

Efectes dels relleus volcànics de la Garrotxa sobre el clima local

JORDI ZAPATA i COLL

Agrupació Naturalista i Ecologista de la Garrotxa
Mas Pujalet, 17813, La Vall de Bianya,

jordizapatacoll@gmail.com

Rebut: 27.12.2012
Acceptat: 15.1.2013

RESUM

Aquest article pretén posar de manifest el protagonisme que ha tingut sobre el clima de la zona volcànica de la Garrotxa, els diversos episodis volcànics quaternaris, sobretot a partir de l'aparició de noves formes de relleu que han interaccionat sobre les estructures preexistents. Morfologies diverses generades a partir de l'acumulació dels materials emesos pels volcans i que han significat el reompliment i obstrucció d'algunes valls, un augment de les superfícies planeres a més de la gènesi de nous turons volcànics; un seguit d'obstaculitzacions i canvis successius que entre d'altres conseqüències han acabat aïllant climàticament la capçalera del riu Fluvià. Per determinar les relacions establertes entre aquesta topografia canviant i el clima local, s'ha descrit de forma general els efectes ambientals lligats a la presència de colades de lava i dipòsits de caiguda, principalment sobre els esquemes de circulació de l'aire a nivells superficials. També s'han seleccionat i analitzat unes zones que hem considerat estratègiques, on es constaten gradients significatius lligats a les temperatures i les precipitacions, així com llocs on l'accentuació de formes tancades i deprimides d'algunes valls han condicionat un cert grau de continentalitat, amb els resultats que d'aquesta dinàmica es deriven.

Paraules clau: episodis volcànics, obstaculitzacions, gradients climàtics i continentalitat.

ABSTRACT

This paper discusses the role of several Quaternary volcanic events on the climate of the region of La Garrotxa due, above all, to the formation of new orographic features that interact with existing structures. Several new morphologies were generated by the accumulation of material ejected by the volcanoes, which refilled and obstructed valleys, increased the extent of flat open areas and created a series of volcanic cones. These new orographic features help isolate climatically the headwaters of the river Fluvià. In order to study the relationship between this modified orography and the regional climate, the environmental effects of volcanic features such as lava flows and fall deposits are described, mainly in terms of low-level air circulation patterns. Additionally, a number of key sites are analysed, where significant temperature and precipitation gradients are evident, as well as certain places where the enclosed shape of the valleys has accentuated the continentality of the local climate.

Key words: Volcanic events, obstruction, significant gradients, continental features.

INTRODUCCIÓ

De manera general, el vulcanisme de gran magnitud és una coneguda font de variabilitat natural del clima a escala planetària. Les erupcions volcàniques injecten a l'atmosfera grans quantitats de cendres i gasos que poden arribar a l'estratosfera, on en alguns casos es converteixen en aerosols, mantenint-se durant alguns anys i escampant-se per tot el globus (Prohom, 2003). La contaminació volcànica té, entre d'altres, una incidència manifesta sobre la radiació solar directa, disminuint aquesta en un 5 o 10%. Aquest fet pot tenir efectes temporals sobre el clima d'àmplies zones del planeta a causa del refredament generat.

Naturalment, no totes les erupcions volcàniques però, van acompanyades de conseqüències climàtiques globals; en el cas del vulcanisme estrombolià, de més baixa intensitat, els efectes semblen afectar únicament nivells troposfèrics, tot incidint únicament sobre zones geogràfiques d'extensió planetària molt més reduïda. (Martí, 2008). Així, les repercussions de l'activitat volcànica sobre el clima, no van lligades únicament a la emissió temporal dels materials ejectats a l'atmosfera, els volcans també incideixen de forma perdurable, sobre les condicions climàtiques dels llocs on s'han localitzat les erupcions i també d'algunes zones properes, principalment a causa dels canvis topogràfics generats per les colades de lava i els dipòsits de caiguda.

La Garrotxa, un vulcanisme de baixa intensitat

A la Garrotxa, el vulcanisme quaternari, es posà de manifest aproximadament a partir del darrer mig milió d'anys fins gairebé l'holocè; durant aquest període de temps, el paisatge d'aquesta zona, ha presentant canvis importants a causa d'aquesta dinàmica.

Aquí, el procés evolutiu del vulcanisme, és el que s'inicia a partir d'una activitat estrombolià que acaba essent efusiva quan el magma s'ha desgasificat; dues fases diferenciades que exteriorment signifiquen per una banda la gènesi d'aparells volcànics i per l'altre la presència de colades de lava, importants volums de materials fosos que es desplacen i dirigeixen per gravetat, cap a llocs geogràficament deprimits, sovint valls i fondalades.

Aquest fet ha propiciat canvis importants en el perfil d'algunes valls i increments dels nivells topogràfics, a més de la formació de nous relleus que en alguns casos ha donat origen a barreres orogràfiques. Morfologies sobreimposades, que han significat canvis hidrològics i geomorfològics amb efectes sobre el clima local (Mallarach & Riera, 1981). De forma general les erupcions volcàniques generen canvis ambientals i paisatgístics importants; en el cas de la zona volcànica de la Garrotxa, a més de crear nous turons i formes de relleu deprimides com els mateixos cràters, van obstruir i modificar el perfil d'algunes valls (FIGURA 1).

Les pròpies erupcions van propiciar a més, el desenvolupament de diversos tipus de sediments que es van anar reomplint alguns dels llacs de resclosa volcànica (dipòsits lacustres i palustres). En molts dels casos, el gruix d'aquests dipòsits causats de manera indirecta per el vulcanisme, superen el propi gruix dels materials volcànics (Mallarach, 1998). Aquesta alternança de materials volcànics amb els materials d'origen fluvial o torrencial s'ha anat reproduint i acumulant al llarg de milers d'anys, fins arribar a generar canvis geomorfològics substancials.



FIGURA 1. El con volcànic del Croscat (anys 70, Fons documental del Museu dels Volcans). Els cons volcànics en llocs estratègics poden formar barreres orogràfiques amb efectes en la circulació de les brises, tot afavorint trets de continentalitat al fons de les valls.

METODOLOGIA

Per desenvolupar el treball, s'ha analitzat el protagonisme ambiental de les diferents morfologies volcàniques, fent una aproximació del seu procés de formació i valorant genèricament els seus efectes sobre les condicions climàtiques locals, especialment els aspectes lligats la circulació de l'aire superficial i al camp de temperatures.

Més endavant s'analitza amb detall algunes àrees que al nostre parer presenten possibles afectacions lligades a la presència del vulcanisme, llocs on hem constatat entre d'altres paràmetres un marcat gradient tèrmic i pluviomètric, estancament de l'aire i inversions tèrmiques.

Després de l'anàlisi dels mapes climàtics i de les dades meteorològiques de les estacions representatives, el treball de camp realitzat ha estat principalment observacional i de consulta amb els observadors meteorològics.

Informació i consultes de dades meteorològiques de les següent estacions:

- Estació de Castellfollit de la Roca.
- Estació de la Vall de Bianya.
- Estació de Montagut.
- Estació d'Olot.
- Estació de Santa Pau.
- Estació de la Cot.
- Estació de la Cooperativa de la Fageda.

RESULTATS

Morfologies volcàniques

1. Edificis volcànics i dipòsits de caiguda

L'acumulació de piroclastos responsables de la formació dels cons volcànics i de dipòsits de caiguda, modifiquen la topografia dels llocs propers a l'erupció; aquest fet duu associats multituds d'efectes sobre el territori, afectant també d'alguna manera els trets climàtics existents.

Al llarg dels diversos episodis, la implantació dels aparells volcànics ha sepultat i tancat algunes petites valls tot formant conques endorreiques (pla de la Cot i pla de l'Estany) afectant la circulació de l'aire i la residència d'aquest al fons d'aquestes morfologies; fet que també es reproduceix a l'interior dels cràters.

Els materials emesos pel volcà del Croscat van formar la conca endorreica del pla de la Cot. Aquesta morfologia deprimida i tancada afavoreix la presència d'una elevada humitat ambiental a causa d'una ventilació molt feble. A l'hivern l'aire fred es diposita al seu fons tot formant-se habitualment boires i glaçades (FIGURA 2).

La menor renovació i ventilació de l'aire implica trets de major continentalitat amb contrastos i amplituds tèrmiques accentuades, diferents de les condicions climàtiques prèvies.

El drenatge de l'aire i l'arribada de les marinades segueixen habitualment els canals de la xarxa hidrològica, per tant, en el cas del pla d'Olot i la vall d'en Bas les obstruccions i barreres que s'han anat formant entre Batet i la zona de la Cot, han



FIGURA 2. El pla de la Cot totalment inundat després d'una llevantada.

acabat aïllant les cubetes interiors que presenten a més un tancament orientat cap al nord.

Quan el drenatge de l'aire nocturn segueix lliurement el canal d'evacuació que significa el riu Fluvià, les marinades per contra, accedeixen amb dificultat a la seva capçalera tot remuntant la vall del Fluvià i del Ser, arribant a Olot en aquest cas, despenjant-se pel coll de Caselles i el pla de Massandell.

Es constata també un increment dels contrastos ambientals entre els vessant solells i obacs que es donen en tots els edificis volcànics de la zona. Resultat d'aquesta dinàmica, trobem a les valls olotines, un cert grau de continentalitat condicionat per la configuració tancada dels relleus principals i de la barrera volcànica situada a la zona oriental (la Cot i Batet) que afebleix de manera notable l'arribada de les brises marítimes.

2. Colades de lava i planes lacustres

Les successives colades de lava i els llacs de barratge que sovint formen, són responsables de l'elevació dels nivells topogràfics de moltes valls i de l'augment de l'extensió de les planes en tota la zona volcànica. Algunes d'aquestes planes de rebliment, presenten formes deprimides a causa dels buidats fluvials, afavorint l'estancament de l'aire nocturn. Un bon exemple és la vall de Bianya afectada per la colada del pla de Baix, on es formen sobretot en els mesos més freds, boires nocturnes i glaçades intenses; l'aire fred que s'escola de les muntanyes i la pròpia irradiació del sol fan baixar notablement la temperatura. A l'estiu però la radiació solar damunt d'aquestes planes poc ventilades, és molt eficaç, fet que facilita unes temperatures elevades.

L'actual plana d'en Bas, formada fa uns 10.000 anys està lligada al col·lapse generat per a mínim la colada del volcà del Croscat sobre el riu Fluvià a l'alçària de Codella. Aquest curs rejuenit no ha excavat suficientment la plana i per tant la seva cubeta encara no està massa definida; d'aquesta manera la formació de boires és molt menor si es compara amb la plana bianyenca, més antiga i per tant hidrològicament més desenvolupada.

L'escalfament sobre aquestes planes carregades d'humitat però, té altres efectes sobre la conducta de l'aire superficial. En èpoques de calor, són habituals processos de convergència i ascendències dinàmiques que possibiliten la presència de nuvolositat i precipitacions orogràfiques.

Efectes sobre la dinàmica aerològica local

Aquests canvis geogràfics, impliquen unes modificacions sobre la dinàmica del clima local que reforcen alguns processos meteorològics que a continuació es descriuen:

- A causa de l'augment del nivell topogràfic i eixamplament de les valls, es donen uns canvis que afecten el comportament de l'aire superficial, ara amb una circulació més lliure per un menor encaixament. El drenatge nocturn es també menys eficaç i per tant s'accentua l'acumulació d'aire fred al fons de les planes (les valls d'en Bas i de Bianya).

- L'augment de les superfícies planeres també té efectes sobre l'escalfament diürn, molt més eficaç que sobre valls estretes o petites terrasses, per tant les temperatures

són més elevades i es formen corrents tèrmics i ascendències, que condensen sobre els relleus de la serralada Transversal, ajudant a la formació de nuvolositat d'evolució i també algunes precipitacions.

- Amb temps estable, el refredament nocturn sobre les valls, lligat a la irradiació i acumulació de l'aire fred més dens, implica per una banda una major freqüència de gelades i rosades, a més de possibilitar la formació de boires especialment en les cubetes més deprimides (vall de Bianya i pla de la Cot).

- La capa límit d'inversió tèrmica i el gruix de les boires d'irradiació augmenta de nivell fins al límit on el drenatge nocturn és més actiu. (vall de Bianya).

- La major part de les planes de reblliment, presenten uns aqüífers molt propers a la superfície i sovint els sòls acumulen molta aigua, fet que afavoreix un important coixí d'humitat. L'escalfament diürn transforma en vapor la humitat dels sòls; així la humitat i la calor, es transmeten a l'aire adjacent.

- Les obstruccions i col·lapses lligats a les colades basàltiques que es donen en alguns punts estratègics de la zona volcànica obliguen a l'aire que es desplaça pel fons de les valls, a un ascens vertical. En alguns casos aquesta dinàmica de forçament pot afavorir processos convectius de caire local (Castellfollit de la Roca).

Zona de Castellfollit de la Roca

L'estació meteorològica de Castellfollit de la Roca situada a 283 m d'altura, és el primer lloc de la vall del Fluvià on s'assoleixen unes precipitacions mitjanes que superen els 1000 mm. Aquí s'enceta la homogeneïtat pluviomètrica que s'estén per totes les valls olotines. També és l'observatori que enregistra més precipitació de tot el territori català en una cota tan baixa; valors que contrasten amb la vall mitjana del riu Fluvià i la plana del riu Llierca on s'observen quantitats compreses entre els 800 i 850 mm. Tal com mostren els mapes climàtics, trobem en aquesta zona importants gradients que afecten tant les precipitacions com les temperatures. A molt poca distància els valors d'aquestes variables presenten diferències importants (FIGURA 3).

Analitzant les dades meteorològiques, observem com els contrastos pluviomètrics més accentuats es donen però a l'estiu; aquí es formen tempestes de segona generació, sovint alimentades per ascendències energètiques d'aire càlid i humit, forçades localment per dos factors geogràfics; per una banda l'estrenyiment natural de la vall i per l'altre, la muralla basàltica que suporta unes planes d'origen lacustre que s'estenen cap a Begudà i Sant Joan les Fonts.

El estrangulament de la zona obliga a l'aire a ascendir de forma sobtada, fet que afavoreix a nivells baixos, una convergència dels fluxos mediterranis. El transport vertical d'humitat i calor cap a les zones altes de la capa límit (*Boundary Layer*), ajuda a formar nuvolositat convectiva i precipitacions, que com hem dit, en aquesta zona són superiors respecte a àrees properes (FIGURA 4).

Aquestes característiques del clima local més la presència dels primers sòls volcànics, permeten constatar paisatgísticament en aquesta part de la comarca, una frontissa paisatgística i climàtica entre els ambients mediterranis de les planes mitjanes del riu Fluvià i les humides valls olotines.

La configuració estreta de la vall (és el punt més estret de tota la vall del riu Fluvià) més la obstrucció aerològica que forma la cinglera volcànica, una muralla que s'alça uns 50 m per sobre l'eix de la vall, explica suficientment la importància de

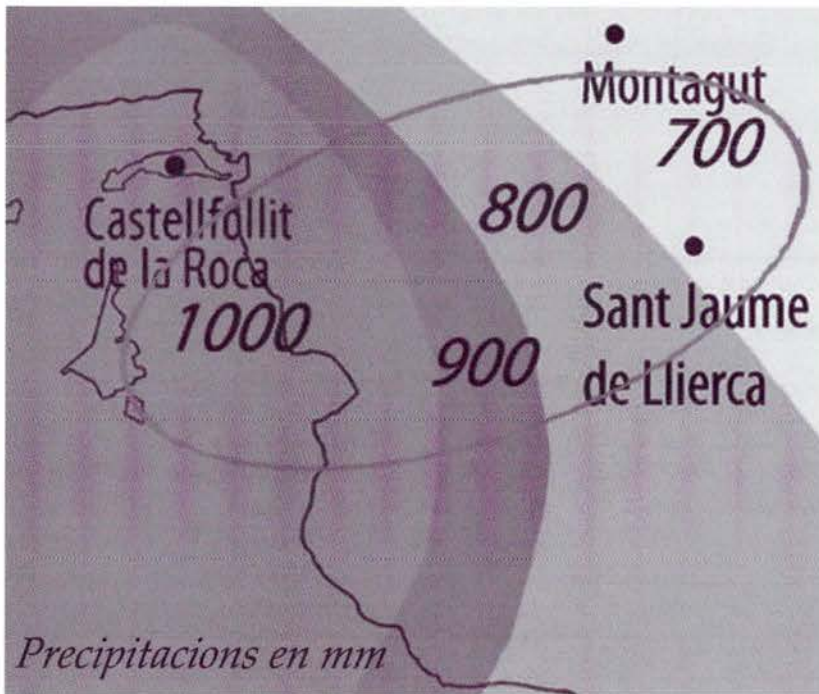


FIGURA 3. Marcat gradient pluviomètric entre l'estret de Castellfollit de la Roca i la plana del riu Llierca.



FIGURA 4. Castellfollit de la Roca. La muralla que forma les colades de lava superposades obliguen l'ascens de l'aire, fet que en alguns casos genera convecció local (Eduard Masdeu).

l'apilament de les colades de lava en quant al forçament de l'aire que de dia circula de manera ascendent per la vall del riu Fluvià.

Els turons volcànics de La Cot i l'altiplà basàltic de Batet de la Serra

Un turó o qualsevol relleu volcànic, per poca alçària que presenti, n'hi ha prou que tingui els diferents vessants orientats als quatre punts cardinals per modificar el clima general d'una zona prou extensa, tot apareguent uns ambients suficientment diferenciats en funció de l'exposició i de la inclinació dels seus vessants (Thillet, 1998).

A les nostres latituds, però, el vessant que quedi exposat a migdia rebrà, sens dubte, una major insolació i per tant l'aigua de les precipitacions s'evaporarà més ràpidament. Com a conseqüència d'això, els sòls s'assecaran més de pressa i tindran unes característiques més xeròfiles. En canvi al vessant orientat al nord, la dessecació es produirà molt més lentament, la retenció de l'aigua serà més duradora i per tant els sòls seran sempre més humits. (Pisón-Martínez, 2000).

El pla de la Cot

El volcà del Croscat, que s'aixeca uns 150 m per sobre del nivell topogràfic, no arriba a ser prou elevat per modificar substancialment les quantitats de precipitacions atmosfèriques, mentre que tèrmicament s'observen marcats contrastos entre el seu vessant nord, a la zona de la gredera, ombrejat i fred i el vessant meridional molt assolellat. La seva presència però, lligada al conjunt volcànic de la zona obstaculitza totalment el drenatge del pla de la Cot i converteix aquesta petita vall, zona estanyada fins fa poc temps, en una conca endorreica i envoltada de relleus, entre ells el volcà puig de la Costa a l'oest i el volcà de Santa Margarida que s'alça amb forts pendents al vessant est. Producte d'aquesta configuració la manca de ventilació es fa evident amb la presència d'una humitat ambiental elevada i una acumulació d'aire fred al seu interior, dinàmica que condiciona la formació de boires i glaçades nocturnes, fent del lloc un dels més freds del municipi de Santa Pau. Aquí trobem un dels millors exemples de com el vulcanisme pot incidir clarament sobre els trets climàtics locals.

Una altra situació semblant es dona a l'interior del cràter del volcà de Santa Margarida amb un interessant microclima que podria ser motiu d'un interessant estudi.

Les valls olotines

La serra del Corb-Finestres, és una llarga alineació que forma una barrera orogràfica amb suficient presència per aïllar la capçalera del riu Fluvià dels ambients més mediterranis, determinant al mateix temps uns vessants ombrívols en els quals hi trobem emplaçats sobre els seus estreps, el conjunt volcànic més recent (FIGURA 5). Aquestes estructures han modificat també el clima de la capçalera del riu Fluvià a causa de la barrera creada en una zona per on accedien de forma fàcil les brises i vents d'origen marítim cap a les valls olotines, tot propiciant un tancament més accentuat sobre la cubeta olotina (Mallarach, 1998).

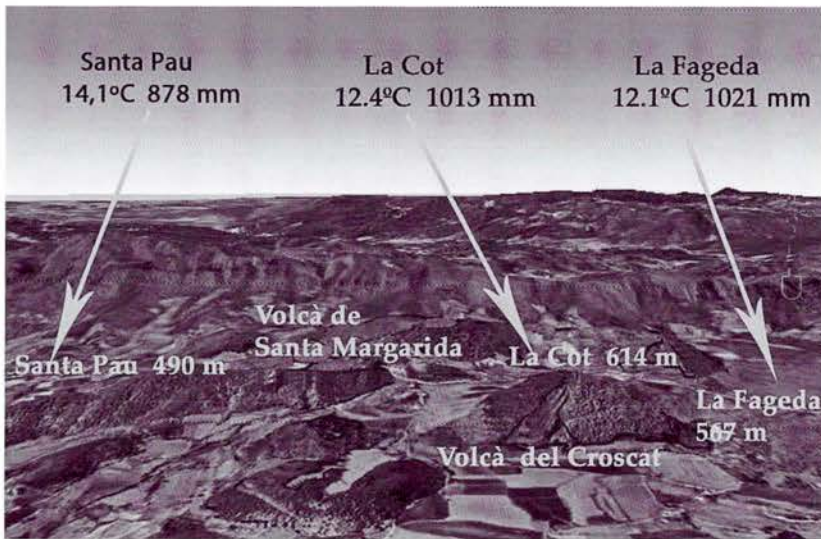


FIGURA 5. El conjunt orogràfic format per la serra del Corb i els relleus volcànics de la zona de la Cot i Batet, representen una mena de barrera orogràfica que tanca la capçalera del riu Fluvià. A altituds força semblants, els tres punts d'observació meteorològica indiquen importants diferències pel que fa a la temperatura mitjana anual i la precipitació mitjana anual.

El règim de brises, fortament alterat, afavoreix un augment les temperatures màximes diürnes, sobretot a l'estiu, afavorint els trets de continentalitat al fons de les valls.

Per altra banda la ventilació també s'ha vist afectada en disminuir la circulació de l'aire, amb canvis que han afavorit l'augment i la persistència d'un important coixí d'humitat tot afavorint una vegetació netament eurosiberiana.

La colada del pla de Baix i la plana de Bianya

La plana de Bianya està estretament lligada al vulcanisme de la zona d'Olot, concretament amb el conjunt de colades superiors i inferiors del pla de Baix, atribuïdes entre d'altres al volcà de la Garrinada, fa uns 121.000 anys, responsables de la formació de l'actual plana banyenca pel fet d'haver-se encastat sota els estreps de la muntanya de la Cau tot actuant de resclosa sobre la riera de Bianya (FIGURA 6).

La colada del volcà de la Garrinada (1) s'escolà en direcció nord fins encastar-se als peus de la muntanya de la Cau, tot reomplint la zona del pla de Baix i formant una resclosa volcànica sobre la riera de Bianya. Posteriorment la formació d'una cubeta lligada al drenatge fluvial així com l'encaixament que s'observa a la sortida de la vall, efecte de la erosió de la riera sobre els materials tous eocènics (2), afavoreixen en situacions de calma, l'estancament de l'aire i la formació de boires sobretot a l'hivern.

El límit habitual de les boires ve determinat per el flux d'aire descendent que de nit circula amb certa força pel pla de Baix cap a la Canya. Aquesta brisa laminar és suficient per alterar la dinàmica que forma la boira (1). El gruix d'aquesta condensació pot assolir entre 30 i 50 m; una densa capa d'aire freda i humida (3) lligada a un procés d'inversió tèrmica.

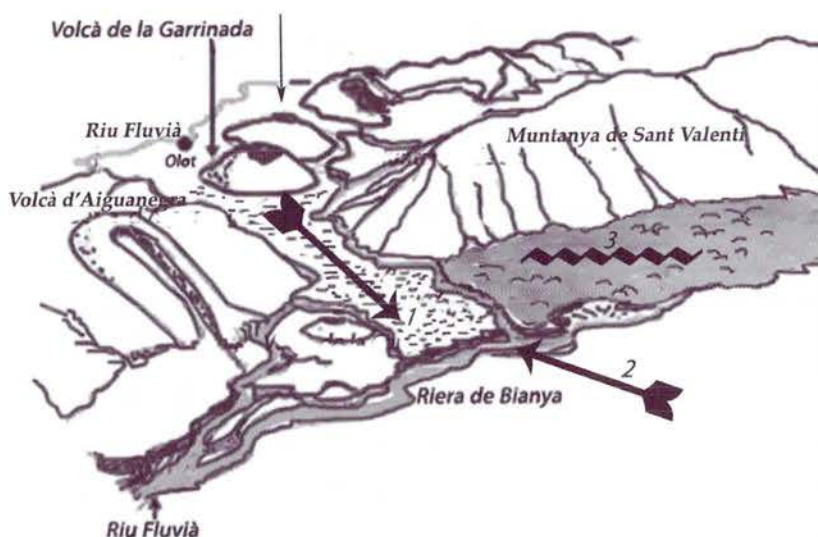


FIGURA 6. Formació de boires a la plana de Bianya (a partir d'un dibuix de J.M. Mallarach).

Sembla doncs que aquesta plana orientada d'est a oest presenta unes característiques favorables a la formació de boires i d'altres fenòmens relacionats a la inversió tèrmica d'àrees deprimides que s'han format a causa del buidatge hidrològic i de l'encaixament que presenta la riera entre Llocalou i la Roureda, on les colades de lava obstaculitzen d'alguna manera la circulació de l'aire (FIGURA 7). D'aquesta manera, gran part de la dinàmica meteorològica que es genera a la plana és causada en bona part per la dificultat d'evacuació de l'aire fred, producte de la forta irradiació nocturna i d'un drenatge no massa actiu.

Aquest tipus de condensació superficial, reflex d'un temps estable, presenta un cicle molt definit entre els seus inicis, a primeres hores del vespre, i la seva dissipació, a primeres hores del matí, quan l'escalfament solar comença a ser efectiu, i s'estén principalment entre Sant Pere Despuig i la Canya, a l'ombra dels contraforts de la serra de Sant Miquel del Mont. Les cotes topogràfiques on es desenvolupa aquest fenomen van des dels nivells més baixos de la riera de Bianya (325 m de la zona de Curant, prop de Llocalou) fins als 375 m a la zona del restaurant cal Enric. Aquest nivell d'inversió presenta un gruix d'uns 50 m.

Sobre aquestes superfícies deprimides de la vall s'enregistren temperatures extremes, de caràcter continental, que contrasten fortament amb les temperatures més moderades de llocs una mica més aixecats i allunyats d'aquests fenòmens.

De manera indirecte doncs, el vulcanisme, aquí també presenta una certa influència sobre els trets climàtics del fons de la plana.

CONCLUSIONS

De forma general es constata com el clima de la zona volcànica, principalment dins les denominades valls olotines, resta molt influenciat per la interacció dels

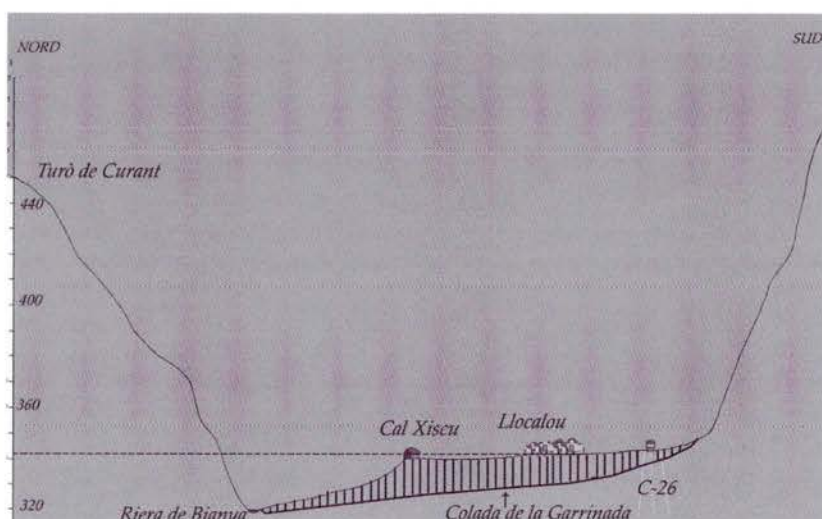


FIGURA 7. Influència topogràfica de la colada del volcà de la Garrinada sobre la plana de Bianya.

relleus pre-existents (serralada Transversal i el conjunt de fosses d'enfonsament) amb les diverses morfologies associades al vulcanisme).

Els trets climàtics que es van accentuant a partir de cada episodi volcànic, han generat principalment, un cert grau de continentalitat sobre la majoria de les planes i canvis en el sistema de brises local. A causa de la formació de cubetes, conques endorreiques i cràters, es reproduïen amb major freqüència condicions favorables a l'estancament de l'aire i la formació de boires, a més d'altres fenòmens lligats a la inversió tèrmica.

Finalment, la homogeneïtat pluviomètrica que és dona en una bona part de la zona volcànica es deu principalment a la configuració dels relleus no volcànics, tot i que en alguns indrets, tal com s'ha esmentat, el vulcanisme afavoreix entre d'altres processos tèrmics, la convergència dels fluxos mediterranis i el transport vertical d'humitat i calor cap a les capes superiors.

BIBLIOGRAFIA

- PISÓN-MARTÍNEZ, E. 2000. *Cuadernos de montaña*. Editorial Temas de Hoy, S.A., Madrid.
- PROHOM, M. 2003. Incidència de les erupcions volcàniques en el clima de la península Ibèrica i Balears. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- MALLARACH, J.M. 1998. *El vulcanisme prehistòric de Catalunya*. Diputació de Girona. Olot.
- MALLARACH, J.M. & RIERA, M. 1981. *Els volcans olotins i el seu paisatge*. Editorial Serpa. Barcelona.
- MARTÍ, J., PUJADAS, J., FERRÉS, D., PLANAGUMÀ, LL. & MALLARACH, J.M. 2000. *El Vulcanisme Guia de camp de la Zona Volcànica de la Garrotxa*. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, Generalitat de Catalunya. Olot.
- THILLET, J.J. 1998. *La meteorologia de montaña*. Editorial Martínez Roca. Barcelona.