



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

## Estudi de les allaus al Pirineu occidental de Catalunya: predicció espacial i aplicacions de la cartografia

Glòria Furdada i Bellavista



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

**ESTUDI DE LES ALLAUS  
AL PIRINEU OCCIDENTAL DE CATALUNYA:  
PREDICCIO ESPACIAL I  
APLICACIONS DE LA CARTOGRAFIA**

**ANNEXOS**

**Glòria Furdada i Bellavista**

**Tesi Doctoral**

maig de 1996

ONE FURDADA I BELLAVISTA

Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia  
UNIVERSITAT DE BARCELONA

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700865286

BIBLIOTECA DE GEOLOGIA

043

FURDADA BELLAVISTA

**DEMANEU EL  
MATERIAL  
D'ACOMPANYAMENT  
AL TAULELL DE  
PRÉSTEC**

52 ✓

**ANNEX 1**  
**METODE DE CARTOGRAFIA**

## METODE DE CARTOGRAFIA

### A1. INTRODUCCIO

Aquest capítol té un contingut essencialment didàctic i pràctic i està concebut per a què pugui ser llegit, bé com a complement d'aquesta Tesi, bé com a text independent, útil per a la realització de cartografia de localització probable d'allaus. Per tant, aquesta introducció tractarà resumidament de la utilitat de la cartografia, del tipus de documents que se'n poden i volen obtenir i s'hi definiran i classificaran les allaus d'una manera que resulti aclaridora de què es cartografia i perquè.

Les allaus són un fenomen que interacciona activa i negativament amb l'organització social. Per altra banda, són un fenomen recurrent (com, per exemple, les riuades); això vol dir que en un mateix vessant poden produir-se petites o grans allaus amb períodes de retorn més curts o més llargs. Les allaus que es produeixen amb certa freqüència en zones pròximes a les habitades solen ser conegudes, però les grans allaus amb llargs períodes de retorn sovint no es coneixen, bé perquè se n'ha perdut la memòria històrica, bé perquè, fins fa pocs anys, les àrees on es produeixen només s'han utilitzat com a pastures en èpoques estivals. La conseqüència immediata d'això, si tenim en compte que s'està donant un increment en l'ocupació i en els usos de l'alta muntanya tant a l'hivern com a l'estiu, és la dificultat de determinar quines zones són aptes per ser ocupades per infraestructures i altres instal·lacions i quines no, o quines poden ser-ho si s'apliquen mesures de defensa.

Per tant, els documents que voldrem obtenir com a primera aproximació sistemàtica al problema de les allaus, seran relativament generals, elaborats a una escala que permeti identificar les zones probables d'allaus (encara que no se'n puguin precisar els detalls), i on puguin quedar reflectides i recollides el màxim de característiques i informacions sobre les allaus que permet adquirir el límit econòmic i de temps propi d'un treball exhaustiu de camp a escala mitjana. El resultat és el **Cadastre d'Allaus** constituït pels **Mapes de Localització Probable d'Allaus**, on es representen les zones probables d'allau (escala 1:25.000) (annex 2), i el **Registre de Fitxes d'Allaus**. Aquest Registre consta d'una col·lecció de fitxes i fotografies oblíquies, que es corresponen amb cada una de les zones d'allau, on es descriuen les característiques de la zona i on s'inclouen totes les informacions addicionals que es puguin obtenir (per exemple, si l'allau afecta algun tipus d'infraestructura, si hi ha una dinàmica mixta nivo-torrencial, informació sobre els períodes de retorn, testimonis, etc.) (fig. 4.2.). El mapa en si, com tants altres documents bàsics, serà un mapa de **perillositat**, és a dir, un mapa on es localitzi i s'identifiqui el fenomen (en aquest cas ni es dona informació sobre la recurrència de

les allaus ni se'n quantifica la magnitud), sense fer cap avaluació de risc. Evidentment, aquesta documentació ha de ser revisable i ampliable a mesura que es pugui anar obtenint informació adicional sobre qualsevol allau, provinent de qualsevol font fiable.

### A1.1. DEFINICIO D'ALLAU I CLASSIFICACIO UTIL.

Fer una cartografia de zones probables d'allau implica tenir uns mínims coneixements sobre aquest fenomen natural. Així, tal i com s'ha definit a l'inici d'aquesta Tesi, direm que **una allau és una porció o massa del mantell nival que es desplaça per un vessant avall per causa de la ruptura de l'equilibri entre les forces resistents i motrius que actuen sobre ell** (fig. a1.1.). En una allau es pot identificar una **zona de sortida**, on es desencadena l'allau, una **zona de trajecte**, per on es desplaça la neu mobilitzada a la zona de sortida, i una **zona d'arribada**, on es diposita la neu involucrada en l'allau (Foto 2). Com he indicat, en un mateix vessant poden produir-se, amb períodes de retorn diferents, allaus de diferents magnituds; **en el cas de la cartografia només es reflectirà la màxima envoltant de tots els possibles límits de les allaus que puguin donar-se en una zona concreta**. En força casos aquesta màxima envoltant queda ben reflectida pels danys que sofreix la vegetació, com s'explica més endavant en parlar de criteris de cartografia; però en el cas de dominis supraforestals, on hi ha estacions d'esquí i altres serveis, cal tenir especialment en compte tots els altres criteris que permeten identificar les zones d'allau, i per tant, cal saber quins tipus d'allau s'hi poden produir.

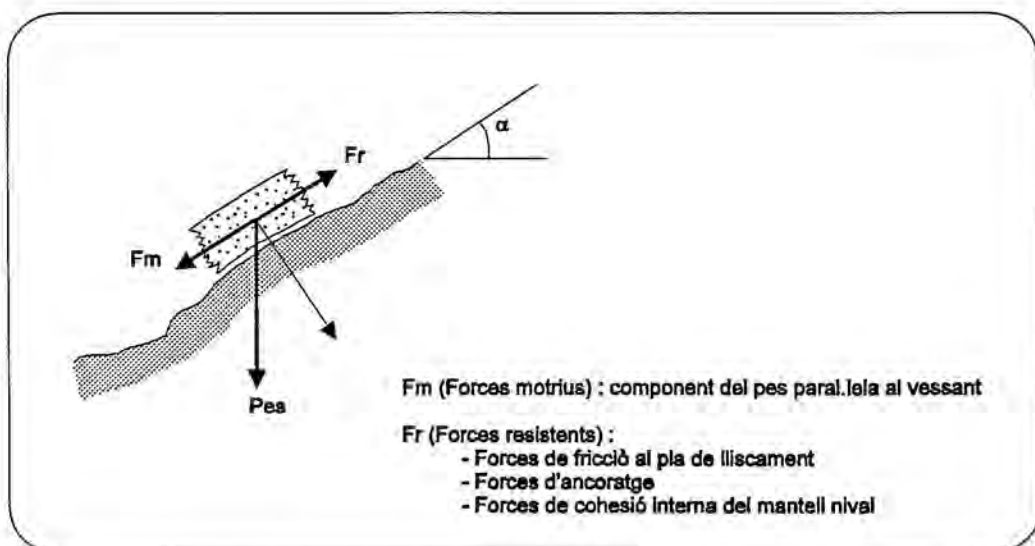


Figura a1.1.: Forces resistents i motrius que actuen al mantell nival

Evidentment i com qualsevol altre fenomen natural, les allaus poden classificar-se de moltes maneres i segons criteris diferents (vegeu annex 7). Des del punt de vista de la planificació territorial, són especialment importants les grans allaus, d'uns quants centenars de metres de desnivell, que involucren grans quantitats de neu i amb zones d'arribada que assoleixen fons de vall principals, és a dir, allaus d'elevada perillositat. Aquestes grans allaus normalment presenten una sortida linial i, segons sigui un o altre el tipus de neu involucrat en l'allau, es parla de:

**-allaus de placa de neu seca;** sovint es desenvolupen en forma d'aerosol (segons un flux turbulent), de manera que l'allau es desplaça amb una velocitat molt ràpida (fins a 400 km/h) i amb una trajectòria rectilínia.

**-allaus de placa de neu humida;** molt més lentes i denses, amb un flux granular, tendeixen a adaptar-se a la topografia.

Si el desnivell és molt important (de l'ordre del miler de metres) i la zona d'arribada es troba a cota relativament baixa, cal considerar que l'allau pot canviar de comportament al llarg de la seva trajectòria: pot començar com una allau de neu seca amb trajectòria més o menys rectilínia i, a mesura que es desplaça i va incorporant neu de cotes cada vegada més baixes (cada vegada més humida) va canviant de comportament i es va adaptant cada vegada més a la topografia.

De cara a la cartografia cal, per tant, tenir en compte:

- Les característiques del terreny que permeten la sobreacumulació de neu
- Les morfologies dels vessants que permeten la propagació de grans fractures al mantell nival.
- Les altituds de les zones de sortida i arribada de l'allau que poden influir en el comportament dinàmic de l'allau.

En resum, la Cartografia de Localització Probable d'Allaus és una cartografia de **perillositat** d'aquest fenomen i és un document de base per a la Planificació Territorial, tot i que no és suficient (en cada cas concret caldrà fer una avaluació acurada del risc). Si més no, permet fer una selecció prèvia entre possibles àrees a ocupar i establir quin problema representen les allaus en àrees ja ocupades i/o en expansió. Per tal de poder realitzar una bona cartografia és més que recomanable tenir un bon coneixement de les allaus i del factors extrínsecs (nivo-meteorològics) i intrínsecs (lligats a la fisiografia) que permeten el seu desencadenament.

## A2. PRINCIPIS I METODOLOGIA

Com indica el seu nom, als Mapes de Localització Probable d'Allaus es cartografien aquelles zones on hi ha indicis de que s'han produït allaus o molt probablement se n'hi poden produir.

Malgrat que els coneixements sobre l'evolució del mantell nival i de les característiques climàtiques de la zona a cartografiar aporten una informació molt valuosa per al coneixement de la dinàmica d'allaus i la seva ocurrència, els factors extrínsecs a la producció d'allaus, lligats a les condicions nivo-meteorològiques, són variables al llarg de l'hivern i, per tant, no cartografiables.

Durant l'hivern el mantell nival recobreix els vessants i tendeix a regularitzar-ne la topografia i morfologia, de manera que els factors intrínsecs als vessants que determinen la producció d'allaus queden emmascarats (ex.: pendent real a la zona de sortida, rugositat, vegetació herbàcia i arbustiva,...). Aquests factors intrínsecs sí que són perfectament localitzables en l'espai i, per tant, cartografiables. A més, els efectes de les allaus, especialment sobre la vegetació, sovint poden identificar-se millor sense la presència de la cobertura de neu.

Per aquests motius, el que es cartografia no és la superfície del mantell nival i les possibles allaus que s'hi puguin observar, sinó el conjunt de superfície del sòl i vegetació que reflecteix la possibilitat de desencadenament i el pas de les allaus. Per tant, la cartografia es fa a l'estiu i la tardor. Val a dir que, precisament per això i pel fet de no poder veure simultàniament totes les possibles allaus d'una zona concreta, les observacions sempre estan subjectes a una certa dosi d'anàlisi i, conseqüentment, d'interpretació, malgrat que, com ja he dit, es pretén que la cartografia sigui el màxim de descriptiva possible i es limiti a localitzar el fenomen.

Així, per a la cartografia de la màxima envoltant de totes les possibles allaus d'una zona d'allaus concreta s'utilitzen criteris observables a diferents escales: des del detall d'impactes en troncs d'arbre fins a l'observació de la globalitat de vessants de més d'un miler de metres de desnivell. Per la diversitat d'escales de treball i de fonts d'informació resulta molt adequat el següent mètode de treball (CEMEGREF, 1981; Servizio de Calamita Pubbliche, 1986; Furdada et al. 1988), que consta de les etapes següents:

1. Fotointerpretació de fotografies aèries verticals (a escales entre 1:18.000 i 1:30.000)
2. Reconeixement de camp
3. Enquesta a la gent que viu i treballa a l'alta muntanya.

Tot seguit comentem quins avantatges i quines mancances té cada un d'aquests estadis, quines possibilitats ofereixen i com es complementen entre ells.



## A2.1. LA FOTOINTERPRETACIO.

La fotointerpretació es realitza amb fotografies aèries verticals (sovint pancromàtiques, en blanc i negre per motius econòmics), d'escala pròximes a la de la base topogràfica de la cartografia. En el nostre cas hem utilitzat fotografies subministrades pel S.G.E. a escala 1:33.000 i fotografies subministrades per l'ICC a escales 1:18.000 i 1:22.000, tot depenent de la disponibilitat i de la qualitat dels vols.

Els avantatges de la fotografia aèria són els següents:

- Permet l'observació de la globalitat dels vessants i especialment de les zones de sortida i trajecte (Furdada et al. 1988). Això és molt útil sobretot per a grans allaus, ja que sovint les valls poden ser estretes o força encaixades i l'accés al vessant oposat al de l'allau pot ser difícil; per tant una visió sobre el terreny pot estar molt distorsionada, pot no donar una idea gaire aproximada de les dimensions totals de l'allau i especialment de la zona de sortida i pot portar a confusió respecte a les zones de circulació preferent de les allaus de neu més humida i densa i, com a conseqüència, dels efectes de l'allau a la zona d'arribada. Alhora, pot induir a errors en traçar els límits de les allaus.
- Possibilita l'enquadrament del vessant afectat per allaus en un marc fisiogràfic més ampli. És a dir, permet adquirir una visió global de les possibles àrees planes i vessants a sobrevent que poden subministrar neu als vessants (deflació), de les orientacions de les valls i crestes que canalitzen els vents i els donen una orientació local determinant en la generació de cornises i sobreacumulacions, o en la possibilitat que es produeixi una fusió ràpida de la neu (per exemple com a resultat de l'efecte föhn). En aquest sentit, l'ús complementari de mapes topogràfics resulta molt útil.
- L'ús de fotografies de tardor té un avantatge adicional: permet distingir amb molta facilitat els arbres caducifolis de les coníferes. Com s'explica amb més detall a l'apartat de criteris de cartografia, certs arbustos i caducifolis constitueixen la vegetació de substitució del bosc original de coníferes. Per tant, una zona de coníferes destruïda per una allau pot ser fàcilment reconeguda per la vegetació arbustiva i/o de caducifolis que s'hi desenvolupa.
- Presenta una independència de criteri respecte a qualsevol interès humà, polític o econòmic (Pietri, 1993) que pot no donar-se en molts casos durant l'enquesta.
- Junt amb el reconeixement de camp permet identificar fenòmens de freqüència molt feble, dels que se n'ha perdut la memòria històrica (Pietri, 1993).

- En segons quins vols de primavera es poden observar restes de cornises i de sobreacumulacions de neu, que reflecteixen l'orientació dels vents que les produeixen. Això és útil per determinar l'orientació dels vents dominants a l'àrea de treball i localitzar amb més facilitats totes les probables zones de sobreacumulació en zones de sortida d'allaus.
- Una altra possibilitat d'aquest treball és l'anàlisi multitemporal d'imatges (Furdada et al. 1988; Mears, 1992). La comparació de fotografies de diferents anys permet veure si els límits de les zones d'allau han variat en funció de la destrucció o recuperació del bosc. Es poden identificar allaus de les que no se'n tenia constància en anys precedents (el que vol dir que es poden reconèixer allaus amb període de retorn superior als cent anys) i es pot veure l'avanç progressiu d'algunes zones d'arribada cap a dins del bosc. Pot ser interessant considerar aquest tipus de treball de cara a la revisió de les cartografies en un futur, sobretot perquè el canvi en els usos del sòl (pasturatges, dalla de prats alpins, explotació forestal, etc.) poden provocar canvis en les zones de sortida de les allaus i, com a conseqüència, en el seu abast.

Les principals mancances d'aquest mètode són les següents:

- On hi ha relleus molt verticalitzats es produeixen ombres, inevitables fins i tot si les fotografies estan fetes al migdia. Això impossibilita l'observació de potencials zones de sortida i, en general de vessants orientats del NNE fins al NNW(Furdada et al. 1988; Pietri, 1993).
- Hi ha sempre una distorsió de la topografia, sobretot a les vores de cada fotografia aèria, que pot estar accentuada per relleus molt pronunciats i per desnivells molt importants. És imprescindible, doncs, comparar sempre les observacions de la fotografia amb el mapa topogràfic, sobretot de cara a no tenir una impressió falsa dels pendents reals.
- L'observació d'una fotografia aèria d'aquesta escala no permet fer observacions de detall. Malgrat això, facilita la localització dels llocs on pot ser especialment interessant de fer aquestes observacions, ja que les contextualitza.

## **A2.2. EL RECONeixEMENT DE CAMP.**

El reconeixement de camp consisteix en l'observació directa sobre el terreny de les zones d'allau. Es recomana realitzar una observació des del vessant oposat al que es cartografia per tal de completar, en la mesura del possible, la visió global de les zones d'allau que hi pugui haver i que deuen haver estat prèviament identificades per fotointerpretació. Per

altra banda cal fer observacions de detall que permetin detectar desperfectes en troncals d'arbres (que donen idea de la màxima zona d'arribada coneguda de les allaus, així com d'alçades de flux: Mears, 1992), l'estructura general de superfícies rocoses i clivatges que poden fer augmentar o disminuir la rugositat del terreny, associacions de vegetació que indiquin zones preferentment ventades i zones amb sobreacumulacions de neu, etc.

Els avantatges del reconeixement de camp són, doncs:

- La possibilitat d'efectuar les observacions de detall.
- La ratificació o correcció dels límits de les zones d'allau observats en la fotointerpretació.
- L'adquisició de criteris que permeten fer una aproximació al comportament dinàmic de les allaus. Si això no representa un avantatge d'aplicació directa a la cartografia, sí que permet que la persona que observa/cartografia treballi cada vegada amb més rapidesa i fiabilitat i pugui aportar més dades al cadastre d'allaus.
- Permet el reconeixement de zones no observables en la fotografia aèria per l'existència d'ombres.

Els principals problemes del reconeixement de camp són els següents:

- L'observació distorsionada i/o limitada del vessant en funció de la posició de l'observador.
- L'accessibilitat a algunes zones.
- El cost econòmic i en temps (suposat que es vulgui visitar tota l'àrea cartografiada).

El fet de poder realitzar observacions a diferents escales (fotointerpretació, vessant oposat al de l'allau, visió general des del mateix allau i observacions de detall) arriba a donar una visió força completa de les zones d'allau i permet fer una cartografia acurada malgrat que en molts casos no es pugui disposar de testimonis que hagin vist o patit les allaus. Per altra banda resulta molt formatiu per a la persona que cartografia, ja que la constant anàlisi implica l'adquisició de criteris i coneixements sobre les allaus. Tot i que s'escapen del què és pròpiament cartografia, aquests coneixements són molt valuosos en l'estudi de zones concretes d'allau que presuposen un risc important o en el cas que calgui fer una avaluació d'un accident per poder adoptar mesures de defensa apropiades.

### **A2.3. L'ENQUESTA.**

L'enquesta a la gent que viu o treballa l'alta muntanya, així com les dades provinents d'arxius històrics, subministren informació confirmada sobre l'existència i la zona d'arribada d'allaus. Es tracta d'una informació molt valuosa que ratifica i valida les observacions dels dos estatges anteriors, sempre que es pugui obtenir. A més pot donar informació sobre la dinàmica de les allaus que es pot incloure al cadastre.

En països com França o Suïssa constitueix un tràmit obligatori en la realització de la cartografia, en el que han de col·laborar administracions locals i organismes vinculats al medi de l'alta muntanya (forestals, restauració de terrenys de muntanya, companyies elèctriques amb instal·lacions al medi, etc.). Evidentment, l'existència d'una legislació que doni suport a aquest tipus de treball facilita molt i dona una certitud pràcticament inqüestionable a la cartografia resultant. Això és vàlid sempre que la zona d'estudi hagi estat habitada, sigui una zona de pas recorreguda pels qui treballen a la muntanya o sigui objecte d'observacions sistemàtiques anotades en carnets d'observació de guardes forestals (com en el cas dels Alps francesos).

Cal tenir en compte, però, que la informació obtinguda per aquest mitjà només es pot considerar vàlida si ratifica o bé augmenta la magnitud de l'allau considerada. Si hi ha una observació de camp que indica clarament l'extensió d'una allau però els testimonis diuen que és més petita o inexistent cal fer prevaldre el criteri de camp (Furdada et al. 1988); pot ser que hi hagi hagut una pèrdua de memòria històrica en cas d'una allau amb llarg període de retorn, o que els testimonis vulguin treure-li importància per motius econòmics o polítics.

Respecte a les dades de registres històrics, cal dir que poden ser una font molt important de coneixement d'allaus amb llargs períodes de retorn i de màximes zones d'arribada assolides en segles anteriors al nostre. L'únic requisit és que calen especialistes en el tractament d'arxius històrics dedicats al tema.

En el cas de la cartografia del Pirineu de Catalunya, l'enquesta es du a terme tot demanat informació al personal de les pistes d'esquí, als guardes de refugis d'alta muntanya, als bombers de grups de rescat de muntanya, tot adreçant-nos als ajuntaments, que sovint poden donar-nos referències de les persones més coneixedores d'una àrea determinada (com pastors o antics treballadors en obres hidroelèctriques, a qui es demana informació), o tot posant-nos en contacte amb el personal dels Parcs Naturals i Nacionals. Cal remarcar, però, que la possibilitat d'obtenir informació depèn sempre de la bona disposició de les persones enquestades.

### 3. CRITERIS DE CARTOGRAFIA.

Com he dit a l'apartat anterior, els criteris que permeten identificar les zones d'allaus són observables a diferents escales; per això, totes les observacions globals poden ser fetes tant per fotointerpretació com per observació al camp. Les observacions de detall, evidentment, s'han de dur a terme sobre el terreny. Com que molts dels criteris de cartografia són vàlids per a les diferents etapes metodològiques del treball, en faig un recull exhaustiu, tot sobreentenenent que cada cartògraf/a sabrà diferenciar-los convenientment.

Molts autors han parlat dels criteris de cartografia de les allaus (Martinelli, 1974; Perla i Martinelli, 1976; Daffern, 1983; Salm, 1983; Valla, 1983, 1993; Armstrong i Williams, 1986; Servei Geològic de Catalunya, 1987, 1991; Furdada i Vilaplana, 1988, 1989; Furdada, 1989; Furdada et al., 1989; Mases, 1991; Mases i Vilaplana, 1991; Oller, 1992; Pietri, 1993; McClung i Schaerer, 1993). En tots els casos es posa èmfasi en la vegetació destruïda pel pas de les allaus com a criteri més evident, tot i que n'hi ha d'altres també força determinants. En aquest apartat en faig una descripció tot diferenciant entre criteris que donen informació directa sobre les allaus i criteris que donen informació sobre les allaus en tant que les contextualitzen fisiogràficament i respecte a les condicions locals que es donen en determinats vessants. També incloc un quadre on es resumeixen i s'emfasitza si aporten informació sobre les zones de sortida, trajecte o arribada de l'allau (taula a3.1), i un altre quadre on es sintetitzen els possibles motius de confusió que poden portar a error en la determinació de les zones d'allau (taula a3.2). Finalment incloc una col·lecció de fotografies comentades on s'il·lustren tots aquests criteris.

#### A3.1. CRITERIS DIRECTES.

Com a criteris directes he considerat tots els que donen informació directa sobre la possibilitat que es produeixi una allau (dits factors intrínsecs) o que posen de manifest el seu impacte. Són els següents:



### 3.1.1. Altitud.

El **límit altitudinal** és el primer que es té en compte en preparar una cartografia. Durant una sèrie de mesos (que en el nostre cas comprenen hivern i primavera) existeix un mantell nival estacional, que desapareix per fusió i sublimació de la neu durant el període més càlid de l'any. Aquest mantell nival estacional té un límit inferior més o menys variable, que depèn de les taxes de precipitació sòlida, de la temperatura de les masses d'aire i de la radiació solar (i, a escala global, de la latitud de la cadena muntanyosa). Durant l'estació hivernal, a partir d'una certa altitud (tot decreixent de cota) les precipitacions de neu són poc importants i, en qualsevol cas, les temperatures elevades fan que la neu desaparegui ràpidament per fusió i sublimació sense que hi hagi l'oportunitat de què es produeixin allaus.

Al Pirineu aquest límit es situa aproximadament als 1800 metres, per sota dels quals no cal intentar identificar-hi zones de sortida. Això no vol dir que allaus provinents de cotes superiors no puguin assolir cotes molt més baixes en la seva trajectòria.

### A3.1.2. Topografia / pendent.

Les allaus solen desencadenar-se en zones amb **pendents entre 28° i 45°** (foto 1). Als pendents superiors a 45° no s'acumula neu suficient com per a què s'en produeixin: la neu es va purgant a mesura que es va dipositant i es superen les forces resistents que la mantenen en equilibri al vessant (fig. a1.1). En pendents inferiors a 28° les forces resistents són, en general, superiors a la component del pes del mantell nival paral·lela al pendent (bé per causa de la baixa densitat de la neu, bé perquè quan aquesta augmenta de densitat producte de certes transformacions termodinàmiques de la neu, també augmenten les forces de cohesió interna intergranular i interestrats.).

Això és essencialment cert per al nostre clima i latitud. Daffern (1983) presenta un ventall de pendents molt més ampli en funció de condicions climàtiques més extremes que les del Pirineu (de climes marins molt més humits a climes continentals molt més freds i secs) (fig. a1.2.)

Val a dir que per a superfícies de la mateixa dimensió, en les mateixes condicions de rugositat i nivó-meteorològiques, pot acumular-se més neu en un pendent de 28° que en un pendent de 45°, ja que la component del seu pes paral·lela al vessant superarà abans les forces resistents si el pendent és de 45° i, per tant, l'allau es desencadenarà abans. La conseqüència d'això és que majoritàriament cal esperar que les allaus de major magnitud i amb zones d'arribada més extenses tinguin zones de sortida amb pendents menys pronunciats.

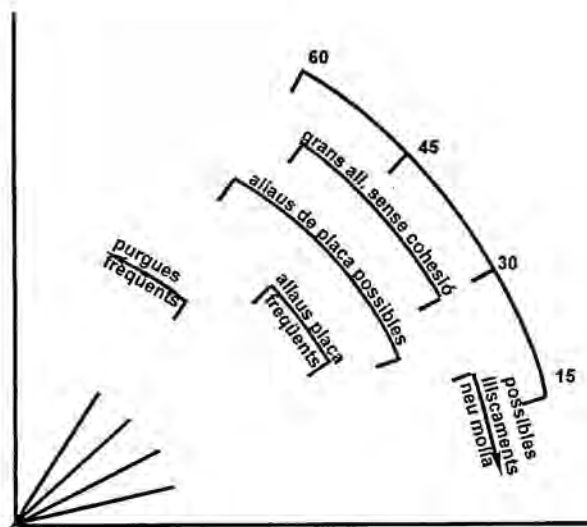


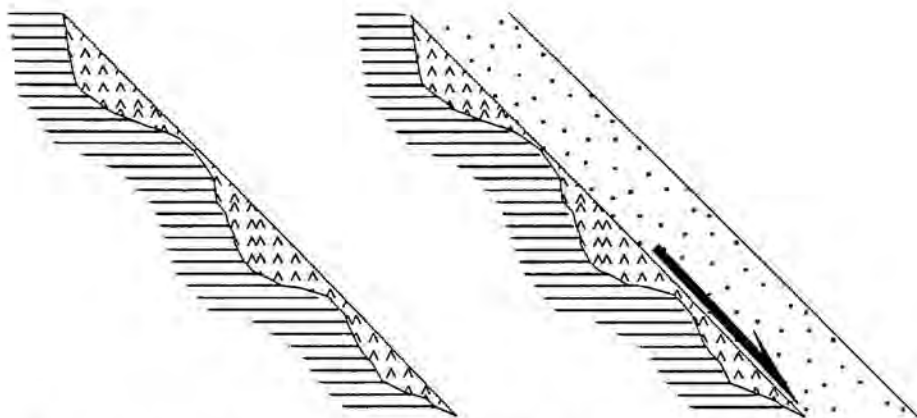
Figura a1.2.: Angles que permeten el desencadenament de les allaus, característics de zones de sortida de climes molt freds i secs fins a climes molt humits (Segons Daffern. 1983)

### A3.1.3. Rugositat.

La rugositat del terreny afecta tant el desencadenament de les allaus com la seva trajectòria i extensió. És ben sabut que les roques sobresortints i altres elements actuen com a **ancoratges** del mantell nival tot impedit-ne l'esllavissament. Per altra banda, la neu tendeix a regularitzar les superfícies, de manera que les capes inferiors queden fixades al substrat fins que s'arriba a assolir un relleu suavitzat; les allaus poden desencadenar-se llavors tot utilitzant com a pla de lliscament una capa de neu de feble cohesió o de gran fragilitat que estigi situada per sobre de la rugositat original del terreny (fig. a1.3.). La **microrugositat**, com la produïda per un prat de pastura, pot crear una cohesió amb la primera capa de neu dipositada. El resultat de tot això és la disminució del volum total de neu que pot esllavissar-se, és a dir la reducció del volum i extensió de l'allau o, fins i tot, la impossibilitat que aquest es produeixi. Aquest és el principi de la construcció de terrasses com a obra de defensa (foto 43)

Igualment, els **obstacles al llarg de la trajectòria** actuen com a elements de frenada tot dissipant part de l'energia de l'allau i escurçant-ne la trajectòria, com a deflectors tot canviant-la, o com a dics tot retenint bona part o la totalitat de la neu desplaçada.

A continuació indico com la geologia del substrat, la geomorfologia i la vegetació incideixen sobre la rugositat del terreny.



*Figura a1.3.: Efecte de la rugositat del vessant en el desencadenament d'allaus. La neu tendeix a regularitzar el vessant fins que s'assoleix un pendent regular. A partir d'aquest moment, les allaus poden desencadenar-se a favor de qualsevol capa feble dipositada estratigàficament per sobre de les anteriors (Segons Mases, 1991).*

### Geologia:

L'alternança de materials resistents i menys resistents a l'erosió que dóna lloc a **barres i esperons** en el relleu augmenta considerablement la rugositat, fet que a les zones de sortida pot arribar a impossibilitar el desencadenament d'allaus, mentre que en zones de trajecte i arribada sovint és causa de dissipació d'energia de l'allau.

Per altra banda, una **disposició de les capes amb el cabussament oposat al pendent del vessant**, igual que un **clivatge regional amb plans oposats al pendent del vessant**, generen una rugositat de mètrica a mil·limètrica que pot retenir les primeres capes de neu dipositades a les zones de sortida, però que, en zones de trajecte i arribada pot únicament dissipar l'energia d'allaus de fons (on el pla de lliscament és el substrat).

El tipus de material del substrat també condiciona el possible desenvolupament de sòl edàfic i per tant, de vegetació herbàcia que afavoreix el desencadenament de les allaus. La meteorització essencialment mecànica pròpia dels ambients d'alta muntanya té poca incidència sobre els granitoids, mentre que permet el desenvolupament de sòls sobre esquistos i pissarres, molt menys resistents.

Lligada a l'estructura geològica, la presència de sorgències (especialment actives a la primavera, en època de fusió de la neu) també és un element que afavoreix les allaus. L'aigua entre el sòl i el mantell nival afavoreix la fusió de la base d'aquest tot reduint els ancoratges amb el sòl, alhora que en lubrica el contacte, que així pot actuar més fàcilment com a pla de lliscament d'allaus de fons.



## Geomorfologia:

Els trets geomorfològics que afecten la rugositat del terreny són essencialment els derivats del modelat glacial Quaternari. Així, per una banda les **superfícies rocoses polides pel gel**, a més de presentar sovint una morfologia convexa favorable al desencadenament d'allaus (vegeu apartat següent), es caracteritzen per la manca total d'ancoratges (foto 6).

Contràriament, les formes d'acumulació tals com **arcs i cordons morrenics** representen sovint un obstacle. Aquest és el cas de les morrenes de boca de circ, que constitueixen dics transversals i limiten les petites allaus amb períodes de retorn curts als antics circs glacials i que són sobrepassades més rarament per grans allaus amb llargs períodes de retorn (foto 11). Les morrenes de glacera rocallosa, per la seva disposició en sèries de cordons successius, augmenten considerablement la rugositat i contribueixen a la dissipació de l'energia i a l'aturada de les allaus (fotos .4 1 5 ).

## Vegetació:

Evidentment l'existència d'un bosc espès i ben desenvolupat és el millor ancoratge per a la neu. La **manca de vegetació arbòria** (que es produeix de manera natural per damunt del límit supraforestal, situat entre 2200 i 2400m. amb la desaparició del pi negre) implica una disminució de la rugositat. Els prats alpins d'**herba llarga** (*Festuca eskia*, *Festuca supina*) (fotos 7, 8 i 15), que s'ajeu sota el pes de les primeres nevades, constitueixen un pla de lliscament excepcionalment bo. La **vegetació arbustiva**, com els matolls de nerets (*Rhododendron ferruginum*) o de bàlecs (*Genista balansae sp. europea*), poden tenir efectes diferents: si creixen en petits grups aïllats incrementen positivament la rugositat global del vessant i actuen com a ancoratges; si creixen com una catifa contínua no només no incrementen la rugositat, sinó que poden vinclar-se sota el pes de la neu, tot afavorint la propagació de fractures en el mantell nival i augmentant-ne la inestabilitat. Per altra banda, també afavoreixen el desenvolupament de metamorfismes de neu seca amb predomini de processos de gradient, que tendeixen a inestabilitzar el mantell nival (Salm, 1983).

### A3.1.4. Morfologia.

Molt sovint la morfologia del terreny permet identificar les zones d'allau. Com ja he indicat, a les nostres latituds, les zones d'alta muntanya on actualment es produeixen les allaus han estat ocupades per glaceres durant el Quaternari; així, al modelat actual es reconeixen antics circs glacials, cubetes de sobreexcavació, valls en forma d'obi, etc., més o

menys accentuats en funció de la importància de les glaceres, del tipus de substrat rocós en què aquestes s'instal·laren i dels trets estructurals (fracturació). Aquest modelat condiciona fortament la localització i extensió de les allaus (Mases, 1991; Mases i Vilaplana, 1991). De cara al seu estudi podem considerar per un costat la morfologia global de la zona d'allau i, per l'altre, el seu perfil longitudinal.

### **Morfologia global:**

A grans trets, podem classificar les allaus de la següent manera:

**Petites allaus** que es produeixen a gran altitud, sovint en parets d'antics circs glacials i, per tant, no assoleixen grans desnivells; La seva morfologia més característica és la d'una **canal**, amb un eixamplament o petita **conca superior**, que acaba amb un **con d'esbaldregalls** (foto 13). També hi ha casos on les allaus presenten uns límits més indeterminats, tant pel que fa a la identificació de les zones de sortida, trajecte i arribada, com pel que fa als límits laterals de les possibles allaus: són els **vessants oberts**, força regulars o **pales**; sovint són vessants que enllacen amb colls (foto 14). En ambdós casos, la zona d'arribada de l'allau pot ser el fons del circ, sovint ocupat per un estany glaçat. Les morfologies de trànsit entre canals ben definides i vessants oberts també són possibles (foto 15); en aquest cas, les allaus acostumen a circular per les petites depressions longitudinals del terreny, tot accentuant-les i facilitant la circulació de les pròximes allaus.

**Allaus de grans dimensions**, amb grans desnivells, que assoleixen fons de valls principals. La zona de sortida sol correspondre a una **gran conca o pala**, la de trajecte sol ser una **canal** o un **torrent** i la d'arribada es correspon amb un **con de dejecció** (fotos 9 i 21); sovint poden identificar-se com a conques de dinàmica mixta nivo-torrencial. També hi ha casos on les allaus presenten uns límits més indeterminats; es tracta de **grans vessants oberts**, molt regulars, amb rugositat molt baixa i sovint amb un recobriment de vegetació herbàcia que s'acaben suaument en fons de vall importants (fotos 8 i 10).

Finalment, cal indicar la possibilitat que hi hagi diverses zones d'allau amb diferent morfologia que conflueixin en una única zona de trajecte i arribada (fotos 2, 18 i 19) i, contràriament, a partir d'una zona de trajecte les allaus poden assolir dues zones d'arribada completament diferents en funció dels factors nivo-meteorològics.

### Perfil longitudinal:

El perfil longitudinal d'un vessant predetermina les forces de tracció i de compressió que es generen al si del mantell nival i, per tant la seva potencial inestabilitat i desencadenament d'allaus (Salm, 1983).

Així, podem distingir entre **vessants còncaus**, on s'hi produiran forces de compressió que tendiran a donar estabilitat a la neu, i **vessants convexos**: al punt de màxima convexitat hi actuen forces de tracció que poden donar lloc a la ruptura del mantell nival i, per tant, al desencadenament d'allaus (fig. 2.7.) (foto 6).

Les forces de tracció actuen també en certes zones d'ancoratge del mantell, en el cas dels **vessants que enllacen per sobre amb pendents molt abruptes** on no s'hi aguanta la neu: al contacte entre el mantell nival i l'inici de la zona més abrupta s'hi desenvolupen aquestes forces de tracció per causa de la reptació del mantell nival i, eventualment, pel lliscament del mantell sobre el substrat (fig. 2. 7) (foto 12).

#### A3.1.5. Vegetacio.

Molt sovint, la vegetació destruïda és el criteri més útil i fiable per identificar una zona d'allaus. Les allaus destrueixen total o parcialment l'estrat arbore original de coníferes i, segons el seu període de retorn, en permeten una recuperació total (per a períodes de retorn superior al centenar d'anys), parcial o nul·la.

La vegetació destruïda per qualsevol procés, natural o antròpic, comença a regenerar-se amb una típica seqüència de substitució reconstitutiva: en primer lloc, l'herba; després comencen a créixer petits arbustos, de primer disseminats i després cobrint amb continuïtat tota la zona. Els més típics no són gaire alts, com el neret (*Rhododendron ferrugineum*) i nabius (*Vaccinium myrtillus*) als vessants nord i els bàlecs (*Genista balansae sp. europea*), brugueroles (*Calluna vulgaris*) als vessants sud. En un estadi més avançat també arriben a desenvolupar-se arbustos de tamany més gran, com la moixera de guilla (*Sorbus aucuparia*). El següent tipus de vegetació que s'instal·la són els arbres caducifolis, com els avellaners (*Corylus avellana*) i els bedolls (*Betula pendula*). Finalment tornen a créixer coníferes com les del bosc o comunitat permanent original: pi negre (*Pinus uncinata*) en altitud i avet (*Abies alba*) fins als 1500-1600 m. als vessants obacs, i pi roig (*Pinus sylvestris*) també fins a altituds mitjanes als vessants solells.

Les coníferes presenten una fusta rígida i fràgil que es trenca amb el pas de les allaus (excepte en el cas d'arbres molt joves), mentre que els caducifolis estan constituïts per una fusta molt més flexible, cosa que els permet de vinciar-se al pas d'una allau i recuperar

més o menys la seva posició quan desapareix la neu. Això és molt útil, ja que permet la repoblació de coníferes protegides pels caducifolis ja ben desenvolupats.

Al llarg d'aquest apartat anirà quedant clar que és important conèixer aquesta successió reconstitutiva de vegetació de substitució, ja que permet deduir característiques de la dinàmica de les allaus i del seu període de retorn.

Les observacions de la vegetació es poden fer a dues escales diferents: 1. A **escala general**, de tota la zona d'allaus; en aquest cas són observacions de paisatge que serveixen per cartografiar amb precisió els límits de les allaus. 2. A **escala de detall**, basades en la destrucció de branques, cicatrius als troncs, etc. que confirmen el pas de les allaus i poden donar idea sobre les seves característiques dinàmiques. En general, la informació obtinguda en ambdós casos és complementària, tot i que les observacions de detall resulten especialment útils quan tots els altres criteris no proporcionen una informació prou definitiva i es dubta del pas de les allaus (Mases, 1991)

### **Paisatge:**

L'observació més evident i la primera que permet delimitar clarament una zona d'allaus és la **zonació vertical del bosc**. En la seva trajectòria descendent les allaus destrueixen el bosc tot donant com a resultat franges verticals. Si es produeixen allaus freqüents (cada any o pocs anys) que afecten tota la zona d'allau, només serà possible que hi creixi herba (fotos 14, 15, 17 i 18). Si el període de retorn és més llarg s'hi podran desenvolupar arbustos (fotos 16 i 19) o, fins i tot, caducifolis (foto 20).

Sovint, la zonació vertical es dona complementàriament amb una **zonació de la vegetació segons el perfil longitudinal de la zona d'allaus**. En general, en una zona d'allaus es van produint allaus de diferents dimensions amb diferent període de retorn, de manera que les de major freqüència assoleixen cotes més altes i les de menor freqüència poden arribar fins a cotes molt més baixes. Com a conseqüència, la part superior d'una zona d'allau sovint presenta només vegetació herbàcia i, a mesura que es baixa es van observant arbustos, caducifolis deteriorats, caducifolis més ben desenvolupats, coníferes parcialment destruïdes i plançons en creixement i, finalment, coníferes ben desenvolupades (fotos 21, 22, 23, 24, 25 i 26).

Com hem vist, l'allau, en el seu descens pot trencar arbres o arrencar-los de socarrel, i els transporta, en algun cas, fins al final del seu recorregut (foto 27). En aquest cas es tracta d'allaus de neu humida, que s'adapten a la topografia i acumulen troncs i pedres a les zones de menor energia del flux, com les concavitats dels meandres i les zones d'arribada. Aquestes **acumulacions de troncs**, vistes amb més detall, es caracteritzen per ser més o menys desorganitzades, malgrat que els elements tendeixen a estar orientats segons la direcció que ofereix menor resistència al flux, és a dir, amb els troncs més o menys paral·lels al trajecte de l'allau.



Per altra banda, es poden tobar **arbres tombats "in situ"**, amb les copes apuntant cap avall i amb una direcció perfectament paral·lela. Això indica el pas d'una allau ràpida, és a dir, de neu seca i lleugera, possiblement d'aerosol. Aquesta observació ha de concordar amb la d'una trajectòria rectilínia en la zonació vertical del bosc.

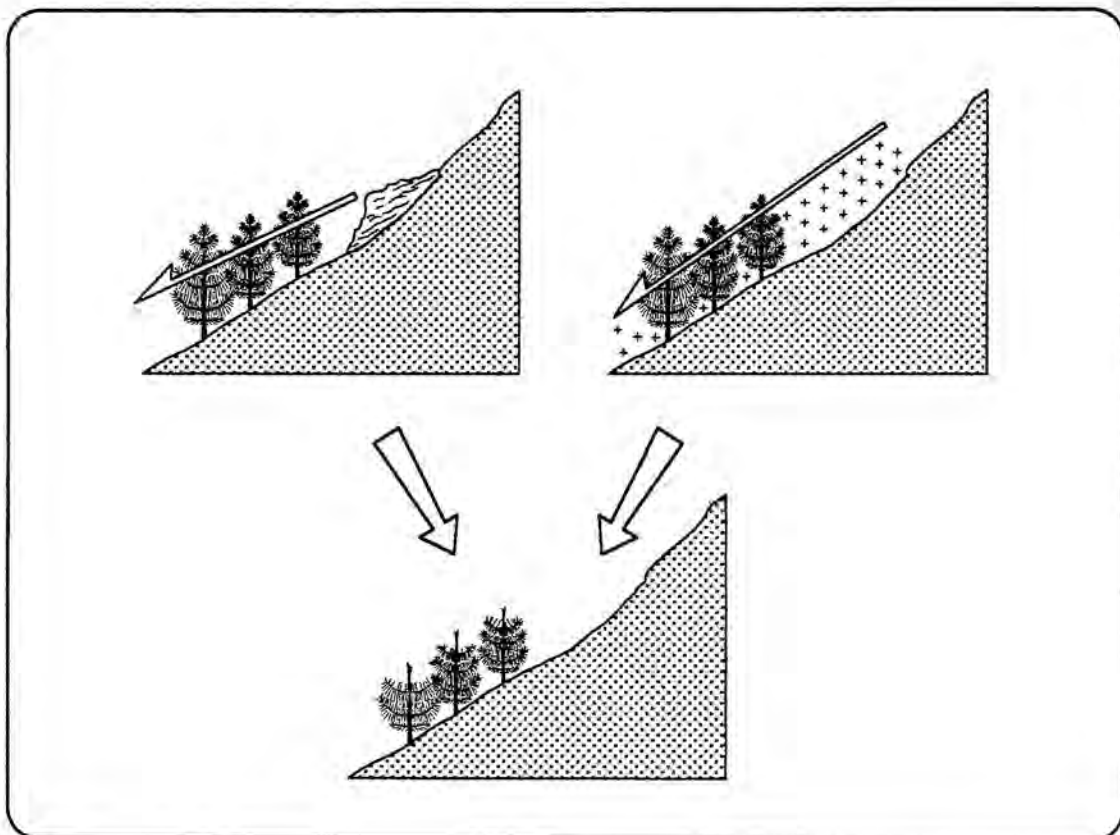
El **bosc esclarissat** també pot indicar la presència d'allaus, essencialment de petites dimensions i en zones força verticalitzades on no és possible una gran acumulació de neu. Sovint es tracta d'allaus de neu humida, que es desencadenen a partir de "punts calents" com troncs o roques que, per la seva coloració fosca, absorbeixen més la radiació solar i produeixen una fusió més important al seu voltant, tot augmentant-ne la inestabilitat (foto 29).

#### **Detall:**

En revisar amb detall un vessant podem trobar-nos amb **arbres amb la copa escapçada**. En la majoria de casos es tracta d'arbres que creixen a redós de ressalts rocosos o ruptures de pendent convexes brusques, de manera que queden parcialment protegits del pas de les allaus (fotos 31 i 32) (fig. a1.4.). Un altre cas és quan la totalitat dels arbres d'una zona de trajecte o d'arribada tenen la copa escapçada segons un pla i no existeix un ressalt gran que els protegeixi. Això suposa que els arbres estaven parcialment coberts pel mantell nival quan va produir-se l'allau, i que aquest va lliscar sobre la neu tot destruint només la part dels arbres exposada (foto 30) (fig. a1.4.).

Hi ha dos tipus de desperfectes en la vegetació que acostumen a presentar-se simultàniament; són els **senyals d'impacte** als troncs i les **branques trencades** (fotos 33, 34 i 36). Les allaus, sobretot si són de neu humida i densa, poden arrossegar pedres a més de troncs, que poden impactar amb els arbres no arrossegats per l'allau i deixar-hi cicatrius considerables. Per altra banda, les branques que han crescut orientades cap a la part superior del vessant són les que ofereixen una major resistència al pas de l'allau, i sovint són trencades i arrossegades, de manera que només queden les que miren avall. També hi ha casos en què les branques només estan trencades a la part inferior de l'arbre (sempre les orientades vessant amunt), de manera que queden les **copas intactes** (fotos 31 i 35). Això indica l'alçada de flux de l'allau, inferior a l'alçada total de l'arbre.

L'existència de **troncs curvats, retorçats o ajaguts** (fotos 24, 25 i 33) reflecteix que en passar les allaus els arbres es van vinclar i van quedar total o parcialment coberts de neu, i van adquirir una deformació no totalment recuperable amb la desaparició estacional de la neu. En continuar el seu creixement, el tronc tendeix a adoptar la posició vertical per fototropisme, de manera que en resulten aquests troncs anormals. Val a dir, però, que en força casos un tronc curvat és el producte de tres processos diferents: la reptació del sòl en un pendent força inclinat, la reptació de la mateixa neu, que no és gens despreciable, i el pas de les allaus. En ocasions es pot diferenciar quins dels tres processos han intervingut en la deformació dels troncs, però altres vegades són absolutament indissociables.



*Fig. a1.4.: Representació dels mecanismes que poden donar lloc a arbres amb la copa escapçada en una zona d'allaus: 1. Arbres que creixen protegits per un ressalt rocós; 2. Arbres amb la part inferior coberta i protegida pel mantell nival (Segons Mases, 1991).*

Finalment, l'allau pot haver trencat un conjunt d'arbres i haver-los tombat sense separar-los totalment de la soca, és a dir, deixant-los vius però sense possibilitat que el tronc recuperi la posició vertical. En aquest cas, una de **les branques** que queden orientades cap amunt pot continuar creixent i adquirir la **funció de tronc principal** (fotos 37, 38 i 39). Obtenim, a més, informació sobre la direcció d'on prové l'allau (contrària al tronc tombat) i, en cas que sigui possible fer un estudi dendrocronològic, informació sobre el període de retorn de l'allau.

## A3.2. CRITERIS INDIRECTES.

Com a criteris indirectes he considerat aquells que poden condicionar les allaus en determinades condicions nivo-meteorològiques i, per tant, el seu comportament dinàmic (morfologia de la zona d'allau i màxima extensió assolible), és a dir, aquells que influeixen en els factors extrínsecs.

### A3.2.1. Orientació respecte al Sol.

Tot i que l'orientació respecte al Sol que té un vessant és invariable, els efectes que aquesta pot tenir sobre les allaus no sempre es fa notar.

La **incidència dels raigs solars** és definitiva en el metamorfisme de la neu, de manera que als vessants orientats al sud (que a l'hemisferi nord són els que reben directament la insolació), al mantell nival s'hi produiran amb més rapidesa processos de metamorfisme d'isotèrmia (que tendiran a estabilitzar-lo) i fusió; en canvi, als vessants orientats al nord la neu recent es transformarà amb més lentitud i es donaran amb més facilitat els processos del metamorfisme de gradient i formació de gebre de superfície.

Això comporta una implicació dinàmica: Als vessants orientats al sud tendeixen a produir-se amb més freqüència allaus de neu humida, que s'adapten a la topografia pràcticament sempre (en molts casos circulen per canals ben definides) i, per tant, són més fàcils de delimitar en funció de la morfologia del terreny i del probable volum de neu desplaçada. Als vessants orientats al nord s'hi produeixen allaus de neu seca i freda (aerosols) més sovint que als orientats al sud; aquestes allaus segueixen una trajectòria rectilínia, de manera que si no hi ha una traça clara a la vegetació no hi ha manera de cartografiar-ne els límits amb precisió.

Això no vol dir que sempre als vessants orientats al sud hi hagi allaus de neu humida i als orientats al nord n'hi hagi de neu seca. Només marca una tendència que pot ajudar a interpretar i delimitar les zones d'allaus.

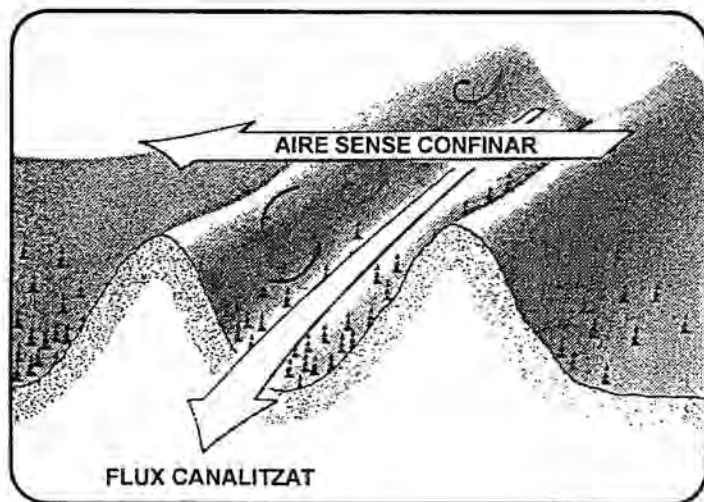
Evidentment, hi ha molts casos d'allaus de neu recent que es produeixen durant precipitacions copioses i perllongades, durant les que el cel resta cobert i, per tant, la insolació (indirecta) és mínima i pràcticament despreciable. En aquests casos el tipus d'allau, i en conseqüència la seva trajectòria i traça sobre la vegetació, està condicionat pel tipus de precipitació, més seca o més humida en funció de la temperatura de la massa d'aire en què aquesta es produeix.

### A3.2.2. Orientació respecte als vents dominants.

Ben sovint les nevades es poden produir acompanyades de vents o aquests poden presentar-se just després. Això és força freqüent al Pirineu de Catalunya, on els vents dominants acostumen a ser del nord o del nord-oest. Els vents erosionen i transporten la neu de les superfícies d'aplanament i vessants oberts favorables i formen cornises i sobreacumulacions als vessants de sotavent susceptibles de provocar allaus.

La variada orientació de les valls comporta una adaptació i canalització dels vents, que poden arribar a tenir una direcció local molt diferent de la del vent dominant (fig. a1.5).

Poder reconèixer amb certa fiabilitat l'acció del vent i poder identificar les zones de sobreacumulació permet reconstruir millor el tipus i magnitud de les allaus i, per tant, realitzar-ne una millor cartografia. A continuació exposo una sèrie d'indicis que permeten determinar la direcció del vent local i com a conseqüència, indirectament, localitzar zones de sortida d'allaus.



*Fig. a1.5.: Influència del relleu en la canalització dels vents dominants: Per sobre de les carenes el flux és aproximadament el mateix que el dels vents dominants lliures (sempre hi ha una certa adaptació i un cert relentiment); les valls tendeixen a canalitzar el vent segons la seva direcció, mentre que vora els vessants el flux tendeix a ser irregular i turbulent (Segons Perla i Martinelli, 1976).*



## Vegetació:

L'índici més clar és el creixement d'**arbres en bandera**; les seves branques creixen en la direcció del vent de manera que ofereixen la mínima resistència al seu pas. Contràriament als arbres afectats per allaus les branques no presenten fractures, sinó una torsió en el sentit de la circulació del vent.

Un altre índex és la presència d'**associacions vegetals característiques**, com la que es dona en ressalts topogràfics o carenes suaus que enllacen amb vessants de pendent pronunciats. Als alts topogràfics exposats als vents on la neu és erosionada hi ha landes d'azalea procumbent (*Loiseleria procumbens*), mentre que als vessants de sotavent on la vegetació queda tèrmicament aïllada per la sobreacumulació de neu hi creixen gramínies ben desenvolupades (*Festuca supina*).

Un altre exemple característic és el que es pot veure sovint en boques de circ, el fons dels quals freqüentment està ocupat per estanys: als llinars rocosos hi creixen arbres amb les branques orientades i/o arbustos també amb una morfologia que ofereix la mínima resistència al vent, alhora que al vessant que es perllonga per sota el circ, a sotavent, hi creixen gramínies com al cas anterior (fig. a1.6)

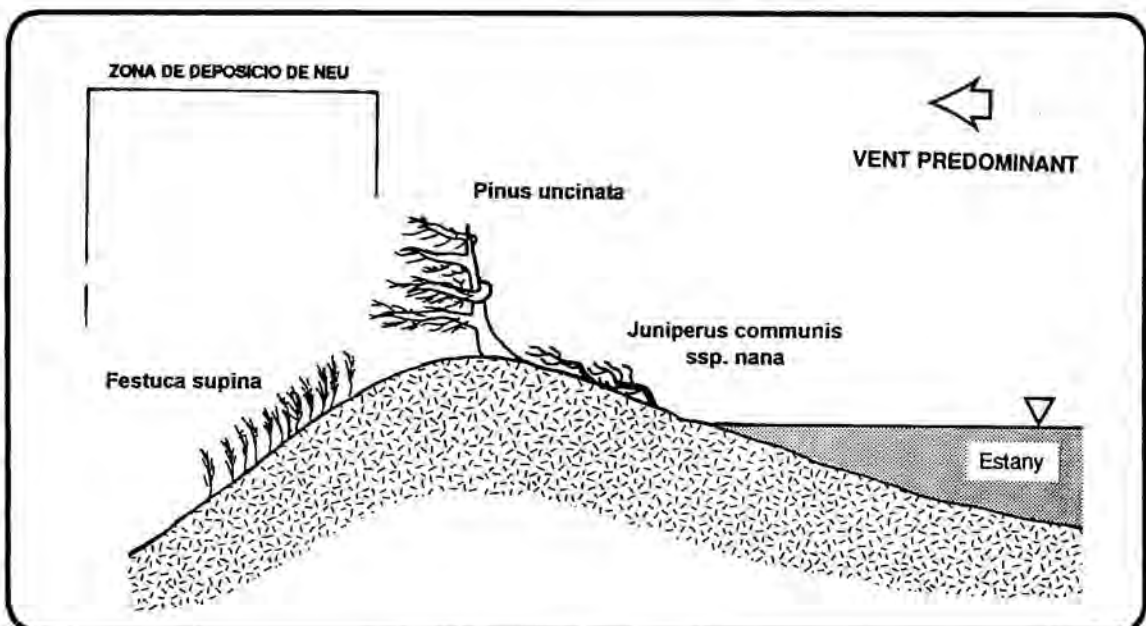


Fig. a1.6.: Successió de vegetació característica de llinars rocosos o morrenes de boca de circ afectades per vents regionals: arbustos i/o arbres amb el creixement orientat en el sentit del vent des del circ fins a la part superior del ressalt; gramínies ben desenvolupades a sotavent, al vessant que enllaça amb el circ.

### **Morfologia:**

Les **superfícies d'aplanament** poden subministrar grans quantitats de neu als vessants de sotavent, on durant l'hivern el relleu es pot veure suavitzat fins al punt de presentar un "fals pendent" que emmascari la possibilitat del desencadenament d'allaus. En aquest cas, l'observació d'estiu, a més de permetre la identificació de zones fornidores de neu, proporciona el pendent real del vessant que, com hem vist, permet classificar-lo com a zona de sortida o no (fotos 40,41 i 42 ).

Per altra banda, el vent és un fluid compressible. Això implica que en trobar-se amb un obstacle es comprimeix i augmenta de velocitat (el que, en definitiva, augmenta la seva capacitat d'erosió i transport de partícules de neu), i en superar l'obstacle s'expandeix i perd velocitat (perd capacitat de transport). Les **morfologies en crestes i esperons** obliguen el vent a adaptar-se i a augmentar i disminuir de velocitat, tot provocant l'erosió de la neu als vessants de sobrevent i l'acumulació de dipòsits als situats a sotavent (figs. 1.11, 1.12 i a1.7.)

### **A3.3. ALTRES CRITERIS.**

En parlar d'altres criteris em refereixo a les **obres de defensa existents**, en general de construcció no gaire recent al Pirineu. Aquestes obres sovint actuen tot evitant o disminuint els efectes d'allaus amb períodes de retorn curts que afecten alguna infraestructura, com pilones elèctriques o carreteres. En algun cas la construcció de l'estructura de defensa ha estat conseqüència de que s'ha produït una allau de grans dimensions i freqüència molt baixa, de la que no hi havia memòria històrica, i s'ha decidit protegir una població o un assentament. En qualsevol cas, la presència d'aquestes obres confirmen al/la cartògraf/a l'existència d'allaus.

A continuació indico quines són les obres de defensa que es troben més sovint en cartografiar al Pirineu de Catalunya. Aquestes són tant de defensa activa, que impedeixen el desencadenament de l'allau, com de defensa passiva, que no impedeixen el desencadenament sinó que creen una protecció contra els seus efectes. No pretenc que la relació següent sigui un inventari exhaustiu d'obres de defensa, ni pretenc avaluar si el tipus d'obra i la seva ubicació són la solució més correcta per a un problema determinat, sinó que em limito a descriure-les somerament i a indicar el seu teòric paper en la prevenció o protecció d'allaus.

#### **A la zona de sortida:**

S'hi poden observar **bancals** i, si l'altitud ho permet, **bancals de repoblació forestal**. Amb això s'augmenta la rugositat del terreny, s'incrementen els ancoratges

de la neu i es disminueix el volum potencial de neu mobilitzable en una allau (fotos 43 i 45).

En algun cas hi ha **barreres de neu**. El seu paper és la retenció de la neu, de manera que n'impedeixen la reptació, el desenvolupament de fissures i el desencadenament d'allaus.

Al final de les zones de sortida també hi poden haver **dents de frenat**, que disminueixen considerablement l'energia de l'allau (foto .49).

#### **A la zona de trajecte i a la zona d'arribada:**

A l'inici de la zona de trajecte, en algun cas hi ha **antics dics de contenció o d'estocatge de neu**. Acostumen a tenir una funció mixta, ja que sovint estan construïts en conques nivo-torrencials (foto .44).


Tant a la zona de trajecte com a la d'arribada s'hi ha construït **víseres o galeries** (fotos 6) que permetin que l'allau circuli per sobre d'una carretera o d'una via de tren sense obstruir-la. També és freqüent trobar **tascons de deflacció**: se situen al mig del pas de l'allau i aquest, en arribar-hi, es divideix en dues branques amb menor energia que voregen o eviten l'objecte o estructura a protegir (fotos 8 i 46)

Cal tenir en compte que el canvi que es produeix en els usos del sòl pot comportar una variació en el límit de les allaus. Si es deixa d'explotar el bosc com a recurs forestal aquest serà més espès, de manera que dificultarà que es produeixin les allaus, tant de petites com de grans dimensions. Aquestes últimes necessiten una clariana amb extensió mínima sense arbres per a què les fractures es puguin propagar al si del mantell nival i les allaus amb poder destructiu es puguin desencadenar (Gubler, 1992, 1993).

La desaparició de l'activitat ramadera fa que als prats que servien de pastura hi pugui créixer herba llarga i en aquest primer estadi augmenti la possibilitat de desencadenament d'allaus en desaparèixer la microrugositat que proporciona l'herba menjada. Si l'altitud ho permet, es podran desenvolupar arbustos, tot augmentant altra vegada la rugositat, etc.

Per altra banda, si una allau va assolint amb certa assiduitat la seva màxima zona d'arribada i aquesta es troba dins el bosc, fàcilment aquesta anirà sent més extensa. Quan l'allau baixa, destrueix part del bosc a la zona d'arribada, amb la conseqüent pèrdua d'energia. La següent allau arribarà al límit de l'anterior amb més capacitat destructiva, ja que no s'ha perdut energia en la destrucció d'una zona ja devastada i, per tant, podrà avançar una mica més tot deteriorant uns quants arbres més, i així successivament. D'aquesta manera s'anirà ampliant progressivament, però no il·limitada, l'extensió de la zona d'arribada de l'allau.

**CRITERIS DE CARTOGRAFIA**

CRITERIS	ZONA DE SORTIDA	ZONA DE TRAJECTE	ZONA D'ARRIBADA
ALITUD	> 1800 m.		
TOPOGRAFIA/PENDENT	28° - 45°	variable	< 15° (grans allaus no limitades longitudinalment)
<b>MORFOLOGIA</b> Límits ben determin. Petites allaus Límits indetermin. -Global Límits ben determin. Grans allaus Límits indetermin. Allaus confluents	Petita conca, eixamplament superior d'una canal Vessant obert Conca, pala Vessant obert Combinació de les anteriors	Canal o corredor Vessant obert Canal / torrent Vessant obert Combinació de les anteriors	Con d'esbaldregalls Vessant obert, fons de circ/cubeta, estany Con de dejecció Vessant obert, fons de vall Qualsevol de les anteriors
-Perfil longitudinal	 fract. probable		
<b>RUGOSITAT</b> -Geologia:.....	$\Delta^+$ : alternança materials: barres, esperons $\Delta^-$ : estructura / disposició capes	$\Delta^+$ = (dissipació d'energia) $\Delta^-$ = (dissipació d'energia)	$\Delta^+$ = (dissipació d'energia) $\Delta^-$ = (dissipació d'energia)
-Geomorfologia:.....	$\Delta^-$ : roca polida pels gels quaternaris	$\Delta^+$ : morrenes (+tills) en boques de circs (= inici zona trajecte)	$\Delta^+$ : frenat -> morenes glaceres rocalloses $\Delta^-$ =
-Vegetació:.....	$\Delta^-$ : prat alpi no dallat $\Delta^-$ : arbustos continus $\Delta^+$ : arbustos dispersos $\Delta^+$ : arbres ± dispersos	$\Delta^+$ : arbres ± dispersos	$\Delta^+$ : arbres ± dispersos

<p><b>VEGETACIO</b> -Paisatge:</p> <p>Zonació vertical del bosc Zonació del perfil longitudinal</p> <p>Acumulacions de troncs</p> <p>Bosc esclatissat ----&gt;</p> <p>-Detail:</p>	<p>Zonació vertical del bosc Herba</p> <p>---</p> <p>Sota z. sortida de grans allaus ±protegides / Zones molt pendents amb purgues i petites allaus</p> <p>Manca de matolls i arbres</p> <p>Manca de matolls i arbres</p> <p>Manca de matolls i arbres</p> <p>Manca de matolls i arbres</p> <p>Manca de matolls i arbres</p>	<p>Zonació vertical del bosc Herba / arbusts / caducifolis</p> <p>"in situ", tombats i paral.lels(=allau ràpida) en concavitats i meandres (=allau densa)</p> <p>Arbres escapçats; protegits: -obstacles -mantell nival</p> <p>Troncs curvats, retorçats, ajaguts</p> <p>Manca de branques superiors</p> <p>Senyals d'impacte</p>	<p>Zonació vertical del bosc Caducifolis / coníferes</p> <p>"in situ", tombats i paral.lels(=allau ràpida) apilaments en ≠ direccions (=allau densa)</p> <p>Arbres escapçats, protegits pel mantell n.</p> <p>Troncs curvats, retorçats, ajaguts</p> <p>Manca branques superiors (fracturades)</p> <p>Senyals d'impacte</p> <p>Branques fent de tronc (rebrot)</p>
<p><b>ORIENTACIO RESPECTE AL SOL:</b></p>	<p>- S ==&gt; neu humida: adaptació a la topografia preexistent (canals,...) pràcticament sempre</p> <p>- N ==&gt; diferents possibilitats (neu seca o humida): no sempre adaptació a la topog. preexistent</p>		
<p><b>ORIENTACIO DELS VENTS DOMINANTS</b> Observable indirectament</p> <p>-Vegetació:.....</p> <p>-Morfologia.....</p> <p>-Fisiografia.....</p>	<p>==&gt; Sobreacumulació de neu</p> <p>Arbres en bandera en colls i carenes</p> <p>Associacions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Azalea procumbent + gramínies</li> <li>-Arbusts / arbres (creixement orientat) + gramínies</li> </ul> <p>Superfícies d'aplanament (supra-vessant)</p>	<p>Arbres en bandera al llarg de valls i en vessants</p>	<p>Arbres en bandera al llarg de valls</p>
<p><b>EXISTENCIA D'OBRES DE DEFENSA</b></p>	<p>Existència de vents Föen en valls determinades i amb situacions meteorològiques habituals</p> <p>Bancals</p> <p>Barreres de neu</p> <p>Dents de frenat (final z. sortida)</p> <p>Antics dics d'estocatge</p> <p>Tascons per dividir l'allau</p> <p>Viseres</p> <p>Dics de desviació</p> <p>Dents frenat, etc. (disipació E.)</p> <p>Tascons per dividir l'allau</p> <p>Viseres</p>		



#### **A3.4. OBSERVACIONS QUE PODEN PORTAR A CONFUSIO.**

En aquest apartat incloc una taula on es resumeixen totes les observacions que poden confondre's amb efectes d'allaus, i les comento breument.

Hi pot haver casos de zonació vertical del bosc atribuïda a una gran allau que, en realitat, sigui el resultat d'un incendi forestal localitzat. També es donen casos de bosc malalt, molt debilitat, que és destruït per un fort cop de vent.

La zonació de la vegetació segons el perfil longitudinal de la zona d'allaus difícilment es pot confondre amb la zonació altitudinal característica de l'alta muntanya, ja que tant per les cotes com per la vegetació que envolta la zona d'allaus es pot diferenciar bé (fig. després de Mases ); Es important tenir ben present el factor altitudinal en el desenvolupament de la vegetació, ja que hi ha casos de valls amb tots els vessants completament afectats per diferents allaus on només hi pot créixer el prat i algun arbust que podrien induir a confusió.

Les tales i aprofitaments forestals poden portar a diverses confusions. Una tala antiga pot confondre's amb la zonació vertical produïda per una allau i les tales selectives que esclerissen el bosc poden fer pensar en una zona amb petites allaus (com a la Vallferrera o a la vall de Santa Magdalena) (foto ). En alguns casos les acumulacions de troncs poden ser causades per l'explotació forestal i, en d'altres, els arbres arrencats o trencats per una allau poden ser aprofitats com a fusta (com els destruïts per una allau d'aerosol a la vall de Toran l'hivern de 1987-88). En la majoria de casos, però, es troben les soques dels arbres tallats.

Els senyals d'impacte en troncs, a part de per allaus, poden ser causats per caigudes de blocs (si els arbres estan situats al peu de cingleres o vessants escarpats), o per altres arbres en ser tallats i caure sobre els seus veïns.

Finalment, es poden donar molts casos de troncs curvats exclusivament com a efecte de la reptació del sòl en vessants fortament inclinats, però que no presentin les condicions necessàries per al desenvolupament d'allaus.

**Per acabar, vull remarcar que l'observació d'un únic criteri de tots els exposats no és suficient per definir una zona d'allau. Sempre és necessària la concurrència d'un conjunt de criteris coherents entre ells per tenir una seguretat acceptable en la delimitació de l'envolvent que es cartografia.**

## POSSIBLES CONFUSIONS EN CARTOGRAFIA

OBSERVACIO	CAUSA REAL	CAUSA ATRIBUIDA	EXEMPLE DE LOCALITAT
Zonació vertical del bosc	Incendi	Allau important	---
Zonació vertical del bosc	Bosc malalt + ventada	Allau important	Vall de Chamonix (tren Mer de Glac)
Zonació vertical del bosc	Antiga tala forestal	Allau	---
Zonació de la vegetació segons el perfil longitudinal de la zona d'allau	Zonació altitudinal	Allau	---
Bosc esclarissat (paisatge)	Tala forestal selectiva	Petites allaus	Vall Ferrera Vall de Santa Magdalena
Troncs acumulats	Tala forestal	Arbres acumulats per allaus	---
Troncs acumulats	Arbres arrencats per una allau, aprofitats (explotació forestal)	Explotació forestal	Vall de Toran
Senyals d'impacte en troncs	Caiguda de blocs Caiguda d'altres arbres per tala forestal	Allau (transport d'algun bloc i/o arbre	Bosc sota el Tuc de Comtessa
Troncs curvats i ajaguts	Reptació del sòl	Allau.	---

Nota: En cas d'explotació forestal no molt antiga queden les soques dels arbres tallats.

#### **A4. LA REPRESENTACIO GRAFICA.**

Com ja hem comentat, els documents que obtenim de la cartografia són el Mapa de Localització Probable d'Allaus, on es localitza el fenomen, i el Registre de Fitxes d'Allaus, on s'inclouen descripcions de les zones d'allau i totes aquelles altres informacions que poden ser interessants i que, sovint, no és possible obtenir sobre la totalitat de les zones d'allau cartografiades. El conjunt d'aquests dos documents és l'anomenat Cadastre d'Allaus.

Aquesta distribució facilita la consulta de la informació (la inclusió de tota la informació sobre un únic document cartogràfic estaria fora de lloc, tant pel volum d'informació descriptiva que inclou com per la inhomogeneïtat de part de les dades obtingudes.)

Per tant, a partir d'ara em centraré en la representació gràfica de les zones probables d'allus.

##### **4.1. ELS MAPES .**

Segons Pietri (1992) un mapa és la transcripció gràfica de la localització dels fenòmens geogràfics i de les seves relacions en un espai donat. Els mapes utilitzen un llenguatge per transmetre la informació que ha de ser visual, gràfic i universal (Bertin, 1967); la comprensió del llenguatge ha de ser instantània, completa i universal, en la mesura que les regles del llenguatge són correctament aplicades.

Les relacions entre les dades són transcrites amb l'ajuda de tres variables: les dues dimensions del pla x i y que defineixen la posició dels diferents punts, i l'aspecte visual d'aquests punts.

En definitiva, un mapa resulta útil i eficaç:

-si segueix les lleis universals de la percepció visual

-si dóna una resposta visual a la informació a transmetre, tot mostrant la localització dels fenòmens i transcrivint les relacions (de diferència d'ordre o de proporcionalitat) que existeixen entre les dades.

Per altra banda, **un mapa no és només un mitjà de presentació de dades, sinó que és el resultat d'un mètode de recerca** (de Graaff et al. 1987).



## **4.2. EL MAPA DE LOCALITZACIÓ PROBABLE D'ALLAUS.**

En el cas dels Mapes de Localització Probable d'Allaus, doncs, cal tenir en compte dos factors per a l'elecció de la simbologia apropiada: la validesa de les informacions segons el mitjà d'obtenció i la relació d'ordre de magnitud entre les diferents allaus existents.

### **A4.2.1. La validesa de les informacions segons el mitjà d'obtenció:**

Es evident que la informació que s'obté en les diferents etapes de realització de la cartografia té una validesa creixent. La fotointerpretació, tot i que molt útil, no implica cap coneixement directe de la zona d'allaus. El reconeixement de camp comporta una ratificació dels criteris observats, és a dir, una validació (encara que, en alguns casos, no és possible una precisió absoluta). Finalment, l'enquesta a la població dóna una certesa absoluta de la localització i extensió del fenòmen.

### **A4.2.2. La relació d'ordre de magnitud entre les diferents allaus existents:**

Com es desprèn de tot el que he anat comentant a l'apartat de criteris de cartografia, hi ha allaus de dimensions considerables que poden ser ben representades a escala 1:25.000. Per altra banda, hi ha allaus de dimensions més petites i de localització més imprecisa, ja que es produeixen en vessants amb bosc esclarissat o, en alguns casos, en vessants força pendents i amb una rugositat considerable.

És a dir hi ha una gradació en quant a ordre de magnitud i, per tant, representabilitat de les allaus que s'ha de tenir en compte.

### **A4.2.3. L'elecció de la simbologia apropiada:**

La simbologia ha de reflectir, doncs, el mètode de treball, la validesa de les informacions obtingudes per aquest mètode i la magnitud del fenomen a representar.

A continuació comento dos exemples, el de la cartografia que es presenta en aquest treball (actualment en revisió pel S.G.C. de l'I.C.C.) i el de la cartografia que es realitza a

França i Itàlia. Malgrat que el mètode de treball bàsic és pràcticament el mateix, hi ha dos factors que tenen com a conseqüència una llegenda lleugerament diferent i que, per tant, comporta un sentit diferent i un valor diferent al document final.

A França i a Itàlia les administracions central i local respectivament han endegat uns projectes de cartografia centrats fonamentalment en aquelles àrees sotmeses a una forta presència humana, com estacions d'esquí, poblets de muntanya i vies de comunicació (Borrel, com.pers.; Pietri, 1993). Això, junt amb la obligatorietat de l'enquesta, comporta una gran quantitat d'informació absolutament validada. Aquesta facilitat d'obtenir testimonis no fa necessari un reconeixement de camp amb tanta precisió com en el cas de Catalunya.

A Catalunya, el Servei Geològic de Catalunya du a terme un projecte de cartografia que inclou totes les àrees d'alta muntanya, encara que no hagin estat històricament ocupades. Aquesta cartografia sistemàtica té sentit ja que al nostre Pirineu s'està produint un gran desenvolupament lligat al turisme, amb la utilització per a infraestructures, vivendes i vies de comunicació, d'àrees tradicionalment no freqüentades o, fins i tot despoblades durant aquest últim segle. Això implica que en moltes zones no es poden obtenir testimonis verbals i calgui fer un reconeixement sobre el terreny força acurat per a compensar-ho mínimament.

La llegenda resultant (Fig. 3.1) en ambdós casos diferencia entres zona d'allaus (amb color ple), àrees sotmeses a la presència de petites allaus indeterminades (trama de ratlles), zones de circulació preferent o amb allaus canalitzades (fletxes), etc. (vegeu comentari de la llegenda al capítol 3), tot posant de manifest la diferència d'ordre de magnitud que pot assolir el fenomen amb la conseqüent gradació en la trama. (Tot i així la revisió de la llegenda que s'ha fet en motiu de la renovació dels mapes francesos ha introduït petites variacions).

Per altra banda, reflecteix el mètode de recerca utilitzat i la validesa de les informacions obtingudes de manera diferent. En ambdós casos es diferencia una informació menys validada en color carabassa i una informació més validada en color lila. Però mentre que francesos i italians associen el color carabassa a les informacions de fotointerpretació + reconeixement de camp, i el color lila a la obtinguda de testimonis, en aquest treball s'assigna el color carabassa exclusivament a la fotointerpretació i el color lila al reconeixement de camp + la informació de testimonis (quan aquesta es pot obtenir).

El resultat és que els mapes francesos i italians ofereixen una cobertura menor del territori, però una fiabilitat major en les envoltants representades amb lila. En contraposició, els mapes del Pirineu de Catalunya ofereixen una cobertura major i una fiabilitat menor respecte a la informació representada amb lila, que en part resulta compensada per un acurat reconeixement de camp.

## FOTOGRAFIES

1. El pendent favorable per a què es produeixin allaus és entre 28° i 45°. Amb pendents superiors la neu es va purgant a mesura que es va dipositant i amb pendents inferiors, contràriament, les forces resistents són més importants que les forces motrius del mantell nival i aquest roman estable. (Foto X. Bosch).
2. Aquesta zona d'allau reflecteix perfectament les zones de sortida (conques), trajecte (canals suaus) i arribada (zona inferior sense arbres) corresponents a una allau excepcional. S'observa molt bé la traça de l'allau, que correspon a la zona de vegetació arbòria destruïda. Allau d'et Dossau, Massís de Marimanya (entre el pla de Beret i Montgarri). (Foto G. Furdada).
3. Aquesta imatge correspon a la zona de sortida, múltiple, d'una allau que freqüentment assoleix dimensions considerables. L'elevada rugositat producte de totes les canals ben encaixades, que en principi no permetria el desencadenament d'allaus, es veu compensada per un pendent molt acusat on, en principi no s'hauria d'aguantar la neu. El conjunt d'aquests dos factors, cap d'ells favorable per ell sol al desencadenament d'allaus, permet una gran acumulació de neu i la generació de grans allaus quan la fricció interna del mantell nival és mínima (per exemple, neu molt humida). Pala Mesilla, vall de Valarties, vessant dret (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
4. Morrenes de glacera rocallosa al peu d'un vessant on es produeixen allaus de petites dimensions. Certament, la rugositat que suposen el seguit de cordons morrènics escurça la possible zona d'arribada de les allaus; a més, en aquest cas actuen com a veritables dics de retenció. Circ de Garroba, a la capçalera de la vall del mateix nom, afluent per la dreta de la Noguera Palaresa (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).
5. Glacera rocallosa que augmenta considerablement la rugositat del vessant (el pendent és suficient per a què es desencadenin allaus, malgrat que està una mica distorsionat per la perspectiva). Vall de Durro (Alta Ribagorça). (Foto G. Furdada).
6. Vessant rocós, polí pels gels Quaternaris, amb rugositat quasi nul·la. A més de no oferir ancoratges, presenta una morfologia convexa, favorable a la producció d'allaus per la tensió que es produeix al mantell nival en els punts de màxima convexitat. Pic Feixant, vall de Mulleres (Alta Ribagorça). (Foto G. Furdada).
7. Zona de sortida amb rugositat gairebé nul·la. L'herba llarga ajaguda per la primera nevada ha fet de pla de lliscament per a una allau de fons. Port de la Bonaigua (Val d'aran). (Foto J.M. Vilalana).
8. Vessant obert amb pendent sostingut pròxim a 40°. Rugositat quasi nul·la pel seu recobriment d'herba llarga. Hi ha unes viseres de defensa contra les allaus més habituals, de dimensions relativament petites. Carretera d'accés al Pla de Beret (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).





1



2



3



4



5



6



7



8



9. Conca de dinàmica nivó-torrencial on es diferencia bé la conca de recepció, la canal i el con de dejecció. El pendent a la zona de sortida no arriba als 30°; la rugositat és molt baixa pel recobriment d'herba que presenta. La Solana d'Arties (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
10. Antiga vall glacial amb morfologia en U; pendents a les parts altes dels vessants entre 25° i 40°; rugositat molt baixa; el perfil transversal de la vall no presenta canvis de pendent ni ressalts bruscos, fet que també facilita tant la sortida com una dissipació mínima d'energia de les allaus durant el trajecte i per tant, una zona d'arribada extensa. Vall de Ruda, carretera del port de la Bonaigua (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
11. Antic circ glacial penjat. S'hi produeixen petites allaus freqüents amb zona d'arribada al fons del mateix circ. Per altra banda, actua com a zona de sortida de grans allaus amb elevat període de retorn; aquestes tenen la zona de trajecte al llarg del vessant per sota del circ. Cal remarcar la diferència en la vegetació: al circ, amb allaus més freqüents només hi creix herba, mentre que al llarg del vessant s'hi han pogut desenvolupar arbustos i petites coníferes. La Fontana de Senet, vessant oest de la Noguera Ribagorçana (Alta Ribagorça). (Foto G. Furdada).
12. Zones d'allau en vessants oberts regulars, al peu de parets força escarpades. Al contacte entre el mantell nival i aquestes parets (on no s'aguanta la neu) es produeixen les forces de tracció generades per la reptació de la neu; en aquestes línies s'afavoreix la fracturació del mantell nival i, com a conseqüència, el seu esllavissament. Es pot observar la zonació de la vegetació. Vall de Varradós, vessant dret (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
13. Canals d'allaus amb morfologies característiques de les parets de circ i de vall glacial en zones d'altitud: petita conca o eixamplament superior de la canal, canal i con d'esbaldregalls; sovint els pendents són molt abruptes, però la neu pot acumular-se per l'elevada rugositat de la zona de sortida. Vall de Rius, capçalera de la vall de Valarties (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
14. Vessant obert, regular, que enllaça amb un coll. La rugositat és baixa: herba i tartera de blocs centimètrics a decimètrics que queden coberts per la primera nevada. El pendent és suficient com per permetre el desencadenament d'allaus. Vall de Subenuix, vessant dret (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).
15. Morfologies intermitges entre les canals d'allaus i els vessants oberts. A les zones de pas més freqüent de les allaus, més deprimides, hi creix prat, mentre que als ressalts hi poden créixer arbres, ja que queden protegits. Vall d'Alguamoix, vessant dret (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
16. Zonació vertical del bosc; es pot veure perfectament el bosc de coníferes destruït en franges verticals, ocupades per vegetació arbustiva i prat. Massís de Marimanya / pla de Montgarri, Noguera Pallaresa, vessant dret (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).





9



10



11



12



13



14



15



16



17. Zonació vertical del bosc. Les franges de coníferes destruïdes estan ocupades només per prat, fet que indica una alta recurrència de les allaus. El substrat herbós, alhora, facilita el desencadenament de les allaus. Cal destacar el pendent important del conjunt del vessant. Tuc de la Salana, vessant est, pista d'accés al coll de Pruedo (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
18. Un altre exemple de zonació vertical del bosc, en aquest cas amb un conjunt de canals que conflueixen en una mateixa zona d'arribada. La manca d'arbustos i caducifolis indica també un curt període de retorn de les allaus. La carena és força aplanada i presenta un pendent molt suau, per tant la neu pot ser fàcilment erosionada pel vent i dipositada a la zona de sortida de les allaus, que té un pendent considerable. Barranc de Salient, vessant dret (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
19. Zonació vertical del bosc, amb les franges revegetades per arbustos. Això indica, com a mínim, un període de retorn a l'entorn de la desena d'anys. Si les allaus es produeixen amb una freqüència una mica menor, no arribaran a desenvolupar-se caducifolis. Si es produeixen amb períodes superiors a la desena d'anys aquests hi arribaran a créixer. Fontallada, Vallferrera (Pallars Sobirà). (Foto M. Mases).
20. Zonació vertical del bosc. El fet que la franja de coníferes destruïda s'hagi reforestat amb caducifolis indica una baixa recurrència d'aquesta allau (superior a la desena d'anys). Com es pot veure, l'observació de tardor pot arribar a facilitar molt la delimitació de les zones d'allau pel contrast de color entre el bosc de coníferes (verd) i els caducifolis (grocs i carabasses). Vessant a la confluència de la vall de Peguera amb la vall de l'Escrita (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).
21. Zonació del bosc segons el perfil longitudinal de la zona d'allaus en una conca nivó-torrencial. A la conca i canal (zones de sortida i trajecte) només hi arriba a créixer l'herba; en algun punt s'observa es sòl nu, producte de l'erosió torrencial. Al con de dejecció (zona d'arribada) s'observa, de dalt a baix, herba, arbustos i caducifolis fins a la vora de l'estany. Estany de Sant Maurici, vall de l'Escrita (Pallars Sobirà). (Foto X. Bosch).
22. Zonació del bosc segons el perfil longitudinal de la zona d'allaus. Com en el cas anterior, hi ha prat a les pales que constitueixen la zona de sortida, tant per raons altitudinals com per l'alta freqüència de les allaus; a la zona de trajecte també s'hi pot observar el sòl per causa de l'erosió torrencial i, possiblement, pel mateix impacte de les allaus; a la zona d'arribada hi ha la zonació, de dalt a baix i cap als laterals, de prat, arbustos i caducifolis. Cal remarcar el pendent i la baixa rugositat de la zona de sortida. El Puig de la Bonaigua i el bosc d'avets de la Mata de Sorpe (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).
23. Detall de la diapositiva 23, de dalt a baix de la zona d'arribada. Es pot observar el creixement d'alguns arbustos dispersos; més avall hi ha arbustos i caducifolis deteriorats, que presenten la part del tronc orientada cap amunt del vessant sense branques; més avall i lateralment el bosc de caducifolis és més dens i alt i, finalment s'observen les coníferes. Bosc d'avets de la Mata de Sorpe (Pallars Sobirà). (Foto X. Bosch).
24. Detall d'un lateral a la part superior de la zona d'arribada de la diapositiva 23. S'observen nombrosos indicis de fractura i regeneració dels caducifolis, molts troncs retorçats i curvats i alguns fragments de fusta acumulats. Molt probablement la causa de la fractura dels caducifolis és l'impacte de les allaus en saltar pel ressalt que constitueix la zona de trajecte i caure directament sobre els arbres. Bosc d'avets de la Mata de Sorpe (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).





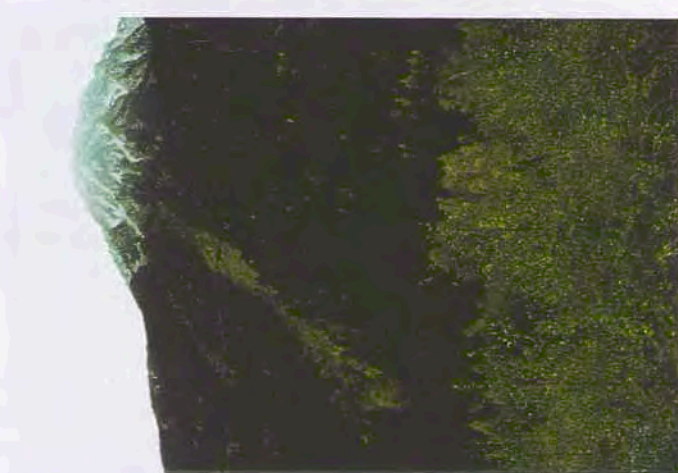
17



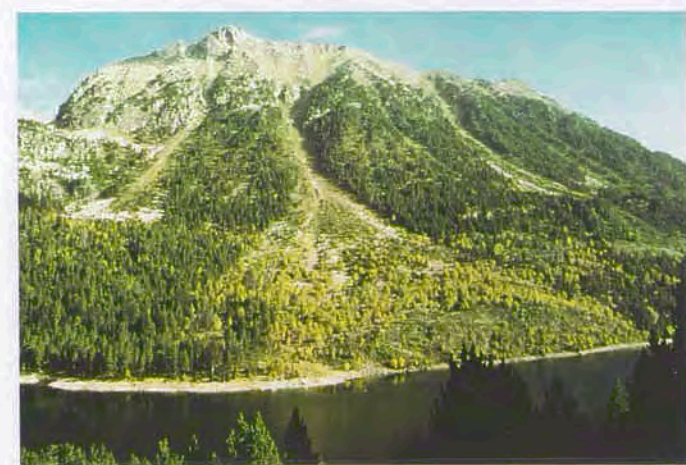
18



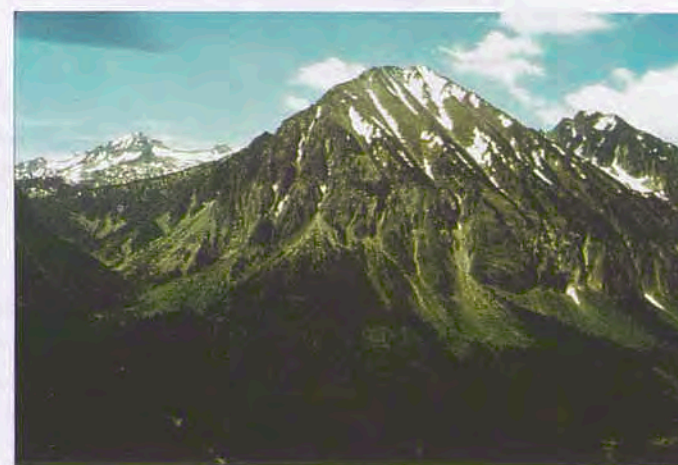
19



20



21



22



23



24



25. Detall d'un lateral de la zona d'arribada de la diapositiva 23 (més avall que la diapositiva 23). Els troncs dels caducifolis estan completament curvats vessant avall i ajaguts sobre el terra. En aquest cas el paper de la reptació del sòl i de la neu és mínim, ja que per a què els troncs quedin tan ajaguts cal que les allaus els vinclin i la mateixa neu de l'allau en aturar-se els mantingui tombats fins a la fusió estacional. Bosc d'avets de la Mata de Sorpe (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).
26. Un altre cas de zonació del bosc segons el perfil longitudinal de la zona d'allaus. Es pot veure el creixement de caducifolis des del final de la zona de trajecte, el que implica que les allaus de màximes dimensions tenen un període de retorn bastant superior als deu anys ja que els bedolls estan força ben desenvolupats. Ribera esquerra de l'Escrita (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).
27. Acumulació de fusta a la zona d'arribada. L'allau va baixar des d'on està presa la diapositiva i va travessar el fons de vall abans d'aturar-se al vessant oposat. Es pot veure l'orientació quasi paral·lela dels troncs, disposats de manera que oferien la mínima resistència al flux durant el transport. Riu de Port d'Orla, afluent de la Noguera Pallaresa a l'alçada del pla de Beret (límit Pallars Sobirà - Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
28. Zona d'arribada al vessant oposat al del què prové l'allau, observable per la destrucció del bosc de coníferes. Cal destacar la baixa rugositat de la zona d'allaus, vegetada exclusivament per prat d'herba llarga. Tuc de la Salana - riu Rencules, afluent per la dreta a la vall de Valarties (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
29. Vessant amb bosc esclarissat on s'hi produeixen allaus de petites dimensions de localització variable i de difícil delimitació. S'observen algunes allaus de fusió de fons, que deixen el sòl al descobert. El fet que hi hagi neu, en aquest cas, fa ressaltar les coníferes i facilita l'observació de la seva distribució disseminada. Vall de Ruda des de la carretera de la Bonaigua (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
30. Visió general d'una zona d'arbres amb les copes escapçades, que es reconeixen quan s'observa arbre per arbre al detall. Els arbres estaven parcialment coberts i protegits pel mantell nival quan va produir-se l'allau (se'n pot veure la zona de sortida herbosa al fons). Les copes van resultar destruïdes, totes a la mateixa alçada, i les seves restes es poden veure en forma de troncs secs entre els arbres. Tuc de la Salana - riu Rencules, afluent per la dreta a la vall de Valarties (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
31. Pi negre amb la copa escapçada pel pas d'una allau. També s'observa la manca de branques a la part orientada cap al vessant. Això implica, com a mínim, dos episodis d'allau: un que va destruir la copa de l'arbre mentre la part inferior estava protegida i un altre que en va destruir les branques sense arribar a afectar la copa, deduïble de la disposició de les branques superiors. La cronologia relativa d'aquests dos episodis no es pot determinar, tot i que es pot dir que una de les allaus va ser de fons, mentre que l'altra es va desplaçar per sobre del mantell nival o per una capa fràgil que li va servir de pla de lliscament. Sobre el pla de l'Espona, vall de Conangles (Alta Ribagorça). (Foto G. Furdada).
32. Pi negre que creix protegit per un ressalt rocós (a l'esquerra, vessant amunt), paral·lelament al vessant. Zona de trajecte d'una allau relativament freqüent (el creixement del pi negre és extremadament lent). Vall de Contraig, afluent per la dreta de la Ribera de Sant Nicolau (Alta Ribagorça). (Foto G. Furdada).





25



26



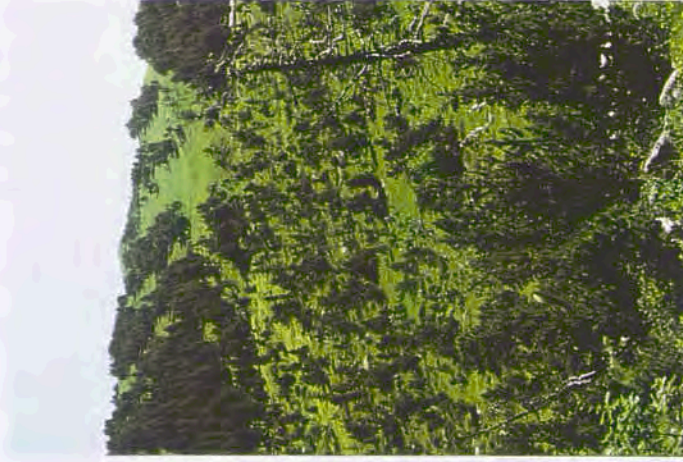
27



28



29



30



31



32



33. Pins negres amb el tronc curvat, tant pel pas de les allaus (també els manquen branques de la part del vessant), com per la reptació del sòl i la neu, ja que el pendent és mantingut i superior als 20°. Es tracta d'exemplars joves, amb la fusta encara prou flexible com per a curvar-se. El Ticolet, carretera de la Bonaigua (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
34. Pi negre amb manca de branques a la part orientada cap al vessant. El Ticolet, carretera de la Bonaigua (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
35. Pi negre amb manca de branques a la part orientada cap al vessant i la copa intacta. Això indica l'alçada de flux d'una allau de fons, que destrueix les branques inferiors però no les que estan situades per sobre de l'allau. Al fons, un altre exemplar amb les mateixes característiques. El Ticolet, carretera de la Bonaigua (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
36. Pi negre adult fracturat. L'edat de l'arbre, adult, indica una extensió i una energia propis d'una allau de recurrència elevada. Pala Mesilla, Vall de Valarties (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
37. Pi negre escapçat per una allau; una de les branques assumeix la funció de tronc principal en el desenvolupament de l'arbre. El Ticolet, carretera de la Bonaigua (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
38. Freixes tombats per una allau; una de les branques assumeix la funció de tronc principal en el desenvolupament dels arbres. S'observa perfectament el sentit d'avanç de l'allau (cap a la dreta). Varradós, vessant esquerre i fons de vall (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
39. Detall de la diapositiva 39. El tronc original està esquinçat, trencat i mort i en el seu lloc una de les branques assumeix la funció de tronc principal. Varradós, vessant esquerre i fons de vall (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
40. Vessant força regular que enllaça amb una superfície d'aplanament. Els vents dominants a la zona erosionen i transporten la neu de la superfície i la sobreacumulen al vessant, orientat al sud. També s'observa una certa zonació de la vegetació que indica que les allaus més freqüents són de neu humida: a les zones més deprimides (de circulació preferent) hi creix herba, mentre que a les més sobresortints, matolls i fins i tot algun arbret mig protegit perquè no es troba a la zona de pas de les allaus. Cal destacar el pendent a la zona de sortida, el perfil regular i la manca de rugositat a tot el vessant. Port de la Bonaigua (límit pallars Sobirà - Val d'Aran). (Foto G. Furdada).





33



34



35



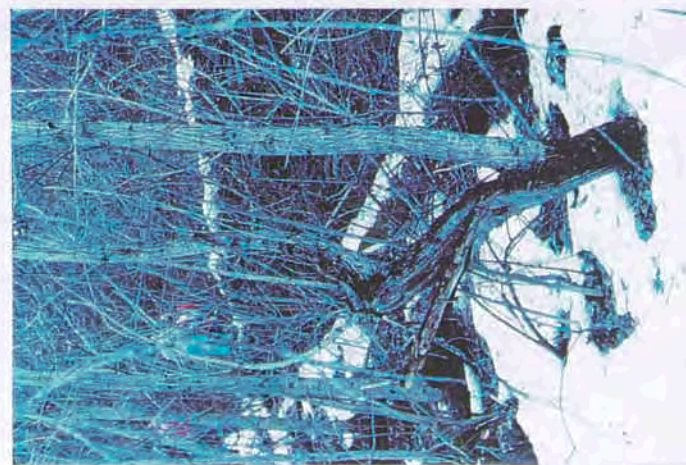
36



37



38



39



40



41. Situació equivalent a la de la diapositiva 41. La presència d'una torre d'alta tensió protegida per un deflector en forma de tascó confirma les hipòtesis respecte a la dinàmica de les allaus. Port de la Bonaigua (límit Pallars Sobirà - Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
42. Conca nivo-torrencial que enllaça amb una superfície d'aplanament. S'observa la resta d'una cornisa, senyal evident de sobreacumulació a sotavent en aquest vessant. Cal remarcar també el seu pendent, la seva manca de rugositat i la seva orientació sud. Poble de Garós (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
43. Banquetes de repoblació forestal que incrementen la rugositat del terreny en probables zones de sortida. Amb això s'evita el desencadenament d'allaus freqüents i es disminueix el volum potencial de neu que es pot desplaçar en una gran allau, ja que no s'hi inclouria tota la que es trobaria regularitzant el vessant al moment de l'allau. Capçalera del barranc de Salient (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
44. Dic d'estocatge de neu a l'inici de la zona de trajecte d'una gran allau excepcional, que l'any 1983 va arribar fins al poble situat al peu de la canal. Malgrat les grans dimensions del dic, cal tenir en compte tant el seu possible rebliment lent per materials transportats pel torrent, com que les allaus acostumen a assolir la seva màxima velocitat poc després de desencadenar-se, de manera que una altra possible gran allau arribaria al mur amb la seva màxima energia. Conca nivo-torrencial sobre Bossost, ribera esquerra de la Garona (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
45. Diverses obres de defensa en una zona d'allaus: a la zona de sortida hi ha banquetes de repoblació forestal que augmenten la rugositat del terreny; al final de la zona de sortida hi ha dents de frenat, que fan perdre energia a l'allau si aquest s'arriba a desencadenar; al final de la zona de trajecte hi ha una visera que protegeix la carretera. Carretera de Vielha a la boca nord del túnel (Val d'Aran). (Foto G. Furdada).
46. Deflector en forma de tascó per protegir una piona d'electricitat contra freqüents allaus de neu humida (es tracta d'un vessant orientat al sud i sotmès a importants sobreacumulacions de neu). Carretera del port de la Bonaigua (Pallars Sobirà). (Foto G. Furdada).





41



42



43



44



45



46

**ANNEX 2**

**CARTOGRAFIA DE LOCALITZACIO  
PROBABLE D'ALLAUS:**

**MAPES**

**REGISTRE DE FITXES  
(llistat de valls)**

## REGISTRE DE FITXES:

### LLISTAT DE VALLS EN QUE S'ORGANITZA LA CODIFICACIO

#### GARONA

TORAN

MARGALIDA

VARRADOS

SALIENT

Burst

UNYOLA

Moredo

RIU MALO

RUDA

Saboredo

AIGUAMOG

Colomers

VALARTIES

Rencules

Torrent d'aigües fondes

LLac de Mar

Estany Tort

TARTERS

NERE

Fontfreda

CASSAU

JOEU

PORTILLON

#### NOGUERA RIBAGORÇANA

MULLERES

CONANGLES

BECIBERRIS

#### NOGUERA DE TOR

BARRUERA

BARRANC DE BASCA

BARRANC DE LA

MUNTANYETA

Comamiana

BARRANC DE LA SALLENT

MONGES

COLIETO

SANT NICOLAU

Sarrader

Contraig

Redó

Cometes

Cortiselles

Delluí

Murrano

LLacs

Riu de Sant Marí

Riu de

Mulleres

#### NOGUERA PALLARESA

TINTER

ARREU

AIROTO

MOREDO

CIRERES

LLUÇANES

MARIMANYA

BERET

PARROS

FORCALL

Port d'Orla

COMAMALA

#### PLA DE BERET

#### ESCRITA

B. DELS ESTANYETS

PEGUERA

BOTERO

SERULL

MONASTERO

SUBENUIX

PORTARRO D'ESPOT

RATERA

Valleta de Crabes

#### BONAIGUA

CABANES

GERBER

## **mallval.aml**

weeddrow off  
map mallaval  
pageunits cm  
pagesize 80 60  
mbegin  
lineset oilgas.lin  
linesymbol 118  
box 25 4 71 51  
lineset plotter  
linesymbol 1  
linesize 0.01  
textset font  
textfont 'Univers Medium'  
textquality kern  
textspacing 1  
textsize 0.2  
line 25 4.51 25.2 4.51  
text '4719'  
line 25 32.65 25.2 32.65  
text '4726'  
line 25 48.7 25.2 48.7  
text '4730'  
line 70.8 5.51 71 5.51  
move 70.2 5.53  
text '4719'  
line 70.8 33.71 71 33.71  
move 70.2 33.72  
text '4726'  
line 70.8 48.9 71 48.9  
move 70.2 48.91  
text '4730'  
line 37 4 37 4.2  
move 36.8 4.25  
text '321'  
line 68.85 4 68.85 4.2  
move 68.65 4.25  
text '329'  
line 34.65 50.8 34.65 51  
move 34.45 50.55  
text '321'  
line 67.7 50.8 67.7 51  
move 67.5 50.55  
text '329'  
mend  
mbegin  
mapextent llegeall  
maplimits 7 23 80 60  
mapscale 1  
shadeset colornames  
shadecolor 'peach puff'  
reselect llegeall poly foto = 1  
polygonshades llegeall 1000  
lineset plotter

## **REQUADRE**

## **COORDENADES**

## **LLEGENDA**

```
linesymbol 1
linecolor 'light salmon'
linesize 0.04
polygons llegeall
aselect llegeall poly
shadeset plotter
shadesymbol 41
shadecolor 'light salmon'
reselect llegeall poly purgaf = 1
polygonshades llegeall 1000
linesize 0.02
polygons llegeall
aselect llegeall poly
shadeset colornames
shadecolor 120
shadesymbol 120
reselect llegeall poly camp = 1
polygonshades llegeall 1000
lineset plotter.lin
linesymbol 1
linesize 0.04
linecolor purple
polygons llegeall
aselect llegeall poly
shadeset plotter
shadesymbol 29
shadecolor purple
reselect llegeall poly purgac = 1
polygonshades llegeall 1000
linecolor purple
linesize 0.02
polygons llegeall
aselect llegeall poly
shadeset carto
shadesymbol 102
shadecolor black
shadeseparation 0.2
reselect llegeall poly defla = 1
polygonshades llegeall 1000
linecolor black
polygons llegeall
aselect llegeall poly
shadetype marker 0 4
shadecolor black
shadesize 0.1
shadeseparation 0.2
reselect llegeall poly defla = 2
polygonshades llegeall 1000
linecolor black
polygons llegeall
aselect llegeall poly
aselect llegeall line
linesize 0.04
linecolor 'purple'
reselect llegeall line llegeall-id = 21
arcs llegeall
arrowsize 0.3
arrowtype double solid
```



```
arcarrows llegeall
aselect llegeall line
linesize 0.04
linecolor 'light salmon'
reselect llegeall line llegeall-id = 22
arcs llegeall
arrowsize 0.3
arrowtype double solid
arcarrows llegeall
aselect llegeall line
reselect llegeall line simbol > 1
lineset ../plotter
linecolor black
arclines llegeall simbol
maplimits 4 19.5 15 30
mapscale 1
mapextent llegpic
markerset water.mrk
markersymbol 125
markersize 0.3
markercolor 'dim gray'
points llegpic
maplimits 8 17 15 25
mapextent llegparc2
mapscale 15
shadeset colornames
shadesymbol 32
shadecolor gray
polygonshades llegparc2 1000
reselect llegparc2 line llegparc2-id = 1
linesize 0.03
linesymbol 77
linecolor gray
arcs llegparc2
nselect llegparc2 line
reselect llegparc2 line llegparc2-id = 2
linesymbol 45
linecolor gray
linesize 0.07
arcs llegparc2
nselect llegparc2 line
reselect llegparc2 line llegparc2-id = 3
linecolor 'dim gray'
linesize 0.01
linesymbol 1
arcs llegparc2
textset font
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textcolor black
textsize 0.3
move 12.5 37.5
text [QUOTE ZONES D'ALLAUS]
move 12.5 37.1
text [QUOTE (1,2,3,... codi)]
move 12.5 31.8
text 'Zones amb deflació'
```

```

move 12.5 30.2
text 'Zones amb sobreacumulacio'
move 12.5 28.6
text 'Cornisa'
move 12.5 27.6
text 'Ressalt'
move 12.5 26.6
text 'Contrapendent'
move 12.5 24
text 'Lindar'
move 12.5 25.3
text 'Espero'
move 12.5 21.9
text 'Pic'
move 12.5 20.4
text 'Xarxa hidrografica'
move 12.5 19
text 'Carretera'
move 12.5 17.6
text 'Poblacio, refugi'
move 12.5 33.5
textfile lle5
move 12.5 35.5
textfile lle4
move 11.2 40.4
textfile lle3
move 7.2 40.4
textfile lle2
move 8.333 41.6
textfile lle1
lineset plotter
linesymbol 1
linesize 0.02
linecolor black
line 7 40.8 16 40.8
line 10 40.8 10 38.8
mend
mbegin
lineset plotter.lin
linesymbol 1
linesize 0.02
box 7.5 10 15.5 10.2
line 7.5 10.1 9.5 10.1
line 11.5 10.1 13.5 10.1
line 7.5 9.9 7.5 10.2
line 9.5 9.9 9.5 10.2
line 11.5 9.9 11.5 10.2
line 13.5 9.9 13.5 10.2
line 15.5 9.9 15.5 10.2
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.3
move 10.7 10.7
text 'Escala 1:25 000'
move 7.4 9.5
text '0'

```

## ESCALA

move 11.1 9.5  
text '1000'  
move 15 9.5  
text '2000 m'  
mend  
mselect 3  
mmove 7.5 10 7.5 8.5  
mbegin  
mapextent fullval  
maplimits 8.5 14 17 25  
mapunits meters  
mapscale 1500  
lineset carto.lin  
linesymbol 101  
arcs fullval  
shadeset colornames  
polygonshades fullval simbol  
textset font.txt  
textfont 'Univers Medium'  
textquality kern  
textspacing 1  
textsize 0.2  
move 9.5 18.67  
text 'CANEJAN'  
move 9.5 17.35  
text 'BOSSOST'  
move 9.6 16.12  
text 'BENASC'  
move 12.4 17.35  
text 'ISIL'  
move 12.2 16.12  
text 'ESTERRI'  
move 12.3 14.85  
text 'SORT'

## ESQUEMA SITUACIO

mend  
mselect 4  
mmove 8.5 14 8.5 10.2

## NORD

mbegin  
lineset plotter.lin  
linesymbol 1  
linesize 0.01  
line 4 22 4 16 3.25 15 4 22 4.75 15 4 16  
line 2.25 17.5 2.75 17.5  
line 5.75 17.5 5.25 17.5  
circle 4 17.5 1.5  
shadeset plotter  
shadesymbol 37  
shade 4 22 4.75 15 4 16  
shadeset colornames  
shadesymbol 27  
shade 3.5 16.75 3 16.75 3 18.25 3.6 18.25 4.5 17.25 4.5 18.25 5 18.25 5 16.75 4.4 16.75 3.5 17.75  
mend

mselect 5  
mscale 0.5  
mmove 4 17 31 42  
mrotate 1.5

## CREDITS

mbegin  
textfont 'Univers Medium'

textquality kern  
textspacing 1  
textsize 0.2  
move 6 6.9  
textfile credits  
move 12 6.9  
textfile paganos  
mapextent caseta  
maplimits 6.6 4.3 12 10  
mapscale 200  
lineset carto.lin  
linesymbol 101  
arcs caseta  
box 4.5 4 18.5 7.6  
mend

## TITOLS

textset font.txt  
textfont 'Univers Bold'  
textsize 1  
textquality kern  
textspacing 1  
move 3.2 50  
text [QUOTE MAPA DE LOCALITZACIO PROBABLE]  
move 8.5 48.8  
text [QUOTE D'ALLAUS]  
textsize 1.5  
move 4.5 46.5  
text [QUOTE VALL DE VALARTIES]  
textsize 0.5  
move 9.5 43  
text [QUOTE LLEGENDA]

## MAPA

mbegin  
mapextent toval  
maplimits 25 4 71 50  
mapunits meters  
mapscale 25000  
textset font.txt  
textfont 'Univers Medium'  
textsize 0.2  
textquality kern  
textspacing 1  
textcolor 'light sea green'  
linecolor 'light sea green'  
linesize 0.03  
reselect toval line igds-zvalue = 1000  
aselect toval line igds-zvalue = 1100  
aselect toval line igds-zvalue = 1200  
aselect toval line igds-zvalue = 1300  
aselect toval line igds-zvalue = 1400  
aselect toval line igds-zvalue = 1500  
aselect toval line igds-zvalue = 1600  
aselect toval line igds-zvalue = 1700  
aselect toval line igds-zvalue = 1800  
aselect toval line igds-zvalue = 1900  
aselect toval line igds-zvalue = 2000  
aselect toval line igds-zvalue = 2100  
aselect toval line igds-zvalue = 2200  
aselect toval line igds-zvalue = 2300  
aselect toval line igds-zvalue = 2400

```
aselect toval line igds-zvalue = 2500
aselect toval line igds-zvalue = 2600
aselect toval line igds-zvalue = 2700
aselect toval line igds-zvalue = 2800
aselect toval line igds-zvalue = 2900
aselect toval line igds-zvalue = 3000
aselect toval line igds-zvalue = 3100
aselect toval line igds-zvalue = 3200
arctext toval igds-zvalue # line # blank
nselect toval line
linesize 0.01
arcs toval
markerset water
markersymbol 125
markersize 0.3
markercolor 'dim gray'
points pics
textcolor 'dim gray'
move 38 6.2
text 'Besiberri Nord'
move 56 18.4
text 'Montardo'
move 67.1 24.8
text 'Tuc de la'
move 67.2 24.6
text 'Salana'
lineset plotter
linesymbol 77
linecolor gray
linesize 0.03
arcs riuval
textset font
textfont 'Univers Medium Italic'
textquality kern
textspacing 1
textcolor 'dim gray'
textsize 0.5
arctext riuval nom # line # lc
shadeset colornames
shadesymbol 32
shadecolor gray
polygonshades llacval 1000
polygonshades pob 1000
linecolor 'dim gray'
linesize 0.01
linesymbol 1
arcs pob
textcolor 'dim gray'
textset font
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
move 55 48
text 'Arties'
move 49.1 19.8
text 'Refugi de la'
move 49.2 19.6
```



```
text 'Restanca'
shadeset colornames
shadecolor 'peach puff'
reselect pfotodef poly foto = 1
polygonshades pfotodef 1000
linecolor 'light salmon'
linesize 0.04
polygons pfotodef
aselect pfotodef poly
shadeset plotter
shadesymbol 41
shadeseparation 0.1
shadecolor 'light salmon'
reselect pfotodef poly purgaf = 1
polygonshades pfotodef 1000
linesize 0.02
polygons pfotodef
aselect pfotodef poly
shadeset colornames
shadecolor 120
shadesymbol 120
reselect pcampdef poly camp = 1
polygonshades pcampdef 1000
lineset plotter
linesymbol 1
linesize 0.04
linecolor purple
polygons pcampdef
aselect pcampdef poly
shadeset plotter
shadesymbol 29
shadeseparation 0.1
shadecolor purple
reselect pcampdef poly purgac = 1
polygonshades pcampdef 1000
linecolor purple
linesize 0.02
polygons pcampdef
aselect pcampdef poly
shadeset carto
shadesymbol 102
shadecolor black
shadeseparation 0.2
polygonshades pdefla- 1000
linecolor black
polygons pdefla-
shadetype marker 0 4
shadecolor black
shadesize 0.1
shadeseparation 0.2
polygonshades pdefla+ 1000
polygons pdefla+
linesize 0.04
linecolor 'light salmon'
arcs lfotodef
arrowsize 0.3
arrowtype double solid
arcarrows lfotodef
```

```
linecolor purple
arcs lcampdef
arcarrows lcampdef
lineset ../plotter
linecolor black
linesize 0.2
arclines resval simbol
arclines contval simbol
arclines esval simbol
textset font
textfont 'Univers Bold'
textquality kern
textspacing 1
textcolor black
textsize 0.4
aselect pcampdef poly
reselect pcampdef poly codi > 0
polygontext pcampdef codi
mend
mselect 11
mrotate 1.5
map end
```

## **ANNEX 3**

### **MAPES DE PENDENTS I D'ORIENTACIONS DE LES ZONES D'ALLAUS:**

**Vall de Valarties**

## mpenvald.aml

```
weeddraw off
map mpenval
pageunits cm
pagesize 80 60
mbegin
mapextent trival
maplimits 25 4 71 50
mapunits meters
mapscale 25000
shadeset colornames
polygonshades trival pendent mpen.lut
lineset color.lin
linesymbol 49
arcs riuval
arcs llacval
linesymbol 1
arcs margeval
lineset carto.lin
linesymbol 103
linecolor black
arcs pdis
mselect all
mrotate 1.5
munselect all
mend
mbegin
lineset oilgas.lin
linesymbol 118
linecolor black
box 25 4 71 51
lineset plotter
linesymbol 1
linesize 0.01
textset font
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
line 25 4.51 25.2 4.51
text '4719'
line 25 32.65 25.2 32.65
text '4726'
line 25 48.7 25.2 48.7
text '4730'
line 70.8 5.51 71 5.51
move 70.2 5.53
text '4719'
line 70.8 33.71 71 33.71
move 70.2 33.72
text '4726'
line 70.8 48.9 71 48.9
move 70.2 48.91
text '4730'
```

## MAPA

Record	mpen.lut	
	PENDENT	SYMBOL
1	10	67
2	28	79
3	40	96
4	50	112
5	90	125

## REQUADRE

## COORDENADES

```

line 37 4 37 4.2
move 36.8 4.25
text '321'
line 68.85 4 68.85 4.2
move 68.65 4.25
text '329'
line 34.65 50.8 34.65 51
move 34.45 50.55
text '321'
line 67.7 50.8 67.7 51
move 67.5 50.55
text '329'
mend
mbegin
lineset color.lin
linesymbol 1
linecolor black
keybox 1 0.5
keyseparation 0.5 0.5
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textsize 0.3
textquality kern
textspacing 1
textjustification cl
textcolor black
keyposition 9.5 38
shadeset colornames
keyshade lpen.key
mend
mbegin
mapextent llegparc
maplimits 9.5 26.5 12 32
lineset carto.lin
mapscale 1500
arclines llegparc simbol
move 11 27.8
text [QUOTE Zones d'allaus (envoltants)]
move 11 26.8
text 'Xarxa hidrografica'
mend
msel 4
mmove 9.5 26.5 9.5 30.5
textset font.txt
textfont 'Univers Bold'
textsize 1
textquality kern
textspacing 1
move 5.7 49
text [QUOTE MAPA DE PENDENTS I]
move 3 47.5
text [QUOTE ENVOLTANTS DE ZONES D'ALLAUS]
textsize 1.5
move 4.5 45
text [QUOTE VALL DE VALARTIES]
textsize 0.5
move 8 40.5
text [QUOTE INTERVALS DE PENDENTS]

```

## LLEGENDA

lpen.key

.67  
0 - 10  
.79  
10 - 28  
.96  
28 - 40  
.112  
40 - 50  
.125  
50 - 90

## TITOLS

```

move 9 39.7
text '(pendent en graus)
mbegin
lineset plotter
linesymbol 1
linesize 0.02
box 7.5 10 15.5 10.2
line 7.5 10.1 9.5 10.1
line 11.5 10.1 13.5 10.1
line 7.5 9.9 7.5 10.2
line 9.5 9.9 9.5 10.2
line 11.5 9.9 11.5 10.2
line 13.5 9.9 13.5 10.2
line 15.5 9.9 15.5 10.2
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.3
move 10.7 11.1
text 'Escala 1:25 000'
move 7.4 9.5
text '0'
move 11.1 9.5
text '1000'
move 15 9.5
text '2000 m'
mend

```

## ESCALA

```

mbegin
mapextent fullval
maplimits 8.5 14 17 25
mapscale 1500
lineset carto.lin
linesymbol 101
arcs fullval
shadeset colornames
polygonshades fullval simbol
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
move 9.5 18.67
text 'CANEJAN'
move 9.5 17.35
text 'BOSSOST'
move 9.6 16.12
text 'BENASC'
move 12.4 17.35
text 'ISIL'
move 12.2 16.12
text 'ESTERRI'
move 12.3 14.85
text 'SORT'
mend
mscale 1.5
mmove 8.5 14 7.5 14
mbegin

```

## ESQUEMA SITUACIO



```

lineset plotter.lin
linesymbol 1
linesize 0.01
line 4 22 4 16 3.25 15 4 22 4.75 15 4 16
line 2.25 17.5 2.75 17.5
line 5.75 17.5 5.25 17.5
circle 4 17.5 1.5
shadeset plotter
shadesymbol 37
shade 4 22 4.75 15 4 16
shadeset colornames
shadesymbol 27
shade 3.5 16.75 3 16.75 3 18.25 3.6 18.25 4.5 17.25 4.5 18.25 5 18.25 5 16.75 4.4 16.75 3.5 17.75
mend
mselect 12
mscale 0.5
mmove 4 17 32 43.5
mrotate 1.5
mbegin
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
move 6 7
textfile credits
move 12 7
textfile paganop
mapextent caseta
maplimits 6.6 4.5 12 10
mapscale 200
lineset carto.lin
linesymbol 101
arcs caseta
box 4.5 4 18.5 7.6
mend
mscale 1.3
mmove 4.5 4 2.5 4
map end

```

## NORD

## CREDITS

## morivald.aml

```
weeddraw off
map morival
pageunits cm
pagesize 80 60
mbegin
mapextent trival
maplimits 25 4 71 50
mapunits meters
mapscale 25000
shadeset colornames
polygonshades trival aspect mori.lut
lineset color.lin
linesymbol 49
linesize 0.01
arcs riuval
arcs llacval
linesymbol 1
arcs margeval
lineset carto.lin
linesymbol 103
linecolor black
arcs pdis
mselect all
mrotate 1.5
munselect all
mend
mbegin
lineset oilgas.lin
linesymbol 118
box 25 4 71 51
lineset plotter
linesymbol 1
linesize 0.01
textset font
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
line 25 4.51 25.2 4.51
text '4719'
line 25 32.65 25.2 32.65
text '4726'
line 25 48.7 25.2 48.7
text '4730'
line 70.8 5.51 71 5.51
move 70.2 5.53
text '4719'
line 70.8 33.71 71 33.71
move 70.2 33.72
text '4726'
line 70.8 48.9 71 48.9
move 70.2 48.91
text '4730'
```

## MAPA

Record	mori.lut	
	ASPECT	SYMBOL
1	0.000	57
2	22.500	45
3	67.500	68
4	112.500	79
5	157.500	96
6	202.500	112
7	247.500	118
8	292.500	115
9	337.500	43
10	360.000	45

## REQUADRE

## COORDENADES

line 37 4 37 4.2  
 move 36.8 4.25  
 text '321'  
 line 68.85 4 68.85 4.2  
 move 68.65 4.25  
 text '329'  
 line 34.65 50.8 34.65 51  
 move 34.45 50.55  
 text '321'  
 line 67.7 50.8 67.7 51  
 move 67.5 50.55  
 text '329'  
 mend  
 mbegin  
 lineset color.lin  
 linesymbol 1  
 keybox 1 0.5  
 keyseparation 0.5 0.5  
 textset font.txt  
 textfont 'Univers Medium'  
 textsize 0.3  
 textquality kern  
 textspacing 1  
 textjustification cl  
 keyposition 9.5 38  
 shadeset colornames  
 keyshade llori.key  
 mapextent llegparc  
 maplimits 9.5 26.5 12 32  
 lineset carto.lin  
 mapscale 1500  
 arclines llegparc simbol  
 move 11 27.8  
 text [QUOTE Zones d'allaus (envoltants)]  
 move 11 26.8  
 text 'Xarxa hidrografica'  
 mend  
 textset font.txt  
 textfont 'Univers Bold'  
 textsize 1  
 textquality kern  
 textspacing 1  
 move 5.7 49  
 text [QUOTE MAPA D'ORIENTACIONS I]  
 move 3 47.5  
 text [QUOTE ENVOLTANTS DE ZONES D'ALLAUS]  
 textsize 1.5  
 move 4.5 45  
 text [QUOTE VALL DE VALARTIES]  
 textsize 0.5  
 move 8 40.5  
 text [QUOTE INTERVALS D'ORIENTACIONS]  
 mbegin  
 lineset plotter  
 linesymbol 1  
 linesize 0.02  
 box 7.5 10 15.5 10.2  
 line 7.5 10.1 9.5 10.1

## LLEGENDA

llori.key
.45
N (337.5-22.5)
.68
NE (22.5-67.5)
.79
E (67.5-112.5)
.96
SE (112.5-157.5)
.112
S (157.5-202.5)
.118
SW (202.5-247.5)
.115
W (247.5-292.5)
.43
NW (292.5-337.5)
.57
Horitzontal

## TITOLS

## ESCALA

```

line 11.5 10.1 13.5 10.1
line 7.5 9.9 7.5 10.2
line 9.5 9.9 9.5 10.2
line 11.5 9.9 11.5 10.2
line 13.5 9.9 13.5 10.2
line 15.5 9.9 15.5 10.2
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.3
move 10.7 11.1
text 'Escala 1:25 000'
move 7.4 9.5
text '0'
move 11.1 9.5
text '1000'
move 15 9.5
text '2000 m'
mend
mbegin
mapextent fullval
maplimits 8.5 14 17 25
mapscale 1500
lineset carto.lin
linesymbol 101
arcs fullval
shadeset colornames
polygonshades fullval simbol
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
move 9.5 18.67
text 'CANEJAN'
move 9.5 17.35
text 'BOSSOST'
move 9.6 16.12
text 'BENASC'
move 12.4 17.35
text 'ISIL'
move 12.2 16.12
text 'ESTERRI'
move 12.3 14.85
text 'SORT'
mend
mscale 1.5
mmove 8.5 14 7.5 14
mbegin
lineset plotter.lin
linesymbol 1
linesize 0.01
line 4 22 4 16 3.25 15 4 22 4.75 15 4 16
line 2.25 17.5 2.75 17.5
line 5.75 17.5 5.25 17.5
circle 4 17.5 1.5
shadeset plotter

```

**ESQUEMA SITUACIO**

**NORD**



```
shadesymbol 37
shade 4 22 4.75 15 4 16
shadeset colornames
shadesymbol 27
shade 3.5 16.75 3 16.75 3 18.25 3.6 18.25 4.5 17.25 4.5 18.25 5 18.25 5 16.75 4.4 16.75 3.5 17.75
mend
mselect 10
mscale 0.5
mmove 4 17 32 43.5
mrotate 1.5
mbegin
textset font.txt
textfont 'Univers Medium'
textquality kern
textspacing 1
textsize 0.2
move 6 7
textfile credits
move 12 7
textfile paganop
mapextent caseta
maplimits 6.6 4.15 12 10
mapscale 200
lineset carto.lin
linesymbol 101
arcs caseta
box 4.5 4 18.5 7.6
mend
mscale 1.3
mmove 4.5 4 2.5 4
map end
```

## CREDITS

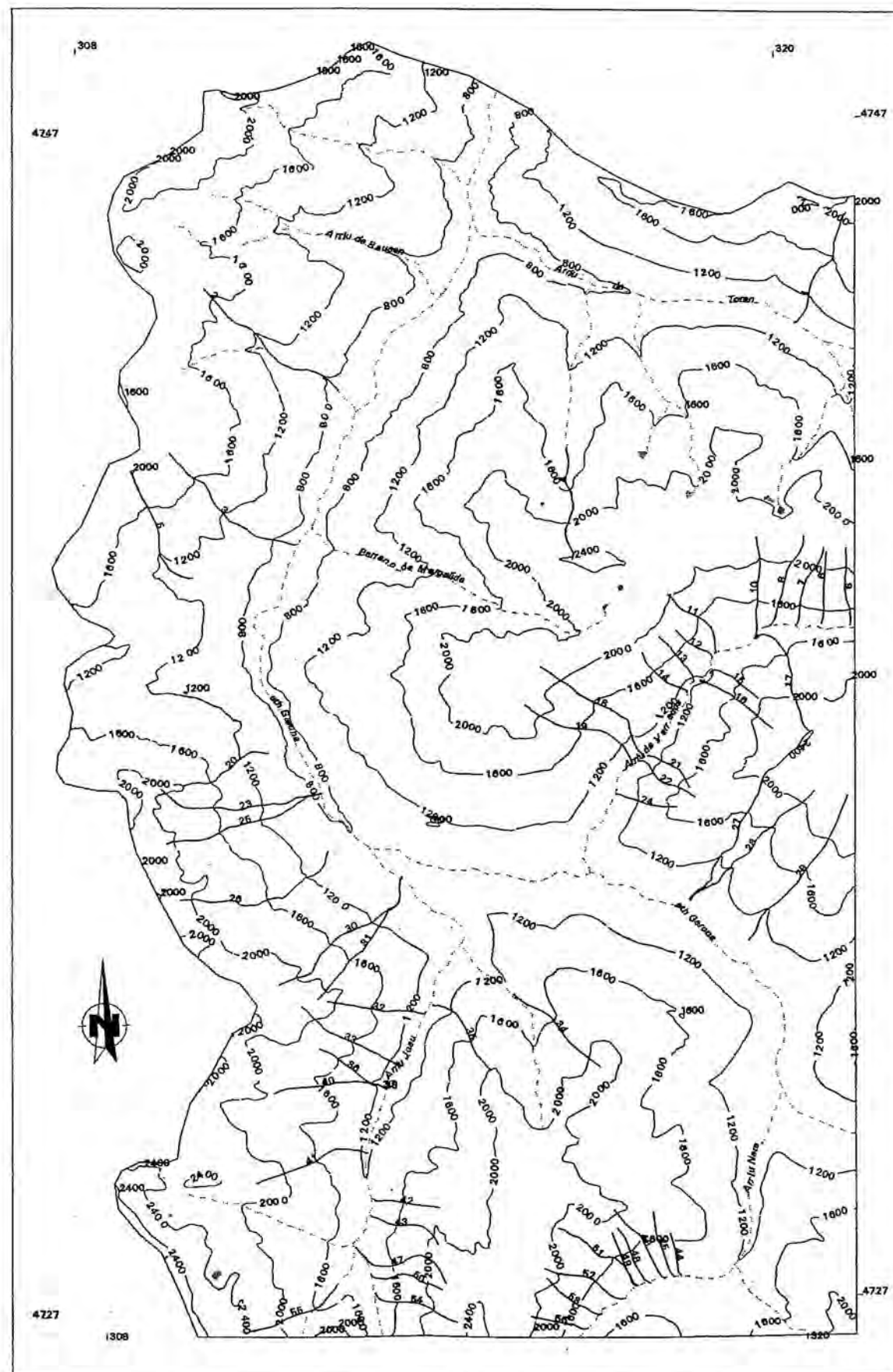
## **ANNEX 4**

# **PERFILS TOPOGRAFICS DE LES ZONES D'ALLAUS ESTUDIADES**

MAPA DE LOCALITZACIO DE PERFILS  
TOPOGRAFICS DE LES ZONES D'ALLAUS

BOSSOST - CANEJAN

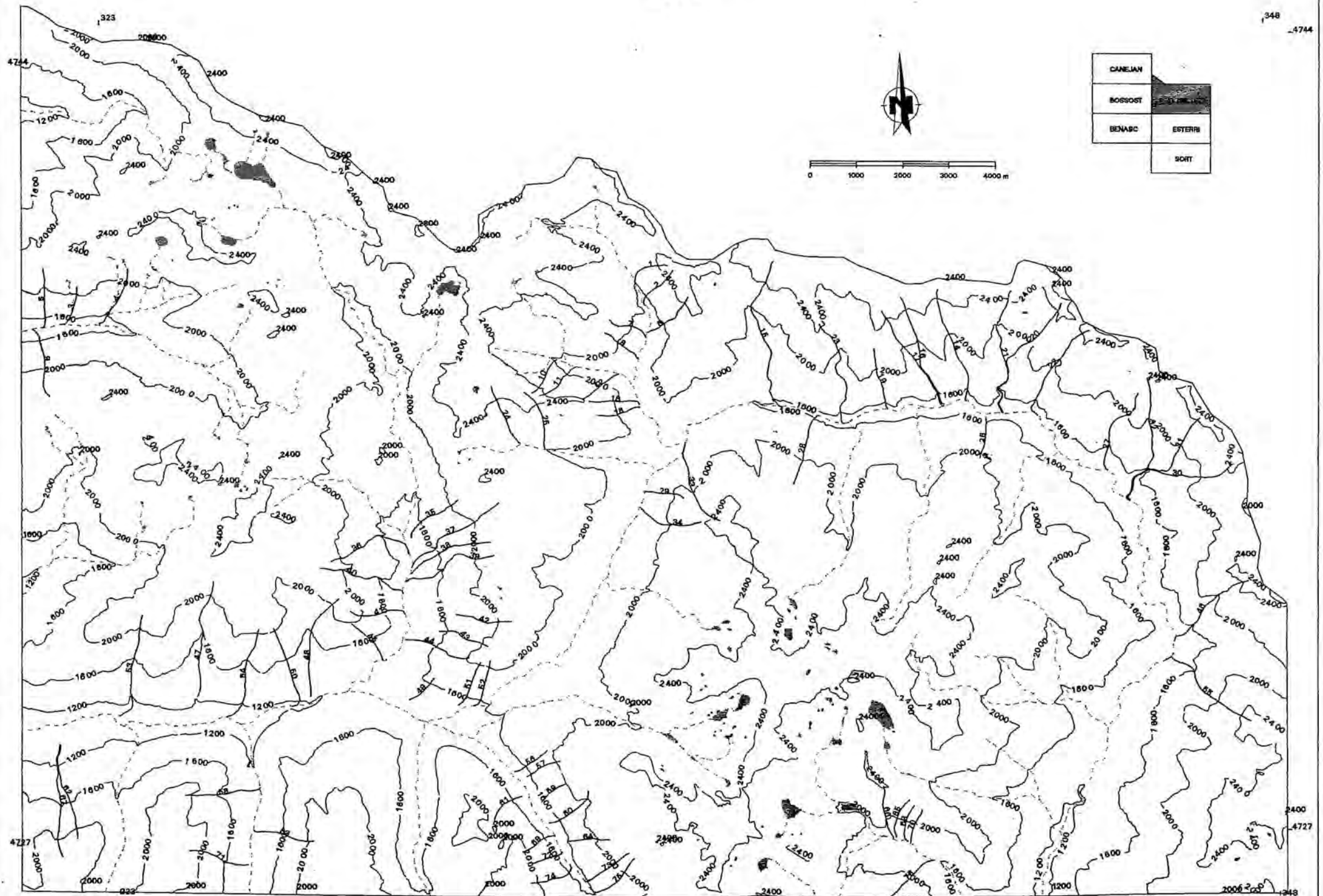
CANEJAN	
BOSSOST	IBIL
BENAGC	ESTERRI
	SORT



# MAPA DE LOCALITZACIO DE PERFILS TOPOGRAFICS DE ZONES D'ALLAUS

## ISIL

348  
-4744

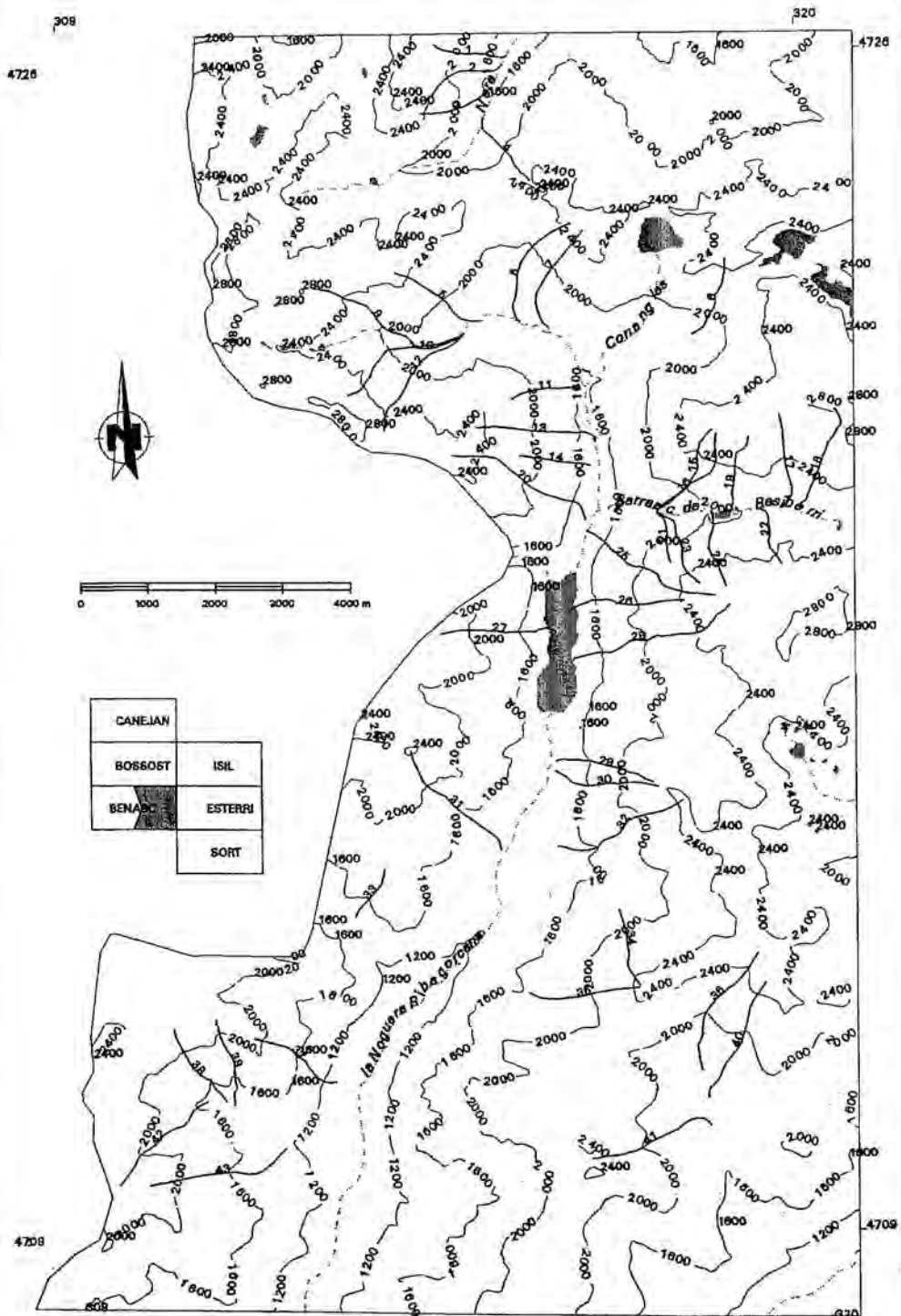




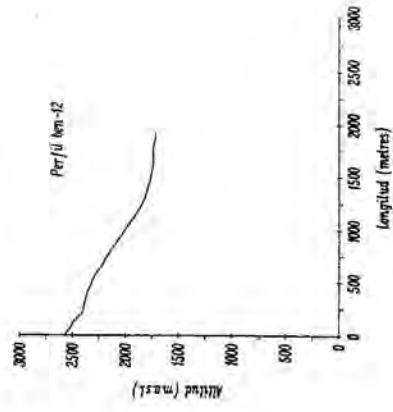
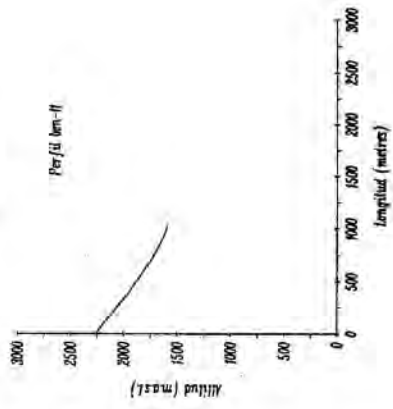
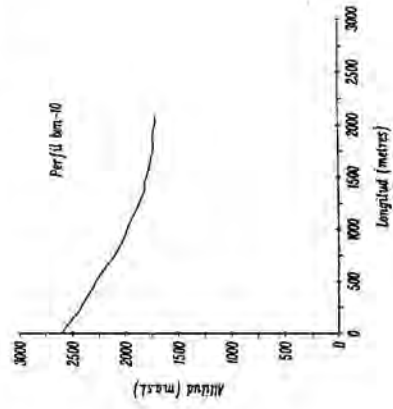
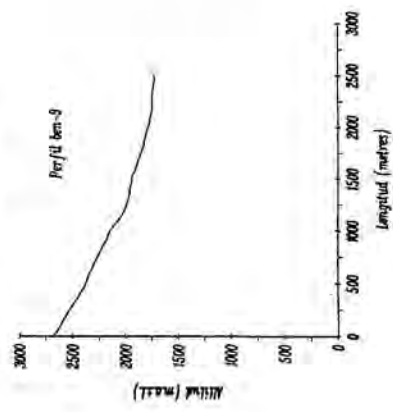
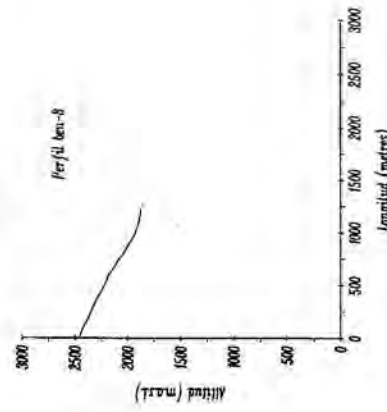
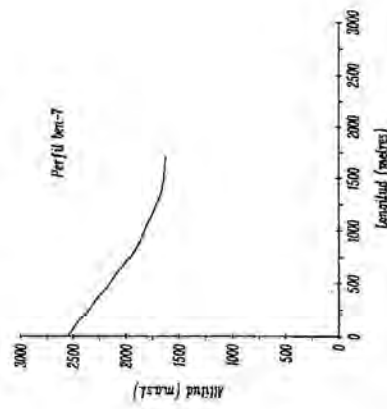
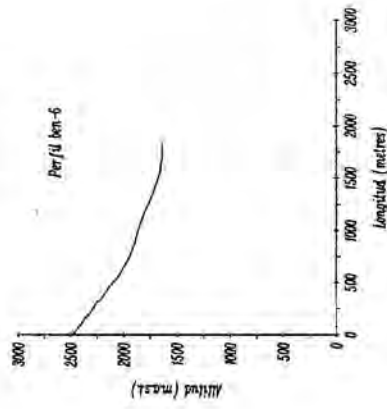
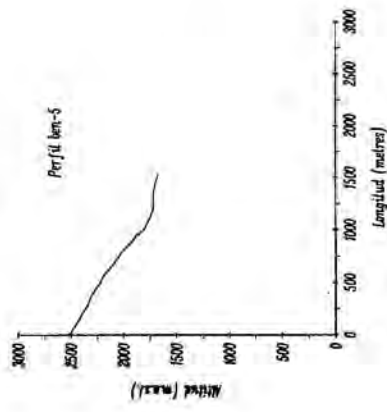
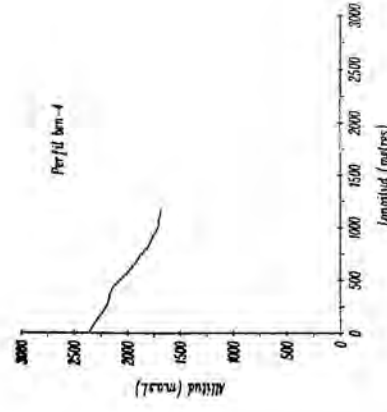
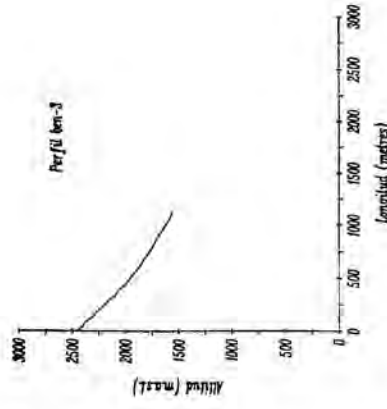
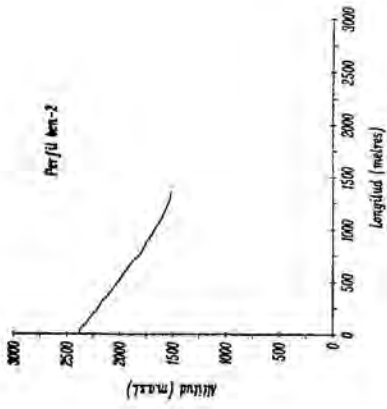
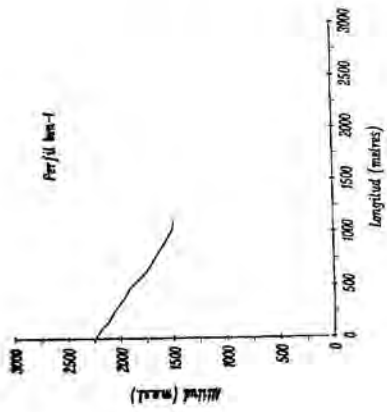
# MAPA DE LOCALITZACIO DE PERFILS TOPOGRAFICS

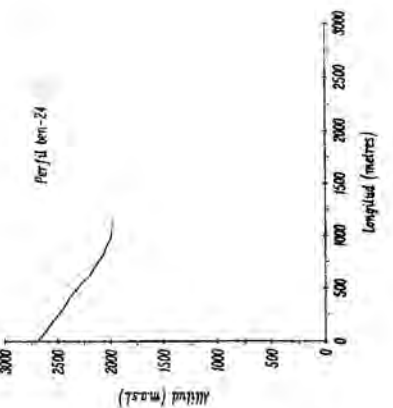
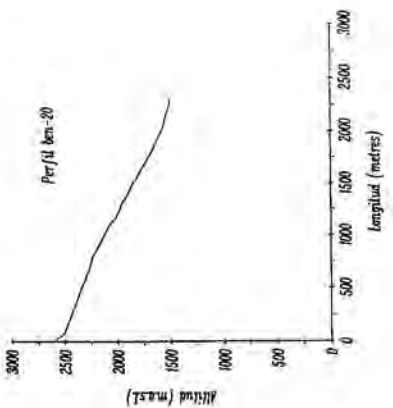
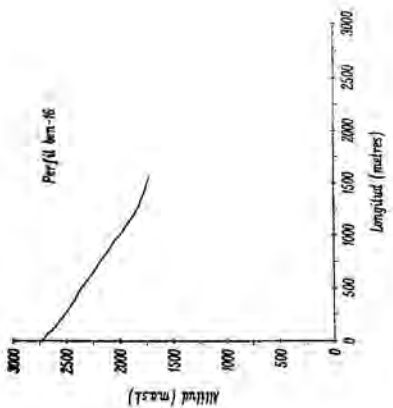
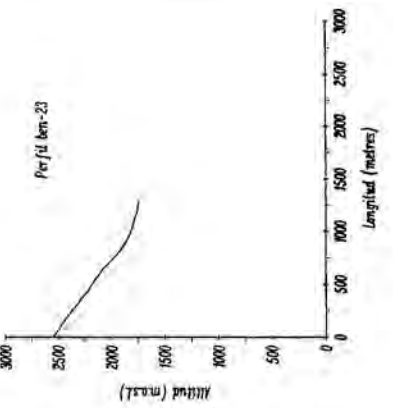
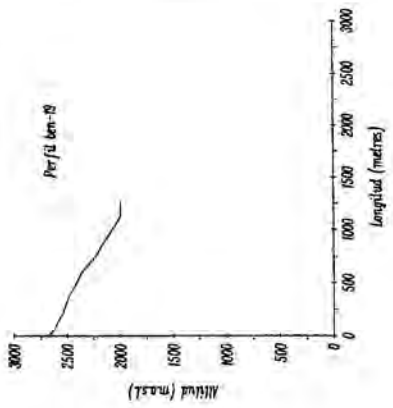
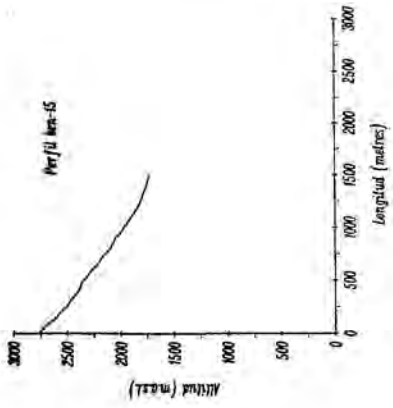
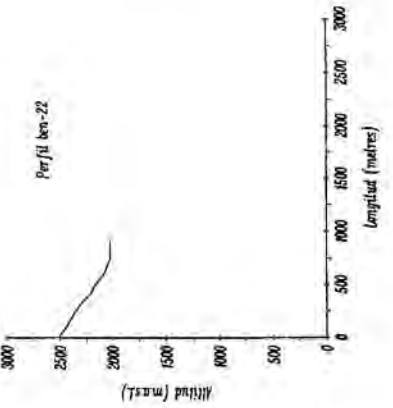
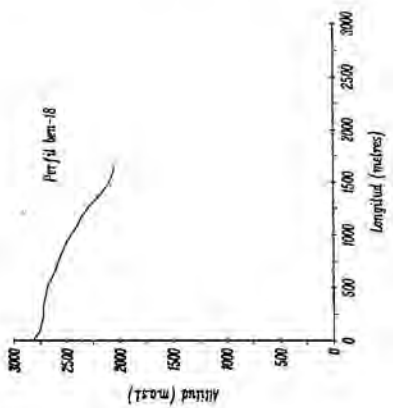
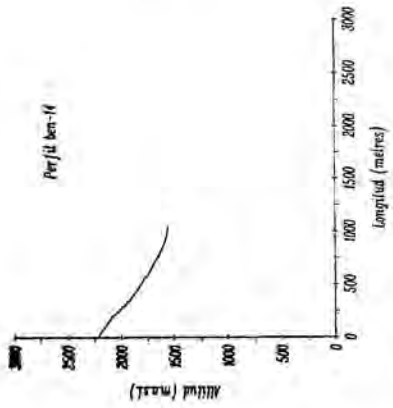
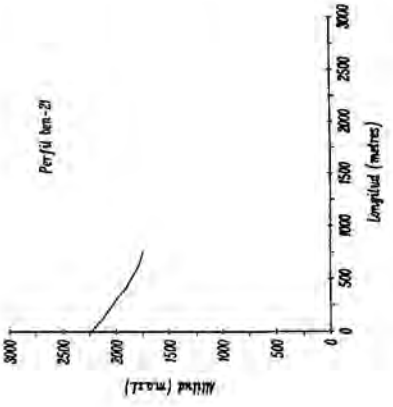
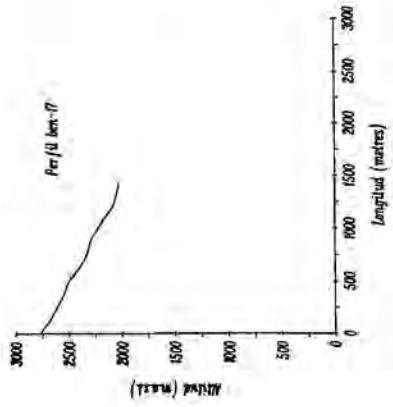
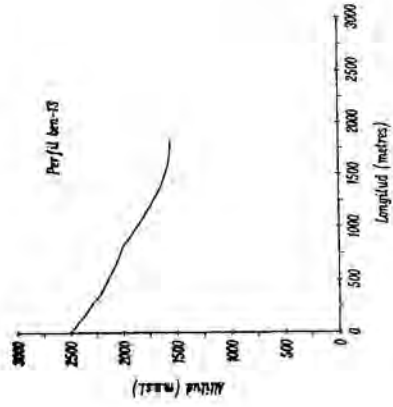
## DE LES ZONES D'ALLAUS

### BENASC

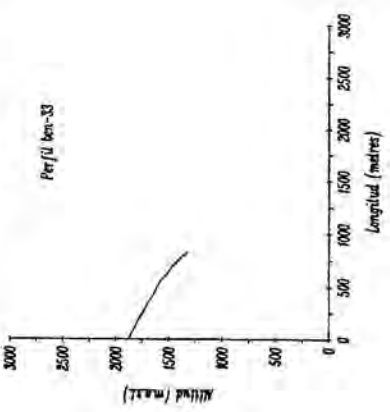
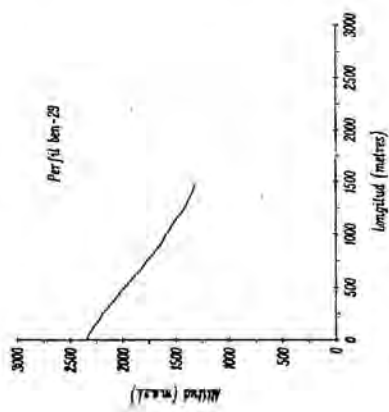
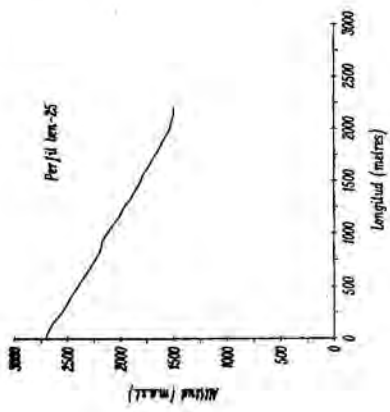
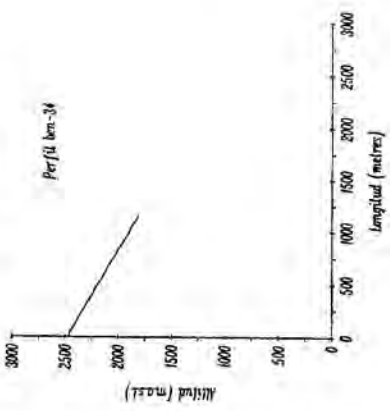
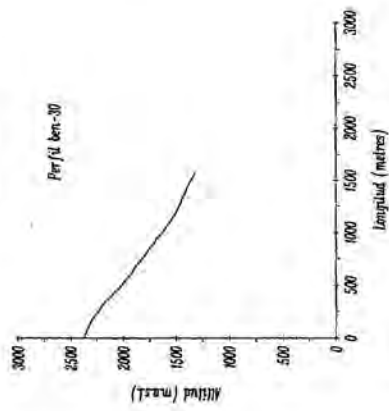
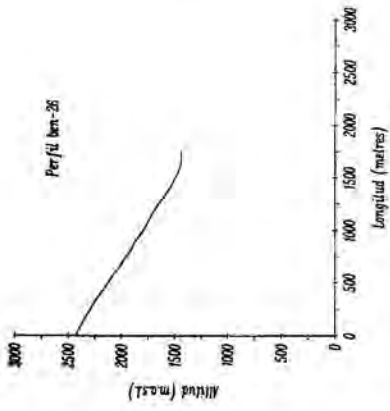
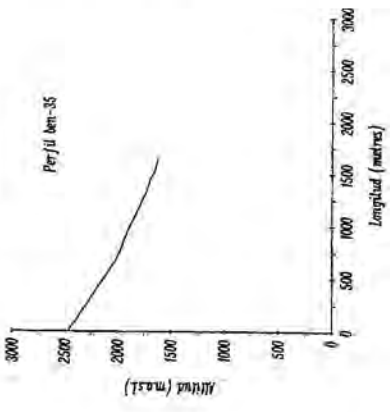
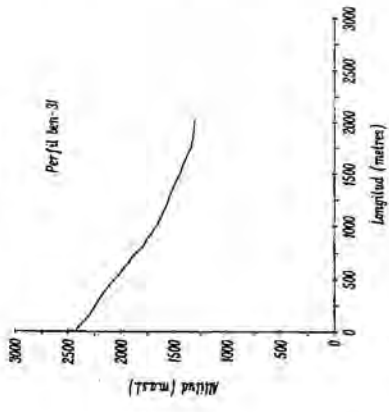
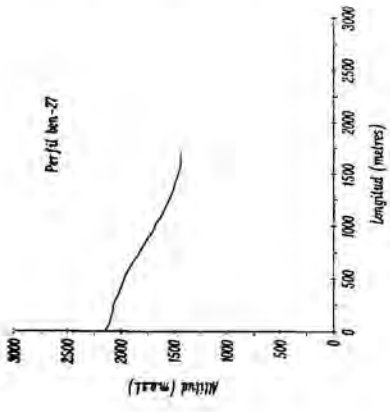
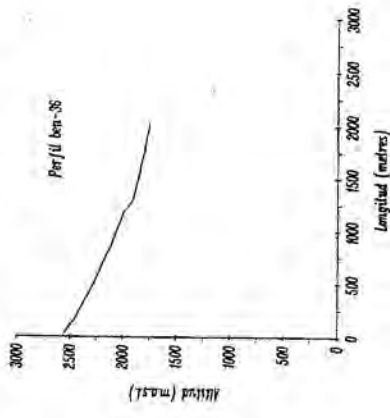
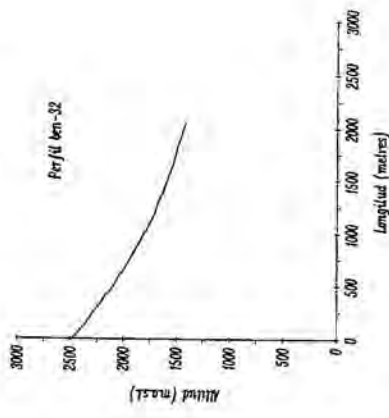
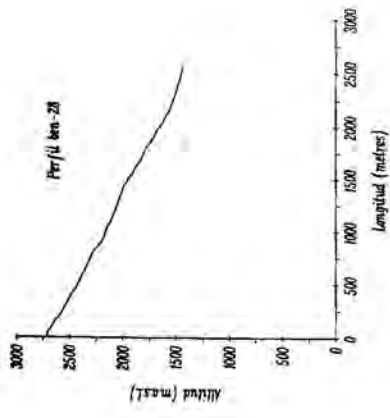


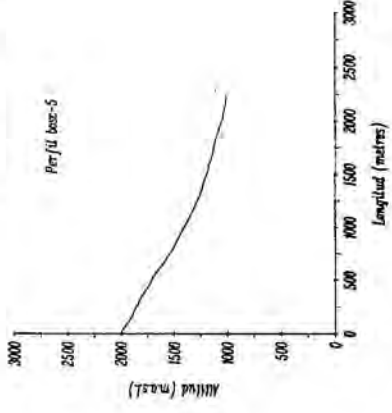
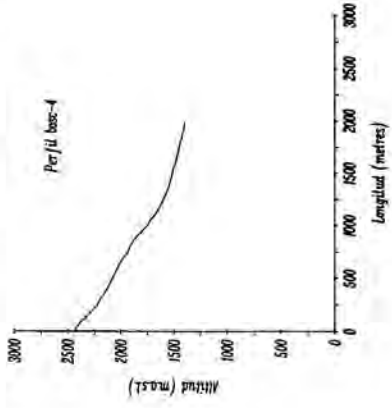
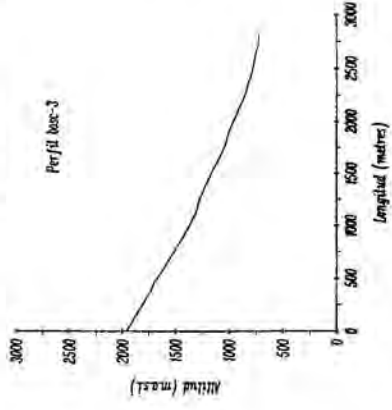
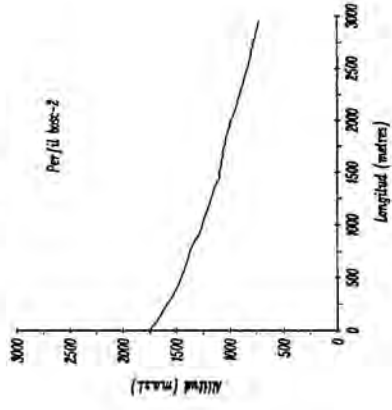
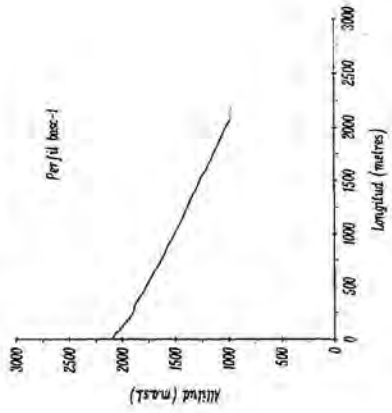
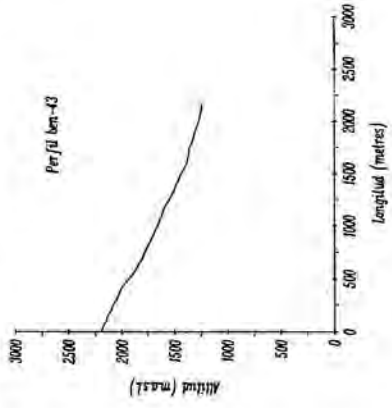
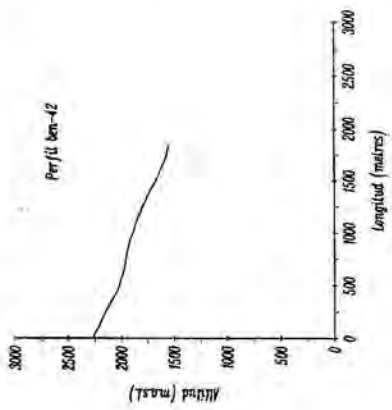
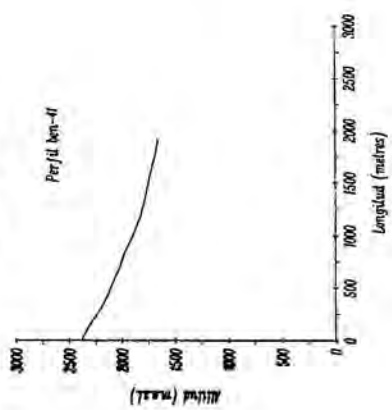
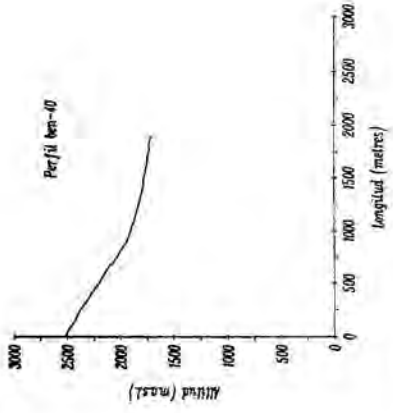
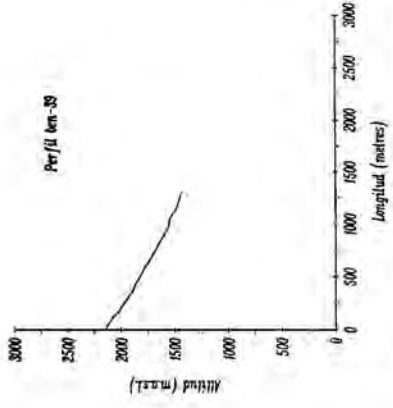
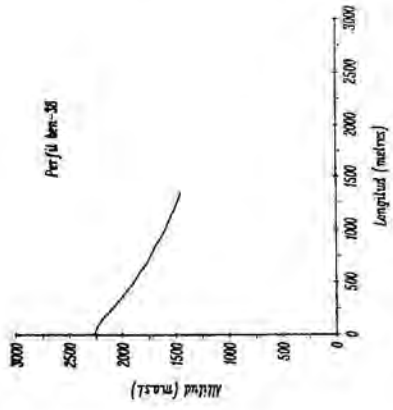
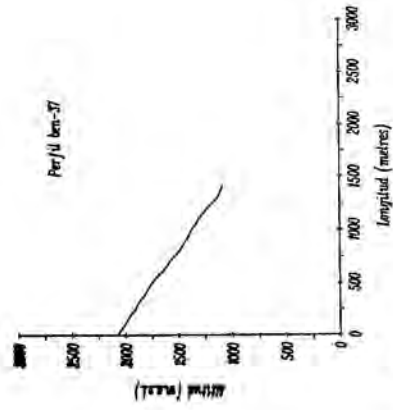


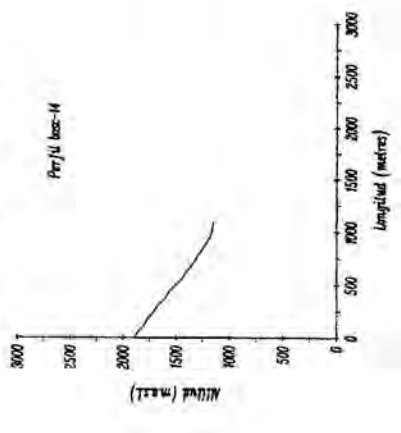
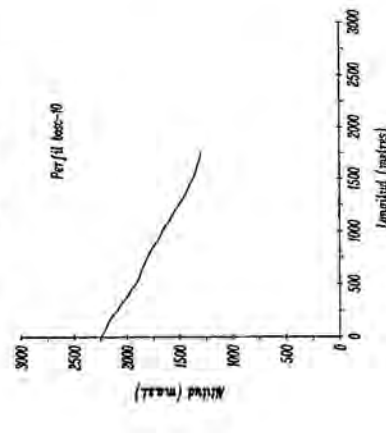
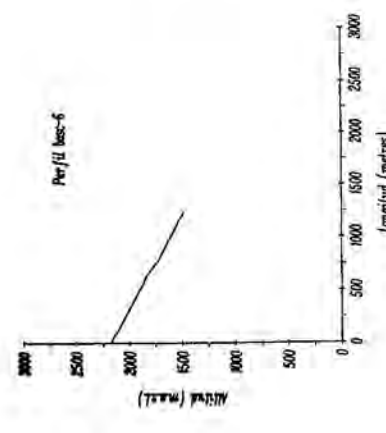
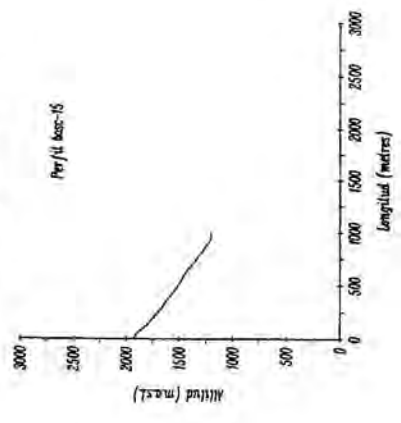
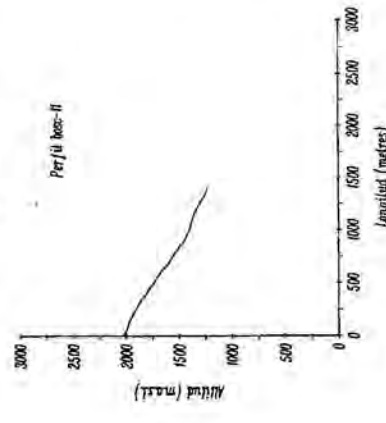
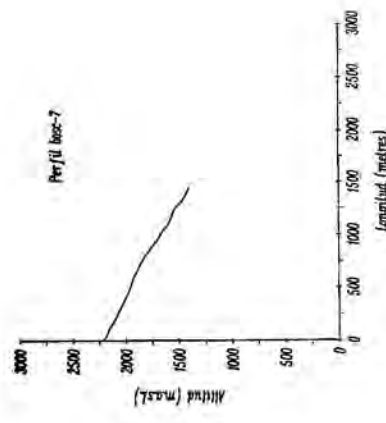
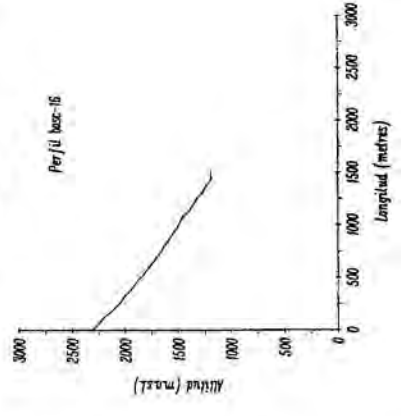
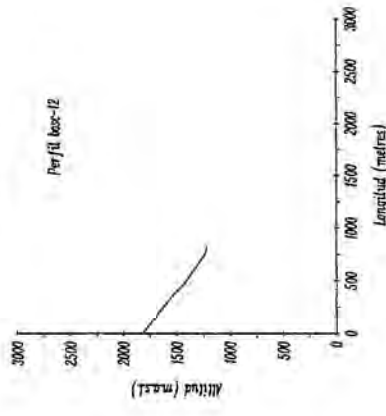
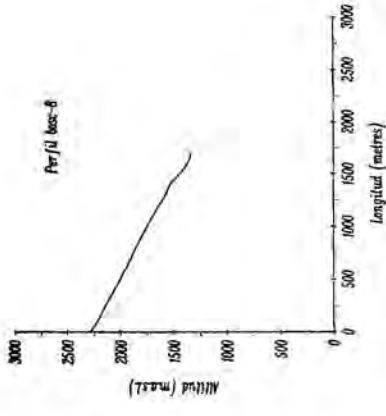
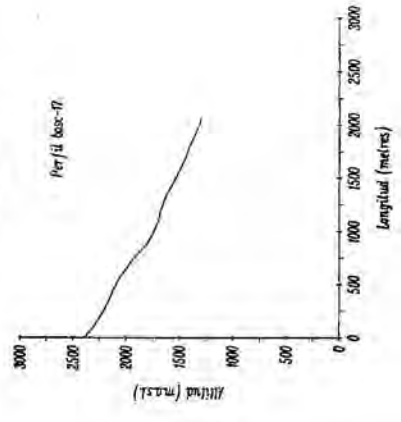
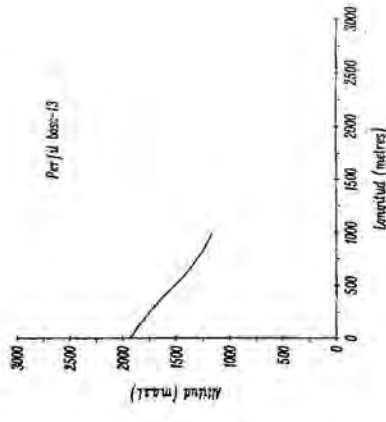
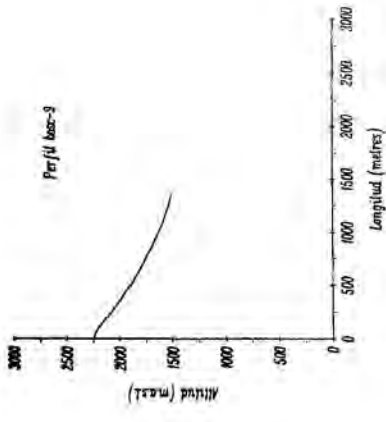


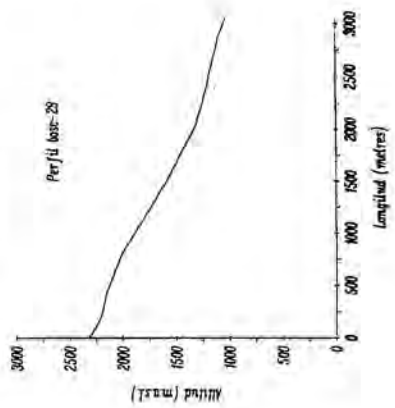
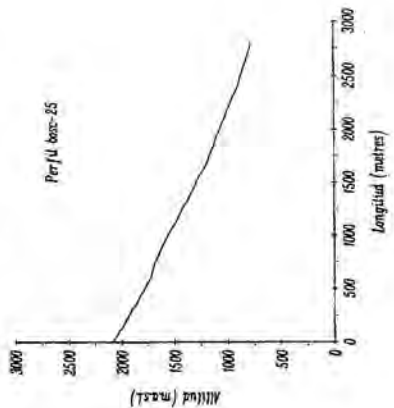
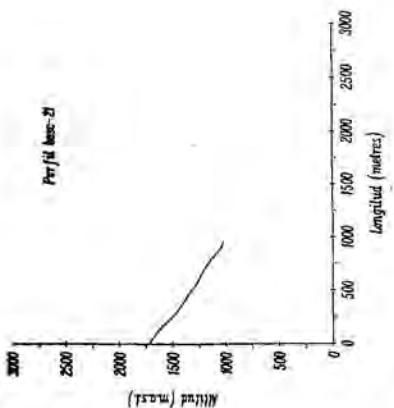
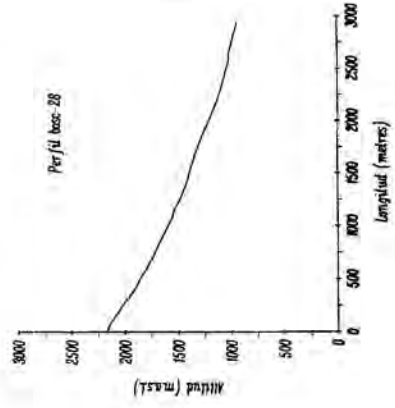
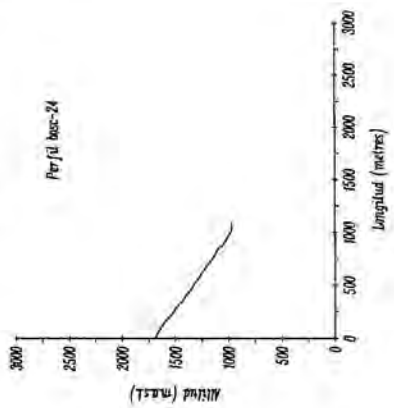
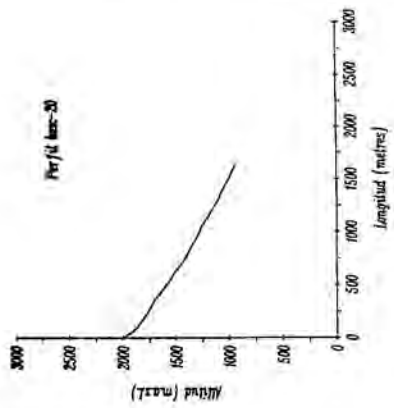
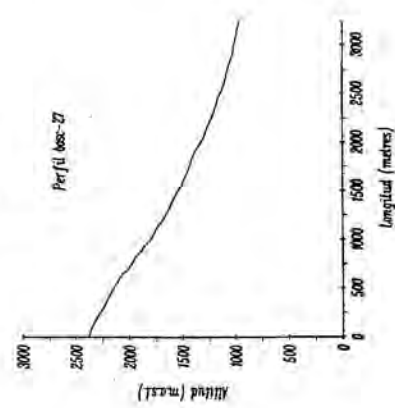
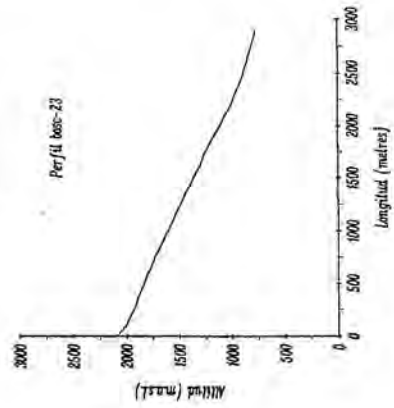
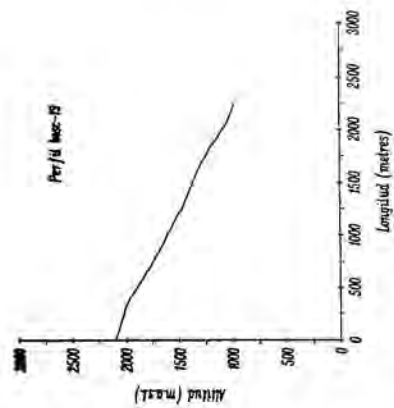
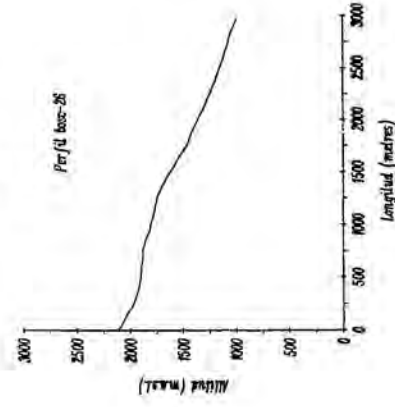
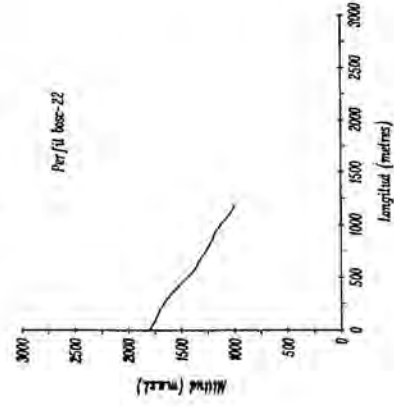
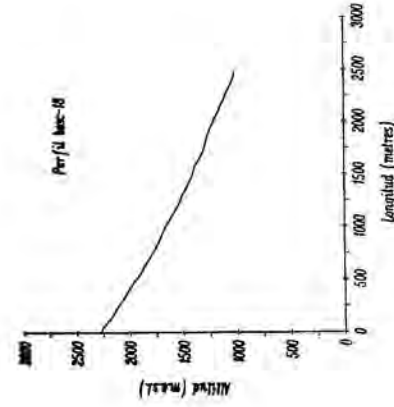




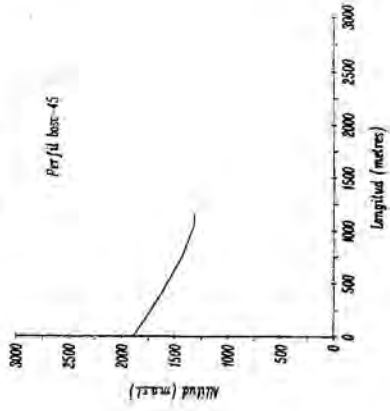
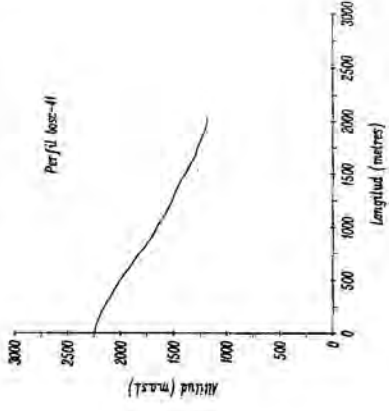
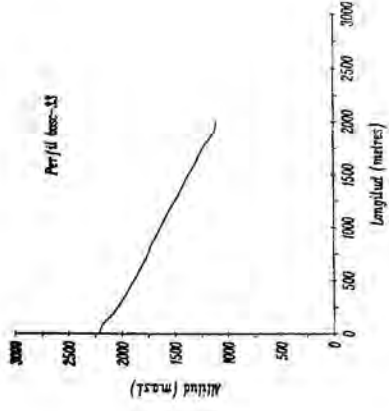
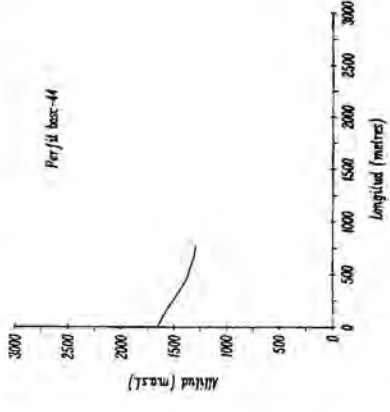
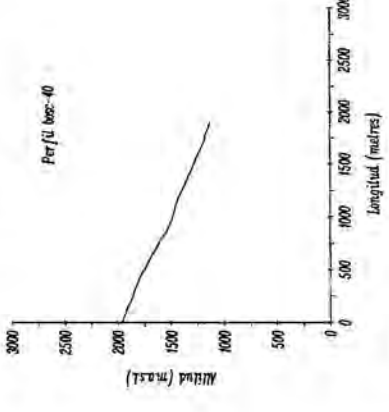
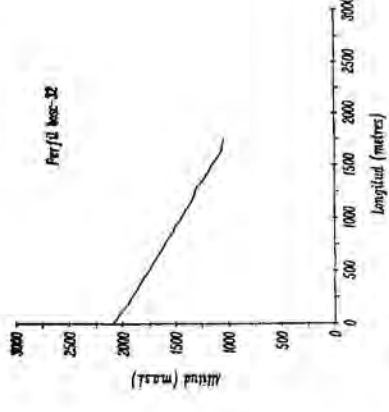
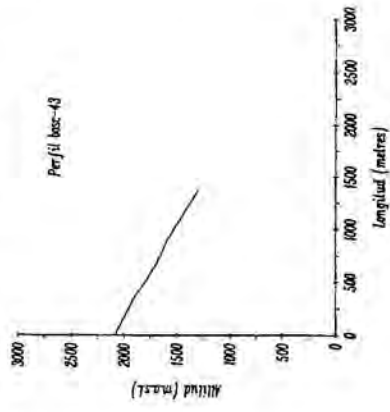
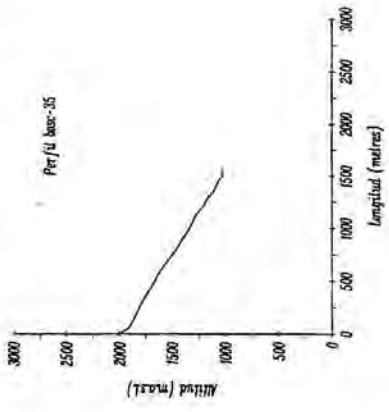
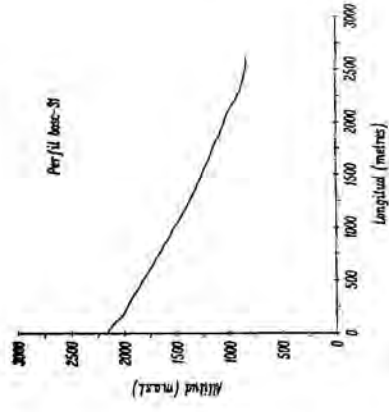
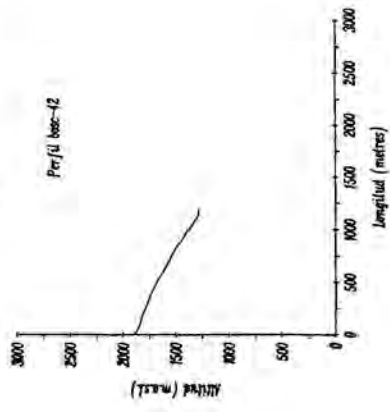
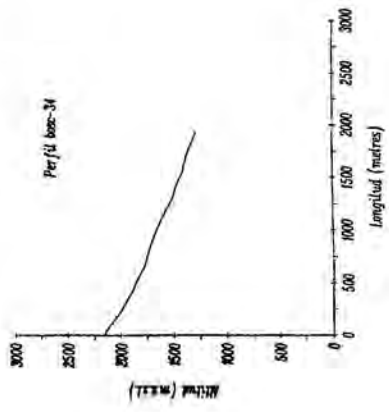
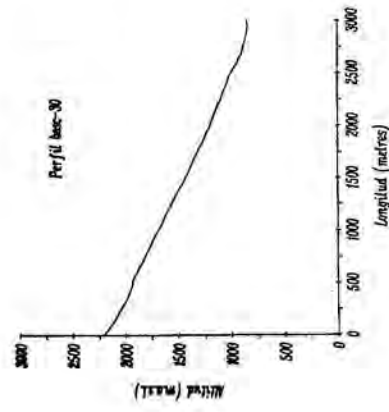


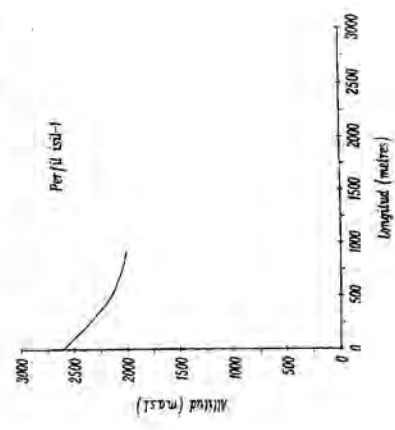
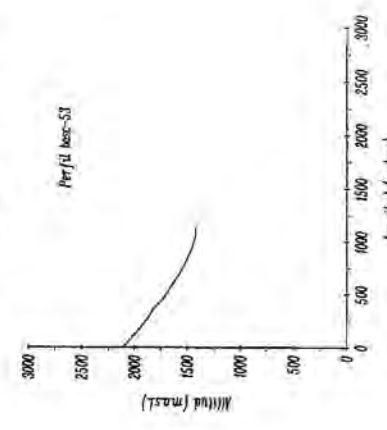
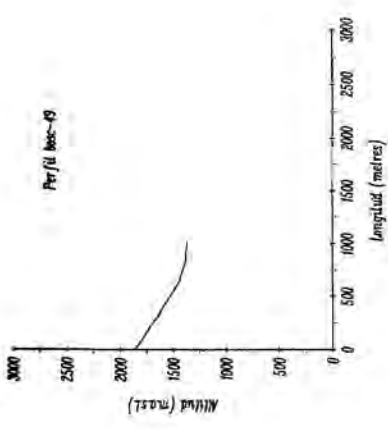
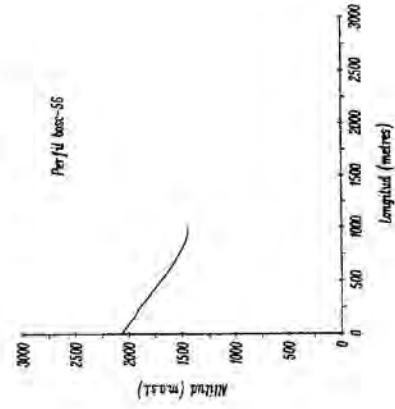
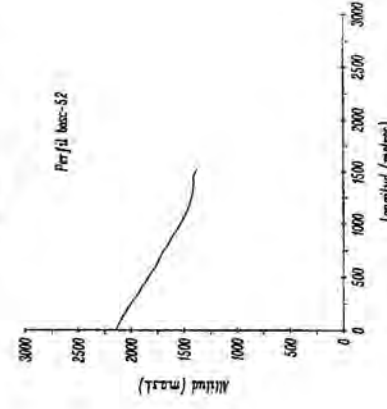
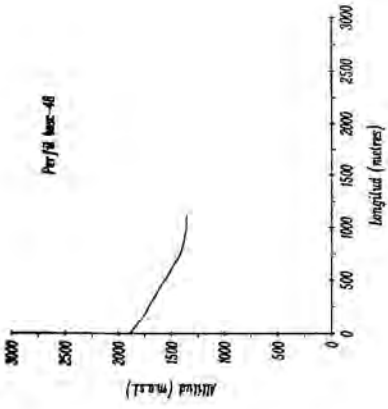
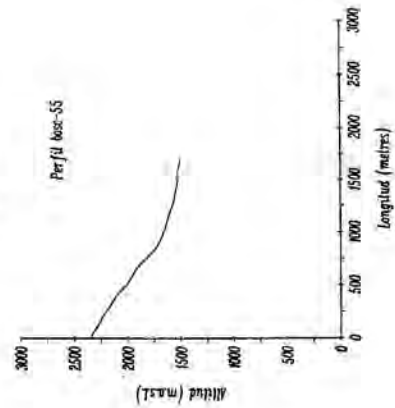
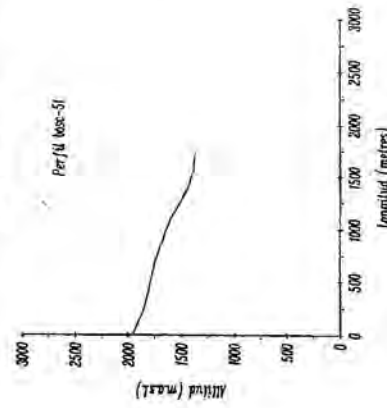
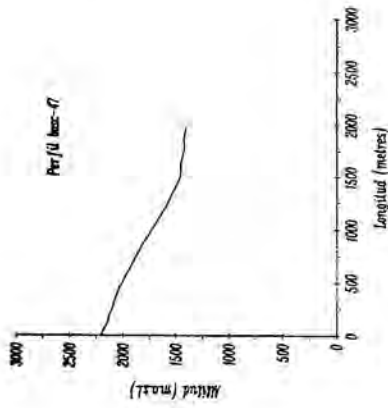
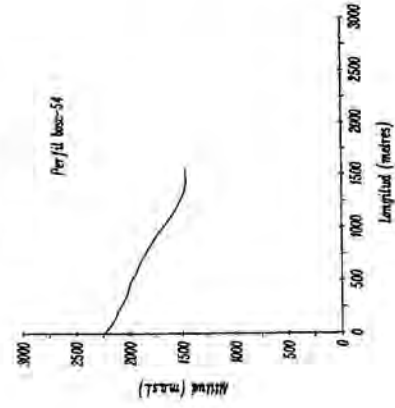
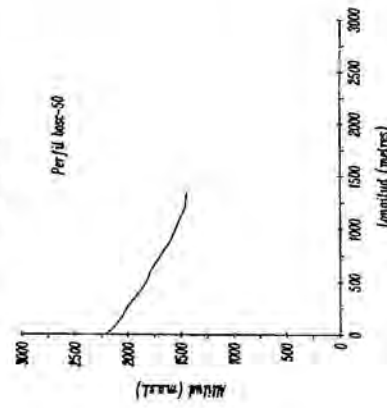
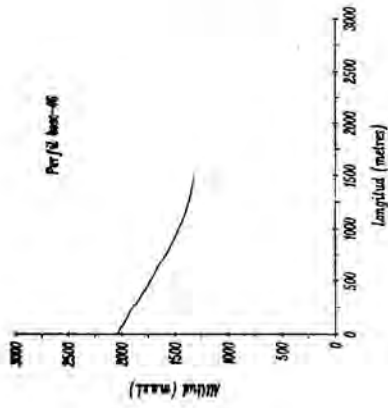


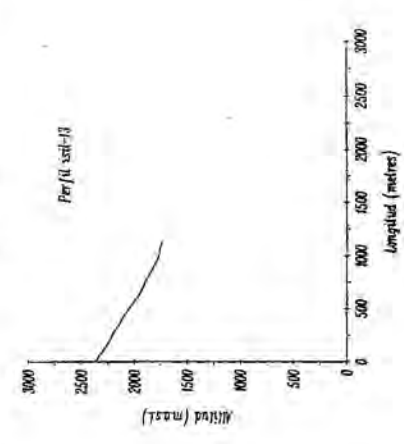
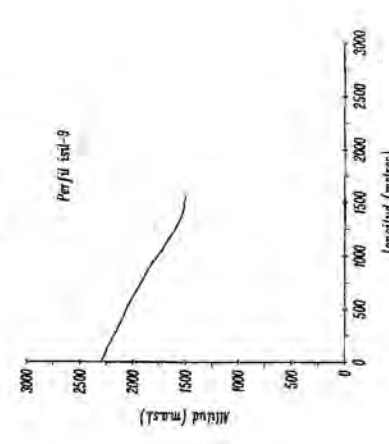
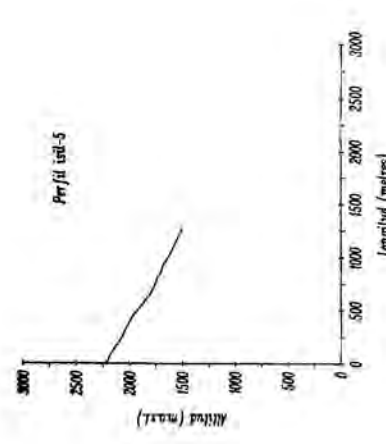
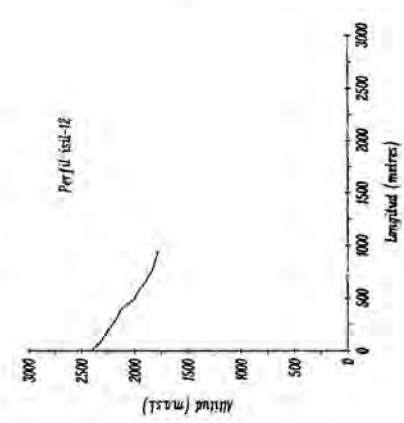
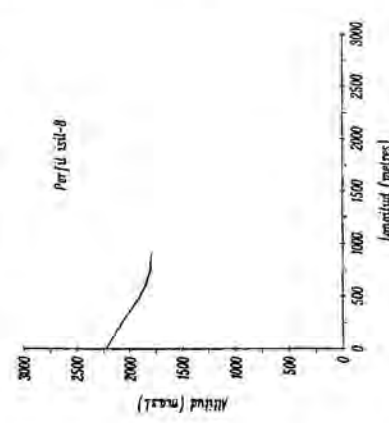
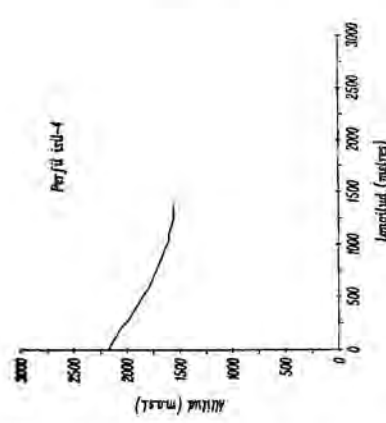
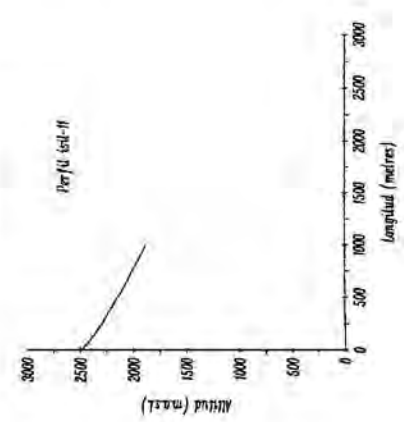
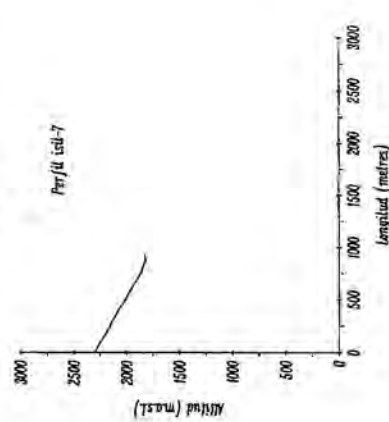
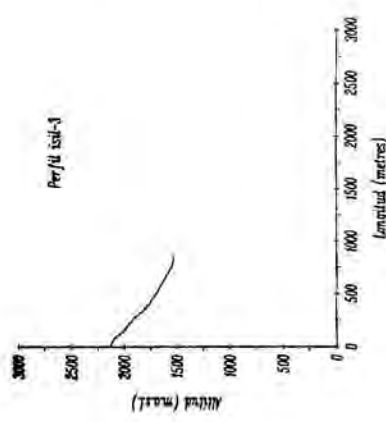
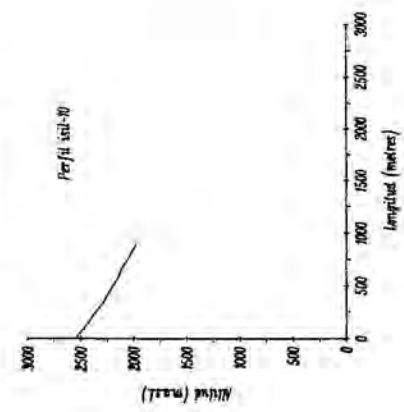
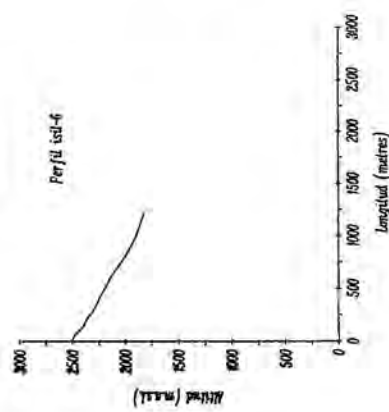
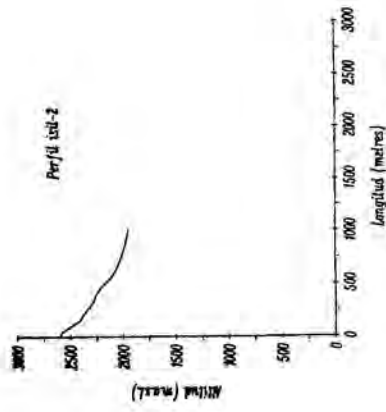


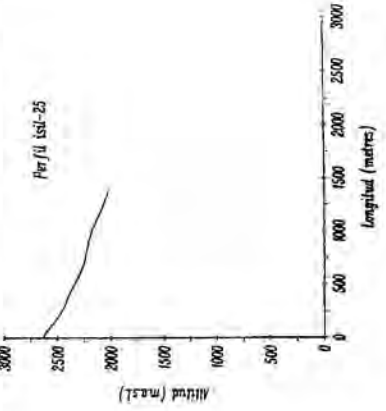
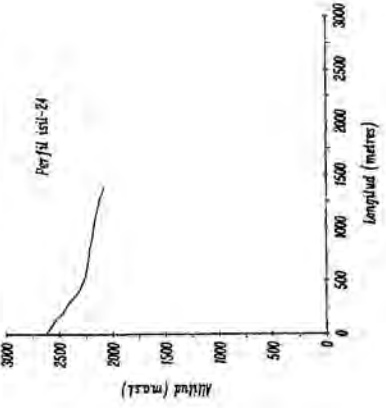
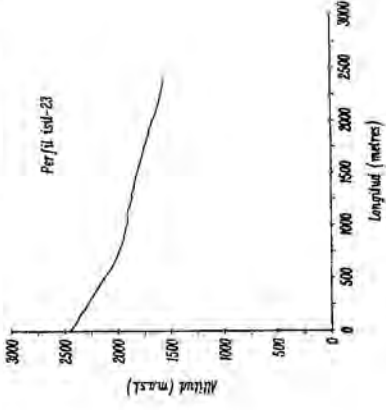
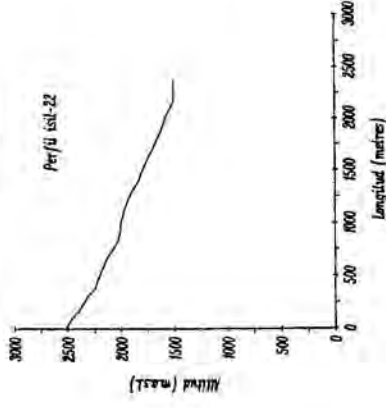
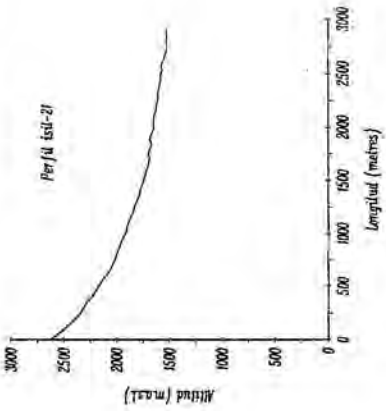
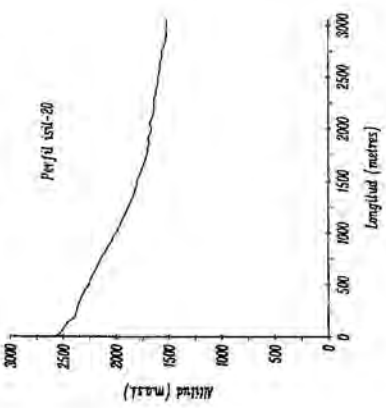
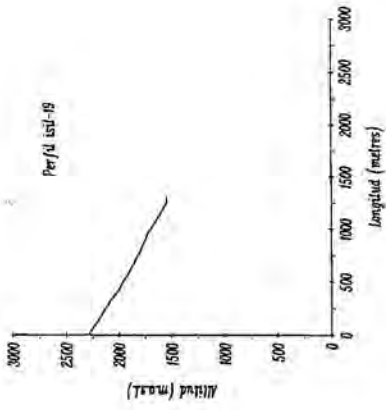
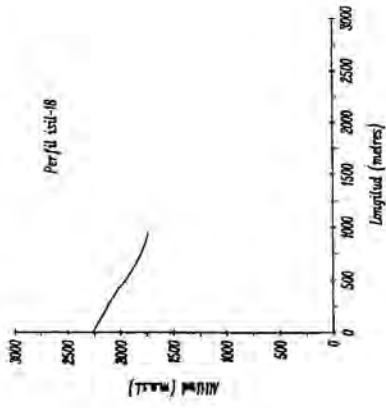
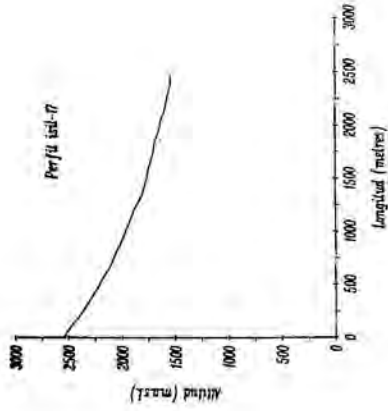
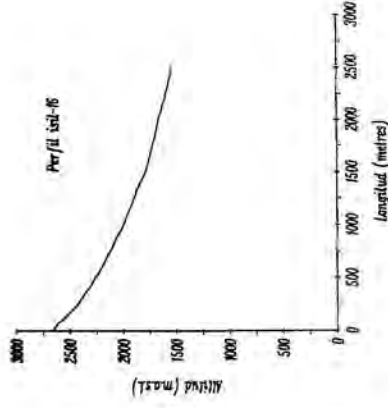
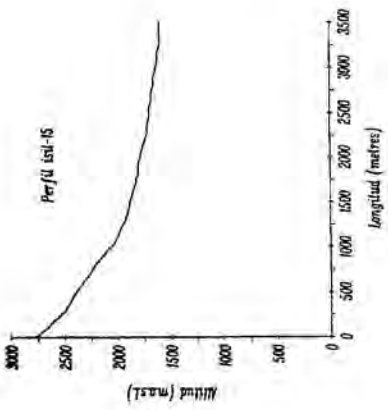
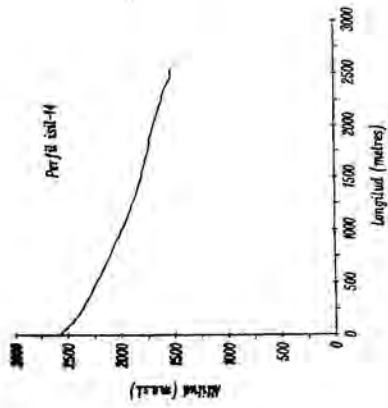




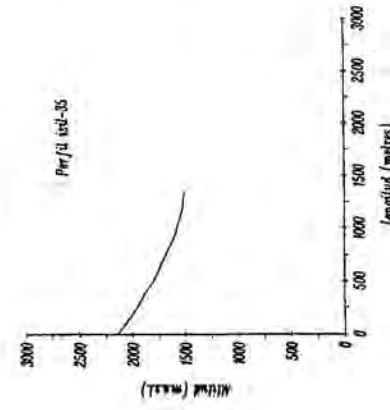
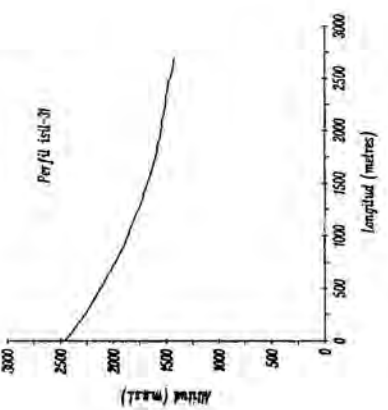
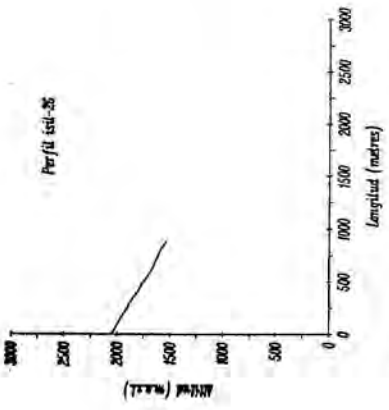
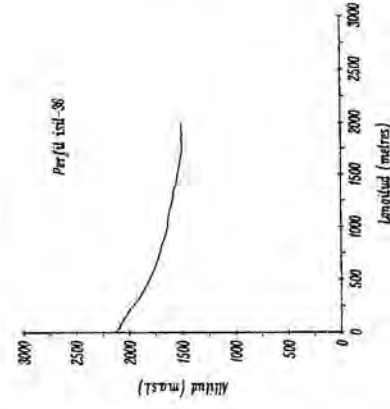
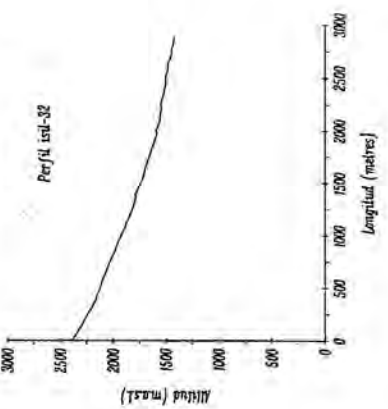
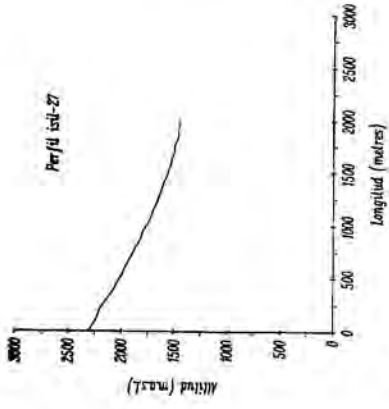
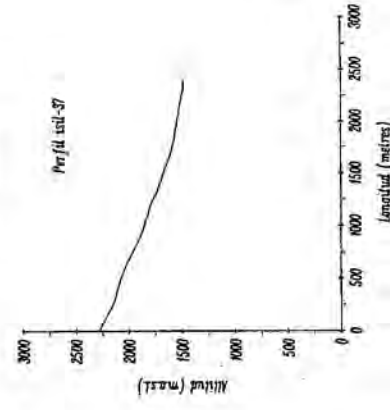
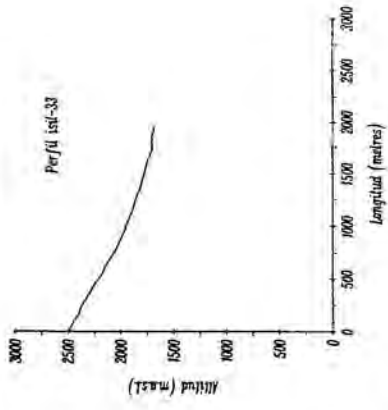
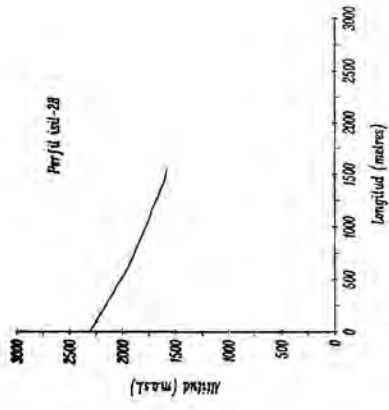
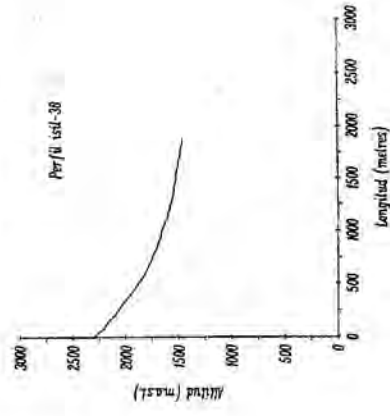
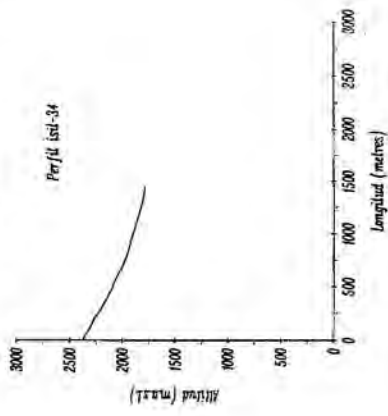
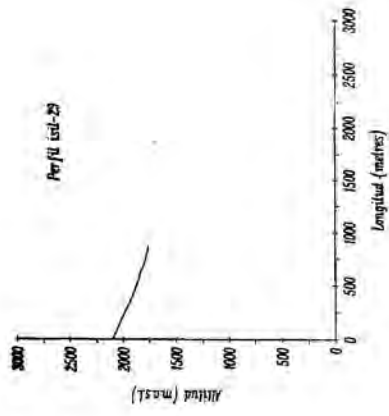


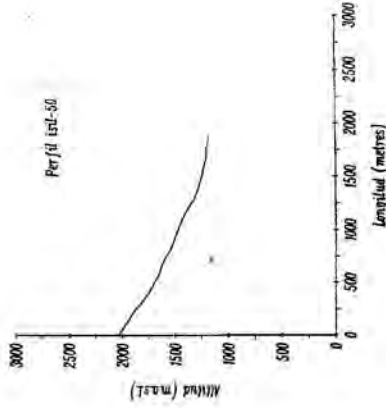
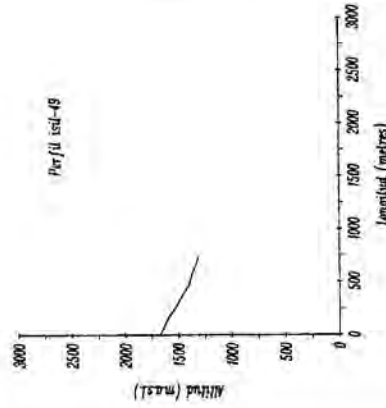
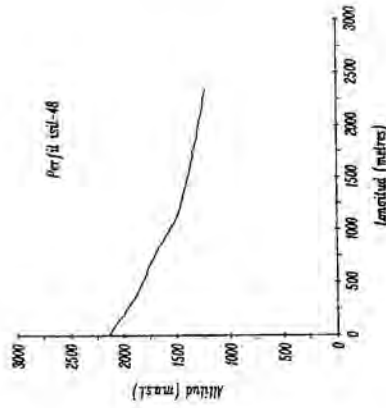
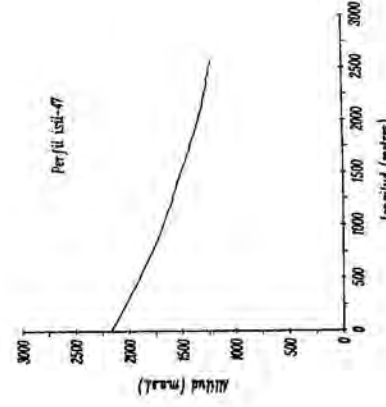
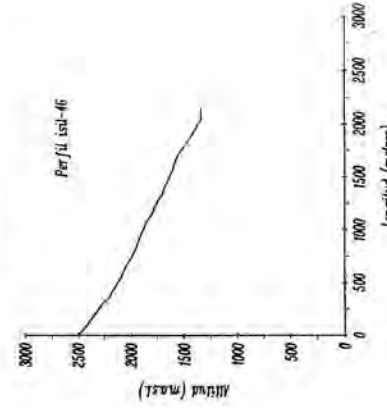
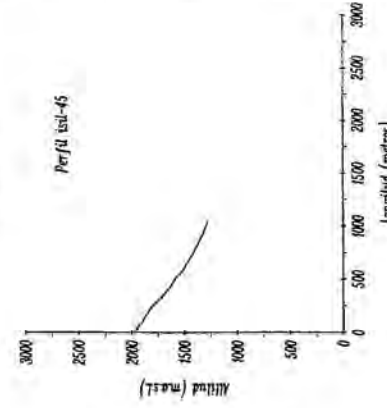
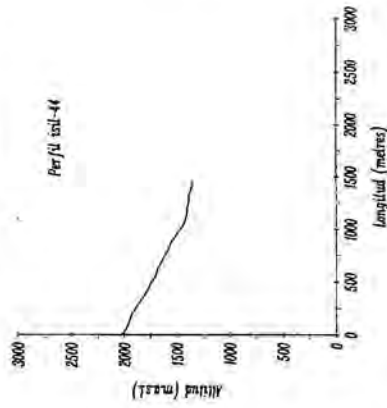
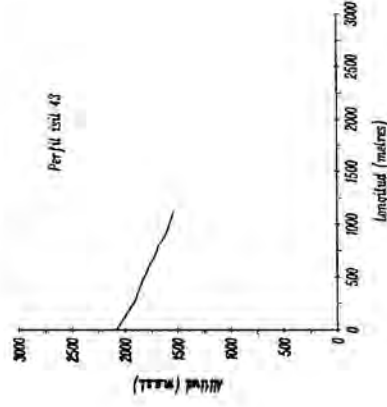
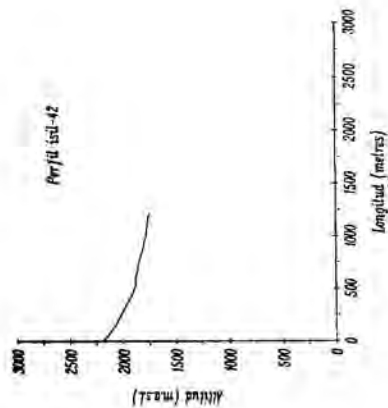
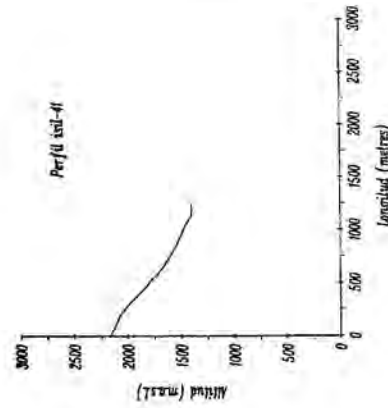
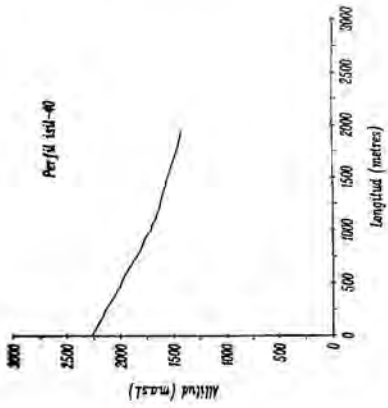
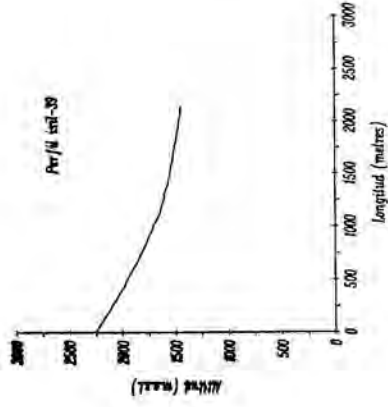


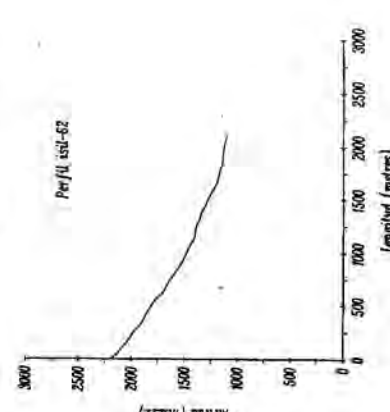
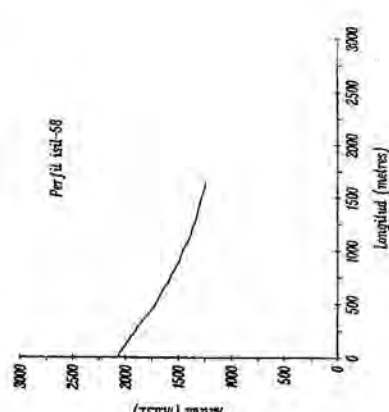
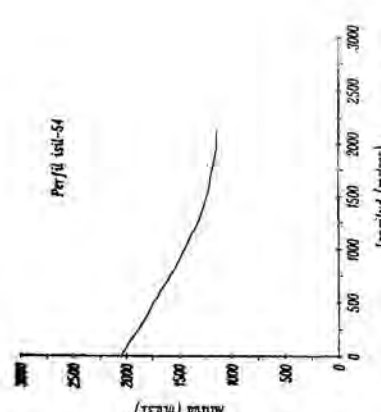
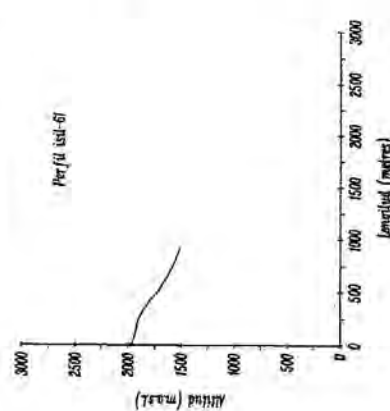
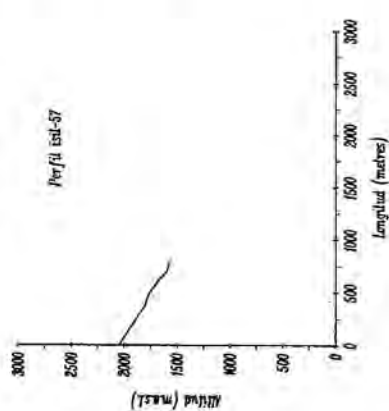
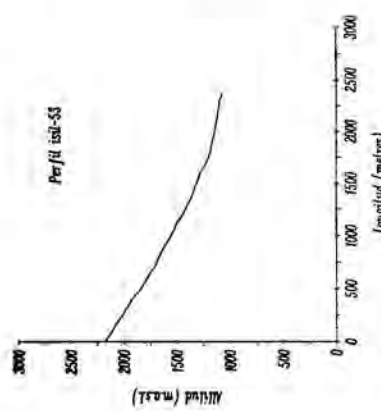
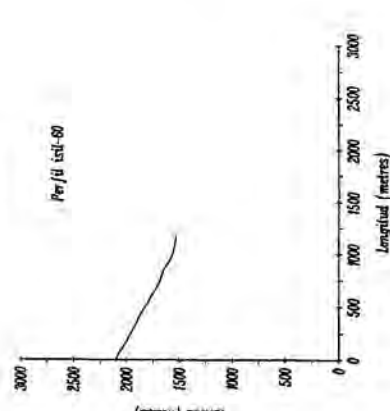
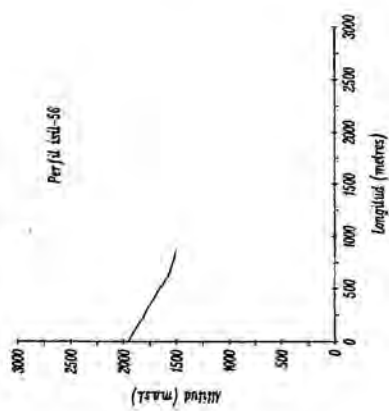
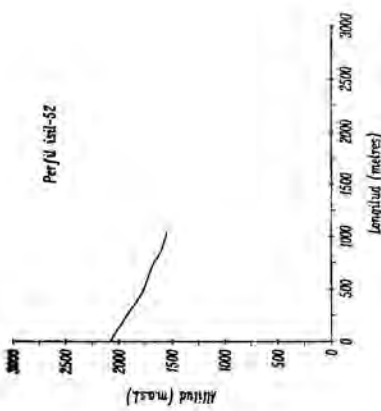
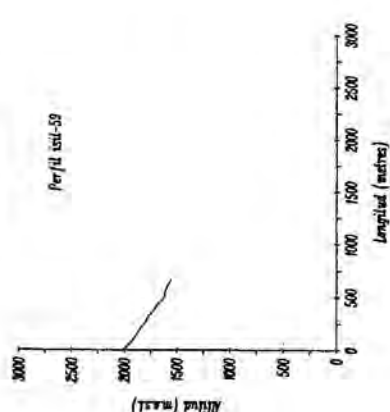
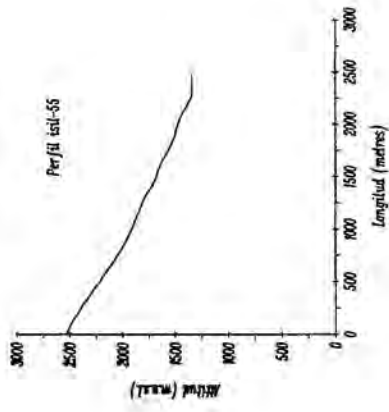
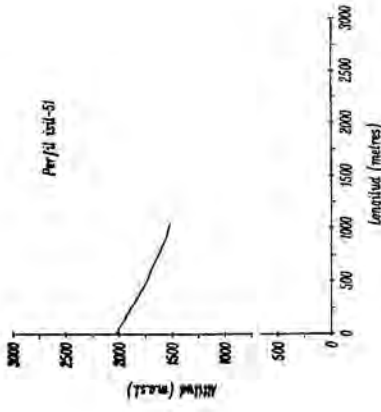


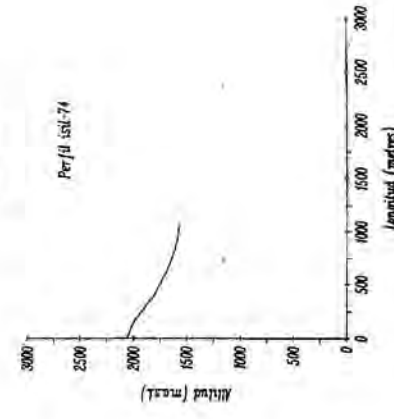
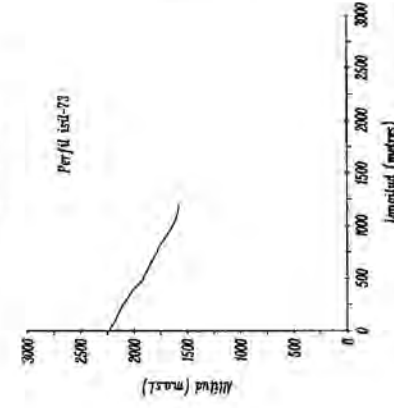
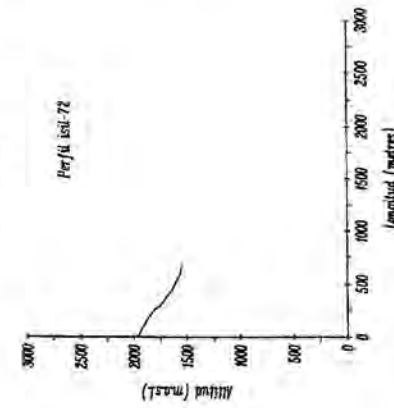
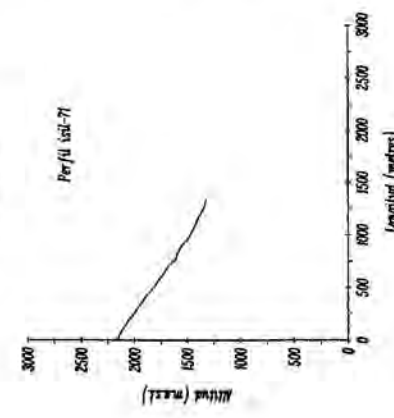
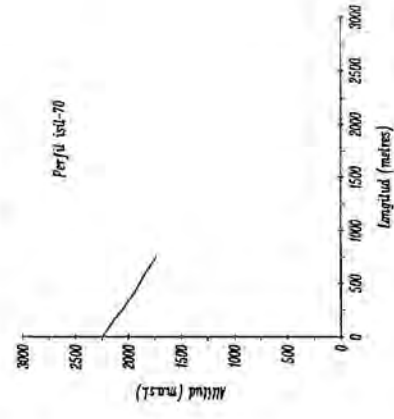
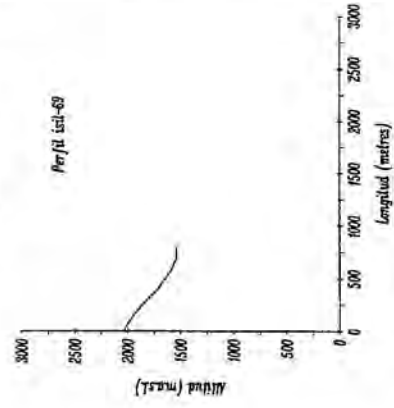
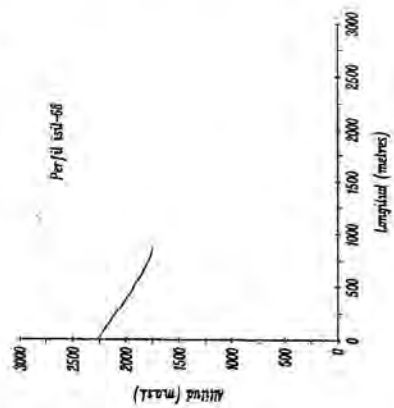
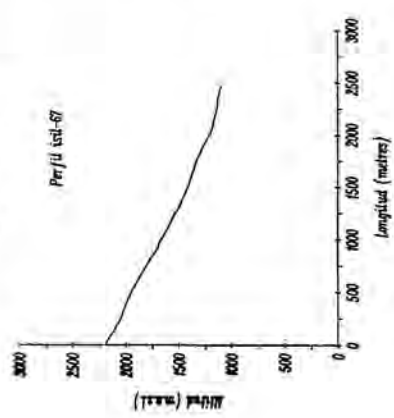
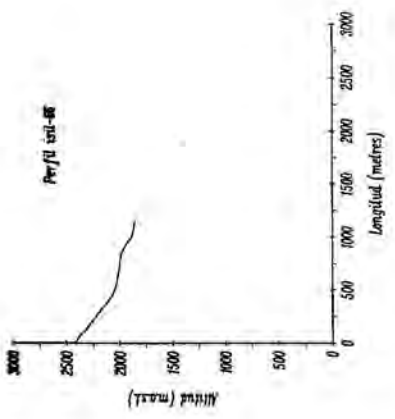
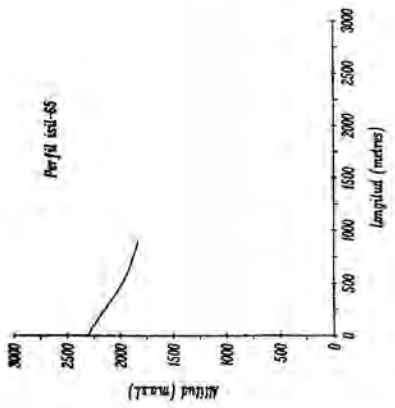
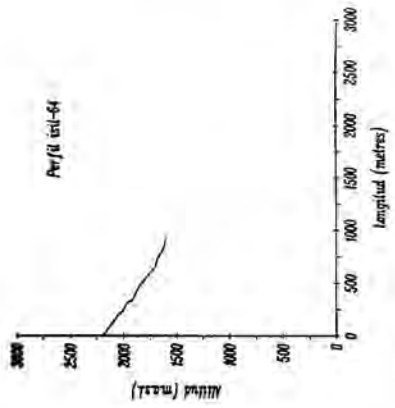
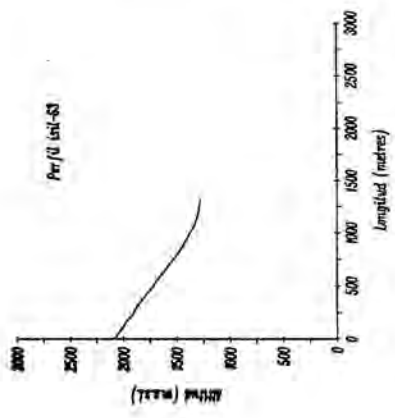


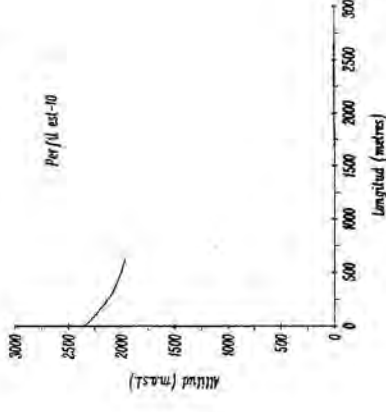
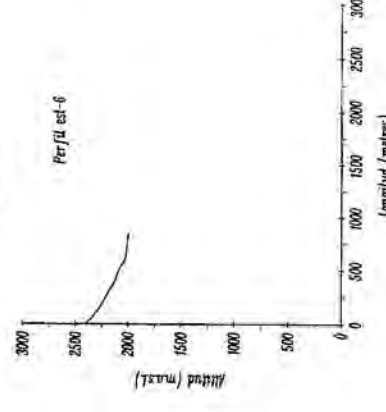
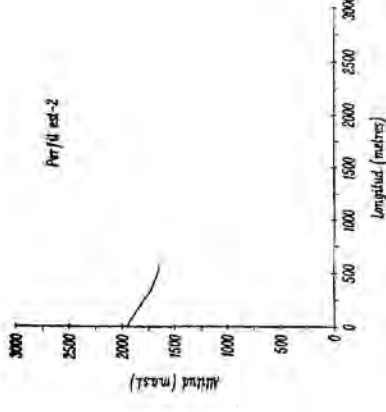
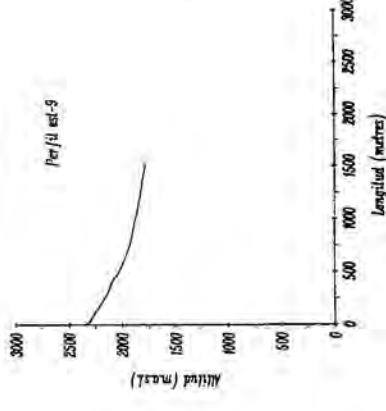
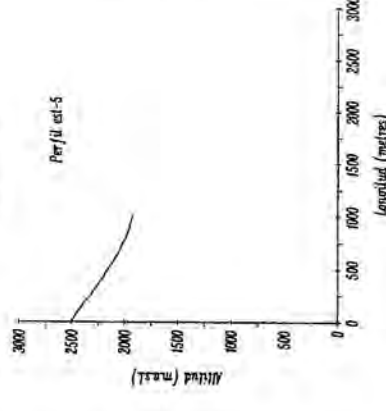
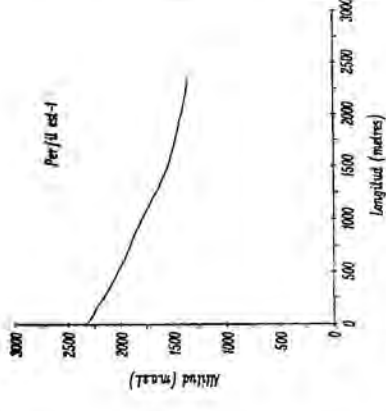
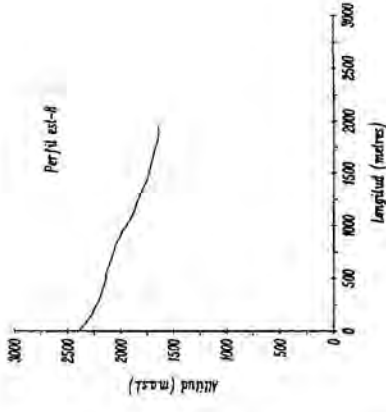
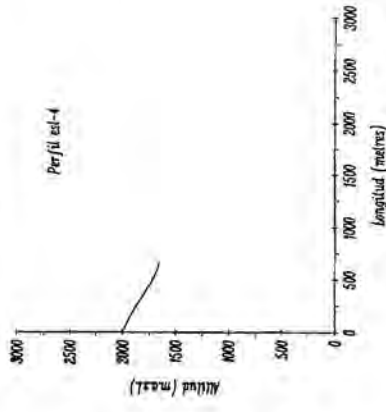
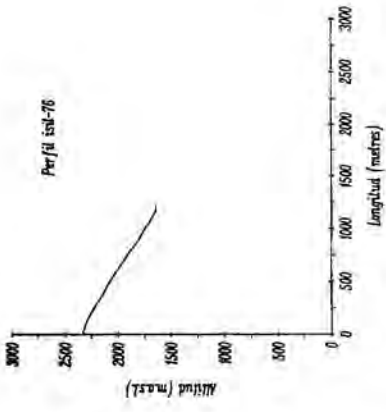
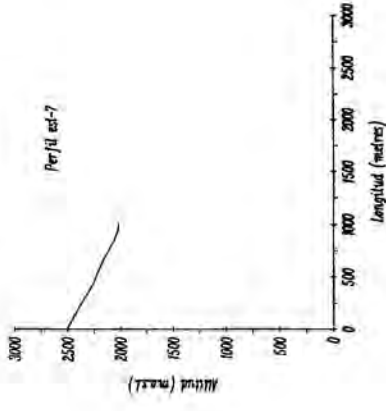
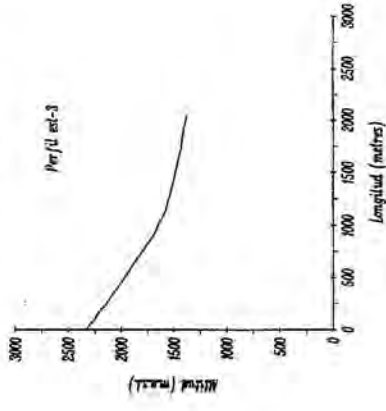
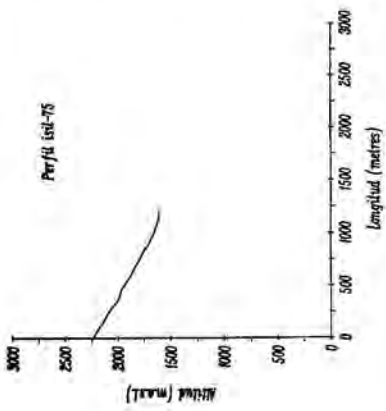




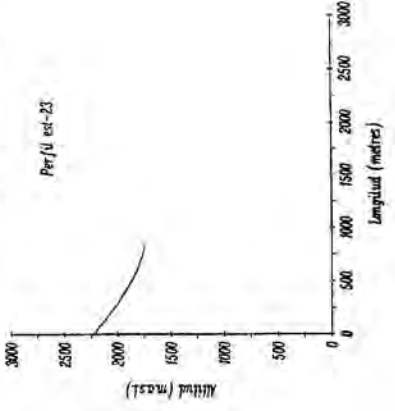
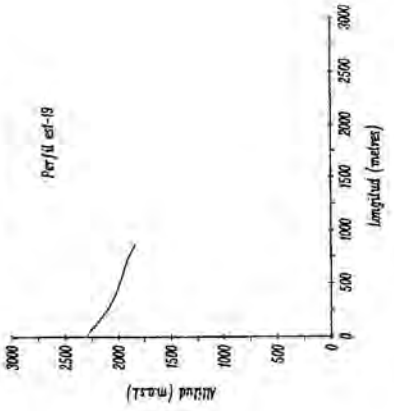
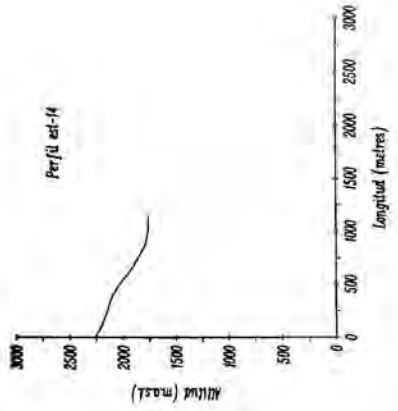
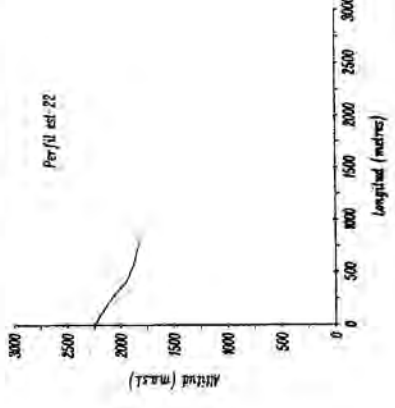
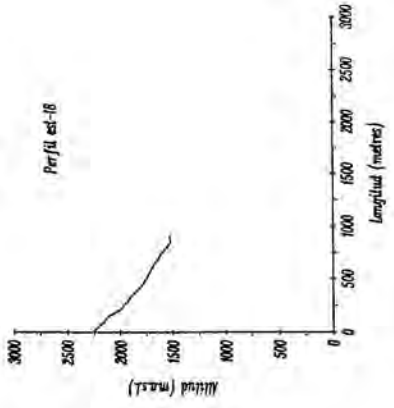
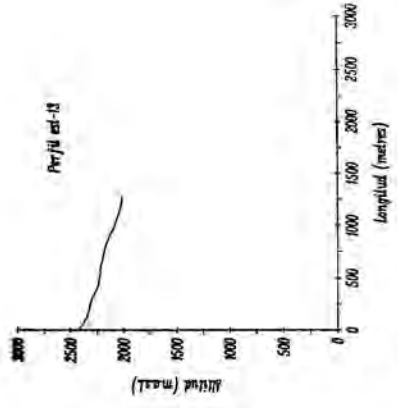
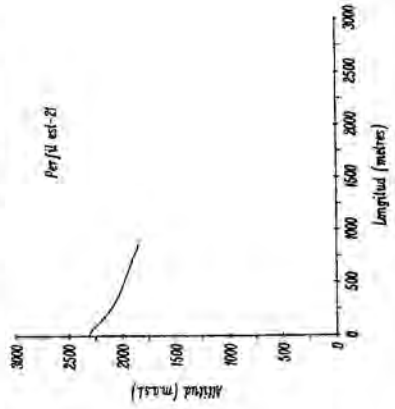
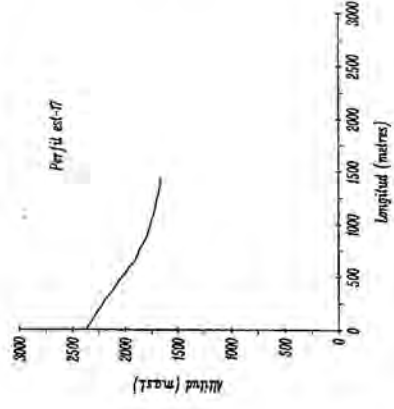
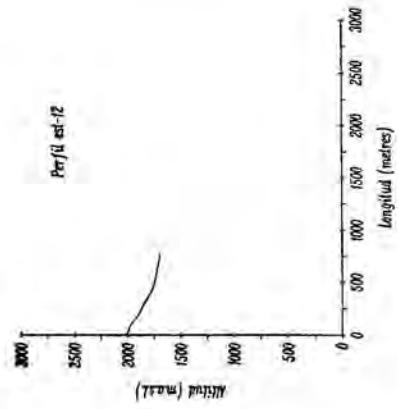
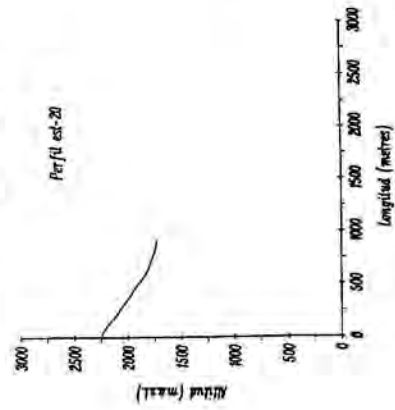
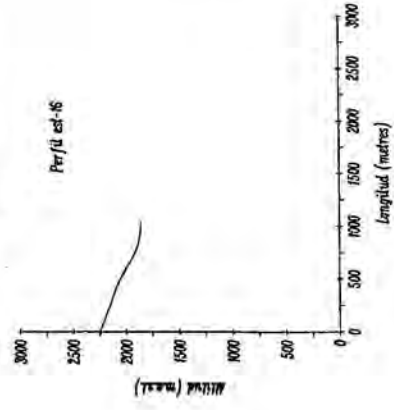
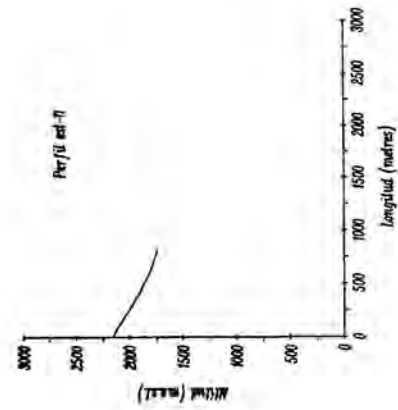




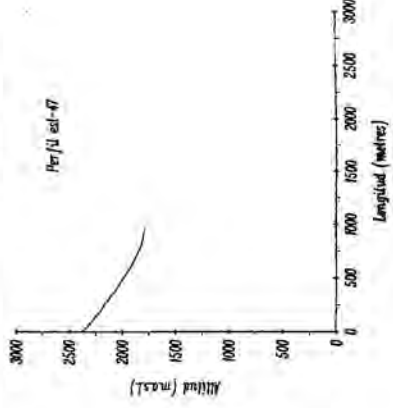
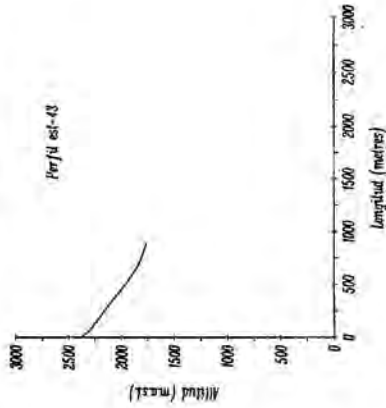
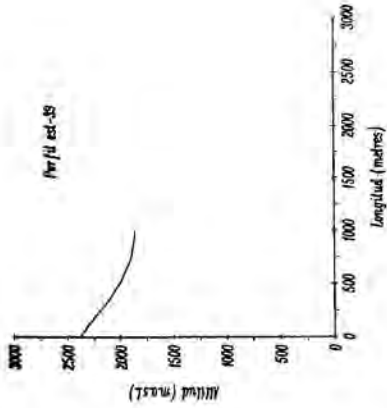
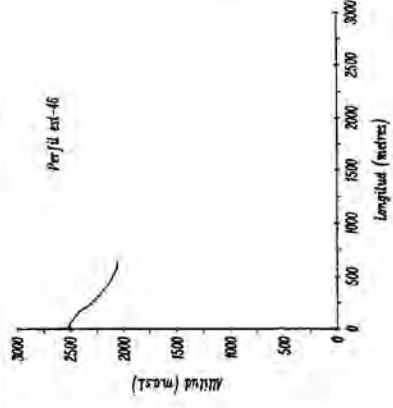
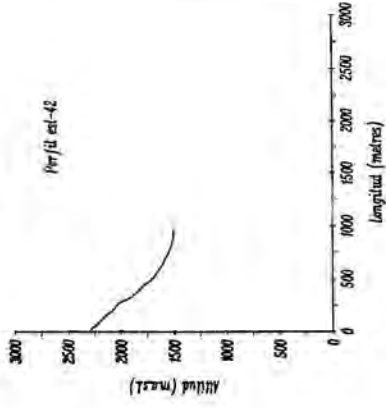
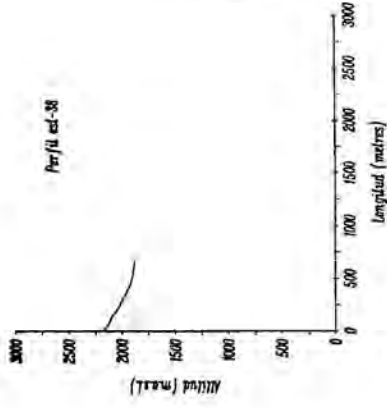
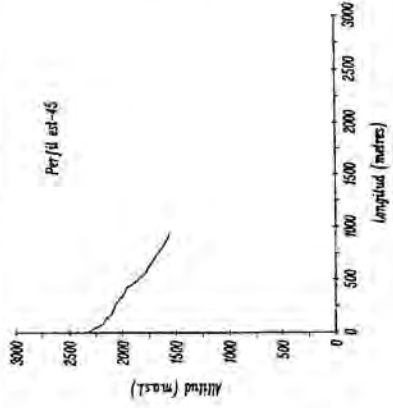
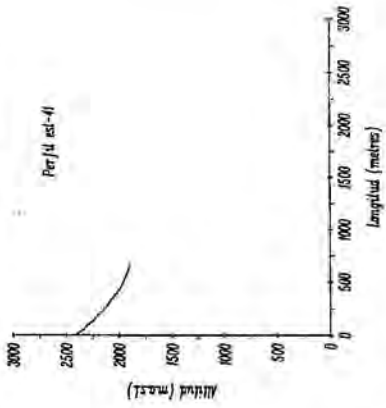
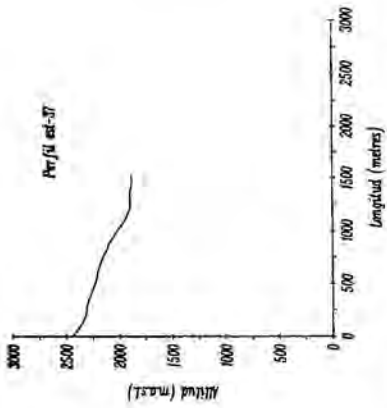
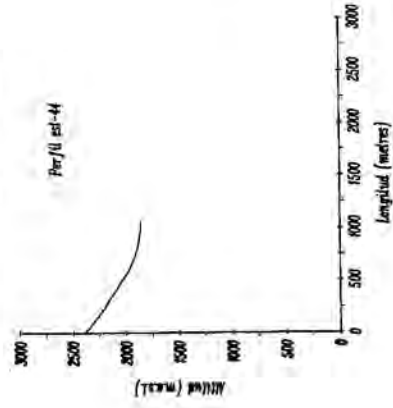
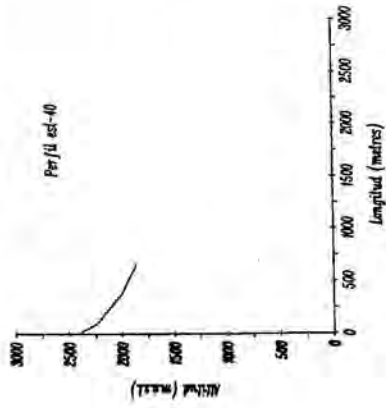
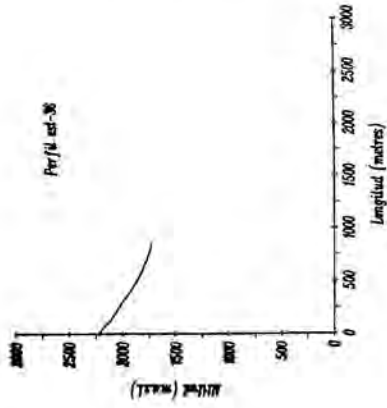


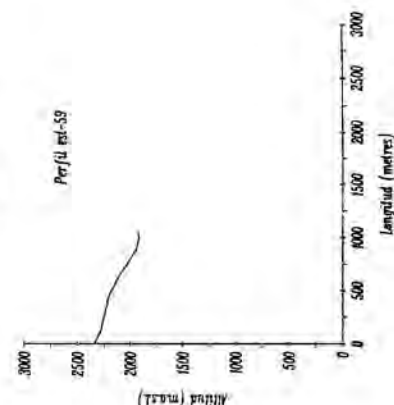
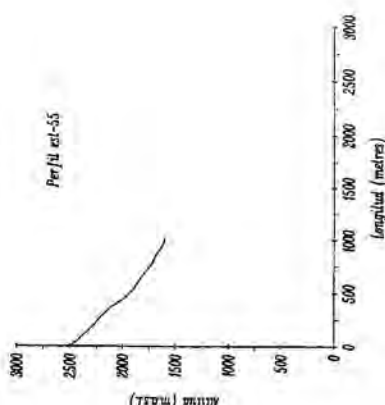
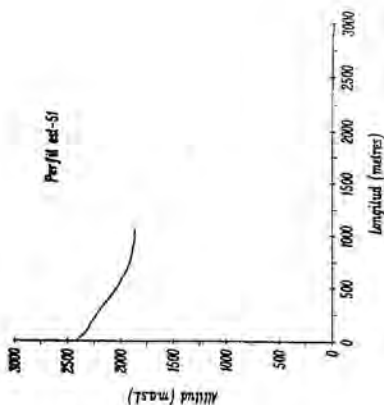
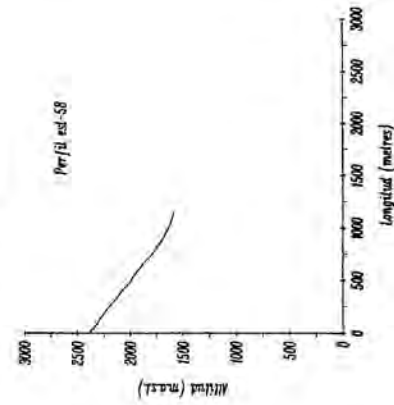
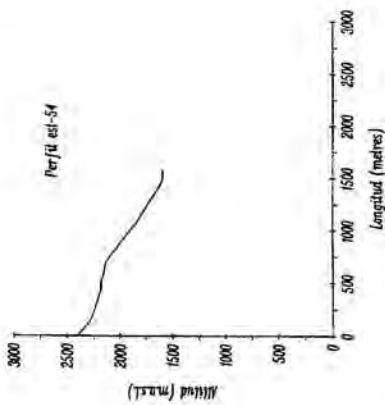
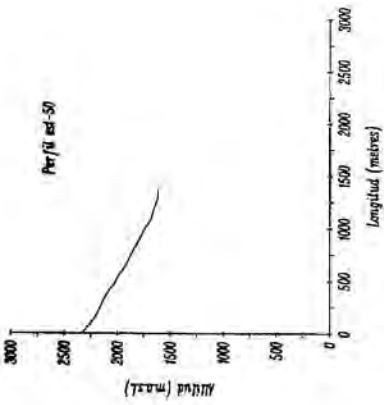
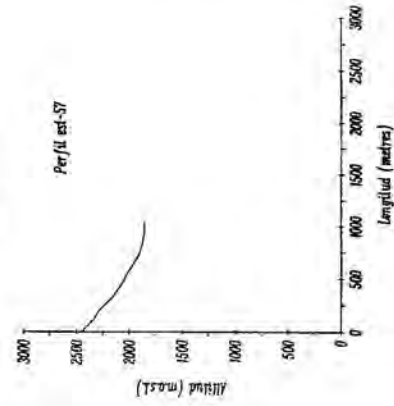
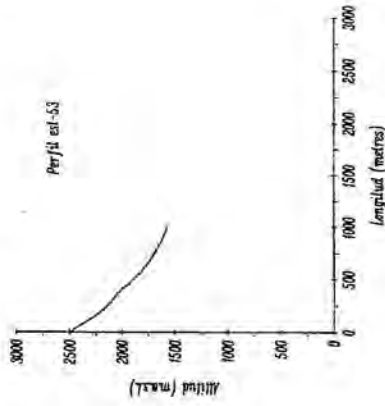
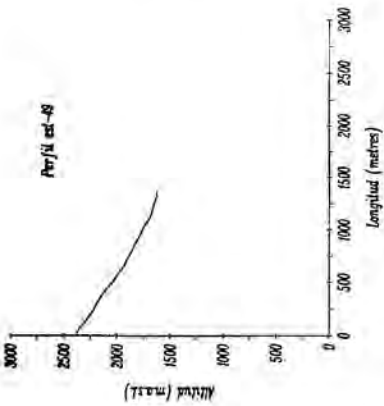
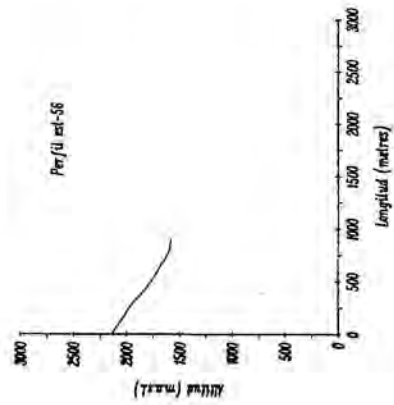
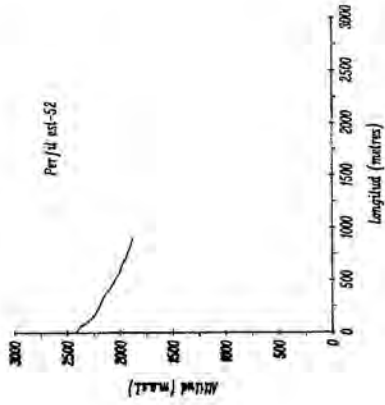
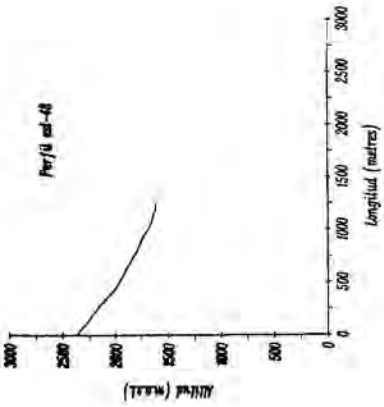


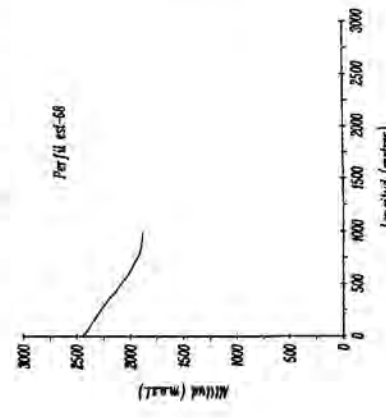
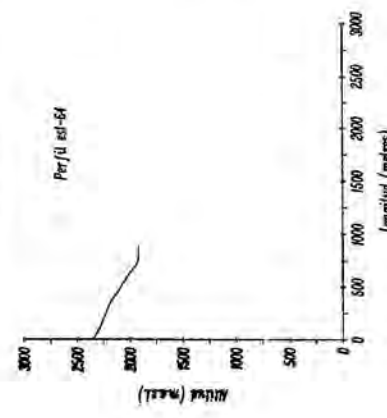
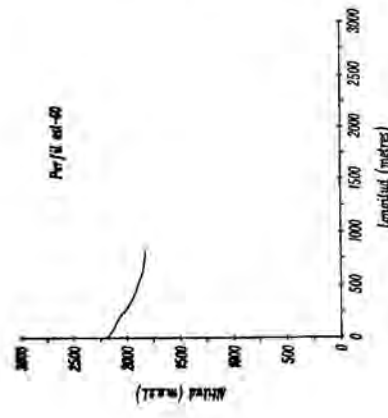
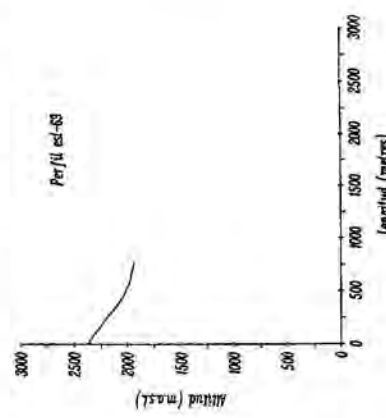
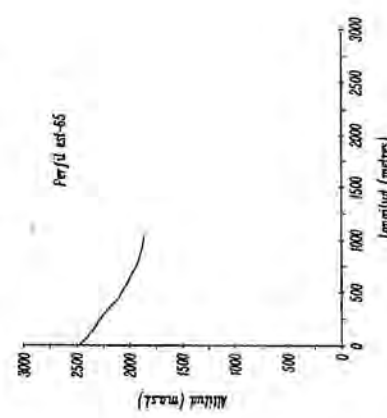
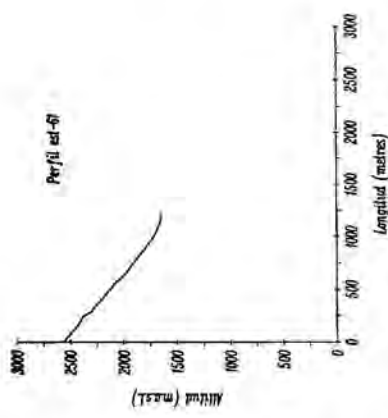
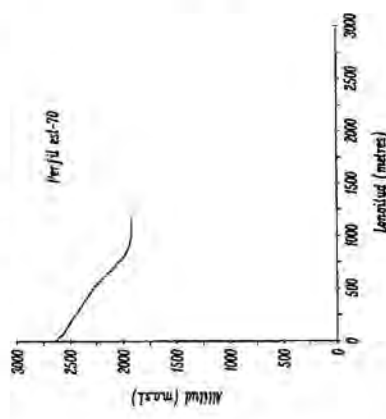
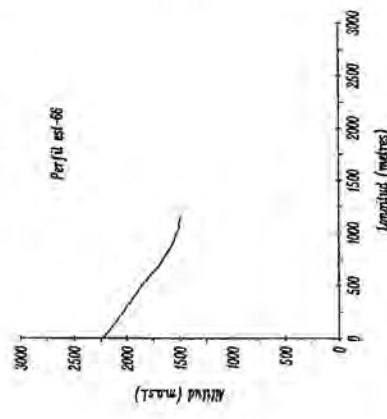
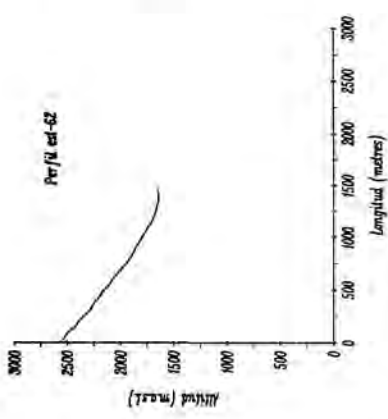
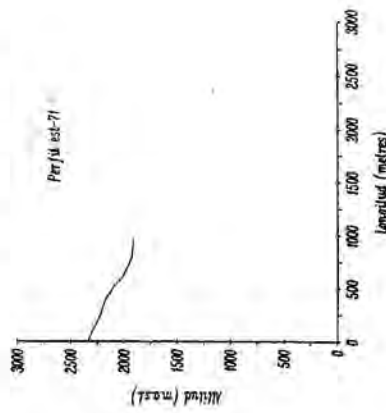
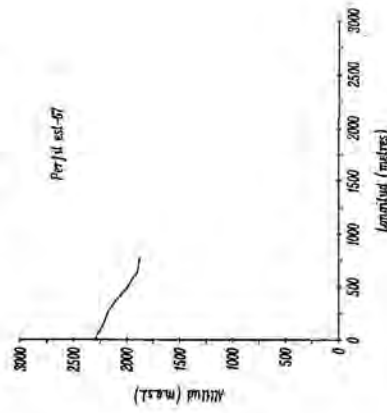
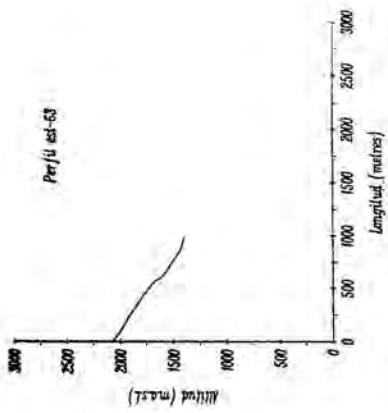




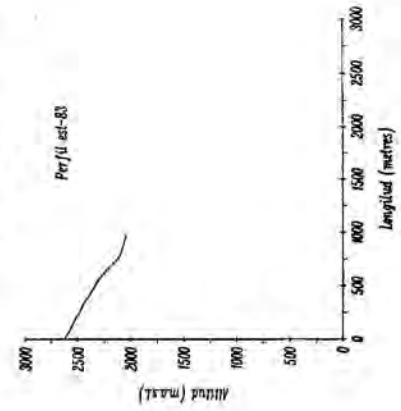
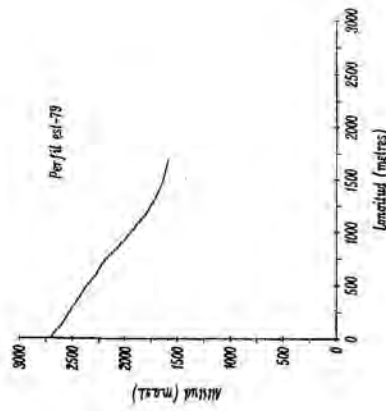
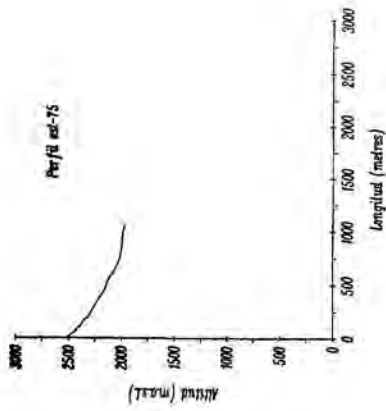
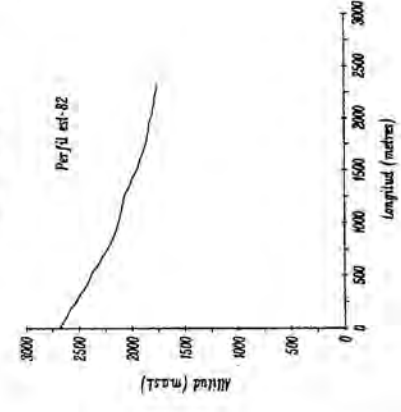
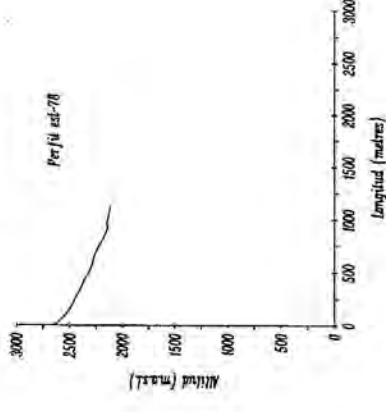
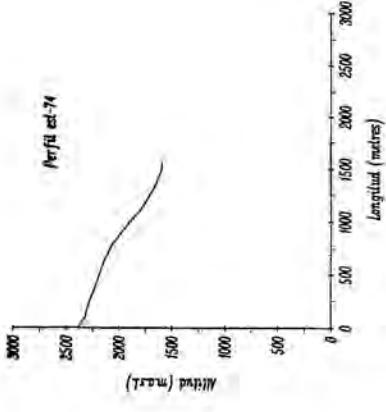
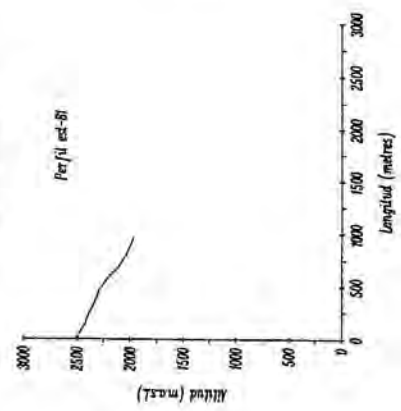
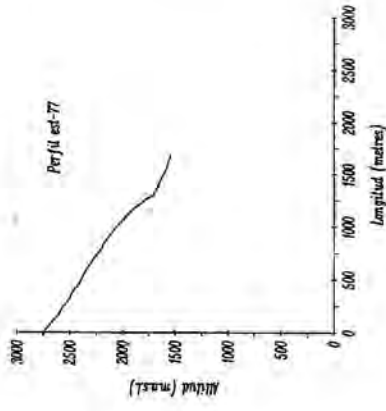
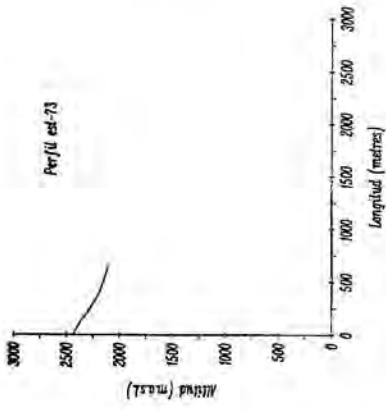
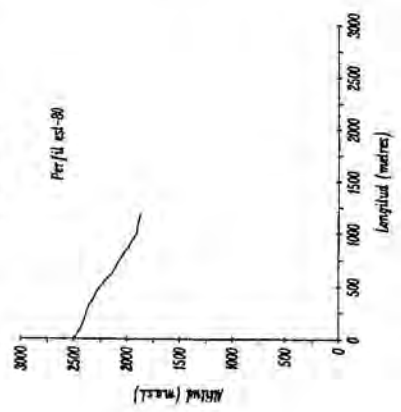
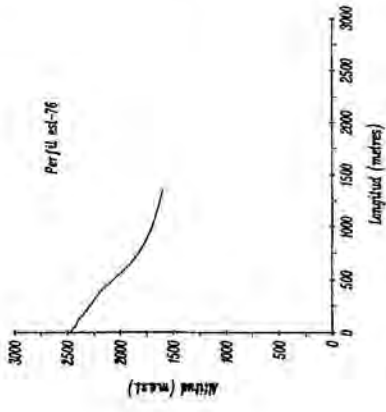
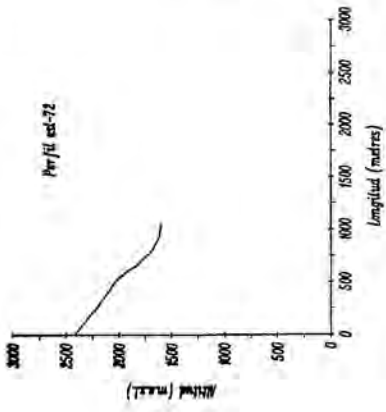




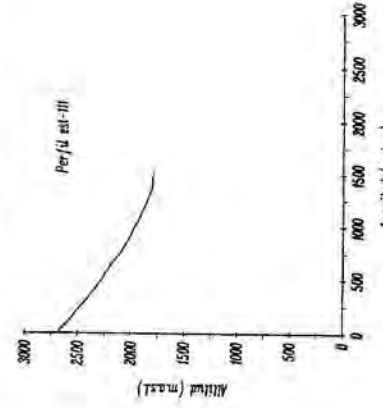
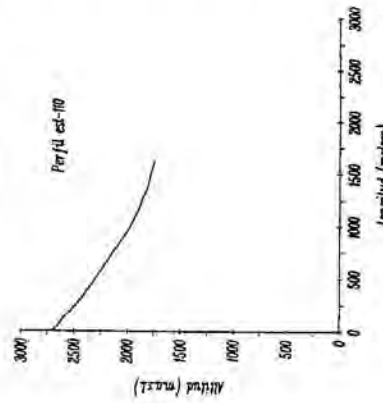
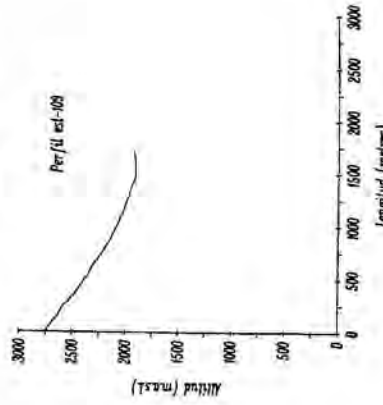
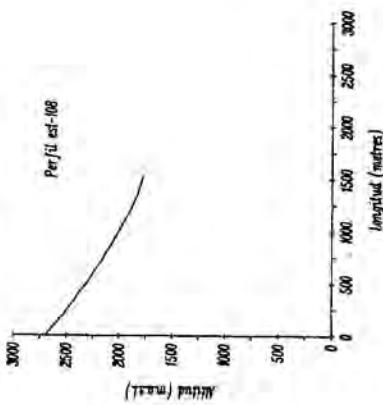
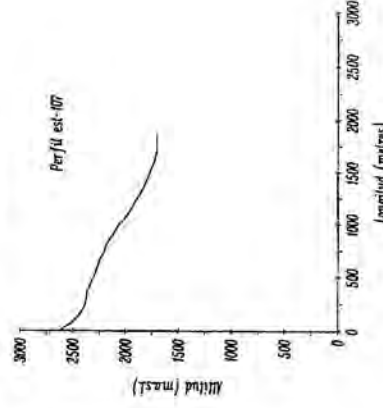
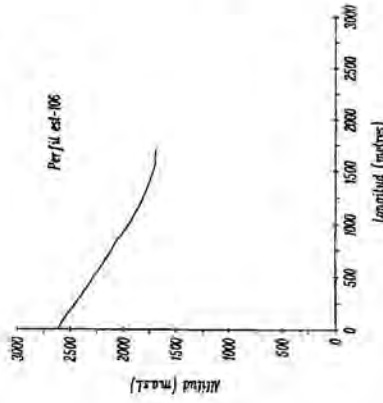
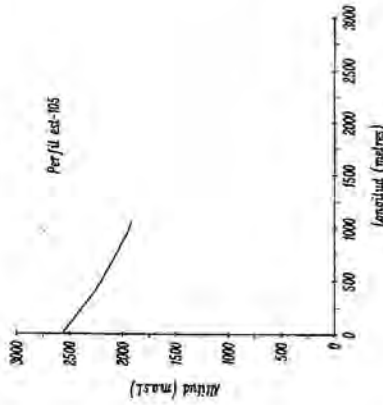
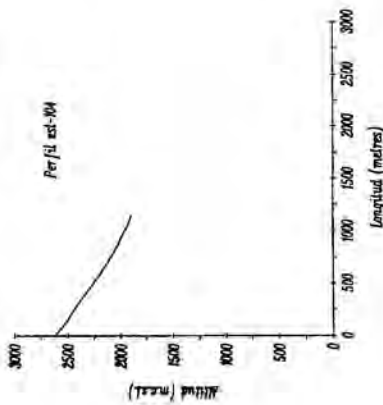
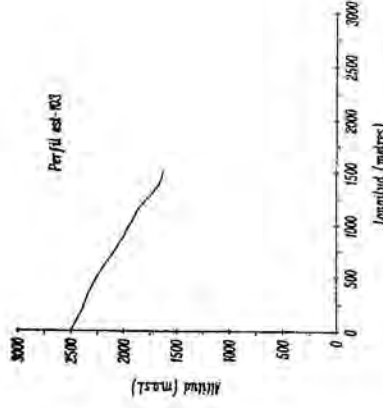
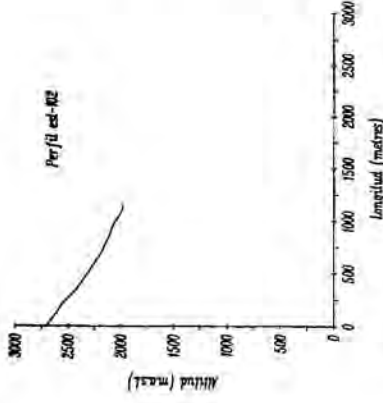
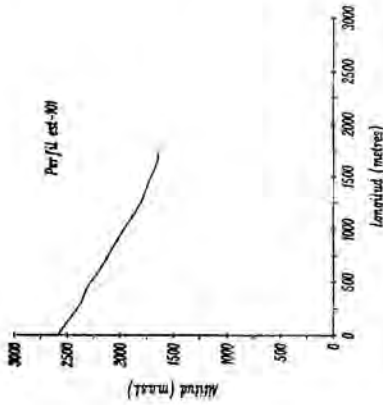
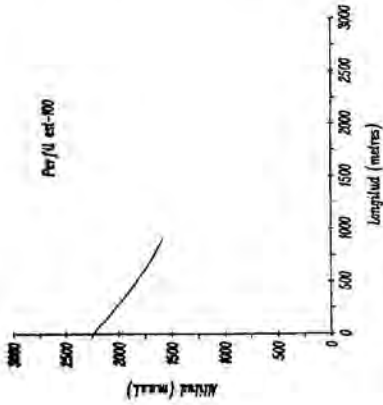


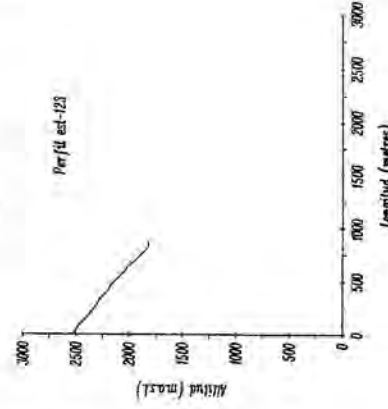
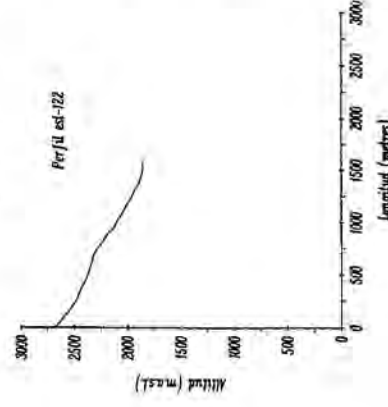
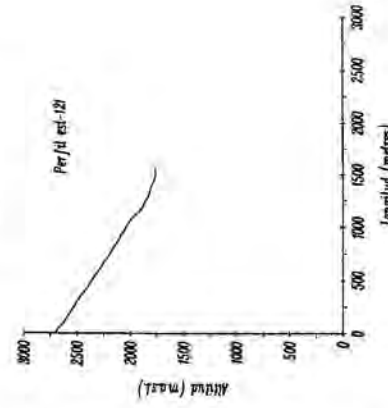
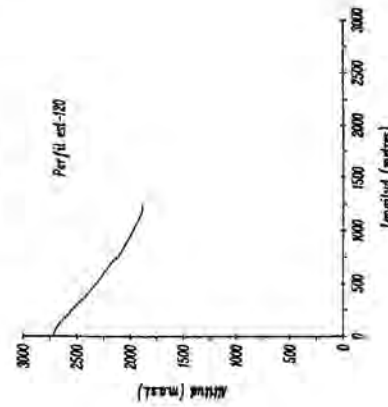
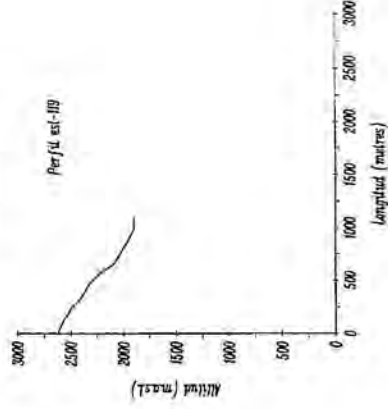
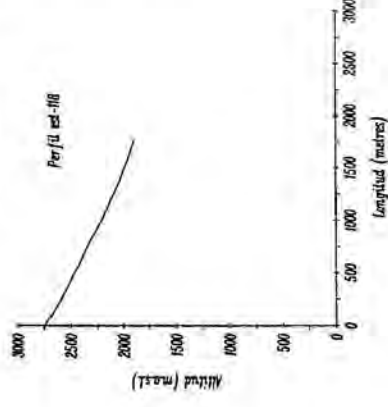
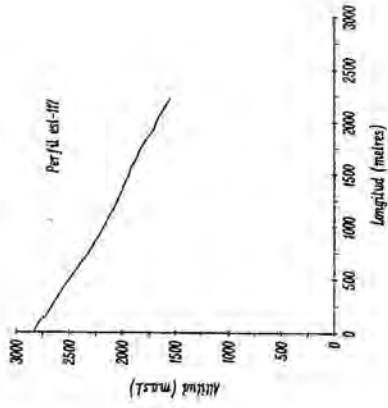
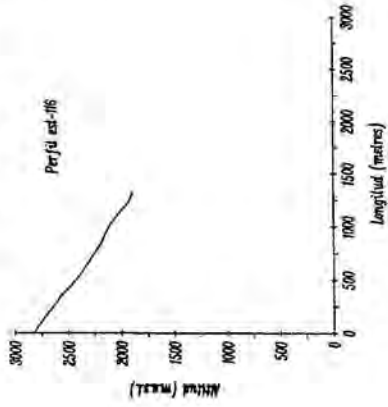
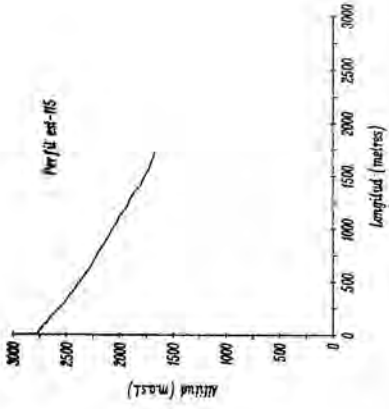
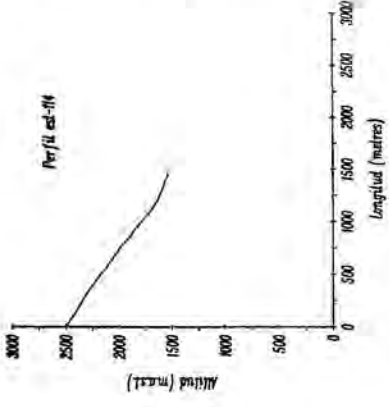
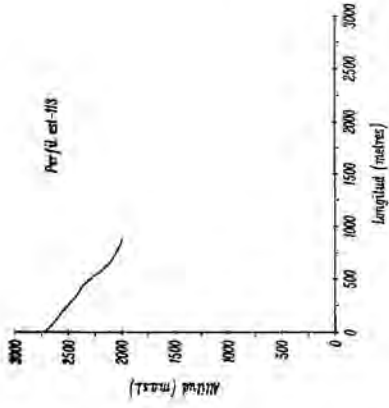
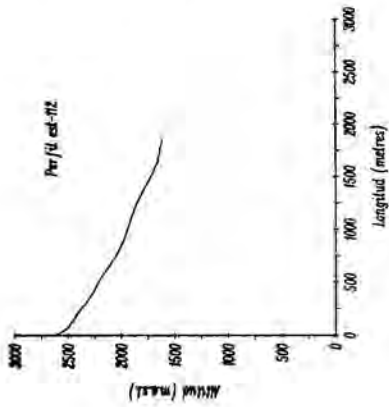


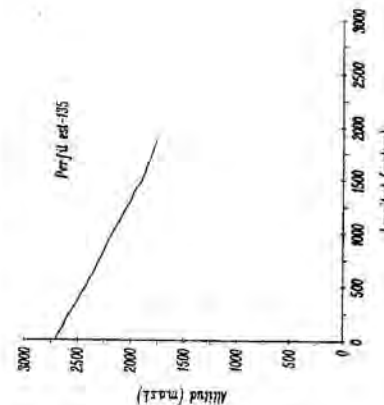
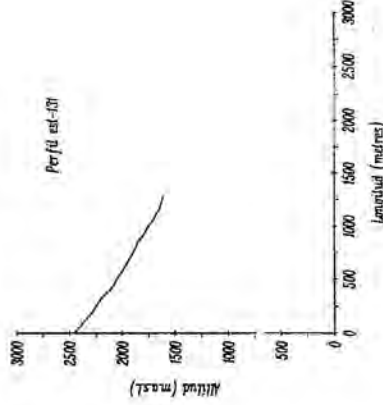
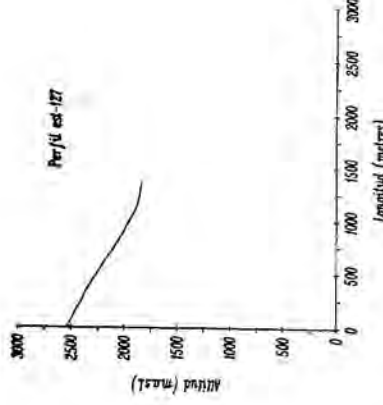
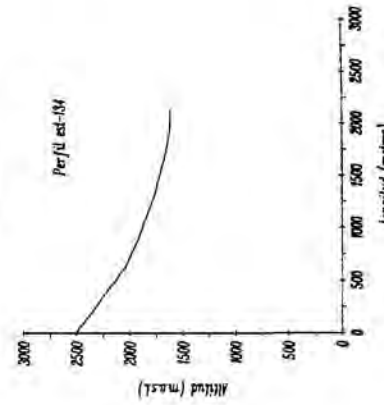
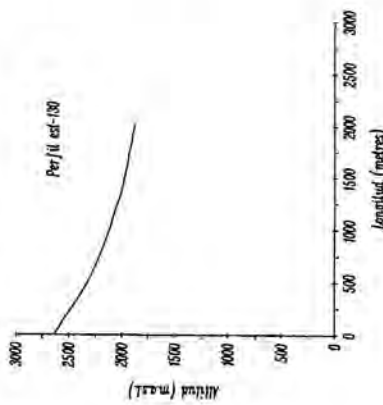
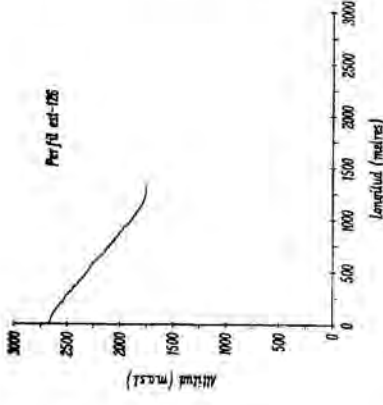
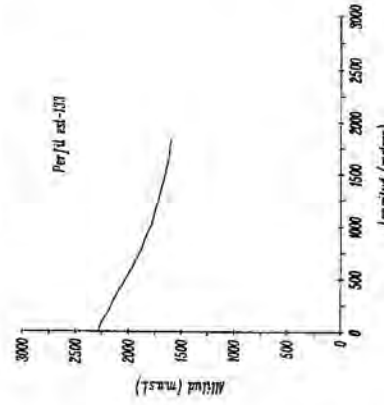
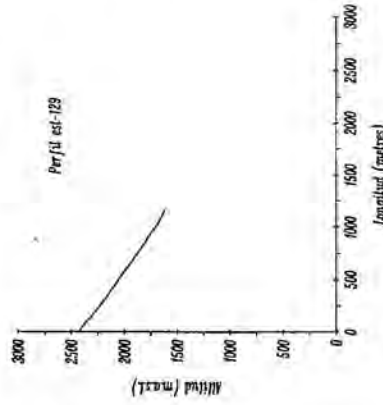
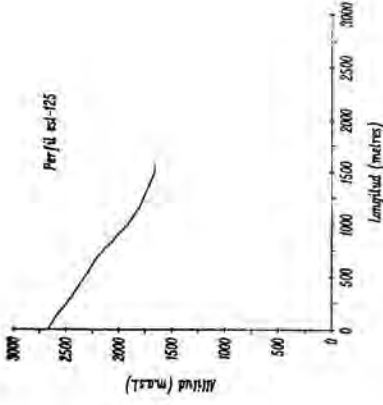
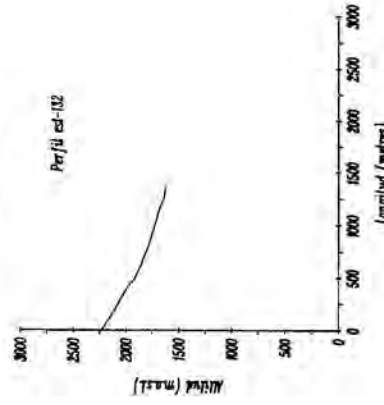
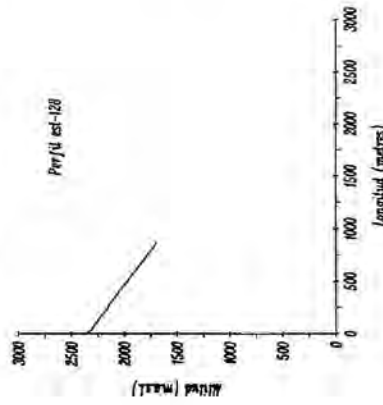
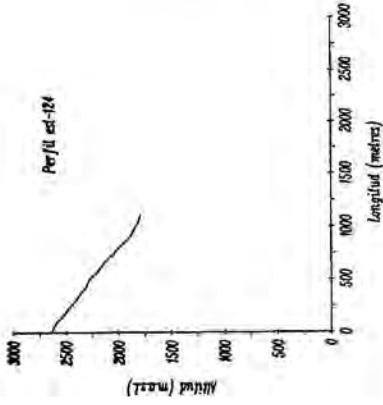




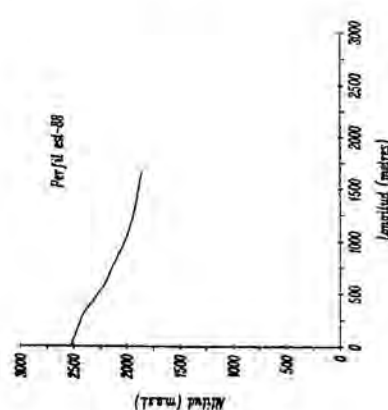
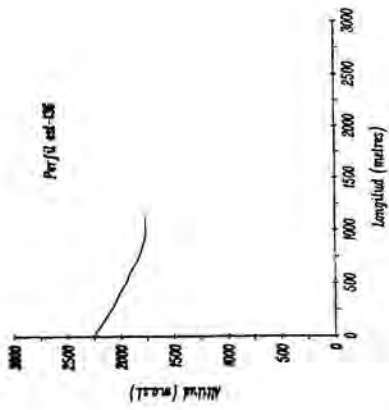
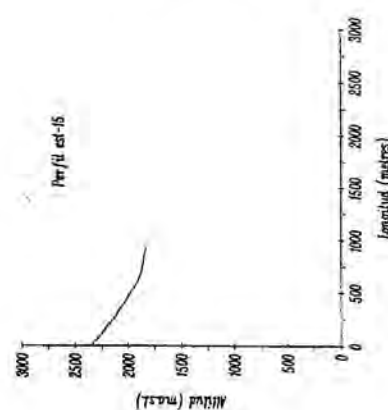
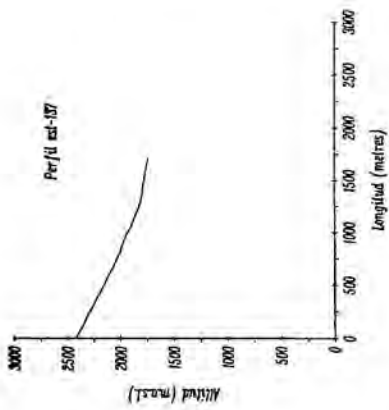
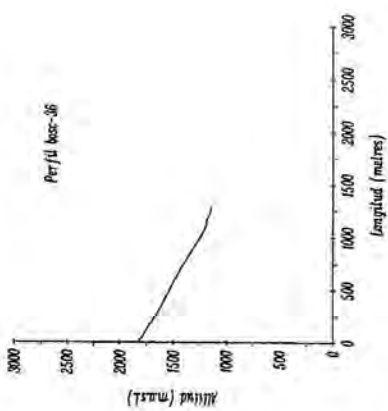
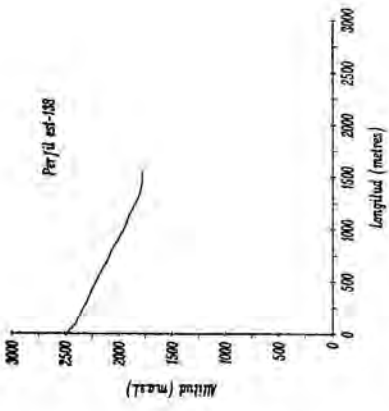
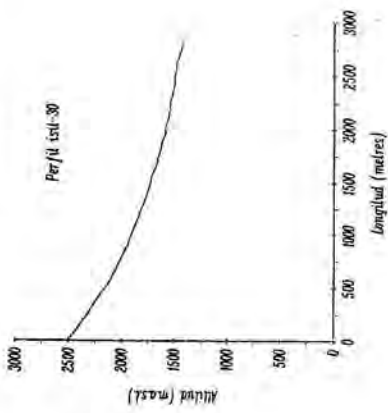
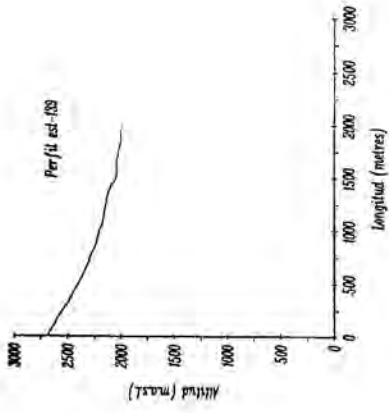












## **ANNEX 5**

### **COMANDES D'ARCINFO UTILITZADES**

## ARC

ADDITEM  
APPEND  
ARCDXF  
ARCEDIT  
ARC PLOT  
BUFFER  
BUILD  
CLEAN  
CLIP  
COMMANDS  
COPY  
CREATE  
CREATELABELS  
CREATETIN  
CREATEWORKSPACE  
DELETEWORKSPACE  
DESCRIBE  
DESCRIBETIN  
DISPLAY  
DISSOLVE  
DXFARC  
DXFINFO  
ELIMINATE  
EXPORT  
GENERALIZE  
(GENERATE)  
HELP  
(IDENTITY)  
IGDSARC  
IGDSINFO  
IMPORT  
INFO  
(INTERSECT)  
JOINITEM  
KILL  
LIST  
LISTCOVERAGES  
LISTTINS  
LISTWORKSPACES  
MAPJOIN  
POSTSCRIPT  
QUIT  
RENAME  
RENAMEWORKSPACE  
ARC  
RESELECT  
TABLES  
TINARC  
TINCONTOUR  
UNGENERATE  
UNION

## ARCEDIT

ADD  
BACKCOVERAGE  
BACKENVIRONMENT  
CALCULATE  
CLEAR  
COMMANDS  
DELETE  
DIRECTORY  
DISPLAY  
DRAW  
DRAWENVIRONMENT  
DRAWSELECT  
EDIT  
EDITFEATURE  
FLIP  
HELP  
INTERSECTARCS  
LIST  
MAPEXTENT  
QUIT  
REMOVEBACK  
REMOVEEDIT  
RESELECT  
SAVE  
SELECT  
SETDRAWSYMBOL  
UNDELETE  
UNSELECT  
UNSPILT  
UPDATE  
VERTEX

## ARC PLOT

ARCARROWS  
ARCLINES  
ARCS  
ARROWSIZE  
ARROWTYPE  
ASELECT  
ASELECT  
BOX  
CLEAR  
COMMANDS  
DIRECTORY  
DISPLAY  
HELP  
KILLMAP  
LINE  
LINESET  
LINESIZE  
LINESYMBOL  
MAP  
MAPEXTENT  
MAPINFO  
MAPLIMITS  
MAPPOSITION  
MAPSCALE  
MAPUNITS  
MARKERCOLOR  
MARKERSET  
MARKERSIZE  
MARKERSYMBOL  
MBEGIN  
MDELETE  
MEND  
MFRESH  
MINFO  
MMOVE  
MOVE  
MROTATE  
MSCALE  
MSELECT  
MWHO  
NSELECT  
PAGESIZE  
PAGEUNITS  
POINTS  
ARC PLOT  
POLYGONS  
POLYGONSHADES  
QUIT  
RESELECT  
RESET  
SHADECOLOR  
SHADESEPARATION  
SHADESET  
SHADESYMBOL  
SHADETYPE  
SHOW  
SURFACE  
TEXT

TEXTCOLOR  
TEXTFONT  
TEXTQUALITY  
TEXTSET  
TEXTSIZE  
TEXTSPACING  
TEXTSYMBOL  
TIN  
TINERRORS  
TINHULL  
TINLINES  
WEEDDRAW

## **ANNEX 6**

# **CLASSIFICACIO INTERNACIONAL PER A LA NEU ESTACIONAL AL SOL**

## CLASSIFICACIO INTERNACIONAL PER A LA NEU ESTACIONAL AL SOL

Aquesta classificació pretén solventar els requeriments de les diferents disciplines que treballen amb la neu estacional al sòl: allaus, hidrologia, teledetecció de la cobertura nival estacional, mecànica de la neu i recerca sobre la física de la neu, que inclou els seus metamorfismes (ICSI, 1990).

Forneix un marc bàsic, que es pot expandir o simplificar segons els usuaris (de científics a esquiadors). A més, la majoria d'observacions necessàries poden ser realitzades bé visualment, bé amb instrumental senzill (ICSI, 1990).

La classificació morfològica bàsica ha estat suplementada amb una classificació orientada segons els processos, que inclou algunes precisions respecte als processos físics involucrats. Als tipus de neu se'ls ha assignat símbols gràfics i alfanumèrics, que permeten una classificació fàcil (ICSI, 1990).

La classificació s'estructura en dos capítols i diversos apèndix:

El capítol I es basa en els fets fonamentals que determinen les característiques físiques d'una massa de neu i en distingeixen un tipus d'un altre, tot incloent des de la neu fresca, recent dipositada i dipòsits de superfície, com el gebre (ICSI, 1990). Es considera la densitat, la forma del gra (taula que incloïa a continuació) i la seva mida, el contingut en aigua líquida, les impureses, la resistència de la neu i la seva duresa, la temperatura i el gruix de les capes.

El capítol II es refereix a altres mesures complementàries que caracteritzen el mantell nival (ICSI, 1990), i en fa una llista (per exemple, gruix i espessor del mantell, inclinació de la capa de neu o del sòl, orientació, equivalents en aigua del mantell i de les diverses capes, etc.).

L'apèndix A consta d'una llista de símbols.

L'apèndix B és un sumari de definicions de termes.
















L'apèndix C és un diccionari multilingüe.

L'apèndix D, un exemple de la representació gràfica d'un perfil estratigràfic del mantell.





I l'apèndix E inclou una sèrie de fotografies per ajudar a la identificació i classificació de la neu.
















DRY SNOW FORMS

MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION			PROCESS-ORIENTED CLASSIFICATION		ADDITIONAL INFORMATION ON PHYSICAL PROCESSES AND STRENGTH				
BASIC CLASSIFICATION	SYMB	SUBCLASS	SYMB	SHAPE	PLACE OF FORMATION	CLASSIFICATION	PHYSICAL PROCESSES	DEPENDENCE ON MOST IMPORTANT PARAMETERS	COMMON EFFECT ON STRENGTH
DECOMPOSING AND FRAGMENTED PRECIPITATION PARTICLES 	2	a Partly decomposed precip. particles  b Highly broken particles 	dc	Partly rounded particles, characteristic shapes of precip. particles still recognizable	Recently deposited snow	Initial rounding and separation	Decrease of surface area to reduce surface free energy at low temperature gradients	Speed of decomposition decreases with decreasing snow temperature and decreasing temperature gradient	Strength decreases with time; felt-like arrangement of densities has modest initial strength
			bk	Packed, shards or rounded fragments of precipitation particles	Saltation layer	Wind-broken particles; initially fractured then rapid rounding due to small size	Fragmented particles are closely packed by wind; fragmentation followed by rounding and growth	Fragmentation and packing increase with wind speed	Quick sintering results in rapid strength increase
ROUNDED GRAINS (MONOCRYSTALS) 	3	a Small rounded particles  b Large rounded particles  c Mixed forms 	sr	Well-rounded; particles of size <0.5 mm often well bonded	Dry snow	Small equilibrium form	Decrease of specific surface area by slow decrease of number of grains and increase of mean grain diameter; equilibrium form may be partly faceted at lower temperatures	Growth rate increases with increasing temperature and temperature gradient; growth slower in high density snow with smaller pores	Strength increases with time, density and decreasing grain size
			lr	Well-rounded particles of size >0.5 mm		Large equilibrium form	Grain-to-grain vapor diffusion due to low to medium temperature gradients; mean excess vapor density remains below critical value for kinetic growth	Same as above	Strength increases with time and density and decreasing grain size
			mx	Rounded particles with few facets which are developing		Transitional form as temperature gradient increases	Growth regime changes if temperature gradient increases above critical value of about 10°C/m	Grains are changing in response to an increasing temperature gradient	De-sintering could decrease strength
FACETED CRYSTALS 	4	a Solid faceted particles  b Small faceted particles  c Mixed forms 	fa	Solid faceted crystals; usually hexagonal prisms	Dry snow	Solid kinetic growth form	Strong grain-to-grain vapor diffusion driven by large temperature gradient; excess vapor density above critical value for kinetic growth	Growth rate increases with temperature, temperature gradient, and decreasing density; may not occur in high-density snow because of small pores	Strength decreases with increasing growth rate and grain size
			sf	Small faceted crystals in surface layer; <0.5 mm in size	Near surface	Kinetic growth form at early stage of development	May develop directly from 1 or 2a due to large, near-surface temperature gradients	Temperature gradient may periodically change sign but remains at a high absolute value	Low-strength snow
			ma	Faceted particles with recent rounding of facets		Transitional form as temperature gradient decreases	Faceted grains are rounding due to decrease in temperature gradient		
CUP-SHAPED CRYSTALS; DEPTH HOAR 	5	a Cup crystal  b Columns of depth hoar  c Columnar crystals 	cp	Cup-shaped, striated crystal; usually hollow	Dry snow	Hollow or partly solid cup-shaped kinetic growth crystals	Very fast growth at large temperature gradient	Formation increases with increasing vapor flux	Usually fragile but strength increases with density
			dh	Large cup-shaped striated hollow crystals arranged in columns (<10 mm)		Large cup-shaped kinetic growth forms arranged in columns	Intergranular arrangement in columns; most of the lateral bonds between columns have disappeared during crystal growth	Snow has almost completely recrystallized; high recrystallization rate for long period at low snow density and high external temperature gradient facilitates formation	Very fragile snow
			cl	Very large, columnar crystals with c-axis horizontal (10-20 mm)		Final growth stage of depth hoar at high temperature gradient in low-density snow	Evolves from earlier stage described above; some bonding occurs and new crystals are initiated	Longer time required than for any other snow crystal	Some strength returns

WET SNOW FORMS

MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION				PROCESS-ORIENTED CLASSIFICATION		ADDITIONAL INFORMATION ON PHYSICAL PROCESSES AND STRENGTH			
BASIC CLASSIFICATION	SUBCLASS		SHAPE	PLACE OF FORMATION	CLASSIFICATION	DEPENDENCE ON MOST IMPORTANT PARAMETERS			
	SYMB	SYMB				PHYSICAL PROCESSES	COMMON EFFECT ON STRENGTH		
WET GRAINS 	6			Wet snow					
	a	Clustered rounded grains 	ci		Clustered rounded crystals held by large ice-to-ice bonds; water in internal veins among three crystals or two-grain boundaries	Grain clusters without melt-freeze cycles	Wet snow at low water content, pendular regime; clusters form to minimize surface free energy	Meltwater can drain; too much water leads to slush; freezing leads to melt-freeze particles	Ice-to-ice bonds give strength
	b	Rounded polycrystals 	mf		Individual crystals are frozen into a solid polycrystalline grain; may be seen either wet or refrozen	Melt-freeze polycrystals	Wet snow at low water content; melt-freeze cycles form polycrystals when water in veins freezes	Particle size increases with number of melt-freeze cycles; radiation penetration over time restores 6a; excess water leads to 6c	High strength in the frozen state; lower strength in the wet state; strength increases with number of melt-freeze cycles
c	Slush 	sl	Separate rounded crystals completely immersed in water	Poorly bonded, rounded single crystals	High liquid content; equilibrium form of ice in water	Water drainage blocked by impermeable layer or ground; high energy input to snow cover by solar radiation, high air temperature or water input	Little strength due to decaying bonds		

SURFACE FORMS AND CRUSTS

MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION				PROCESS-ORIENTATED CLASSIFICATION		ADDITIONAL INFORMATION ON PHYSICAL PROCESSES AND STRENGTH				
BASIC CLASSIFICATION	SUBCLASS		SHAPE	PLACE OF FORMATION	CLASSIFICATION	DEPENDENCE ON MOST IMPORTANT PARAMETERS				
	SYMB	SYMB				PHYSICAL PROCESSES	COMMON EFFECT ON STRENGTH		COMMON EFFECT ON STRENGTH	
FEATHERY CRYSTALS 	7									
	a	Surface hoar crystals 	sh	Striated, usually feathery crystal; aligned; usually flat, sometimes needle-like	Cold snow surface	Kinetic growth form in air	Rapid kinetic growth of crystals at the snow surface by rapid transfer of water vapor toward the snow surface; snow surface cooled below ambient air temperature by radiational cooling	Increasing growth rate with increased cooling of the snow surface below air temperature and increasing relative humidity of the air		Fragile, extremely low shear strength; strength may remain low for extended periods when buried in cold snow
	t	Cavity hoar 	ch	Striated, planar or feathery crystals grown in cavities; random orientation	Cavities in snow; same form might grow in very low density snow with extreme temperature gradient	Kinetic growth form in cavities	Plate or feathery crystals may grow in high-temperature gradient fields in large voids in the snow, e.g., in the vicinity of tree trunks, buried bushes or below sun crusts			
ICE MASSES 	8									
	a	Ice layer 	il	Horizontal ice layer	Buried layers in snow being melted and refrozen	Ice layer from refreezing of draining meltwater; usually retains some degree of permeability	Rain or meltwater from the surface percolates into cold snow where it refreezes; water may be preferentially held by fine-grained layer such as a buried wind crust	Depends on timing of percolating water and cycles of melting and refreezing; more likely to occur if snow is highly stratified		Ice layers are strong but strength decays once snow is completely wetted
	b	Ice column 	ic	Vertical ice body	Within layers	Ice column from refreezing of draining meltwater	Water within flow fingers freezes due to heat conduction into surrounding snow at T<0°C	Flow fingers more likely to occur if snow is highly stratified; freezing greater if snow is very cold.		
c	Basal ice 	bl	Basal ice layer	Base of snow cover	Ice forms from freezing of ponded meltwater	Water ponds above substrate and freezes by heat conduction into cold substrate	Formation enhanced if substrate is impermeable and very cold, (e.g., permafrost)		Weak slush layer may form on top	
SURFACE DEPOSITS AND CRUSTS 	9									
	a	Rime 	rm	Soft rime; irregular deposit; Hard rime; small supercooled water droplets frozen in place	Surface	Surface rime	Accretion of small, supercooled fog droplets onto surface grains	Increases with fog density and exposure to wind		Thin breakable crust forms if process continues long enough
	b	Rain crust 	rc	Thin, transparent glaze or clear surface layer	Surface	Frozen rain water at snow surface	Results from freezing rain on snow; forms a surface glaze	Droplets have to be supercooled but coalesce before freezing		Thin breakable crust
	c	Sun crust, firm-spiegel 	sc	Thin, transparent glaze or surface film	Surface	Refrozen meltwater at snow surface	Refrozen surface layer partially melted by solar radiation; short-wave absorption in the glaze is decreased; cooling of the glaze by long-wave radiation and evaporation; greenhouse effect for the underlying snow; water vapor condenses below the glaze; may develop into smooth, shiny layer of clear ice at surface	Builds during clear weather (long-wave cooling), air temperatures below freezing and strong irradiation (not to be confused with melt-freeze crusts); melting can occur below the crust in clean snow		Thin, often breakable ice crust
	d	Wind crust 	wc	Small, broken or abraded, closely-packed particles; well sintered	Surface	Wind crust	Fragmentation and packing of wind transported snow particles; high number of contact points and small size causes rapid strength increase through sintering	Hardness of crust increases with wind speed, decreasing particle size and moderate temperature		Hard, sometimes breakable crust
e	Melt-freeze crust 	mfic	Crust of recognizable melt-freeze polycrystals	Near surface	Crust of melt-freeze particles	Refrozen layer (e.g. wind crust) which was wetted with water at least once	Particle size and density increases with number of melt-freeze cycles		Hardness increases with number of melt-freeze cycles	

**ANNEX 7**

**CLASSIFICACIONS DE LES ALLAUS**

## CLASSIFICACIÓ MORFOLOGICA INTERNACIONAL DE LES ALLAUS

La Comissió internacional sobre Neu i Gel (ICSI) va publicar un sistema per classificar elements observables de les allaus (UNESCO, 1981). El sistema té dues parts: morfològica i genètica. La part morfològica es refereix a aquelles propietats de l'allau que són directament observables i ajuden a classificar el tipus d'allau que s'ha produït. La part genètica es refereix als processos i condicions que causen les allaus o són responsables dels seus efectes. D'aquests dos sistemes de classificació només s'utilitza operacionalment el morfològic. Per altra banda, el sistema morfològic és només una directriu respecte a què cal observar o enregistrar; no ha estat adoptat textualment per cap país i els codis proposats no s'utilitzen a la pràctica (McClung i Schaerer, 1993).

La classificació morfològica considera la diferenciació de les zones d'allaus en tres parts: inici, zona intermitja i zona de dipòsit, que en català normalment anomenem com a zona de sortida o de desencadenament, zona de trajecte i zona d'arribada o de dipòsit.

International Commission on Snow and Ice (1981), *Avalanche Atlas. Illustrated International Avalanche Classification*. Paris: UNESCO, 265 pp.



# CLASSIFICACIO MORFOLOGICA DE LES ALLAUS.

ICSI. UNESCO (1981)

ZONA	CRITERIS	CARACTERS DISTINTIUS I DESIGNACIO
SORTIDA	A	A1 Forma d'inici A2 S'inicia en un punt: <i>allau de neu sense cohesió</i> A3 Tova A4 Dura
	B	B1 Posició del pla de lliscament A l'interior del mantell nival: <i>allau de superfície</i> B2 Fractura de neu recent B3 Fractura de neu vella
	C	C1 Presència d'aigua líquida a la neu Absent: <i>allau de neu seca</i>
	D	D1 Traça del recorregut En un pendent obert: <i>allau de vessant</i>
TRAJECTE	E	E1 Tipus de moviment Núvol de pols de neu: <i>allau de neu pols</i>
	F	F1 Rugositat superficial del dipòsit Grollera: <i>dipòsit groller</i> F2 Blocs angulosos F3 fragments arrodonits
	G	G1 Aigua líquida al dipòsit al moment de la diposició Absent: <i>dipòsit d'allau seca</i>
	H	H1 Contaminació del dipòsit Sense altres materials visibles: <i>allau neta o no contaminada</i>
DIPOSIT		H2 Amb altres materials visibles: <i>allau contaminada</i> H3 Fragments de roca H4 Branques i arbres H5 Runa d'estructures
		E2 Flueix al llarg del terreny: <i>allau de flux</i>
		D2 En una canal: <i>allau canalitzada</i>
		C2 Present: <i>allau de neu humida</i>
		F4 Fina: <i>dipòsit fi</i>
	G2 Present: <i>dipòsit d'allau humida</i>	

## **CLASSIFICACIO DE LES ALLAUS SEGONS LA CLAU NIMET.**

La classificació NIMET és una classificació codificada que s'utilitza per descriure i transcriure les condicions meteorològiques i de la neu (NIMET és una abreviació de Nivo-METeorològica). L'Institut Nacional de Meteorología de l'estat espanyol i molts altres organismes oficials arreu del món l'han adoptada.

Es tracta d'una classificació simplificada, on es barregen criteris morfològics, genètics i de qualitat de la neu, en un intent de donar la màxima informació possible amb un mínim de complicació. És, doncs, una classificació sobretot pràctica per als nivo-meteoròlegs, encara que no sigui estrictament científica

A continuació es donen les deu possibles situacions que es preveu poder descriure en aquesta classificació i el número corresponent per identificar-les.

- 0 Cap allau**
- 1 Allau de neu recent, amb sortida puntual, seca.**
- 2 Allau de neu recent, amb sortida puntual, humida.**
- 3 Allau de neu recent, amb sortida linial, sense cohesió.**
- 4 Allau de placa de superfície.**
- 5 Allau de placa de vent.**
- 6 Allau de placa de fons.**
- 7 Allau de fusió de superfície.**
- 8 Allau de fusió de fons.**
- 9 Diverses allaus de diferents tipus.**
- / Desconegut.**

## CLASSIFICACIO CANADENCA DE LES ALLAUS SEGONS ELS SEUS EFECTES I CARACTERISTIQUES HABITUALS.

Aquest sistema va ser originàriament introduït als Estats Units i va ser adoptat pel Canadian Avalanche Committee el 1977 (Mc Clung i Schaerer, 1993).

Es basa en els potencials efectes destructius estimats, per als que es suggereixen els valors de les característiques típiques associades. El sistema canadenc intenta integrar totes les variables observables associades amb els esdeveniments amb una simple estimació de tamany. El desavantatge del sistema és que no és completament objectiu, i el principal avantatge és que facilita la comunicació entre experts (que amb certa experiència acostumen a estar d'acord amb les dimensions de les allaus) (Mc Clung i Schaerer, 1993).

Dimensió	Descripció dels efectes	Massa	Longitud total	Pressió d'impacte
1	Relativament inofensives per a la gent.	< 10 t	10 m	1 kPa
2	Pot enterrar, ferir o matar una persona.	10 <sup>2</sup> t	100 m	10 kPa
3	Pot enterrar un cotxe, destruir un petit edifici, o trencar uns pocs arbres.	10 <sup>3</sup> t	1.000 m	100 kPa
4	Poden destruir una carretera, una estructura, uns quants edificis, o un bosc de superfície > 4 Ha	10 <sup>4</sup> t	2.000 m	500 kPa
5	Són les allaus més grans conegudes. Poden destruir un poble o un bosc de 40 Ha	10 <sup>5</sup> t	3.000 m	1.000 kPa