LLOPIS LLADÓ, Noel: *Andorra i sectors meridionals fronterers. Mapa topogràfic-excursionista*. Editorial Alpina. Granollers, 1973.
- LLOPIS LLADÓ, Noel: Vid. SOLÉ SABARÍS.
- LLOPIS LLADÓ, Noel: *Mapa geològic de Andorra*. Escala 1:25000. I: *Tristaina-Llors*. II: *Rialp-Estanyó*. IV: *Valls d'Ordino i Arinsal*. V: *Encamp i Canillo*. VI: *Baix Valira*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Consejo Superior de Geología Económica. 1966-1967. (Las dos últimas hojas publicadas por la R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona.)
- SOLÉ SABARÍS, L., y LLOPIS LLADÓ, N.: *Mapa geològic de Andorra*. Escala 1:50000. Instituto de Estudios Ilerdenses, 1947.

Resumen

Las montañas y los valles de Andorra muestran muy claramente, en función de su altitud, fenómenos de glaciario y de periglaciario. Los datos térmicos, recogidos desde hace 30 años, nos dan una media de temperaturas mínimas absolutas de $-15,9^{\circ}\text{C}$ en Ransol (1.700 m) y una mínima absoluta de -23°C , en 1956, lo que nos permite evocar los fríos de las épocas glaciales.

En cuanto a los caracteres geomorfológicos, conviene señalar la existencia de tres periodos a lo largo del Cuaternario: el primero, de clima glacial, con movimientos de masas de hielo hacia los valles; el segundo, con una importante acción de hielo-deshielo como hecho fundamental; por fin, el período actual, con un dinamismo de materiales mucho menor. Sobre el Paleozoico se observa numerosas incisiones y nichos debidos a la acción nival y glacial, lo que provocó coladas de geliflucción, más o menos numerosas e importantes según la rocamadre y la altitud de la vertiente. En los valles antaño glaciáricos es preciso tener en cuenta la acción posterior periglacial en los flancos, muy acentuada en los esquistas y que, en conjunto, fue importante en los periodos de rexistasia, dando como resultado una regularización del relieve.

En las vertientes más suaves aparecen abundantes materiales de geliflucción recubiertos de hierba, con terracitas y caminos de vaca, de origen periglacial. De acuerdo con una comunicación oral de A. Gómez, pueden encontrarse algunas veces, en los sectores más elevados, suelos poligonales.

Résumé

Par leur hauteur, les montagnes et vallées d'Andorre démontrent de la façon la plus claire les phénomènes glaciaires et périglaciaires.

Les données thermométriques relevées depuis 30 ans, nous donnent une moyenne des températures extrêmes absolues minimales de $15,9^{\circ}\text{C}$ au-dessous de zéro à Ransol (1.700 m), et une minima absolue de -23°C , pendant l'année 1956, ce qui nous permet donc de supposer les froids des époques glaciales.

Aux fins morphologiques, nous devons signaler trois périodes pendant l'ère quaternaire:

une, de climat glacial, avec transport de masses de glace vers les vallées; une période subséquente, pendant laquelle l'action du gel et du dégel fût fondamentale; et la période actuelle avec un mouvement de matériels de très faible importance.

On observe sur les matériels paléozoïques de nombreuses incisions d'arrachement et creux de neige, lesquels ont provoqué des coulées de matériels de gélifluxion, qui seront différentes et plus ou moins nombreuses selon la roche-mère et la hauteur du versant.

Pour les vallées autrefois glaciaires, il nous faut également tenir compte de l'action périglaciaire postérieure sur les flancs, très accentuée sur les terrains schisteux, qui fût certainement très importante pendant l'époque de rhéxistase, et qui régularisa le relief.

Sur les versants aux pentes douces, où l'on trouve de façon abondante des matériels de gélifluxion recouverts d'herbe, nous découvrons des terrassettes et chemins de vache.

D'après Antonio Gómez, il est même possible de trouver quelquefois sur les plus hautes cimes des sols polygonaux.

Abstract

The mountains and valleys of Andorra due to their height are an adequate place for the presence of glacial and periglacial phenomena. Thermometrical data from 30 years indicate an average of the absolute minimum extreme temperatures of 15.9 degrees C below zero in Ransol (1.700 m) in 1956 with a absolute minimum of -23°C which permits a deduction of the cold of the glacial times. For morphological purposes we shall point out three periods of the Quaternary Era: one of a glacial climate with the transport of ice masses in the valleys; a following period in which the action of freezing and thawing was fundamental; the current period whose movement of materials is of very little importance.

In the palaeozoic materials one can observe numerous incisions of uprooting and nivation hollows which have originated lobes of gelifluxion materials which will be different and more or less numerous according to the bed-rock and the height of the slope. But also to be considered is the fact that in the valleys which were formerly glacial, the posterior periglacial action on the sides, very accentuated in slaty grounds must have been very important in the epoch of *rhéxistase* and which have made the relief regular.

On the slopes of a gentle gradient, where there are abundant gelifluxion materials covered with turf, the *terrassettes* and *chemins de vache* appear. On the highest peaks polygonal grounds are to be found in some cases, according to a verbal communication of Antonio Gómez.