

Foto 1: Unitats glacial del Veleta, Río Seco i Mulhacén al vessant meridional de Sierra Nevada. La instal·lació del glacialisme a les muntanyes mediterrànies no aconseguí de trencar les línies mestres del relleu preexistent; com a molt, retocà les formes heretades

(Foto: Instituto Geográfico Nacional)

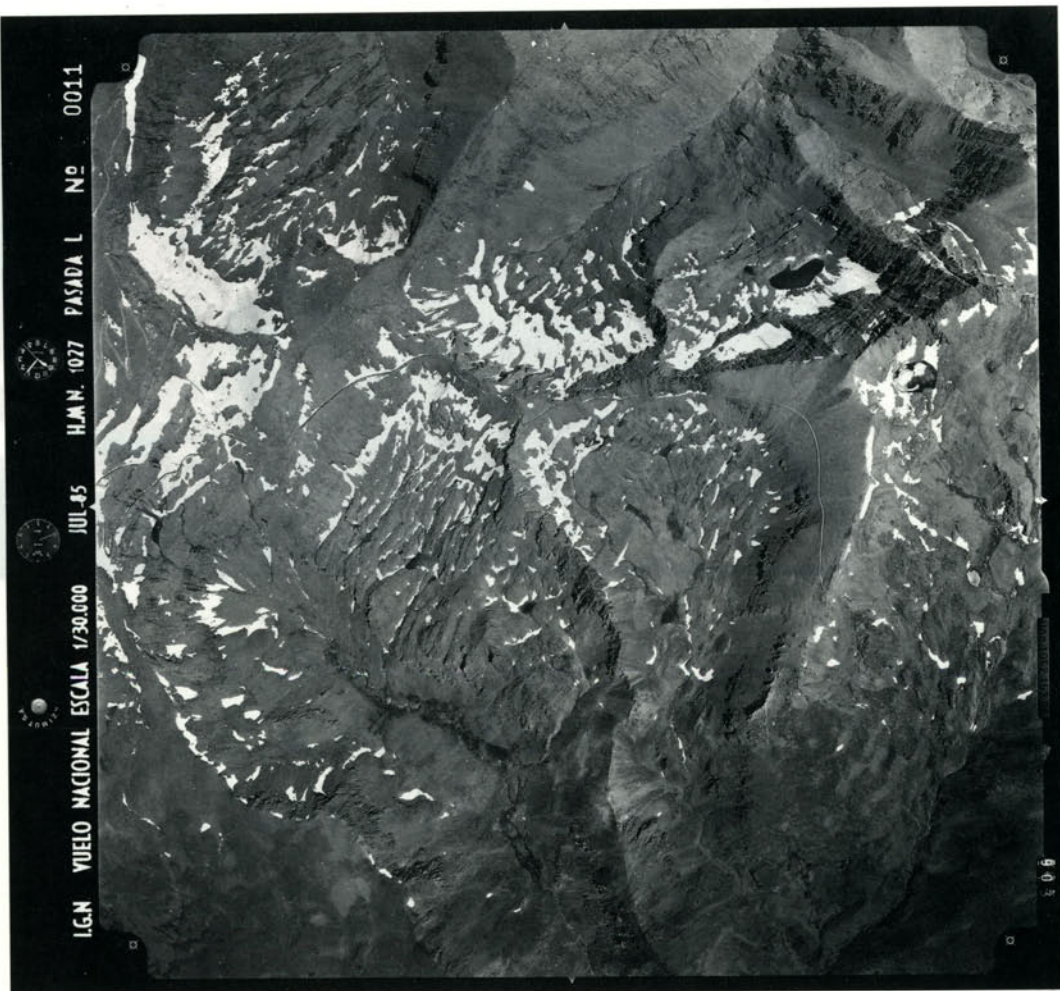


Foto 2: Els Raspones de Río Seco dibuixen una afilada cresta divisòria entre la conca glacial d'Agua Verdes i la de Río Seco. Per la naturalesa litoestructural de la paret rocosa, la gelifracció hi actua amb intensitat aprofitant les fractures i les falles que la seccionen

(Foto: autor)



PROCESSOS I FORMES PERIGLACIALS A LA MUNTANYA MEDITERRÀNIA Del Pirineu a Sierra Nevada¹

Antonio Gómez Ortiz
Catedràtic de Geografia Física
Universitat de Barcelona

*A Salvador Llobet, que me ensenó a leer
los paisajes de nuestras montañas*

Introducció

L'actual dinàmica periglacial i nival a la muntanya mediterrània resta circumscrita, en el millor dels casos, als seus nivells culminants. No totes les muntanyes del marge mediterrani hispànic, però, coneixen aquest tipus de geomorfogènesi. On els processos periglacials adquireixen una repercussió morfològica més destacada és a les muntanyes pirinenques i nevadenques. El considerable volum orogràfic i les especials condicions ecològiques d'ambdues ho imposen, fins al punt que l'evolució de molts modelats dels seus paisatges supraforestals només es pot explicar si hom té en consideració l'acció morfogènica del glaç i la neu en el sòl.

L'espai supraforestal mediterrani

La magnitud de la franja altitudinal de muntanya mediterrània que se situa per damunt del bosc és molt variable. La causa principal rau en les condicions climàtiques imperants, determinades en gran mesura per l'altitud i el volum mitjans de la cadena de muntanyes. Com que el límit superior de l'estrat arborei es troba entre 2 300-2 400 m al Pirineu Oriental (latitud 42 graus nord) i entre 2 500-2 600 m a Sierra Nevada (latitud 37 graus nord), i la resta de les muntanyes del marge mediterrani ibèric tenen cotes inferiors, els espais supraforestals són pràcticament inexistent o, en el millor dels casos, testimonials i d'origen antròpic o local. De fet, aquests espais es troben a petits enclavaments de la Serralada Litoral Catalana i de la branca meridional del Sistema Ibèric, on són efectius els processos del glaç en el sòl, encara que restringits, de tal manera que els seus resultats morfogènics

s'han d'entendre com a anecdòtics en l'evolució de les formes d'aquestes muntanyes. Des d'aquesta òptica, la morfogènesi periglacial, en tant que responsable directa de l'organització dels modelats supraforestals, només té caràcter preponderant al Pirineu i a Sierra Nevada, encara que amb característiques diferenciades a totes dues unitats orogràfiques circummediterrànies (figura 1).

L'herència morfològica quaternària

L'organització espacial de les formes del relleu als nivells culminants de la muntanya pirinenca, a la seva vora mediterrània, i nevadenca deu la configuració actual a l'herència quaternària, derivada de l'acció glacial. Es tracta, en general, de relleus evolucionats i de formes pesants. L'energia que poden oferir és reduïda i es limita a les conques torrencials o barrancs, antics cóms glacials, on les parets rostes i les agudes crestes recorden l'acció mecànica del glaç. Els diferents aparells glacials que ocupaven les cotes més elevades van emetre curtes llengües

Figura 1: Localització regional del Pirineu Oriental i de Sierra Nevada



Nota

1. Aquest article forma part del projecte d'investigació de la Direcció General de Investigació Científica y Técnica (PS 88-0022), del Ministerio de Educación y Ciencia, que amb el títol: *Evolución del paisaje altimontano de Sierra Nevada (Área Veleta-Mulhacén. Vertiente meridional). Estudio Geográfico*, es porta a terme en el Servei del Paisatge de la Divisió I de la Universitat de Barcelona.

que mai no aconseguiren d'ultrapassar el domini montà. En general, el tipus de glacialisme sempre va mantenir les característiques de les muntanyes seques (DRESCH, 1937; TAILLEFER, 1969), més properes a les que imperaven probablement a latituds tropicals que no a altres de més temperades. La proximitat a la Mediterrània, la clara predominança meridional dels vessants i la llunyana influència dels fluxos humits atlàntics en serien factors determinants. Es tracta, per tant, d'un glacialisme que no aconseguí de trencar les línies mestres del relleu heretat; com a molt, va modelar determinades regions, on afavorí certa aspror del paisatge.

Els actuals processos periglacials, a totes dues muntanyes, es fixen, de manera generalitzada, en els àmbits que foren modelats pel glacialisme quaternari. En conseqüència, els retocs que la morfogènesi del glaç i de la neu provoca sobre les formes del relleu resten circumscrits a les capçaleres de les valls, als trams més elevats dels vessants i als nivells culminants dels cims de les muntanyes.

La línia de cims es defineix per restes de superfícies d'aplatament, antics nivells d'erosió postmiocènics lleument retocats pel glacialisme (Allanada del Mulhacén, Alto del Chorrillo, etc., a Sierra Nevada; Calmquerdós, Calm Ramonet, Calm Colomer, etc., al Pirineu Oriental). Sempre es presenten retallats per incisions torrencials, de vegades seguint línies de fractura o contactes litològics. Només a la regió d'Andorra, pel que fa a la serralada pirinenca, i al tram Veleta-Mulhacén, pel que fa a Sierra Nevada, els nivells d'aplatament summital es presenten desmantellats per l'atac de l'erosió mecànica del glaç. El resultat ha estat la formació d'una afilada cresteria divisòria de circs (Pessons-Gargantillar al Pirineu andorrà, Raspones de Río Seco i Tajos de la Virgen a Sierra Nevada) (foto 2).

Adossats a aquests altiplans culminants es troben els socosters, que formen els trams més elevats dels vessants. En el cas de Sierra Nevada, sobretot al marge meridional, presenten pendents moderats i perfils convexos, fet que afavoreix que els cims orogràfics siguin dilatats, com s'esdevé en les denominades "lomas" (loma del Tanto, loma de San Juan, loma de las Albardas). En alguns casos, sempre a les capçaleres de torrents, aquestes porcions de vall conserven l'empremta d'una morfologia en forma d'U, que palesa una herència glacial quaternària.

El tercer tipus de relleu dominant en aquesta alta muntanya mediterrània correspon a les conques torrencials. Algunes han evolucionat, perquè durant el glacialisme actuaren com a circs. En altres ocasions la seva evolució ha estat mediocre, perquè en el millor dels casos van actuar com a nínxols de nivació o geleres a causa de la seva situació al llindar de les neus permanents. Actualment, les unes i les altres conformen les conques de recepció de barrancs i torrents que baixen cap a la plana. La diferència morfològica més palesa entre les

pirinenques i les nevadenques rau en la dimensió i la forma dels seus reductes. La compartimentació i l'encaix de cadascun d'aquests alvèols glacials o nivals és la característica més destacada a Sierra Nevada (Hoya del Mulhacén, Corral del Veleta, la Caldera), que contrasta amb la més gran coalescència i superior base de la caixa dels circs pirinencs (l'Illa-Setut-Montmalús, Engorgs) (foto 3).

D'aquests contrastos provenen altres fets morfològics diferenciadors: el poliment i la rasclada del substrat, i l'associació llindar-cóm de sobreexcavació, molt escassos a la muntanya andalusa (laguna de las Yeguas, Siete Lagunas) i més freqüents a l'extrem oriental del Pirineu (Pessons, Tristaina, Forcat, Blau, la Pera, Malniu, etc.) (foto 4).

El paisatge actual: característiques geomorfobioclimàtiques

En el context del clima regional mediterrani, el Pirineu Oriental es comporta com a muntanya humida, mentre que Sierra Nevada ho fa com a muntanya seca a causa de la llarga aridesa estival que l'envaeix. Malgrat això, tant l'una com l'altra presenten hiverns llargs i freds. Les pastures que predominen en els nivells culminants d'ambdues en són una mostra, de manera precisa pel que fa a l'exigència d'aigua edàfica. En l'àmbit pirinenc predominen *Festuca supina* i *Festuca eskia*, gramínies mesohigròfiles, mentre que en el nucli nevadenc ho fan *Festuca indigesta* i *Festuca clementei*, de caràcter xeròfit. El grau de colonització que mostren els dos grups d'espècies és molt irregular, sobretot a Sierra Nevada, on presenten un agrupament molt espars que deixa amples clapes de sòl nu.

Des del punt de vista morfogènètic, determinats processos adquireixen un valor singular, com veurem més endavant. Ara només avançarem que en el sòl l'agent més destacat pel que fa a la mobilització de les partícules minerals és el glaç i les aigües de fusió, perquè les plantes no poden contrarestar la seva acció mecànica. El resultat és clarament favorable a la morfogènesi, ja que l'edafogènesi, en el millor dels casos, es refugia a llocs molt concrets de la muntanya, allà on els sòls mantenen un ritme de desenvolupament suficient. En aquestes circumstàncies geocoològiques, i d'una manera generalitzada, l'evolució d'aquests espais altimontans del marge mediterrani hispànic es caracteritza per un determinat grau de rextàsia, variable segons les condicions locals de la muntanya i, alhora, diferent segons es tracti de la serralada pirinenca, humida, o de la nevadenc, seca. Sens dubte, el volum d'aigua edàfica disponible durant els mesos centrals de l'any és un dels factors que més influeixen en aquesta dinàmica.

Els àmbits espacials més significatius, en els quals la vegetació ofereix un clar predomini en relació amb els



Foto 3: Regió de Gargantillar (alta vall del Madriu, Andorra). Cal notar la dimensió considerable del circ, així com el poliment i la rasclada del substrat

(Foto: autor)

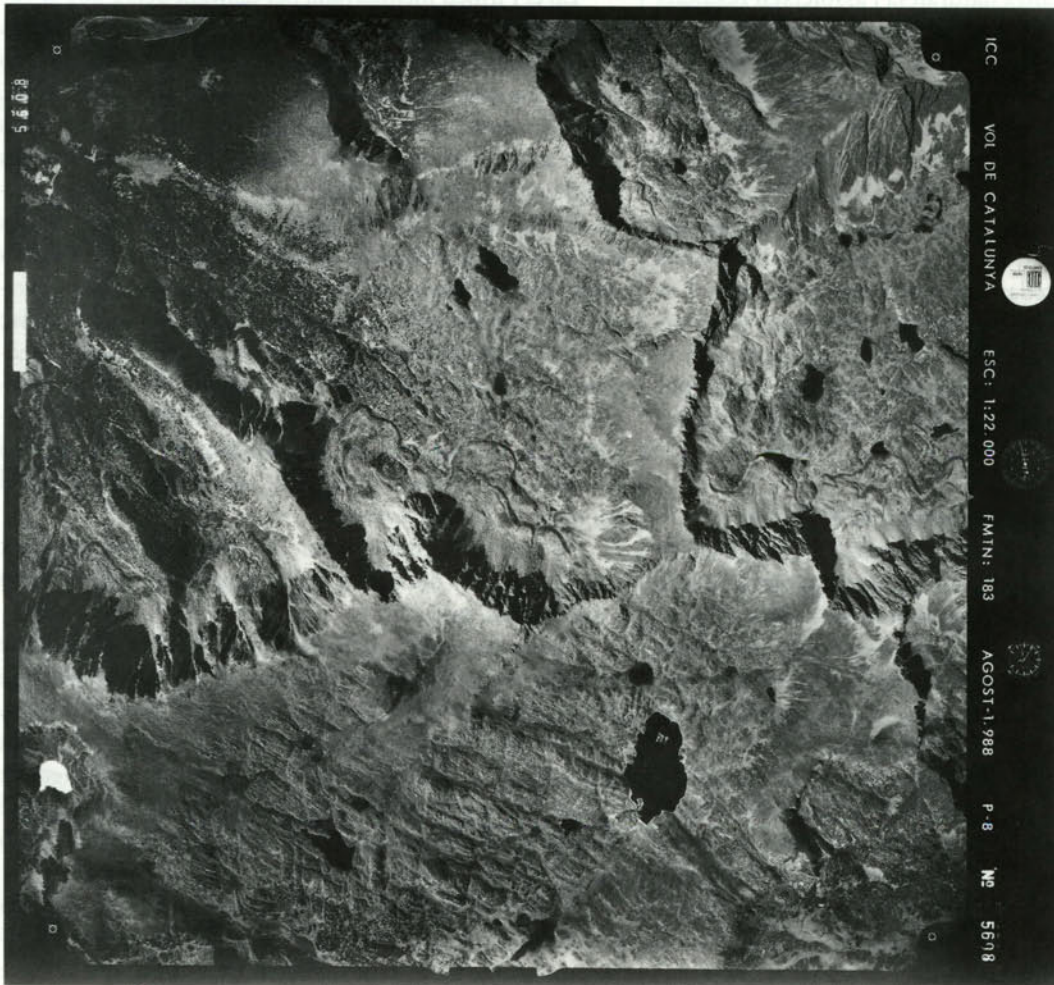


Foto 4: Capçals de les glaceres del Madriu, Cortals d'Encamp i Valira d'Orient. La instal·lació de les conques lacustres s'ha dut a terme en els creuaments de les falles, a causa de la menor resistència del rocam a la desaparició de la càrrega glacial

(Foto: Institut Cartogràfic de Catalunya)

efectes meteòrics del glaç o de la neu en el sòl, són els reductes on les aigües romanen estancades a causa d'un drenatge deficitari. A Sierra Nevada coincideixen amb fons de barrancs, a les seves capçaleres, on els gels es fonen tardanament. Es tracta dels "borreguiles", en els quals abunda una praderia higròfila de *carex*, *sphagnum*, *gentiana* i *nardus*, que en anul·lar els efectes del glaç immobilitza la fracció mineral del sòl, s'afegeix l'existència d'un bon subministrament d'aigua superficial que afavoreix i incrementa el desenvolupament de les pastures (borreguiles de San Juan i de la Virgen, Cañada de Siete Lagunas) (foto 5). Al Pirineu mediterrani a més d'aquests geotops, coneguts a la regió com a mulleres, n'hi ha d'altres que presenten processos morfobiològics semblants, els quals apareixen en determinats trams de socosters en els quals la fusió nival és tardana i proporciona una bona reserva d'aigua per a les plantes durant l'època crítica. Són medis en estat de biostàsia mercès a l'efectiu entapissat que suposa l'associació *Pumileto-festucetum-supinae*. Tant abans com ara, l'edaforogènesi s'imposa a la morfogènesi.

En el cas que la relació binària planta-meteorització es decanti a favor del segon element, els processos desencadenants tenen una altra naturalesa i assolixen resultats diferents: el paisatge evoluciona cap a una rexitàsia.

Aquesta dinàmica biomòrfica és la que predomina a l'alta muntanya mediterrània, sobretot en els espais tènueament vegetatitzats (RAYNAL, 1981). Les condicions geoccològiques imperants, sense menystenir l'influx que hi hagi pogut tenir l'actuació mil·lenària de l'home, afavoreixen que els processos morfogènics de determinats agents (glaç, neu, vent, aigua, etc.) siguin fonamentals pel que fa al desmantellament de modelats i formes. Les precàries condicions en què han de sobreviure les plantes fan impossible que puguin efectuar un control de la mobilitat de la fracció mineral dels sòls. Es tracta, per consegüent, d'una geodinàmica presidida per clasts i força motriu (fotos 6a, 6b, 6c).

Agents i processos preponderants: la dialèctica del trinomi dinàmic o la supremacia del glaç en el sòl

El comportament de determinats elements del clima a l'alta muntanya mediterrània genera una sèrie de processos que tendeixen a modificar les formes del relleu. L'acció mecànica que es deriva d'aquells, tant en la modalitat de meteorització com en la d'evacuació de detritus, resulta una tasca morfogènica més activa.

Les condicions climàtiques imperants en els nivells culminants del Pirineu mediterrani i de Sierra Nevada es caracteritzen pel predomini del fred hivernal i, en el cas de la muntanya andalusa, també per la llarga sequera estival, malgrat el considerable volum anual de precipitacions que rep (més de 1 000 mm a la cota dels 2 500 m), inferior, però, al del Pirineu. Glaç, vent, aigües de fusió



Foto 5: Els "borreguiles" són geotops que es caracteritzen pel predomini d'una coberta vegetal higròfila que protegeix eficaçment el sòl dels efectes del glaç. De vegades els modelats donen forma a lòbuls de gelifluxió (Foto: autor)

nival i temperatures contrastades amb llargues oscil·lacions al voltant dels zero graus, són els elements climàtics que defineixen més bé aquestes orografies. En aquesta mena de condicions el tapís vegetal troba greus dificultats per arrelar i desenvolupar-se amb normalitat.

En el Pirineu mediterrani, per damunt dels 2 300-2 400 m, el bosc de coníferes, *Pinus mugo ssp. uncinata*, deixa pas a la prada alpina de festuques en formació oberta, però no tan esparsa com a Sierra Nevada, on, en el millor dels casos, i amb excepció dels "borreguiles", es redueix a matolls aïllats de gramínies xèriques. Això s'esdevé a partir dels 2 700-2 800 m, quan el bàlec no pot contrarestar la potència del pedregam dels terregallers. Les cotes assenyalades per a ambdues muntanyes indiquen punts referencials vàlids per a la fixació del límit inferior dels processos periglaciàls i crionivals de caràcter generalitzat, dels quals el glaç en el sòl és un dels agents més afectius. L'eficàcia morfogènica del glaç en el sòl resta supeditada al control que exerceix sobre ell el tapís vegetal. Aquesta estreta interdependència fou remarcada en el seu moment per Soutadé i Baudière (1970) i per Serve (1972), que la sintetitzaren en el denominat *trinomi dinàmic*.

El comportament biomòrfic del trinomi dinàmic s'explica per la dialèctica que s'estableix entre els seus components, que són tres:

La matèria inerta, definida com la fracció mineral que aflora en superfície. Generalment, es tracta de clasts de dimensions variables barrejats en graves, sorres i argiles.

La força motriu, representada per qualsevol agent que tendeixi a mobilitzar la matèria inerta. Es reflecteix en una energia derivada de la meteorització que gairebé sempre actua conjuntament amb la gravetat (inclinació topogràfica).

L'obstacle biològic, sintetitzat pels elements vegetals que s'escampen per les muntanyes. A causa de les condicions climàtiques d'ambdues muntanyes, es tracta de



Foto 6a: Orles vegetals al barranc de l'Hornillo, 2 650 m (Puerto de la Ragua, Sierra Nevada)
(Foto: autor)



Foto 6b: Retrocés del prat alpí per l'efecte de la crioeolització, als vessants del Casamanya, 2 700 m (Andorra, Pirineu Oriental)
(Foto: autor)

Foto 6c: La dificultat d'arrelament de les plantes algunes vegades es deu als canvis de volum que el sòl experimenta per l'efecte del glaç-desglaç. (Experimentació duta a terme a la Màniga-la Feixa, 2 150 m. Cerdanya, Pirineu Oriental)

(Foto: autor)



Foto 6c: Durant els processos de destrucció de les formes i dels modelats pels efectes del glaç, la neu, el fred, les aigües de fusió, el vent, etc., la vegetació és el primer element que en pateix les conseqüències i tendeix a desaparèixer o bé a agafar unes formes de defensa

gramínies, l'acció de les quals consisteix a restringir o anul·lar els efectes de la força motriu.

La predominança i la intensitat de les relacions que s'estableixen entre aquests components defineixen, en tot moment, el dinamisme morfogènic o edàfic. En el cas dels espais culminants de Sierra Nevada el balanç és netament morfogènic, ja que la intervenció del component biològic és testimonial, mentre que la matèria inerta i la força motriu que tendeix a desplaçar-la són predominants. En aquestes circumstàncies, i des del punt de vista ecogeogràfic, la muntanya ofereix un grau de resistència més o menys accentuat, però sempre superior al que es podria detectar al Pirineu Oriental.

El significat periglacial a la muntanya mediterrània: formes i modelats

Crioclàstia, gelifluxió, crioeolització, crioreptació, xaragall, etc., són els processos periglacials que caracteritzen la morfodinàmica que envaeix els espais culminants del Pirineu mediterrani i de Sierra Nevada.

L'efectivitat que tenen sobre els relleus és notòria, i als seus efectes morfogènics es deu l'evolució que experimenten en l'actualitat. La intensitat dels diferents processos periglacials ressenyats no és la mateixa a totes dues muntanyes, però, i això comporta el predomini de determinades formes i modelats.

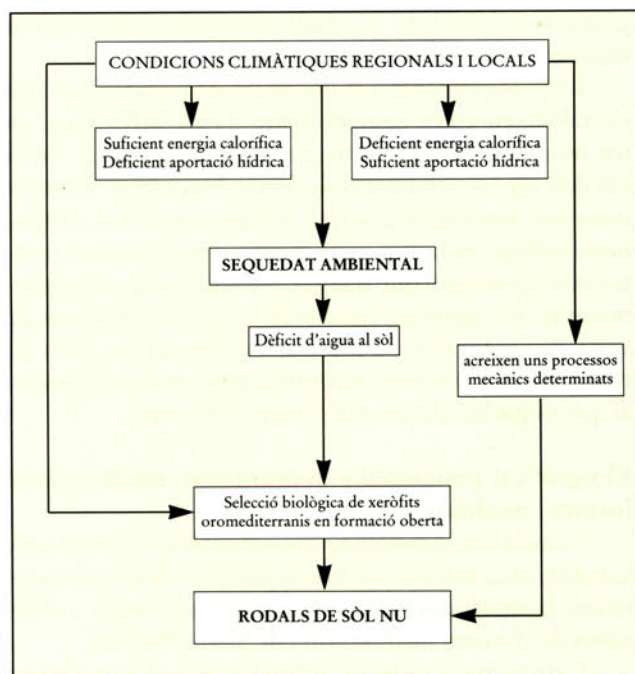
La més gran sequeada ambiental a què està sotmesa la serralada andalusa és, potser, el millor factor explicatiu (taula 1).

El domini pirinenc

Els nivells culminants de l'extrem oriental pirinenc es fixen a l'eix axial de la cadena, en prolongació amb la unitat central de la serralada. De litologia paleozoica amb intrusions granítiques hercínies tardanes, somogudes durant les convulsions alpines, s'allarga des de les valls andorranes fins a la riba de la mar. Les altures mitjanes del nivell de cims superen els 2 600 m, i es destaquen les cotes cimeres del pic de la Portelleta (2 905 m), el Puigpedrós (2 911 m), el Carlit (2 921 m), el Puigmal (2 913 m), el Canigó (2 785 m), etc.

En conjunt, aquest Pirineu mediterrani s'organitza en massissos compartimentats (Pessons, Tossa Plana de Lles, Calmquerdós, Carlit, Puigmal, Carança, Canigó), armats de roques cristal·lines (granodiorites), metamòrfiques (gneis, pissarres i esquists) i sedimentàries (calcàries i pissarres). Aquesta varietat litològica té un interès especial quan es tracta de comprendre determinats processos periglacials, en concret la gelifració i la gelifluxió, estretament relacionats amb la friabilitat del substrat i amb la capacitat de retenció d'aigües per l'abundor d'elements fins, respectivament.

Fonamentalment, i per comparació amb Sierra Nevada, al Pirineu mediterrani el tapís herbós del pis



Taula 1: Repercussions biogeomòrfiques de l'aridesa a Sierra Nevada

supraforestal tendeix a mitigar els efectes mecànics del glaç en el sòl. El règim de precipitacions que registra la muntanya permet el manteniment generalitzat d'una taxa d'humitat suficient, fet que afavoreix l'existència de considerables espais vegetaltzats. No tota aquesta orografia montana, però, manté una tònica semblant. El fet que hom observi un ascens altitudinal dels *névés* tardans i una paulatina substitució fitogeomorfològica a determinats trams de socosters (SOUTADÉ, 1980) posa de relleu un apreciable nivell de rexistàsia, restringit per comparació amb Sierra Nevada, tal com dèiem, però efectiu. Aquests

fets bioclimàtics expliquen, en bona mesura, que en alguns sectors de la muntanya pirinenca oriental, la més seca del conjunt de la Serralada, les condicions bioedàfiques siguin adverses al manteniment de l'associació *Pumileto-festucetum-supinae*, i en conseqüència els sòls tenen una vegetació molt esparsa i es troben exposats a l'acció meteòrica. Com a molt, espècies adaptades a una determinada xericitat (*Festuca durissima*, *Avena montana*) o gelitorbació (*Ranunculus parnassifolius*) aconseguen de sobreviure sense mantenir, però, el control del glaç en el sòl. Com a conseqüència, i des d'aquesta òptica geomorfobioclimàtica, els tipus de processos periglacial i les formes resultants tendeixen a organitzar-se en conjunts, d'acord amb les condicions bioedàfiques que predominen en els diferents àmbits d'aquesta muntanya nordmediterrània (GÓMEZ ORTIZ, 1984) (taula 2).

A grans trets, només els espais dominats per la roca nua i els caracteritzats per l'abundor de material clàstic despès, com s'esdevé en alguns trams dels socosters, no ofereixen resistència als efectes mecànics del glaç i a la migració de la fracció alliberada. El trinomi crioclàstia-caiguda lliure-penyalar és el model que predomina al voltant de parets rocoses, tal com es manifesta, per exemple, a les conques dels circs, en el trànsit de la base i les vores.

El pendent elevat i la nitidesa amb què es presenta el substrat són factors que faciliten la destrucció del roquisar per gelifracció i la consegüent formació de tarteres, amb cons de derrubis de gravetat i mantells de pedres. Es tracta de processos i formes propis de relleixos rocosos on la friabilitat del material, en menor mesura la seva estructura i, sobretot, els cicles glaç-desglaç tenen un caràcter rellevant (foto 7).

Quan els pendents no permeten la caiguda lliure dels clasts i els sòls desproveïts d'un tapís herbós compacte no

Taula 2: Síntesi de l'actual dinàmica geomorfobiològica en medis supraforestals pireneics

CONJUNT DE MODELATS	GEOFORMES DOMINANTS	PROCESSOS PRINCIPALS	UBICACIÓ ESPACIAL	COBERTA VEGETAL
Associats a sòls saturats d'aigua permanentment	Gespa encoixinada ("butte gazonnée") Illot de vegetació ("motte gazonnée")	Gelitorbació. Accions mecàniques del glaç i del bestiar transhumant	Concavitats o superfícies horitzontals mal drenades	Medi anaerobi. Vegetació tancada i compacta (<i>Carex</i> , <i>Gentiana</i> i <i>Sphagnum</i>)
Associats a sòls amb suficient aigua subsuperficial	Lòbuls i llengües de gelifluxió fixats	Gelifluxió lenta. Escorrancada nival difosa	Vessants o aiguavessos de pendent moderat, afectats per una protecció nival perllongada	Prada tancada de plantes mesòfiles (<i>Festuca supina</i> , <i>Nardus stricta</i> , <i>Trifolium alpinum</i>)
Associats a sòls amb sequedat edàfica temporal	Enllosats nivals. Replans de vessant. Colades de pedres. Garlandes i orles vegetals. Figuracions geomètriques	Escorrancada nival. "Pipkrake". Reptació. Gelitorbació. Deflació crioeòlica. Acció mecànica del bestiar transhumant	Vessants o aiguavessos, altiplans i colls afectats per l'eolització i fusió nival precoç	Prada oberta o puntual d'oròfits mediterranis (<i>Festuca durissima</i> , <i>Avena montana</i>) o geòfits (<i>Ranunculus parnassifolius</i>)
Associats a relleixos rocosos	Cons de derrubis de gravetat. Tarteres. Mantells de derrubis. Cornises ruïnoses. Canals d'allaus	Gelifracció i caiguda lliure	Parets rocoses desproveïdes de vegetació. Fons de circ o cubetes. "Tors" i "hòrns"	Litòfils (liquens)



Foto 7: Les conques torrencials més elevades de la glacera de Vallcivera (vall de la Llosa, Cerdanya) estan sotmeses a processos intensos de gelifracció. El material alliberat tendeix a fossilitzar les glaceres rocoses existents (Foto: autor)

aconsegueixen de retenir-los, els efectes morfològics de la dinàmica periglacial es ressolen en una migració generalitzada dels elements minerals, amb la consegüent implicació en els modelats. L'origen d'aquesta defectuosa vegetització que presenten els sòls, més freqüent en el vessant meridional que en el septentrional, no es coneix amb certesa i probablement es deu a raons antròpiques i a d'altres derivades de processos d'erosió per empitjorament climàtic. En aquest darrer sentit, Soutadé i Baudière (1973) han demostrat la introducció de xeròfits oromediterranis, com *Festuca durissima* i *Avena montana*, en substitució de les espècies boreoalpines, tals com *Festuca supina* i *Nardus stricta* (figura 2). Aquest canvi biològic en determinats espais ha estat conseqüència d'un empobriment dels sòls com a resposta a la menor taxa d'humitat que estan registrant. L'ascensió altitudinal dels *névés* tardans i la menor nivositat generalitzada que registra la muntanya són altres raons prou explícites que cal tenir en consideració.

La conseqüència d'aquests fets bioclimàtics ha estat un increment dels processos erosius, perquè el nou tapís vegetal té una disposició esparsa. La gelifluxió, la crioreptació, la gelitorbació i la crioeolització són els processos que

defineixen més bé la dinàmica periglacial en aquests reduïdes, de tal manera que la lenta migració dels elements minerals i la seva reordenació superficial són els resultats més efectius. Les formes creades mostren gran diversitat: des de les colades de pedres amb fronts lobulats en els trams coronats, de vegades, per relleixos rocosos ("mini tors") a les figures geomètriques flotants immerses en els replans de vessant rematats per orles vegetals. Entre la varietat de formes creades, aquestes darreres són les que millor sintetitzen els processos periglacials.

La morfologia que ofereixen en conjunt aquests replans és la successió de petits esglaons de 50 a 80 cm disposats al llarg del pendent topogràfic. El salt entre dos esglaons consecutius no és superior als 25-30 cm i es troba colonitzat per gramínies, disposades en arcs i que actuen com a obstacle biològic a l'avanç de la massa mineral. Un tall en profunditat mostra que els vegetals, *Festuca durissima* i *Avena montana*, gairebé sempre mantenen un arrelament allunyat de la part aèria, un creixement reptant i un front arquejat. Aquesta fesomia de la planta només s'explica per les adverses condicions ecològiques imperants, sintetitzades en l'acció mecànica del sòl. Els efectes combinats del glaç, el vent i les aigües de

fusió comporten un lent i eficaç desplaçament dels clasts superficials, generalment per gelifluxió i crioreptació, i el gradual recobriment del vegetal.

La resta dels espais montans pirinencs mostren un grau d'equilibri més gran que el que hem exposat fins ara, i per aquest motiu els processos derivats de la dinàmica periglacial tendeixen a ser controlats pel tapís herbós. Es tracta de medis en els quals els sòls conserven un contingut suficient d'aigua durant el període d'activitat biològica de les plantes, i per això estan coberts per l'associació *Pumileto-festucetum-supinae*. Només en els enclavaments mal drenats aquesta coberta vegetal és substituïda per una altra de caràcter higròfil, com a resposta a la presència de sòls hidromorfs. Són les denominades mulleres o torberes d'altitud.

En el primer cas la fenomenologia periglacial denota una activitat tènue. Com a molt, un tímid flux del paquet clàstic que ben aviat resta paralitzat pel fre que suposa la vegetació. El resultat morfològic és la seqüenciació de laxes sinuositats tot al llarg dels vessants, constituïdes per la barreja de lòbuls i llengües de gelifluxió (foto 8). Els processos que les generen són fàcils d'entendre. Es tracta de curts lliscaments a causa del desglaç de la capa superior del sòl mentre que els nivells infrajacentes mantenen un comportament rígid i impermeable perquè



Foto 8: Quan els sòls ben recoberts de vegetació es troben sotmesos a fluxos interns deguts als mecanismes del glaç-desglaç, les plantes actuen com un fre de manera que a la superfície, la matèria mineral i els vegetals formen unes laxes sinuositats conegudes com a lòbuls o llengües de gelifluxió recoberts de vegetació (Foto: autor)

encara no han iniciat la fusió. El curt espai recorregut s'explica pel fre que suposa l'arrelament de la vegetació a nivells profunds. Els períodes en què proliferen aquests moviments de gelifluxió són preferentment els postnivals, i els enclavaments més favorables per al seu desenvolupament són els trams de socosters ben exposats a la innivació i en els quals la fusió és tardana.

Pel que fa a les torberes, la seva localització espacial és anàrquica. Només exigeixen una topografia còncava i un subministrament continu d'aigua; per aquest motiu el seu repartiment a la muntanya és molt irregular. Generalment, predominen en els fons de circ de base ampla i aplatada (Engorgs, Montmalús, la Pera, Malniu), en les capçaleres de torrents (Pla de l'Inglà, Engait, Caborreu) i en el si de nivells d'erosió (mulleres de Puigpedrós, Font Bovedor, Pla Salines, la Feixa). En aquests geotops vegetaltzats el control dels processos periglacials per part de les plantes és màxim, encara que no total. La gelifracció i la gelifluxió, per exemple, es troben molt restringides. La densitat del recobriment vegetal, constituït per espècies higròfiles (*carex*, *sphagnum*, *gentiana*, *ranunculus*, etc.), forma com una mena d'aïllant tèrmic que atenua els efectes de la gelifracció. No passa el mateix amb la criotorbació, responsable, juntament amb l'acció mecànica del bestiar transhumant, de les tasses circulars o gespa encoixinada (*butte gazonnée*) escampades per aquests geotops. Encara que es tracta de medis ecològicament en equilibri, aquest és molt precari, ja que qualsevol minva en el subministrament d'aigua que vagi acompanyada per un drenatge correcte i per un excés del pasturatge pot provocar un estat de trencament, amb el consegüent increment de l'erosió. El resultat és la destrucció de la torbera i l'aparició de noves formes, les quals, generalment, es resolen en incisions en el terreny per la formació de reguerols i en l'eliminació de sòls per l'efectivitat de la crioeolització.

Figura 2: Substitució fitogeomorfològica al pla de Gorro Blanc (G. Soutadé, 1971, 1980)

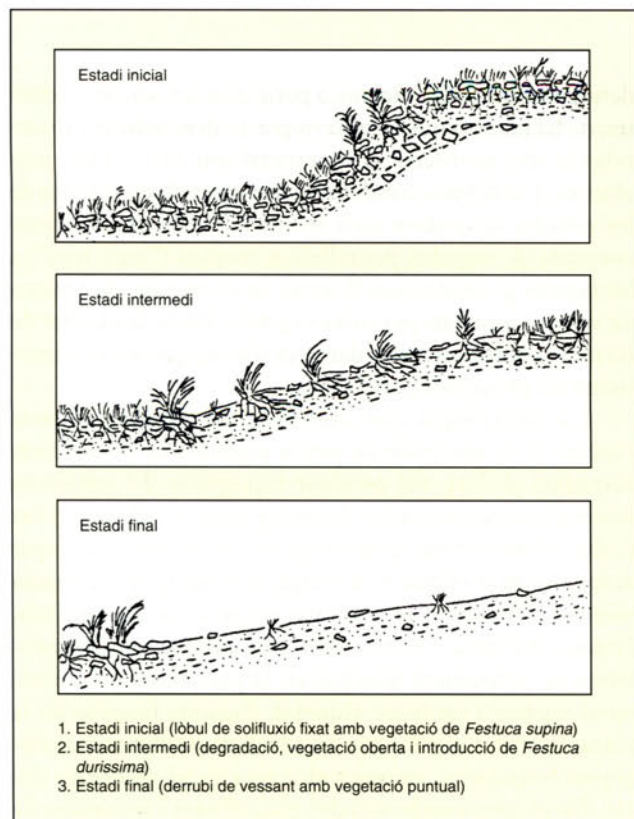




Foto 9a: "Butte gazonnée". Equilibri biomorfogènic (mulleres de Puigpedrós, 2 750 m. Cerdanya) (Foto: autor)



Foto 9b: "Motte gazonnée". Ruptura d'equilibri biomorfogènic (la Feixa, 2 120 m. Cerdanya) (Foto: autor)

Foto 9: Les torberes o mulleres es caracteritzen pel predomini de les plantes adaptades a sòls saturats d'aigua. Des de l'òptica geomorfològica, són medis on existeix un equilibri entre la força mecànica del glaç i la resistència de la planta. No obstant això, un desequilibri entre ambdós components comporta la destrucció de la torbera i l'aparició de geofomes diferents

ció. Els illots de vegetació o "motte gazonnée" en tant que geofomes incipients, són excel·lents indicadors d'aquesta morfogènesi (fotos 9a, 9b).

El domini nevadenc

Sierra Nevada és el massís muntanyós més elevat de la Península Ibèrica. El seu nivell de cim manté cotes mitjanes al voltant dels 3 000 m, i es destaquen els pics del Mulhacén (3 481 m), el Veleta (3 398 m), la Alcazaba (3 366 m), el Caballo (3 013 m), etc. La morfogènesi periglacial resta fixada en una franja d'uns 400 m de desnivell com a valor mitjà, des dels contraforts del Cerro del Caballo, a l'occident, fins el Chullo, a l'orient. El nucli summital de la muntanya, que és el que ens interessa, es disposa en una alineació W-E, molt a prop de la ciutat de Granada. El formen roques metamòrfiques, gneis, pissarres i, sobretot, micasquists, totes molt tectonitzades i en

estructures d'estils complexos, fet que les fa molt vulnerables als processos mecànics del glaç.

La sequedat ambiental és un dels factors que més contribueixen a l'acció meteòrica del sòl. Una de les causes principals és la deficitària taxa d'humitat que presenten els sòls, en especial durant les èpoques de l'any més favorables a la germinació de les plantes. No obstant això, el volum anual de precipitació que reben els nivells culminants de Sierra Nevada és considerable, prop de 1 000 mm a la cota dels 2 500 m (*Albergue Universitario*), encara que mal repartit des del punt de vista bioedàfic. Això comporta que la muntanya conegui llargs períodes d'aridesa. La màxima concentració d'aigua coincideix amb les èpoques fredes, quan les baixes temperatures oscil·len al voltant de zero graus i els vegetals es troben en repòs biològic. Per contra, quan els valors tèrmics són més favorables per a les plantes el contingut d'aigua dels sòls és molt pobre, a causa de l'escassa precipitació i de la precarietat de la reserva hídrica que poden emmagatzemar de la fusió de la neu (taula 3). En aquest sentit, i concretament pel que fa referència al vessant meridional, la neu desapareix molt aviat dels tossals, de vegades per sublimació i quan les variacions tèrmiques entre el dia i la nit encara oscil·len al voltant dels zero graus.

Com a conseqüència del que hem exposat, i prenent com a punt de comparació el Pirineu mediterrani, l'agressivitat amb que actua el glaç en el sòl és molt més gran a la muntanya andalusa que a la pirinenca, i per tant les formes i els modelats periglacial que s'hi creen tenen un significat morfològic diferenciat (taula 4). La importància de la vegetació pel que fa al control que pot exercir sobre determinats processos relacionats amb el glaç és escassa a causa de la precarietat del recobriment, com a molt matolls aïllats de gramínies (*Festuca indigesta*, *Festuca pseudoeskia*, *Festuca clementei*) distribuïts molt deficientment per socosters i tossals. Els espais que no segueixen aquesta norma general són molt puntuals i sempre coincideixen amb capçaleres de barrancs, on tendeixen a concentrar-se les aigües dels gels. Es tracta d'enclavaments torbosos, els "borreguiles".

A Sierra Nevada l'acció predominant dels processos periglacial és l'esmicolament de l'edifici rocós, que ja està molt esquerdat per la naturalesa litoestructural dels micasquists (foto 10). El vessant nord del nucli cristal·lí (Tajos de los Machos, Tajos de la Virgen, Crestones de Río Seco, Tajos Colorados, Tajo del Goterón, etc.) registra l'activitat més intensa, a causa del vigor de la gelifracció, ja que la predominança de rosts estimballs, antics límits de conques glacials, ho afavoreix. El resultat és l'elaboració d'abundant material clàstic, amb tendència a disposar-se en cons sobre les geleres rocoses del darrer període fred, i tot sovint, a més, la seva contínua aportació en un lent avanç va omplint les llacunes escampades

	Temperatura		Precipitació		Freqüències tèrmiques entorn dels zero graus
	M.a.	m.a.	T.	d.n.	
Desembre	8,2	-15,5	152,4	9,0	10,0
Gener	7,9	-12,8	117,70	6,0	5,0
Febrer	8,5	-13,2	110,60	11,0	9,0
Març	9,3	-12,7	115,50	9,0	21,0
Abril	10,6	-11,6	78,40	5,0	8,0
Maig	15,3	-3,0	74,70	3,0	5,0
Juny	20,4	-1,2	31,80	0,0	2,0
Juliol	23,1	4,0	3,40	0,0	0,0
Agost	23,2	2,9	5,30	0,0	0,0
Setembre	18,7	-3,5	61,70	1,0	1,0
Octubre	15,2	-7,5	105,40	2,0	5,0
Novembre	9,9	-10,3	124,40	5,0	16,0
Any	23,2	-15,5	981,60	51,0	82,0

Temperatura: M.a. (màxima absoluta)
m.a. (mínima absoluta)
Observatori de l'Albergue Universitario (2 500 m)
Període: 1973-84

Precipitació: T. (total en mm)
d.n. (total dels dies de neu)
Observatori de l'Albergue Universitario (2 500 m)
Períodes: precipitació, 1970-84; dies de neu, 1979-84

Freqüències tèrmiques: IRAM-IGN (2 867 m)
Període: 1986-87

Taula 3: Algunes dades de diferents elements del clima de Sierra Nevada

pel fons dels circs (Caldera, Mosca, Altera) (fotos 11, 12). Al vessant meridional la gelifració també té un interès destacat pel que fa a la destrucció dels relleus, sobretot en els àmbits rocósos de desnivació repetitiva o precoç. Els períodes més favorables són els prenivals i els postnivals, segons es dedueix dels registres de temperatures (figures 3a, 3b). Els terregallers en són una mostra, ja que la gelifració no solament aconsegueix d'esquinçar l'edifici rocós i formar pedregars, sinó que continua esmicolant cada cop més els clasts alliberats fins que aquells paratges es transformen en "mars de roques".

En el cas de les planures culminants, com s'esdevé al tossal del Mulhacén, al tossal de las Albardas, al tossal del Cañar, etc., els monòlits petrins que els presideixen, antics "tors", s'esquincen en lloses de grans dimensions que tendeixen a baixar pendent avall en un lliscament afavorit pel glaç intersticial. El resultat morfològic és doble. Els replans es modelen en terrasses de crioplanació i els vessants es cobreixen d'uns densos entapissats de clasts, anomenats popularment "lancharas", com s'esdevé, per exemple, a la capçalera del riu Lanjarón i en els marges occidental i meridional del Cerro de los Machos (fotos 13, 14). En gran mesura les terrasses de crioplanació es troben subordinades a relleus aplatats preexistents, com els fragments de nivells d'erosió culminants o les collades de vores dilatades. Cal destacar-hi formes periglaciàries heretades, encara que entretingudes per les actuals condicions morfogèniques. Ens referim a les figures geomètriques o sòls estructurals arrelats (fotos 15, 16). De dimensions

Porció d'espai	Situació a la muntanya	Processos		Geoformes dominants
		Meteorització	Evacuació	
Concavitat	Corral del Veleta	Gelifració	Caiguda lliure Eslavissament	Morena de "néve"
Paret rocosa	Vores de circ Relleixos de vessants	Gelifració	Caiguda lliure	Cúmul de pedres (cons)
Relleix rocós	Vessants	Gelifració	Caiguda lliure "Piprake"	Enllosat nival
Mantell detrític (mides grans)	Declivis en "lomas" (+2 900 m)	Gelifració	Eslavissament "Piprake"	Colades i lòbuls de blocs
Mantell detrític (mides mitjana i petita)	Declivis en "lomas" (-2 900 m)	Microgelifració Humectació-dessecació	Escorrancada nival. Soligelifluxió. Crioreptació. Crioeolització	Replans de vessants i orles vegetals
	Superfícies aplanades	Microgelifració Humectació-dessecació	Gelitorbació Crioeolització "Piprake"	Figures geomètriques
"Borreguiles"	Fons de circ	Alteració organo mineral	Gelifluxió	Globus de gelifluxió vegetaltzats

Taula 4: Processos i formes predominants als nivells culminants de Sierra Nevada

mètriques, s'organitzen en cercles coalescents formant camps. Avui dia els processos de gelifració profunda no poden generar-los, però si alentir-los, tot impedit que els vegetals tendeixen a recobrir-los. En canvi, si que és possible d'observar aquestes mateixes geoformes en el si dels cercles de pedres abans esmentats, on el calibre de la fracció clàstica és més homogeni. Ara es tracta de microformes flotants de dimensions decimètriques, explicables per la geliturbació i la crioreptació que es generen en aquests reductes centrals. Aquesta coexistència de processos i formes manté un clar reflex a l'Allanada del Mulhacén (3 450 m), al Collado de los Machos (3 299 m), als voltants del Picón de Jeres (3 120 m), etc.

Pel que fa a les formes amb què es disposen els paquets de clasts al llarg dels vessants, hi ha una clara influència del pendent topogràfic i del calibre del mineral. En el cas que predomini el material gruixut, es conformen enllosats nivals en els quals té un paper important el glaç d'exsudació (Piprake), però si a més és considerable la proporció de sorres i argiles en nivells infrajacentes, fet molt freqüent per cert en la descomposició dels micasquists, el resultat morfològic és l'elaboració de colades de pedres amb fronts lobulats i convexos, molt notòries al vessant sud-est del Mulhacén, en el denominat "pandero".

Fins ara la tasca biomòrfica que hauria pogut desenvolupar la vegetació ha estat nul·la, ja que les condicions edàfiques dels medis als quals ens estem referint són molt adverses. Només per dessota dels 2 900 m, com a cota

Foto 10: La intensa fissuració dels micasquists, derivada de les pressions tectòniques a les quals estigué sotmesa la muntanya, faciliten l'acció mecànica del glaç, amb les conseqüents acumulacions de clasts al peu de les cornises

(Foto: autor)



Foto 11: Circ de la Caldera des del pic del Mulhacén. Al fons, l'esquenall meridional del Veleta (Foto: autor)

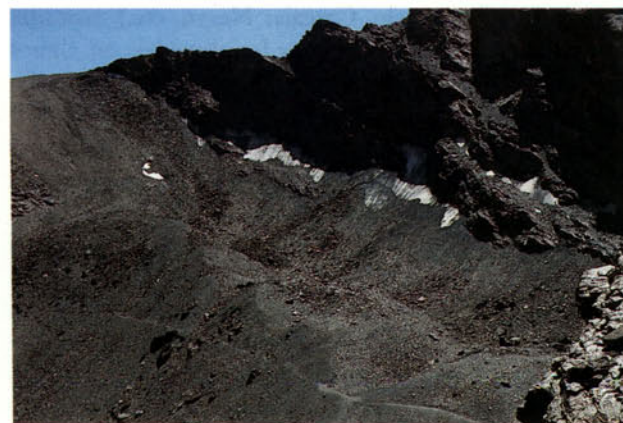


Foto 12: El corral del Veleta allotja plaques de gel permanent, encara que a finals d'estiu poden quedar fossilitzades per derrubis de gravetat (Foto: autor)

Fotos 11 i 12: Les parets dels circs són enclavaments propicis a la gelificació. La conca torrencial de la Caldera i el Corral del Veleta són indrets molt afectats per aquest tipus de meteorització mecànica

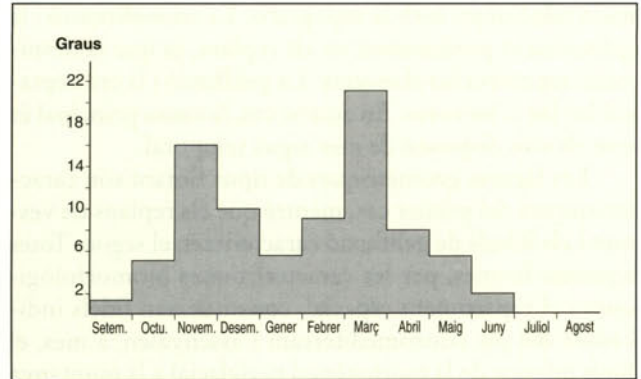


Figura 3a: Període d'observació: 1986-87

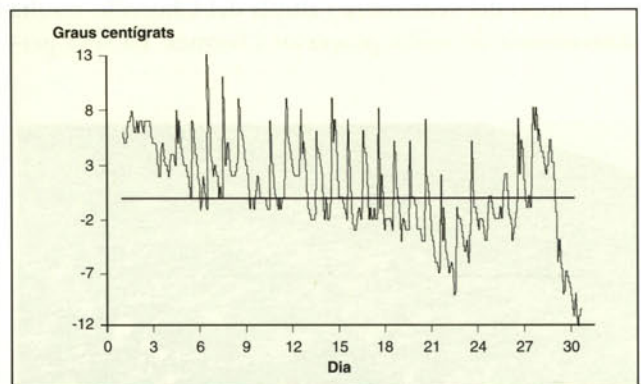


Figura 3b: Període d'observació: març de 1987

Figura 3: Freqüències tèrmiques entorn dels zero graus (Font: Estació radioastronòmica IRAM-IGN, 2 867 m)

mitjana, i en direcció als fons de barranc, els individus de *Festuca indigesta*, *Festuca clementei*, *Arenaria pungens* i *Cytisus purgans* comencen a colonitzar els sòls, encara que en matolls aïllats, i això els fa agents actius del fet periglacial o crionival. Es tracta ara d'una dinàmica en què la planta tendeix a modificar el resultat de determinats processos, gairebé sempre obstaculitzant la migració del mineral. El resultat sobre els modelats és semblant al que hem descrit al Pirineu mediterrani pel que fa als espais precoçment desnivats i amb manca d'humitat als sòls, encara que el paper dels xeròfits nevadencs és molt més limitat. En referim als replans de vessant rematats per orles vegetals (foto 17 i figura 4).

Un dels reductes més significatius on es desenvolupen aquestes relacions entre els processos del glaç en el sòl i les plantes és la unitat de l'Alto del Chorrillo, entre les valls de Trévez i Poqueira. El seu relleu forma part de la prolongació de l'Allanada del Mulhacén i de la Loma del Tanto, i configura un allargat replà de 2 700 m d'altura mitjana amb vores convexes cap al fons dels barrancs.

En conjunt, els processos i les formes periglacials que caracteritzen l'Alto del Chorrillo es troben estreta-

ment relacionats amb la topografia. La crioeolització i la gelitorbació predominen en els replans, ja que la desnivació repetitiva ho afavoreix. La gelifluxió i la crioreptació ho fan a les vores. En aquest cas, la causa principal és que els sòls disposen de més aigua temporal.

Les figures geomètriques de tipus flotant són característiques del primer cas, mentre que els replans de vessant i els lòbuls de gelifluxió caracteritzen el segon. Totes aquestes formes, per les característiques biomorfològiques i el repartiment espacial, constitueixen fidels indicadors del pis crioromediterrani i assenyalen, a més, el límit inferior de la morfogènesi periglacial a la muntanya andalusa, uns 500 m més elevat que a la alta vall del Segre, a l'extremitat oriental pirinenca (GÓMEZ ORTIZ, 1989).

L'acció del vent sobre l'altiplà del Chorrillo resulta determinant en molts processos i formes. La seva per-

sistència comporta una desnivació repetitiva amb el consegüent escombrat dels elements fins del sòl. Els resultats són d'ordre biològic i geomorfològic. Les plantes, amb clar predomini d'*Arenaria pungens* i *Cytisus purgans*, tenen un desenvolupament reptant i en coixí, generalment aixoplugant-se en els relleus rocosos, encara que només assoleixen un grau de recobriment modest, menys del 10%. El domini de l'espai correspon al clasts: lloses de dimensions decimètriques que reposen sobre un espès horitzó de graves i sorres de tipus "groize" (*taula 5*). L'acció mecànica del glaç, en la modalitat de gelitorbació, resulta preponderant en aquestes capes detrítiques, però els seus efectes no ultrapassen els 10-12 cm de profunditat, com palesa l'arrelament dels eixos de les microfigures geomètriques que es dibuixen en superfície. L'existència d'aquestes formes, de tipus flotant en la terminologia de J. Tricart, manté un repartiment generalitzat en tot el nucli summital nevadenc (*fotos 18, 19, 20*). Fins i tot les hem observat en cotes inferiors als 2 700 m, encara que en forma incipient (Cerro de San Juan -Sombrerete-, 2 600 m; Chullo, 2 609 m; Almirez, 2 500 m). La seva formació és conseqüència de la interacció d'una sèrie de fets espaciotemporals, entre els quals cal destacar:

- una topografia aplatada exposada a la desnivació repetitiva per l'acció dels vents;
- cicles continuats de glaç-desglaç en els primers centímetres del sòl;
- abundància de matriu de petites dimensions, capaça de retenir humitat, que assegura la formació de glaç temporal.

Els processos periglacial en els declivis de l'allargada planura de l'Alto del Chorrillo generen formes diferents de les descrites. Els vessants tenen un perfil convex i es defineixen per la predominança de petits replans escalonats. Tant la part orientada a la vall de Trévez com l'encarada cap a la de Poqueira estan sembrades de petites geleres de fusió tardana (Peñón Negro, Peñoncillos, Cascapeñas, Posteruelo, Cascajar Negro, etc.), tancades per antigues orles morrèniques fossilitzades, en alguns sectors, per colades i lòbuls de gelifluxió. En aquests enclavaments la morfogènesi periglacial aconsegueix el moviment generalitzat del mineral, mercès al subministrament que reben d'aigua finival. Com que això s'esdevé quan les variacions tèrmiques encara són molt fortes, la creació de cicles de glaç-desglaç en els nivells interns de la massa assegura el seu desplaçament. Quan la humitat perdura en els sòls fins i tot durant els mesos de màxima aridesa, les geofomes que hem descrit es troben vegetaltzades per plantes higròfiles i el geotop té un comportament de "borreguil" (torbera), tal com es pot observar en les petites llacunes de Peñón Colorado i Peñón Negro. A la muntanya, però, aquests reductes són escassos a causa de les condicions de xericitat que l'envaeixen (*fotos 21, 22*). La norma, com assenyalàvem més amunt, és la migració



Foto 13: Colada de pedres amb front lobulat a la rodalia del refugi d'Elorrieta, 3 050 m (vall de Lanjarón) (Foto: autor)

Foto 14: Colada de pedres sotmeses a control en el "pandero" del Mulhacén, 3 350 m

(Foto: autor)



Fotos 13 i 14: Mantells de pedres disposats en colades i lòbuls. Són amuntegaments de clasts que tendeixen a lliscar pendent avall pels efectes del glaç intersticial



Foto 15: Cercle de pedres heretat en el coll del Cerro de los Machos, 3 380 m (Foto: autor)



Foto 16: Tall en profunditat de sòls estriats heretats, en el "pandero" del Veleta, 3 350 m (Foto: autor)

Fotos 15 i 16: Les superfícies culminants aplanades durant els períodes freds van funcionar com a terrasses de crioplanació i s'hi ordenaren sòls estructurals, cercles a les àrees més planes i sòls estriats a les que oferien un lleuger pendent



Foto 17: Replà de vessant rematat per orles vegetals. Vegeu detalls a la figura 4 (Foto: autor)



Foto 18: Alternança d'eixos terrosos i pedregosos i profunditat fins on intervé la gelitorbació (Foto: autor)



Foto 19: Sòls estructurals (cercles de pedres) sotmesos a control (Foto: autor)



Foto 20: Introducció de varetes d'acer al sòl per tal de determinar els moviments ascensionals del mineral (Foto: autor)

Fotos 18, 19 i 20: Els nivells superiors dels sòls de l'Alto del Chorrillo sofreixen processos intensos de gelitorbació, cosa que suposa l'elaboració de figures geomètriques en superfície. La desaparició repetitiva de la coberta nival a què està sotmesa aquesta superfície aplanada contribueix eficaçment a la construcció de les retícules

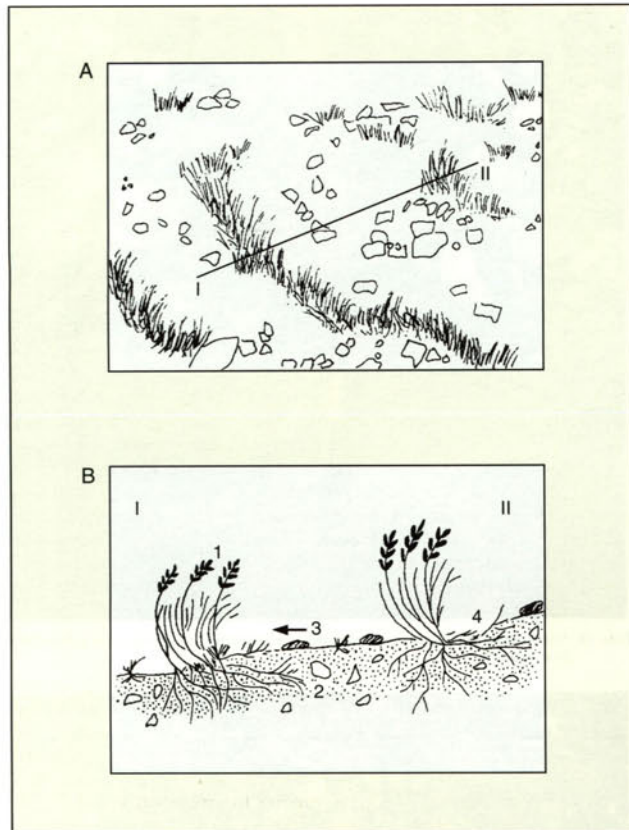


Figura 4: Replans de vessant rematats per orles vegetals. A. Replà de vessant interposat entre orles vegetals. B. Perfil (I-II) del replà anterior on es poden observar els elements vegetals i el seu arrelament a contrapendent com a resposta al flux per mecanisme gelifluidal de la formació superficial. 1. *Festuca indigesta*, *Arenaria pungens* o *Cytisus purgans*. 2. Formació de tipus "groize". 3. Clast en moviment. 4. Part vegetal necrosada per crioeolització

generalitzada de la fracció mineral, feblement interceptada per les plantes. La resposta morfològica als processos de crioreptació i gelifluxió, principalment, és l'ordenament dels socosters en replans flanquejats per oròfits espinosos (*Cytisus purgans*, *Arenaria pungens*) o festuques xèriques (*Festuca indigesta*), la gènesi dels quals és semblant a la que hem descrit a la muntanya pirinenca, però amb resultats més favorables al reordenament de la fracció mineral.

Conclusions

A la muntanya mediterrània ibèrica els processos periglacials o crionivals tenen un interès morfològic destacat en els nivells culminants del Pirineu Oriental i de Sierra Nevada, en aquells espais en què per raons climatoedàfiques la prada troba dificultats per a arrelar. Es tracta del límit superior dels pisos oromediterrani i criromediterrani.

La sequedat ambiental és la causa principal de les diferències que es poden observar en la fenomenologia periglacial entre la muntanya pirinenca i la nevadenc. L'efecte més directe i destacat és la disponibilitat d'aigua

Nivell	mm							
	+ 20	20-10	10-5	5-2	2-0,5	0,5-0,25	0,25-0,20	- 0,20
A	33,31	43,73	18,50	3,73	0,34	0,21	0,097	00,083
B	0,0	6,81	11,81	21,59	24,38	12,82	1,72	20,87
C	0,0	5,90	11,60	22,63	28,27	12,02	2,37	16,81
D	11,20	18,87	13,97	15,98	17,66	8,35	1,39	12,58

A: Nivell superficial, fins a 5 cm
 B: Nivell intermedi, fins a 10-15 cm
 C: Nivell profund, fins a 25-30 cm
 D: Valors mitjans de conjunt

Taula 5: Granulometria (%) de la formació superficial que conforma l'altiplà del Chorrillo. Anàlisi efectuada a la rodalia del Mirador de Trévez, 2 730 m.



Foto 21: Lòbul de gelifluxió en "borreguiles" de San Juan sotmes a control (Foto: autor)



Foto 22: L'anàlisi pol·línica de determinades torberes de Sierra Nevada permetrà la reconstrucció paleo-bioclimàtica dels darrers mil·lenis

(Foto: autor)

Fotos 21 i 22: Els lòbuls de gelifluxió vegetalitzats a Sierra Nevada són excepcionals degut a l'aridesa de la muntanya. Només es localitzen als fons dels barrancs i antics circs, ja que la fusió de neu és tardana. No sembla probable que es trobin sotmesos a desplaçaments lents; les observacions fetes *in situ* pretenen de demostrar-ho

en els sòls, que condiciona el tipus de vegetació i el grau de recobrint. Des d'aquesta concepció naturalista, la planta és un element bàsic en el control de determinats processos morfogenètics, amb un interès més gran al Pirineu a causa de la major humitat que presenta aquesta muntanya.

A Sierra Nevada el límit inferior dels processos periglaciars generalitzats es fixa a partir dels 2 700 m (Alto del Chorrillo), uns 500 m per damunt del límit observat al Pirineu Oriental (Alt Segre). Les figures geomètriques i els replans de vessant amb orles vegetals en són testimoni.

Data de recepció de l'original: 09.89

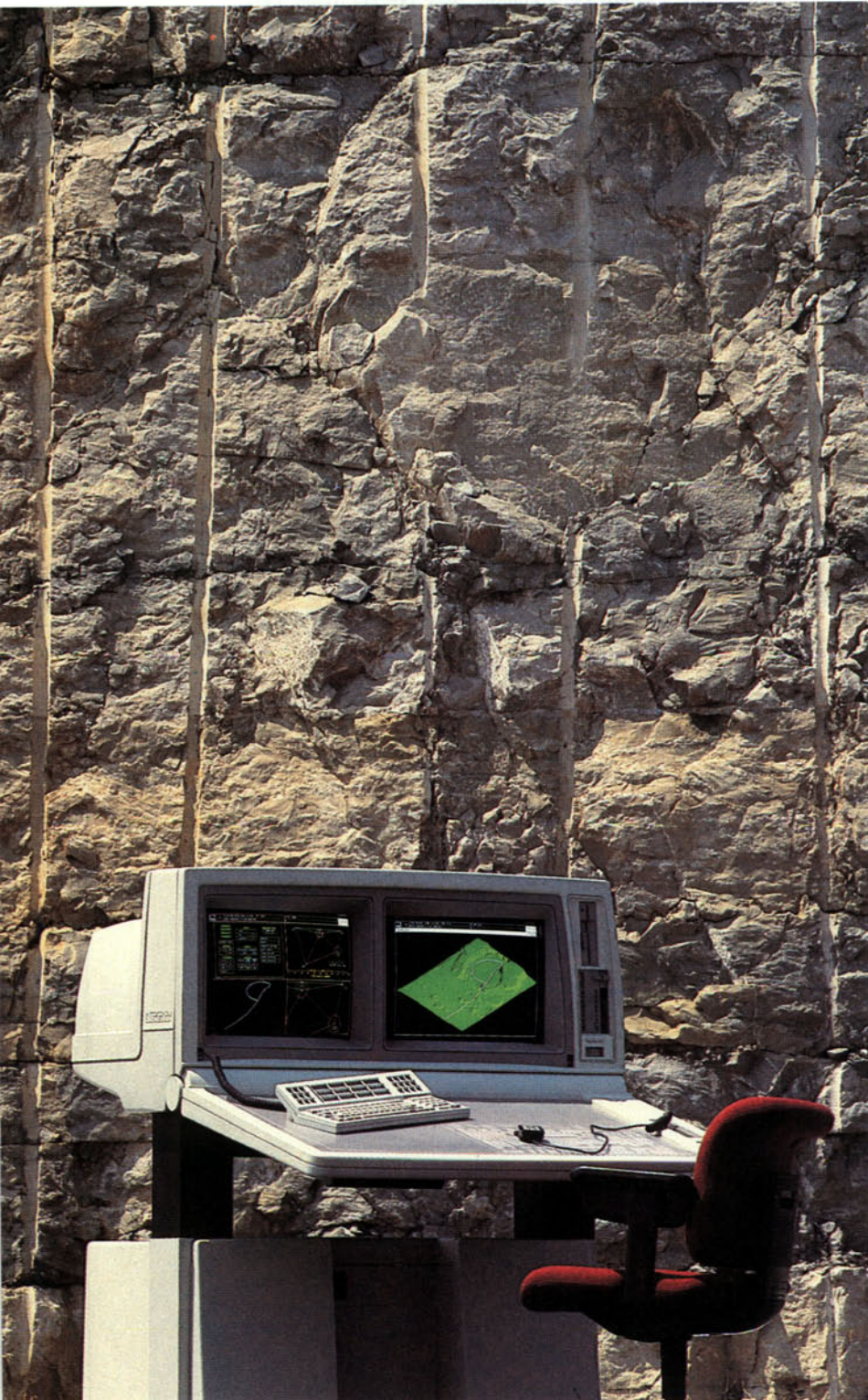
Agraïments

L'autor d'aquest article vol agrair a Ferran Salvador, Agustí Esteban, Rosa Asensio i Francesc Vilar, del Servei de Paisatge de la Universitat de Barcelona, l'eficaç ajuda i col·laboració prestada al llarg del treball de camp a Sierra Nevada.

BIBLIOGRAFIA

- DRESCH, J.: "De la Sierra Nevada au Grand Atlas. Formes glaciaires et formes de nivation", a *Mélanges de géographie et d'orientalisme offerts à E. F. Gautier*, pàgs. 149-212. Tours, 1937.
- GÓMEZ ORTIZ, A.: "Los diferentes conjuntos de formas periglaciares de las áreas supraforestales pirenaicas", a *Notes de Geografía Física*, núm.11, pàgs. 17-30. Barcelona, 1984.
- GÓMEZ ORTIZ, A., i LLOBET, S.: "Geomorfogénesis periglaciaria en Sierra Nevada: formas heredadas y modelados actuales en la unidad orográfica del Mulhacén", a *Estudios Geográficos*, núm. 193, pàgs. 527-558. 1988.
- GÓMEZ ORTIZ, A.: "Procesos periglaciares en la montaña mediterránea hispana: el ejemplo de Sierra Nevada", a *Notes de Geografía Física*, núm. 18, pàgs. 27-37. Barcelona, 1989.
- GÓMEZ ORTIZ, A.: "Funcionalidad periglaciaria en Sierra Nevada. Observaciones acerca del dinamismo en figuras geométricas. Un primer avance", a *Llibre homenatge al professor Lluís M. Albentosa*. Departament de Geografia de la Delegació de Tarragona de la Universitat de Barcelona (en premsa).
- RAYNAL, R.: "Le seuil supraforestier dans les montagnes méditerranéennes", a *La limite supérieure de la forêt*, pàgs. 31-42. Institut d'Estudis Andorrans. Perpinyà, 1981.
- SERVE, L.: *Recherches comparatives sur quelques groupements végétaux orophiles et leurs relations avec la dynamique périglaciaire dans les Pyrénées Orientales et la Sierra Nevada*. Tesi, pàgs. 373. Centre Universitaire de Perpignan, 1972.
- SOUTADÉ, G., i BAUDIÈRE, A.: "Végétation et modelés des hauts versants septentrionaux de la Sierra Nevada", a *Annales de Géographie*, volum V, pàgs. 709-736. 1970.
- SOUTADÉ, G., i BAUDIÈRE, A.: *Mutations phytogéographiques et variations climatiques durant l'Holocène dans les Pyrénées méditerranéennes françaises*, pàgs. 90-93. IX Congrès International de l'INQUA. Christchurch, 1973.

Empezar sobre una base sólida



Cuando se están estableciendo las bases para la construcción de un edificio o autopista o de un sistema completo de información geográfica, se necesita una tecnología avanzada en topografía y cartografía. Existe un sistema suficientemente flexible que contiene una amplia gama de aplicaciones; una solución que resuelve todas las necesidades de captura de datos: INTERGRAPH.

Una base sólida para su proyecto

Para mejorar la eficacia en los proyectos o levantamientos para ingeniería, se requiere:

- Conexión con libretas electrónicas.
- Diseño parametrizado.
- Proyecto, simulación y cálculo de redes geodésicas.
- Modelos digitales del terreno.
- Aplicaciones para la implantación y diseño en ingeniería.
- Aplicaciones para cálculo y análisis de movimiento de tierras.

INTERGRAPH ofrece estas herramientas como parte de un sistema total e integrado, para la captura, gestión, análisis y presentación de información geográfica. Con INTERGRAPH, todos los ficheros relacionados con un proyecto forman parte de una base de datos única. La información compartida ayuda a los distintos departamentos a comunicarse adecuadamente, evitando la duplicación de datos, mejorando la productividad.

Un compromiso sólido de formación y asistencia

Para INTERGRAPH, la formación y asistencia al usuario son temas prioritarios. A partir del conocimiento de las tareas cotidianas en topografía e ingeniería, se consigue mejorar la productividad y la eficacia, introduciendo adecuadamente los gráficos interactivos. Este compromiso con el usuario ha convertido a INTERGRAPH en el líder mundial en cartografía asistida por ordenador. Empezar con INTERGRAPH supone establecer una base sólida, para cualquier proyecto en topografía, ingeniería o cartografía.

Un sistema único. Todas las soluciones.

Para más información, dirigirse a:
INTERGRAPH ESPAÑA, S.A.
C/. Gobelos, 47-49 LA FLORIDA
28023 MADRID Tel.: 91 - 372 80 17
EDIFICIO UNIBER c/. Aribau, 197-199
08021 BARCELONA Tel.: 93 - 200 52 99
c/. Las Mercedes, 8 48930 LAS ARENAS
GETXO (VIZCAYA) Tel.: 94 - 463 40 66