

# Els fenòmens produïts pels aiguats

La dinàmica dels vessants i dels rius originada per la crescuda del novembre de 1982:  
Anàlisi geomorfològica i consideracions sobre la previsió de noves crescudes

## Introducció

Amb aquesta breu nota pretenem explicar d'una manera sintètica i simplificada els fenòmens esdevinguts a la conca del Llobregat a causa dels aiguats del passat mes de novembre.

Aquesta síntesi dels fets ha estat possible gràcies a un estudi molt més ampli que s'ha realitzat, encarregat pel servei Geològic de la Generalitat de Catalunya, i a les tasques de recerca que en aquest mateix sentit s'estan duent a terme des de fa dos anys, per encàrrec del mateix servei, a l'alta conca del Llobregat.

Tractarem per separat la dinàmica dels vessants i de les petites conques de la dinàmica dels grans eixos fluvials, donat que varen tenir un comportament molt diferent. Finalment analitzarem el paper de l'embassament de La Baells i les possibilitats que es produeixi una crescuda de les mateixes característiques.

## Les pluges

Malauradament, la xarxa pluviomètrica de la conca del Llobregat és poc densa i no hi ha cap aparell pluviogràfic. Les instal·lacions pluviomètriques es limiten a uns aparells que recullen l'aigua, i cada matí l'observador mesura la que ha caigut des del matí anterior. Aquest mètode és suficient per a conèixer la quantitat de pluja que cau durant cada any, i la repartició mensual i estacional dels períodes de pluja, però és insuficient per a altres estudis de gran interès, com la dinàmica d'un aiguat com el recentment esdevingut, o els problemes d'erosió de sòls i degradació dels vessants.

L'única estació que realitza varies lectures diàries és la de la Molina, encara que fora de la conca del Llobregat i orientada cap al Nord.

Els resultats de les mesures pluviomètriques mostren que la



Cal Mestre, a Guardiola, partit pel mig

J. RIBERA

pluja va durar aproximadament 48 hores, i que els totals recollits augmenten notablement al acostar-nos a la serralada (118 mm a Viladomiu Nou, 186 mm a Berga, 257 mm a Figols, 340 mm a la Pobla, 340 mm a Vallcebre i 556 mm a La Molina) (les mesures en mm de pluja equivalen a litres per metre quadrat).

A la part superior del gràfic hem indicat les intensitats de precipitació mitjanes mesurades a la Molina. (Hi hem representat intensitats de pluja i no quantitats perquè els períodes d'observació no són constants, i, per tant, la superfície del gràfic no tindria cap valor).

## Dinàmica dels vessants i de les conques de menys de 10m<sup>2</sup>

Els efectes dels aiguats del passat novembre en la dinàmica dels vessants i els petits torrents han estat poc importants si els comparem amb els estralls ocasionats en els grans eixos fluvials.

La conseqüència més important en la dinàmica dels vessants han estat l'aparició de nombrosos

esllavissaments de tipus "cop de cullera". Aquestes esllavissades es produeixen en zones on hi ha un sòl molt gruixut constituït en gran part per materials fins poc plàstics que reposen sobre una roca impermeable; són també requisits un pendent fort i una manca de vegetació arbòria i/o arbustiva: aquestes condicions es donen amb freqüència als marges dels prats i dels camps de conreu. Una pluja intensa i continuada porta a la saturació del sòl que pren consistència líquida i s'esllavissa si el pendent és prou fort i si no hi han arrels prou resistents per retenir-lo. Les àrees afectades per aquests esllavissaments tenen dimensions reduïdes i el fenomen crea una nafra en el vessant i un escolament de fang líquid amb pedres, que gràcies al seu poc volum, es desplaça distàncies relativament curtes (d'uns 100 m. com a màxim), i provoca danys generalment lleus. La generalització d'aquest fenomen en sectors determinats com és ara a Sant Julià de Vallcebre, a la Pobla de Lillet, a Brocà etc. comporta una degradació considerable dels vessants, ja que les cicatrius de procedència dels fang líquid, si no



L'Arija, afectà la Pobla

ORRIOLS



El Bastareny també s'enrabià, a Bagà

PEDRALS

es regeneren, evolucionen per aixaragallament i arriben a donar àrees sense sòl ni vegetació solcades de petits barrancs (àrees de Band-lands).

Altres tipus d'esllavissaments, com el de Torrentsenta a Gósol o els del clot d'Esquers a Maçaners, encara que més espectaculars per les seves dimensions, són d'incidència més limitada enfront de la degradació d'un vessant.

L'escolament superficial de l'aigua pels vessants ha estat poc important si el comparem amb els fenòmens del passat novembre. Així, per exemple, hem pogut comprovar que les movilitzacions de material originades per aquestes pluges en sectors aixaragallats han estat molt similars a les pro-

duïdes repetides vegades els estius a causa dels forts xàfeces. La importància de l'escolament directe originat per aquestes pluges és de caire general, de manera que fins i tot en llocs molt sensibles, com són els camps de conreu, no s'han observat noves incisions.

Per contra, els fenòmens d'escolament lligats a petits aqüífers superficials han tingut una importància molt marcada creant forces incisions en algunes àrees conreades o originant corrents de fang líquid en el llit d'algun torrent.

Tot aquests fenòmens dels vessants són el resultat d'una pluja d'intensitat similar a la velocitat d'infiltració de la major part dels sòls, però mantinguda moltes hores.

Als llits dels torrents s'observa una crescuda important, en general supe-

rior a les de l'estiu del 81, encara que en alguns casos ha estat cabals comparables. A diferència de les crescudes d'estiu, aquesta ha estat una crescuda d'aigua molt poc carregada de materials en transport i amb cabals que s'han mantingut molt més temps, això ha produït una important evolució dels llits, de manera que els materials dipositats en els llits han estat eliminats i els torrents han tingut tendència a l'encaixament. Els materials procedents dels llits dels torrents han estat aportats a la xarxa principal o s'han acumulat en forma de con de dejecció i el torrent ha estat obligat a canviar el seu traçat com és el cas de la part baixa del Riutort.

Les conques que tenien un dèficit de cabal a causa de la infiltració en les càlcaries han mantingut aquest dèficit, per contra, les conques que havien registrat crescudes molt minses o inexistentes a l'estiu del 81 a causa d'una cobertura vegetal important han registrat crescudes normals per la seva superfície, mentre que les conques amb capçaleres molt degradades que havien registrat crescudes molt importants a l'estiu del 81, ara han tingut cabals més en correspondència amb la seva superfície, i molt menys carregats de materials.

Aquests fets són concordants amb les observacions realitzades sobre l'escolament als vessants, és a dir, l'aigua procedia d'un escolament directe poc violent o d'escolament hipodèrmic, la qual cosa va esmoiteir els contrastos entre les conques més degradables i les més estables, tantmateix hem pogut observar comportaments diferents entre conques de característiques molt similars en funció de la seva orientació.

Com a conclusió d'aquests apartats cal remarcar que les petites conques torrencials van subministrar els eixos fluvials principals cabals importants mantinguts moltes hores i relativament poc carregats de sediments, essent la major part d'aquests propers a la competència de les aigües, ja que procedien del llit i no dels vessants. La generalització de la crescuda a totes les petites conques que integren la capçalera del Lobregat va produir un efecte sumatori dels cabals en arribar als eixos principals.

### La dinàmica dels llits principals

Les úniques mesures de cabals que es tenen de la crescuda són les obtingudes a l'embassament de La Baells, deduïdes de



les alçades d'aigües i del cabal que sortia per les comportes. Aquestes dades han estat facilitades pels Srs. Calonge i Sosa, de la Confederació Hidrogràfica del Pirineu Oriental.

Aquestes mesures les hem indicades a la part superior del gràfic: la forma esglaonada de la corba és deguda als intervals de lectura; durant moltes hores les lectures es van realitzar cada 15 minuts.

Més endavant comentarem l'important paper que tingué la presa en regular la crescuda.

Abans de la crescuda, els principals rius de la conca del Llobregat, si excluïm la riera de Saldes, tenien uns llits molt estables, amb les ribes molt ben fixades per la vegetació, i amb un transport d'al.luvions poc important. La poca quantitat d'al.luvions subministrada per les ribes dels llits i pels vessants feia que una part molt important dels còdols del llit del Llobregat procedissin de les explotacions de carbó: efectivament, al llit del Llobregat, més avall de la confluència amb la riera de Saldes, abans de la crescuda, hi havia un 28% de còdols que procedien indubtablement de les runes mineres. Després de la crescuda, aquest tipus de còdols pràcticament ha desaparegut, la qual cosa ens dóna una idea dels canvis soferts pel llit i de la mobilització del al.luvions de les ribes, ara inestables.

Després d'haver estudiat amb detall alguns trams dels llits fluvials, hem pogut reconstruir els mecanismes de la crescuda, i la raó d'algunes de les destrosses més importants que han sofert les zones afectades.

A continuació exposarem breument aquests mecanismes:

Un dels fenòmens més característics de les crescudes dels rius és la formació de barratges ("embacles") pels troncs arrossegats per les aigües. Aquests troncs tendeixen a fixar-se a qual-sevol obstacle, augmenten així la seva eficàcia i provoquen un represament de les aigües. Si aquest obstacle cedeix, es produeix una ona brusca de crescuda que tendeix a amplificar-se en trencar els altres barratges, arribant a vegades a proporcions realment catastròfiques.

Els barratges més importants són els que es produeixen en els ponts massa estrets. Els troncs acumulats arriben en molts casos a bloquejar quasi totalment el pont, fins accedir aquest a causa de l'empenta de l'aigua, i produir-se una violenta crescuda



*L'esllavissada entre Cercs i Guardiola*

J. RIBERA



*El Pont del Collet, a Guardiola.*

VILADÉS

en sortir bruscamment l'aigua represada. Aquest és el cas del Pont del Collet, les arcades del qual van quedar barrades pels troncs fins que es va esfondrar la part dreta del pont, i el violent flux d'aigua va erosionar la riba dreta i enderrocar parcialment algunes edificacions auxiliars de les mines.

Fora de les zones de gorja, els rius acostumen a presentar tres llits: un llit anomenat menor, per on circulen els cabals més freqüents i les petites crescudes; un llit major que s'inunda periòdicament, cada 5 o 10 anys; i un llit major extraordinari o terrassa inundable que s'inunda només amb les grans crescudes, cada 40 o més anys. Al llit major hi acostuma a haver arbres de ribera, i,

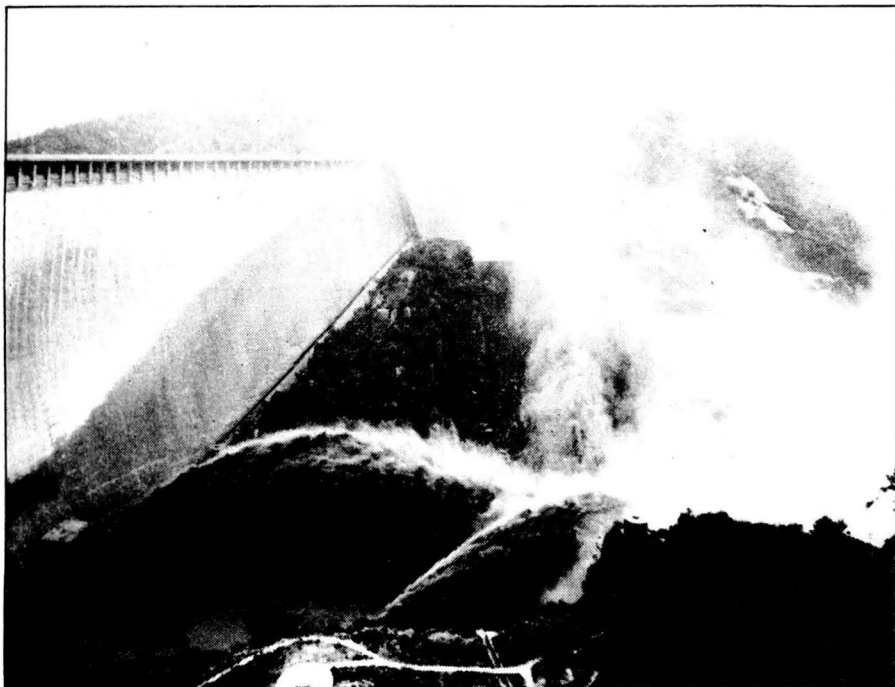
en alguns casos, hortes que s'aprofiten de l'aigua. Al llit extraordinari acostuma a haver-hi hortes, molins antics, modernament, edificis d'habitages o industrials.

Quan es produeix una crescuda de gran importància, el cabal que circula per la zona inundada és més important que el que circula pel llit menor, i això té una gran importància pràctica. Si la zona inundada és ocupada només per horts o prats, si bé que aquests ofereixen danys relativament poc importants, l'aigua es evacua d'una manera regular sense grans destrosses. Si la zona inundada és ocupada per arbredes denses, els arbres arrossegats per la crescuda queden aturats formant barratges i impe-



El pantà pleníssim. L'aigua arriba a l'alçada màxima.

LUIGI



L'embassament recollí i aturà la riuada

LUIGI

deixen el pas de l'aigua, de manera que el nivell de l'aigua puja considerablement fins que s'obre pas entre els troncs, canviant la situació del llit, i arrossegant una gran quantitat de còdols i d'arbres. Si la zona inundable és ocupada per edificacions de vivendes o industrials, a més dels danys que hi produeix l'aigua, en disminuir el cabal evacuat per la zona inundada, el llit menor és obligat a evacuar una major quantitat d'aigua i sofreix modificacions importants, erosionant les ribes i fent malbé els dics i les construccions que el voregen.

Un altre fenomen de gran importància és l'encadenament dels processos al llarg del riu. Efectivament, si en un punt del riu, per qualsevol raó, l'aigua és

obligada a transportar una gran quantitat de còdols, més tard o més d'hora, l'aigua perd velocitat i els abandona, formant una acumulació al mig del llit; aquesta acumulació provoca la desviació del flux cap a les ribes, que són erosionades i augmenten novament la quantitat d'alluvions arrossegada pel riu.

Aquest encadenament fa que es pugui estudiar la dinàmica del riu només en un punt, i fa també que algunes de les obres de rectificació siguin poc eficaces o, fins i tot, perilloses. Si, per exemple, protegim un tram del riu amb dics, en disminuir el fragment de l'aigua contra les ribes i impedir que l'aigua surti del llit, augmentem considerablement la velocitat de l'aigua, de manera que

aquesta és capaç d'arrossegat els grans blocs del fons del llit; en el punt on els dics s'acaben, l'aigua perd ràpidament velocitat en augmentar el fregament i eixamplar-se el llit, de manera que es veu obligada a abandonar els blocs que transportava, i aquests blocs queden al mig del riu desviant l'aigua cap a les ribes que d'aquesta manera són erosionades intensament.

## El paper de l'embassament de La Baells

La simple observació de la gràfica dels cabals ja mostra la importància que ha tingut l'embassament en la disminució dels danys de la crescuda.

Podem resumir el paper de l'embassament en quatre punts fonamentals:

a) reducció dels cabals màxims; de 1250 m<sup>3</sup>/s a l'entrada, només s'assoliren 810 a la sortida.

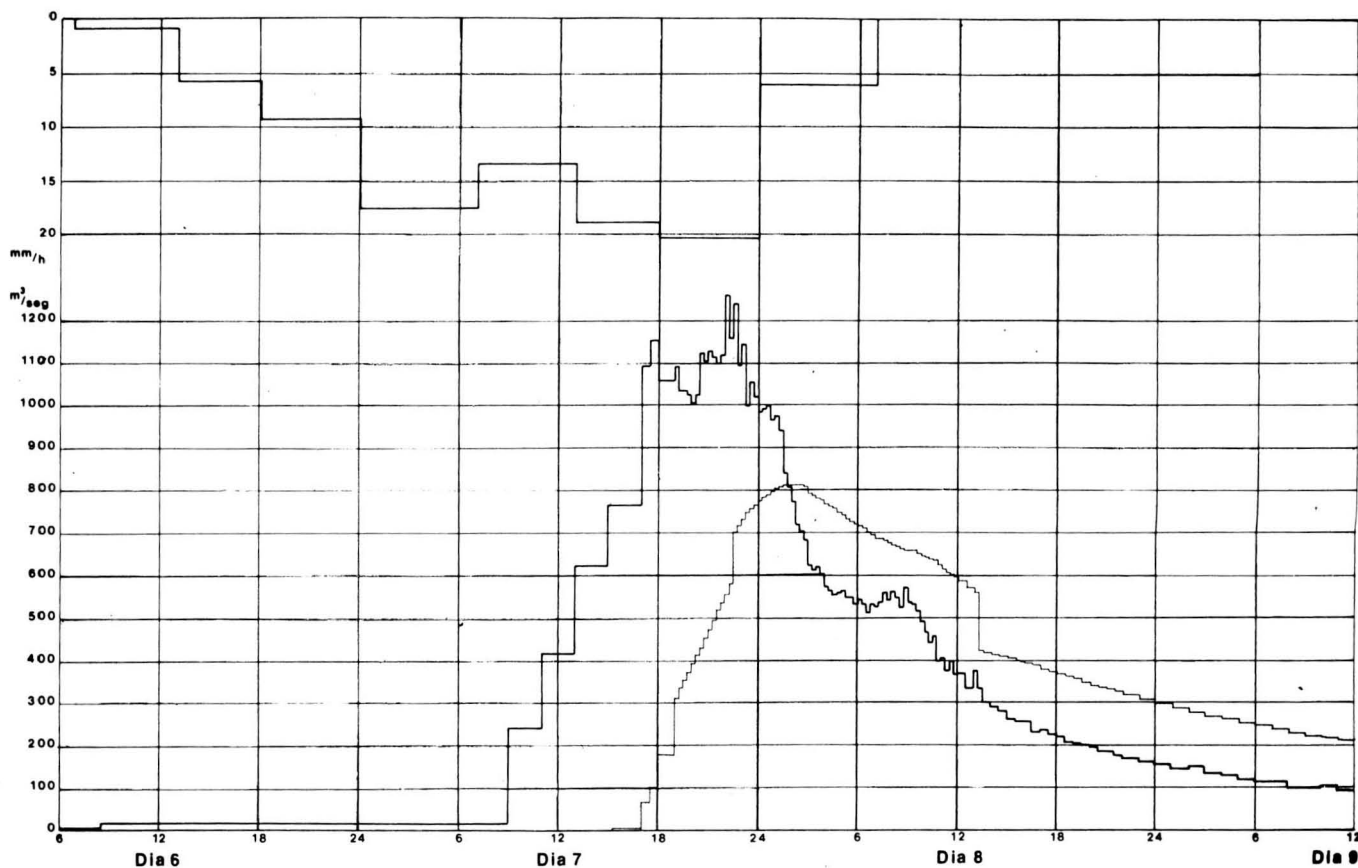
b) eliminació dels cops d'aigua produïts per la ruptura dels barratges, ja que cal considerar que les dades de cabals d'entrada són cabals mitjos per a cada període de 15 minuts o més, i els cabals instantanis podien ésser, molt més importants; a la sortida el règim de les aigües era molt més regular.

c) retenció de la major part dels troncs dels arbres. Ja hem comentat el paper perjudicial que tenen els troncs d'arbres lliures en la dinàmica de la crescuda; l'embassament en retingué una gran quantitat i, consegüentment, disminuï els embacles al tram del riu situat més avall.

d) retard de la crescuda: Els cabals realment importants foren retardats unes 7 hores, la qual cosa permeté l'evacuació de les zones inundables.

L'embassament de La Baells hagués pogut encara millorar la seva eficàcia amb un bon sistema de prevenció de crescudes. Encara que la conca de l'alt Llobregat és curta i, per tant, la formació de les crescudes és ràpida, un millorament de la xarxa pluviomètrica permetria un estat d'alerta a la presa en cas de fortes pluges, de manera que les comportes podrien obrir-se abans que arribés el gran volum de crescuda o, almenys, així que l'aigua arribés a una cota suficient. D'aquesta manera es milloraria la seguretat de la mateixa presa, i la regulació de les crescudes.

**La crecuda de novembre de 1982 a l'Alt Llobregat.**  
Intensitats mitjanes de pluja a l'observatori de La Molina



Cabals d'entrada (línia gruixuda) i de sortida (línia prima) a l'embassament de La Baells

### Previsió d'una nova crecuda

Des del punt de vista pràctic, una de les dades més importants respecte a una crecuda com la que ens ocupa és el seu període de retorn, és a dir, el temps que passarà abans que torni a repetir una crecuda de la seva mateixa importància. Evidentment, aquests càlculs són de tipus estadístic i, per tant, els seus resultats no són d'una certesa absoluta, sinó vàlids dintre d'uns marges relativament àmplis, però de gran importància per a la construcció de ponts, embassaments i qualsevol inversió relacionada amb els rius.

Per a preveure la crecuda que correspon a un període de retorn determinat, cal tenir un registre de crescudes durant un període de temps similar o superior al del període de retorn que ens in-

teressa; si tenim en compte que les mesures regulars de cabals dels nostres rius no s'iniciaren fins a mitjans d'aquest segle, comprendrem fàcilment que cal recórrer a estudis històrics per a crescudes importants de període de retorn superior als 50 anys. El període de retorn previst per a la crecuda de novembre passat, calculat a partir dels registres de cabals existents, és superior als 500 anys, és a dir, no es repetirà fins al segle XXI. Aquestes observacions mostren la gran importància que tenen els estudis històrics per a la prevenció de crescudes catastròfiques. En la nostra opinió basant-nos en les dades històriques indicades i en els canvis soferts pels llits dels rius, considerem que aquesta crecuda té un període de retorn com a màxim de 50 anys.

Amb aquestes breus reflexions sobre la crecuda dels dies 7 i 8 de novembre pretenem donar unes idees de com el desenvolupament del coneixement dels fenòmens naturals dels nostre país pot ajudar a preveure i a disminuir les destrosses produïdes per les anomenades "catàstrofes naturals". Els estudis geomorfològics, geològics i històrics són relativament econòmics i poden estalviar grans quantitats de diners en orientar la ordenació del territori i obres públiques d'una manera més adequada amb els gran fenòmens naturals, molt més previsibles del que pensa l'opinió pública, i molt menys catastròfic per si mateixos que per una planificació poc adequada.

Núria Clotet, del Departament de Geomorfologia de la Universitat de Barcelona  
Francesc Gallart, de l'Institut d'Investigacions Geològiques Jaume Almera