

# QÜESTIONS OBERTES SOBRE LA GEOMORFOLOGIA, LA HIDROLOGIA I LA SEDIMENTOLOGIA DE LES RIERES DEL MARESME I DEL BARCELONÈS AMB EXEMPLES DE LA RIERA D'ARENYS

*ORIOL RIBA I ARDERIU*

Membre emèrit de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans  
Professor emèrit de la Universitat de Barcelona

## SUMMARY

Some problems are discussed concerning hydrology and sedimentology of ephemeral streams located in coastal Mediterranean areas of Catalonia (Maresme, NE Barcelona). *Rieres* (sing. *riera*) are short alluvial streams who drain granitoids of the Catalanian Coastal Ranges towards the Mediterranean Sea. Catastrophic flash-floods events caused by rain-fall rates over 1mm/min occur mostly in late summer or autumn. Infiltration has important values both in weathered granites and sandy plains. Most of these *rieres* are sandy braided rivers, with slopes ranging between 1,5 to 6,5%, they have unusual well developed levees (1,5-3,5 m high) who cause strong Yazoo effect. Lower courses, in alluvial plain, are straight, with vertical accretion and inverted relief. In consequence, spill-overs and diffluences (by crevasse) towards adjacent talwegs are usual. A new sedimentary model based on depositional accommodation is proposed.

## INTRODUCCIÓ

Les revingudes de les rieres a les comarques del Barcelonès i del Maresme han estat sempre molt temudes i han estat motiu de preocupació durant segles. La documentació històrica és molt nodrida. Pràcticament, per a les del Barcelonès i fins a començament del s. XX aquest flagell s'ha abatut, d'una manera sobtada, sobre els habitants de la gran ciutat, i per a les rierades del Maresme aquesta malvestat continua sense estroncar-se avui dia.

Les muralles del segon recinte barceloní, en certa manera, protegiren la Ciutat Vella de les inundacions, com els dics holandesos; per això havíem comparat aquella fortalesa amb un pòlder (Casassas i Riba, 1993, Riba, 1993). En ésser enderrocades les velles muralles medievals, la ciutat tornà a patir les inundacions causades pels grans aiguats. De 1860 a 1900, Solé Sabarís (1967) en va comptabilitzar una vintena. La solució vingué amb la construcció de les grans col·lectores en fer subterrani tot el vell drenatge superficial de la plana barcelonina.

Les rieres del Barcelonès, tot i tenir de comú molts factors hidrològics, geomorfològics i al·luvionaris amb les del Maresme, han tingut, a causa de la

presència de la ciutat, uns plantejaments diferents. De tota aquella xarxa de drenatge, viva fins al final del s. XIX, gairebé no en queda res, només romanen, a les capçaleres muntanyoses que encerclen la gran ciutat, alguns barrancs i torrenteres d'escolament superficial. Totes les aigües pluvials, caigudes sobre un sòl impermeabilitzat, són avui dia engolides per les grans col·lectores projectades per Pere Garcia Fària (1893) i dutes, amb les aigües negres ciutadanes, cap a mar, o més bé, cap a les depuradores. De les antigues rieres ciutadanes ara no se'n coneix gran cosa. Cal recórrer a la documentació i als plànols antics per a referne el traçat: vegeu-ne la nova cartografia de Jaume Olivé i Guilera (1993). Allò que més interessa avui dia, hidrològicament parlant, és l'efecte pernicios de les tempestats i dels aiguats intensos sobre la capacitat de tota la xarxa del clavagueram i les zones urbanes encara susceptibles d'ésser inundades (vegeu Aj. de Barcelona, 1986).

Al Maresme, però, el problema continua vigent, les rieres són un tema d'actualitat. Hom ha fet nombrosos estudis teòrics i pràctics d'aquest fenomen torrencial, aperiòdic, brusc, imprevisible, violent, demolidor, sovint mortífer. Geogràficament, és incòmode de comprendre com la riera d'Arenys ha esdevingut l'eix ciutadà de les dues poblacions que duen aquest nom! Els arenyencs la miren amb respecte i temença; alguns escriptors la qualifiquen de "senyora"; sabem que els turistes anglesos s'hi queden bocabadats! Els sembla increïble que un passeig ciutadà pacífic i acollidor con la rambla d'Arenys en pocs minuts pugui esdevenir un devessall d'aigües devastadores i incontrolables.

Des del punt de vista científic i tècnic, hom ha realitzat un bon nombre d'estudis del problema hidrogeològic de les rieres del Maresme; vegeu-ne, si més no, un bon plantejament a la tesi de llicenciatura de Josep Gutiérrez i Camaròs (1992), amb una bibliografia molt completa; a més de les tesis detallades de M. Villarroya i Anton (1986) sobre els aquífers del Maresme i la monografia d'A. Galofré i Torredemer (1969) sobre la hidrogeologia de la conca de la riera d'Argentona. Hi ha a més diversos estudis inèdits, de caire oficial, encarregats per la Generalitat i pel Ministeri de Madrid.

Comptat i debatut, des del punt de vista hidrogràfic és sorprenent que, en un moment com l'actual, en què hom vol començar a cobrir les rieres amb despeses molt elevades, no hagin estat mesurats degudament els paràmetres de les rierades i, encara menys, que no hagi estat abordat un estudi detallat dels transports sedimentaris. Gutiérrez (1992) se n'escapoleix extrapolant els resultats dels estudis hidrogràfics fets a les conques veïnes del Besòs i de la Tordera i basa l'estudi en dades fornides per la xarxa d'estacions pluviomètriques, per cert no gaire densa. L'any 1992 només hi havia en tot el Maresme una dotzena d'estacions amb una sèrie suficient per a poder treballar-hi i, a més, era quasi mancada del tot de pluviògrafs (sembla que fa dos anys només n'hi havia dos d'instal·lats, ara ja són cinc!), que haurien de donar les dades imprescindibles de la mesura de les precipitacions, de llur distribució geogràfica i, per damunt de tot, de les intensitats de les precipitacions (mesurades en l/m<sup>2</sup>/min).

## DEFINICIÓ DE RIERA

Les rieres del Maresme tenen les capçaleres de les valls encaixades als granitoides de la Serralada Costanera; en aquests casos aquestes valls enfondides tenen netament un caràcter de torrent. Això no obstant, sovint, en toponímia hi ha, entre els termes *torrent* i *riera*, extensions de significat. En un mateix indret trobem dos cursos d'aigua de morfologia idèntica amb uns noms que empren els dos genèrics esmentats. També trobem alguns casos en què el genèric *torrent* és aplicat a rieres que no tenen, ni tan sols a la capçalera, el caràcter de torrent, com s'esdevé al Barcelonès amb el Torrent de l'Olla, el Torrent d'En Vidalet i d'altres (Olivé, 1993).

Els termes genèrics *torrent*, *barranc*, *riera*, no són gaire ben definits als nostres diccionaris normatius i l'ús que hom en fa a la toponímia demostra aquesta confusió. A més, cal recordar que *riera* i *rial* són termes catalans que no tenen equivalents a les llengües llatines veïnes nostres.

El concepte geomorfològic de *torrent*,<sup>1</sup> no coincideix sempre amb les definicions dels nostres diccionaris. En efecte, els tres diccionaris tendeixen a expressar, d'una manera separada, el concepte morfològic de l'hidrològic. Hi és poc encertat l'ús del descriptor "*barranc*", perquè el concepte de barranc és encara més poc clar, com exposem a continuació. La definició 2 del Diccionari de la Llengua Catalana (DLC) és més pròxima a la definició científica francesa que admetem com a correcta (CILF, 1979). Hi ha present a la toponímia de la Serralada Litoral un altre terme genèric molt freqüent, és el de "*sot*", el qual, segons el DLC, tindria un significat semblant al de torrent i, d'una manera particular, quan el curs d'aigua correspon a un relleu fluvial molt encaixat. Així, *torrent* i *sot* alternen, sense haver-hi cap canvi morfològic. Lexicalment, segons Diccionari General de la Llengua Catalana, de P. Fabra (DGLC) i DLC, *sot* és una "vall petita" però molt encaixada, com s'esdevé amb els *torrents* de la regió.<sup>2</sup>

1. Segons CILF (1979), *torrent* m. "Cours d'eau à forte pente, à régime spasmodique, en pays montagneux ou accidenté". En anglès és *torrent* i en castellà *torrente*. Cal recordar que geomorfològicament, un *torrent* comprèn tres parts diferents: la *conca de recepció*, el *canal de desguàs* i el *ventall al·luvial* o *con de dejecció*. Al diccionari Fabra (DGLC) diu *torrent* "Corrent impetuós d'aigua, esp. el que es forma sobtadament per una forta ploguda. Per ext. el barranc, etc. per on davalla atormentada l'aigua de la pluja, sovint completament eixut o amb molt poca aigua". Al diccionari de l'Enciclopèdia (DLC): *torrent*: "1. Curs d'aigua temporal, de règim irregular, característic dels pendissos pronunciats i dels vessants de muntanya. 2. Barranc, pendís, etc. de muntanya que constitueix el llit, gairebé sempre sec, d'un curs d'aigua ocasional". Al diccionari d'Alcover-Moll (DCVB): *torreent* "1. Corrent impetuós d'aigua, especialment el que es forma a conseqüència d'una pluja abundant. 2. Llarga depressió del terreny per on, en temps de pluges, passa un corrent d'aigua".

2. Al full "Montnegre" del mapa excursionista de l'*Editorial Alpina*, que duu la toponímia revisada per S. Llobet i P. Montserrat, hi ha una pila de *sots*, al costat de *torrents*. Termes que no retrobem a d'altres topografies oficials de gran detall.

El terme *barranc* té en català un concepte poc clar i, en part, és el que s'apropa més al del francès *ravin* i de l'anglès *ravine*.<sup>3</sup> Ací, en català, hom fa servir de descriptor el mot *torrent*, cosa que distorsiona les dues definicions i, a més, no precisa les dimensions de l'excavació, cosa que induïx a pensar que un barranc sigui sinònim del terme *xaragall* (en anglès *gully*). De fet, un *barranc* és "una vall encaixada de parets molt rostes o verticals, la qual pot pertànyer a un torrent, a una riera o a un riu, a un col·lector d'un *bad-land* o a la terra aixaragallada".

El terme *riera*, com hem dit, és particular del lèxic català. L'ús que hom en fa en toponímia, al nostre parer, respon a dos conceptes: un, el més generalitzat al nostre territori, que coincideix amb el del diccionari d'Alcover-Moll (DCVB), 1. "Un curs d'aigua, sovint afluent d'un riu, de règim i cabals discontinus, més important que un torrent". El *riu* sol tenir aigua tot l'any i és un curs de més importància, tant per l'extensió de la conca de drenatge, com pel cabal d'aigua. A la definició de riera que presenta el DLC<sup>4</sup> hom introdueix al concepte dues característiques que la distorsionen: que la manca d'aigua és a l'estiu (hi ha episodis de manca d'aigua que no són estivals!) i que la riera és d'"extensió comarcal" (aleshores, què passa al Maresme, on hi ha més de 25 rieres?). 2. En segon lloc hi ha el concepte de riera corresponent a les comarques del Maresme, del Barcelonès i, en part, a les del Vallès, que definim als apartats següents. Hi ha dos termes genèrics, derivats de *riera*, que també són usats al Maresme i a les comarques veïnes, són el de *rierany* "Riera petita; torrent" (DGLC, DLC, DCVB), citat a Calella, i *rierot* "Torrent" (DCVB), citat a Malgrat.

Finalment, tenim el terme *rial*, que els diccionaris de J. Coromines (DECLC 7:340) i el DLC defineixen correctament com a "Riera petita, generalment afluent de riera", terme viu al Maresme, però a l'apèndix del DGLC *rial* és equivalent de *rieral* ("terreny per on passa una riera"), cosa que cal esmenar perquè no respon a la realitat, com hem constatat al maresme. *Rial*, en efecte, és una "vall petita afluent de riera". El diccionari DCVB, però, presenta una definició que creiem que tampoc no s'adiu a la realitat: *rial*: "clotada, depressió

3. Al CILF (1979), *ravin* m. "Entaille étroite sur un versant, au profil transversal en V, fixée ou non par la végétation". En anglès *ravine*. Al Roche (1986), la definició geomorfològica és un xic diferent: "Petite vallée très étroite (vallon) et encaissée à profil généralement en V". En català, i al DGLC, *barranc* m. "Excavació profunda que fa l'aigua de la pluja en la terra; torrent entre roques i timbes". Al DLC: "Excavació profunda que fa l'aigua de la pluja en la terra; torrent entre roques i timbes". Al DLC: "1. Excavació profunda que fa l'aigua de la pluja en la terra, especialment en materials fàcils d'erosionar. 2. Torrent entre roques i timbes". El DCVB: "Depressió fonda produïda en terra per les aigües corrents o de pluja". En castellà (Dicc. Leng. Esp.) el concepte s'allunya del nostre: *barranco* 1. Despeñadero, precipicio. 2. Quebra profunda que hacen en la tierra las corrientes de agua".

4. En efecte, el DGLC diu: *riera*: "Riu per on s'escolen intermitentment les aigües pluvials d'una conca. El DLC diu, *riera*: "Curs d'aigua generalment intermitent, per manca d'aigua a l'estiu, de vessant d'extensió comarcal i de cabal inferior al d'un riu". Finalment el DCVB defineix, *riera*: "Corrent d'aigua menys important que un riu, perquè sol portar aigua només en temps de pluges, però que és més important que un torrent".

fonda entre muntanyes” [on el descriptor, *clotada* és: “espai de terreny entre terrenys més alts”]. A Arenys de Mar, n’hi ha alguns, però, que no són ensotats, i no creiem que hi hagi algú que en digui *sot*. Tampoc no és una definició adient.

El terme *rambla* és també un equivalent de *riera*. No és però autòcton del territori que estem tractant. J. Coromines (DECL, 1980-1991) ens remet a unes terres més al sud del territori que estem tractant i que salta la frontera cap als països de llengua castellana.

Potser algun geomorfòleg forani intenti de paral·lelitzar les rieres del Maresme amb els *uadis* nord-africans, sotmesos també als *flash floods* del nostre clima mediterrani. Cal fugir d’aquesta denominació perquè els veritables *uadis* són instal·lats en uns territoris semiàrids on la influència eòlica és intensa; a les nostres comarques costaneres centrals l’acció morfològica i sedimentària del vent és negligible (llevat de l’Empordà i de les terres de l’Ebre).

## MORFOLOGIA DE LES RIERES DE LES COMARQUES DEL MARESME I DEL BARCELONÈS

D’acord amb Schumm (1997), un sistema fluvial ideal consta de tres zones ben diferenciades que, simplificant molt, són: una conca de drenatge, una zona de transferència i una zona de sedimentació. En el cas de les rieres costaneres, la *conca de drenatge* i de concentració de l’aigua se situa, encaixada, a la capçalera muntanyosa del curs i en terrenys antics (granitoides, paleozoic), la *zona de transferència*, situada a l’androna al·luvial esmentada més amunt, és constituïda pel *canal de transferència*, un canal únic, generalment rectilini, encaixat o sobrelevat sobre el substrat al·luvial quaternari i que, alhora, mercès als processos de difluència que més avall descriurem, ha esdevingut una zona de sedimentació. La tercera és la *zona de sedimentació* pròpiament dita, hauria d’ésser un delta (o també un “*fandelta*”) que, al Maresme, hauria de tenir un desenvolupament incipient, sovint inexistent a causa dels corrents de deriva marina, d’una alimentació sedimentària deficient i, possiblement també, de la forta subsidència. De fet, només la Tordera i el Besòs presenten uns deltes unilobats poc desenvolupats. Les zones primera i segona esmentades són perfectament distingibles a qualsevol dels cursos rierencs.

Les rieres del Maresme i del Barcelonès, segons Jardí (1988), pertanyen a una categoria especial de conca, la “conca del Maresme”, núm. 03, del total de 14 tipus de conca que l’autora distingeix per al territori català. Aquesta classificació és basada exclusivament en el règim hidrològic dels cursos fluvials.<sup>5</sup>

5. No veiem cap utilitat, per a la finalitat que ens proposem ací, de considerar l’anàlisi que l’autora (Jardí 1988, 1989) fa de la xarxa de drenatge basada en Horton i Strahler, ja que les categories i trams distingits varien, com ella mateixa comenta, segons l’escala i el detall dels mapes amb que s’ha treballat. De totes maneres els documents publicats són de gran interès geomorfològic.

Gairebé totes les rieres tenen la capçalera de la conca oberta als granitoides (granodiorites, tonalites i les roques filonianes porfíriques) i als materials paleozocs (llicorelles metamòrfiques i una sèrie cambro-ordovícica que ateny el Carbonífer) de al Serralada Litoral, i totes, també, desguassen directament a la mar, o a rius de caràcter hidrogeològic rierenc, com s'esdevé amb la Tordera i el Besòs. Les que drenen a la Mediterrània solen tenir un glacis de sedimentació format pel Quaternari antic suaument inclinat cap a mar (com és el cas de la Plataforma pleistocena barcelonina, constituïda per l'anomenat "tricicle" o per terrenys més moderns (holocens) pertanyents als deltes dels rius esmentats. La neotectònica s'hi ha deixat sentir mitjançant un bon nombre de falles galgades a la costa, que hom detecta als turons de Montcada, al Montjuïc, o per la presència de fonts termals com les de Caldes d'Estrac (Llopis, 1946), i pels resultats de la sísmica de reflexió o pels sondatges de recerca petroliera. Caldria estudiar amb detall les restes (deformades?) del "tricicle" esmentades per Ribera i Faig (1945, p. 254 i fig. 14) a Arenys de Mar. La franja costanera catalana d'aquest sector ha estat integrada en l'anomenat "rift" mediterrani, en part enfonsat sota la mar, el qual manté una activitat sísmica força important. L'androna quaternària del Maresme és estreta i discontinua. Hi ha dos indrets: de Caldes d'Estrac a Calella, i al voltant de Montgat, on aquesta plataforma sedimentària no s'ha desenvolupat gens, i el granit i el Paleozoc hi assoleixen la línia costanera.

Un tret específic de les rieres és el *caràcter sedimentari*. Unes només transporten sorra granada, amb alguns còdols aïllats (*picons* com diuen a Arenys) esporàdicament repartits; d'altres tenen un caràcter mixt: material més groller amb molta matriu sorrenca i lutítica. Això depèn de la composició petroològica de l'àrea font que les alimenta. Les primeres, com la d'Arenys, tenen la capçalera adossada als granitoides; les segones, com s'esdevé a les rieres barcelonines, a més de les que drenen el Montnegre i la zona de Montgat, tenen l'àrea font en els materials paleozoics, esquistosos i calcaris i alhora granítics i excaven també el Quaternari antic argilenc, com s'esdevé a Barcelona (vegeu els perfils de Can Caralleu i de Sistrells, de Ribera i Faig, *op. cit.*, figs. 1 i 2), per la qual cosa la càrrega sòlida que transporten és molt heteromètrica, amb força abundància de lutites i còdols.

L'altre caràcter distintiu és la presència d'una manera constat, dels *dics naturals* o *levées* (anglès *natural levees*, coneguts a la comarca amb el nom de *mòts*, al País Valencià *motes*) que ressalten per tenir més grandària que els dels rius normals del país. Son bastits paral·lelament al llit fluvial i el limiten d'una manera ben clara. Els trobem a totes les valls que tenen un fons sedimentari prou ample per a permetre'n el desenvolupament. Els materials sorrencs transportats per les rieres no es difonen lateralment gaire lluny dels flancs de la llera sinó que s'hi acumulen tot formant un cos sedimentari prismàtic, allargat, de secció triangular, com uns cavallons. Aquest procés va lligat a la *sobrelevació* conjunta del llit de la riera en relació amb el relleu aplanat que la limita. Aquesta morfologia sedimentària fou coneguda ja fa anys per Ribera i Faig (1945), i ara fa poc ha estat reintroduïda per Riba (1992, 1993), Olivé (1993) i Casassas (*et al.*,

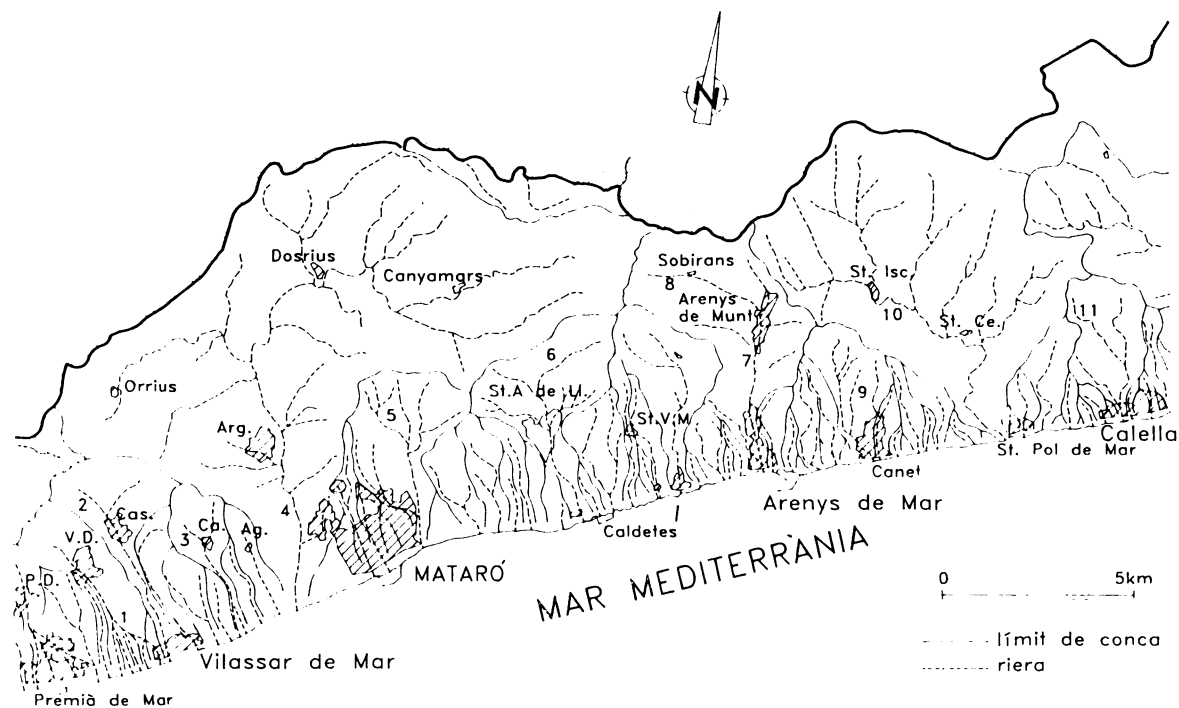


FIGURA 1. Esquema cartogràfic de les rieres de la part central del Maresme, segons J. Gutiérrez i Camaròs (1992, modificat). Explicació: Ag.: Agell. Arg.: Argentona. Ca.: Cabrera de Mar. Cas.: Cabriels. P.D.: Premià de Dalt. St. A. de Ll.: Sant Andreu de Lllvaneres. St. Ce.: Sant Cebrià de Vallalta. St. Isc.: Sant Iscle de Vallalta. St. V. M.: Sant Vicenç de Montalt. V. D.: Vilassar de Dalt. 1: riera de Vilassar. 2: riera de Cabriels. 3: riera de Cabrera. 4: riera d'Argentona. 5: riera de Sant Simó. 6: riera de Lllvaneres. 7: riera d'Arenys. 8: riera de Sobirans. 9: riera de Canet. 10: riera de Sant Pol o de Vallalta. 11: riera de Calella.

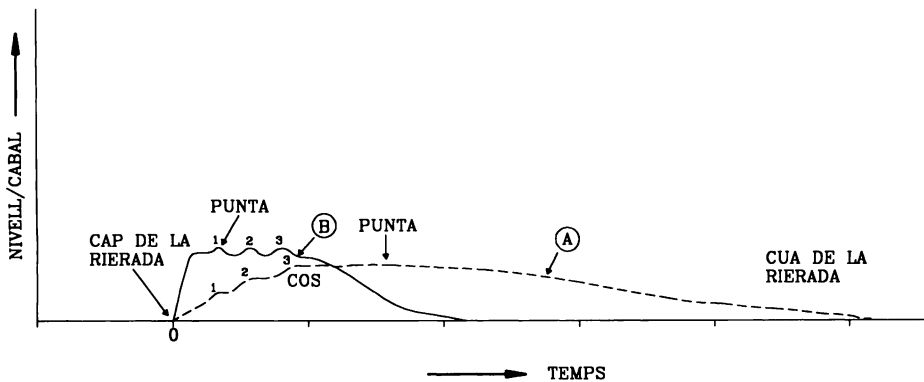


FIGURA 2. Hidrogrames teòrics de dos tipus de rierades al Maresme. A: Rierada "normal", de pocs efectes perjudicials, que es pot presentar a qualsevol moment durant l'any. B: Rierada "catastròfica" (especialment tardorena), de durada més curta, asimètrica i que assolix més alçada. 1, 2, 3...: Onades impetuoses durant la rierada.

1993). Els mòts, no en dubtem, protegeixen les terres veïnes a les rieres de les revingudes ordinàries. A les rierades catastròfiques, però, sovint es trenquen per sobreiximent i aleshores les aigües salvatges causen grans estralls i pèrdues agrícoles a les terres limítrofes. Per aquesta raó els mòts han estat sempre protegits i recrescuts per l'home del Maresme i del Barcelonès. Hi ha, a més, moltes referències històriques que podem trobar, per ex., als escrits de F. Carreras i Candi (1916) i als articles de F. Forn i Salvà a la revista "Arennios", apareguts aquests darrers anys (1988-1990). L'antropització de les rieres és un fet actual i històric que cal tenir sempre molt present a l'hora de fer interpretacions.

Dos altres trets geomorfològics típics del Maresme i del Barcelonès són les *rieres sobreelevades* la gènesi de les quals ja hem explicat anteriorment, i els *rials sobreelevats* o *cons de dejecció d'interferència*, que tractarem al capítol sobre els al·luvionamnets.

#### UNA PROPOSTA DE CLASSIFICACIÓ

Les rieres del Barcelonès i del Maresme tenen un bon nombre de trets geomorfològics comuns: quasi totes drenen cap a mar, neixen a la Serralada de la Marina o Litoral i tenen un règim hidrològic intermitent, típic de qualsevol conca d'extensió petita sotmesa al clima mediterrani humit.

Ara bé, des del punt de vista de llur geologia i morfologia, les rieres barcelonines i del Maresme no són gaire homogènies. Amb una anàlisi sobre els mapes detallats (vegeu els mapes geològics d'Almera i Brossa, 1900-1914, els fulls costaners del Mapa de l'àrea Metropolitana, els gràfics de Jardí, 1989, i



l'esquema de rieres de Gutiérrez i Camaròs, 1992) (fig. 1) podem agrupar-les d'acord amb tres grans tipus:

1) *Rieres de primer tipus* o *rieries antigues*, instal·lades en tot llur recorregut sobre unitats geològiques paleozoiques i granítiques. Exemples: la Riera d'Arenys, la de Sant Pol, que proposem com a dos morfotips.

2) *Rieres de segon tipus* o *rieries mixtes*, que tenen dos trams perfectament diferenciats: el primer és format per la capçalera encaixada en els terrenys antics ja esmentats (i també més moderns) i el segon pertany al curs inferior o zona de transferència que s'escola per damunt de terrenys recents quaternaris, els quals formen un glaci de sedimentació. Hi podem esmentar moltes de les rieres del Barcelonès: la Riera d'En Malla-Riera de Vallcarca, la Riera d'Horta, etc. Morfotip: la Riera de Cabrera.

3) *Rieres de tercer tipus* o *rieries residuals*. Són cursos, que més avall considerarem de caràcter residual, que només drenen alguns sectors dels terrenys recents quaternaris pertanyents al glaci del piemont costaner. Exemples: l'antiga riera del Pi, els Torrents de l'Olla, de Saforcada, al Barcelonès. En general són curts i de conca molt reduïda i, per això, perden el caràcter torrencial i realitzen una funció de drenatge molt local. De fet són els tàlvegs intercalats entre dues rieres mixtes (tipus segon) o poden pertànyer al segment abandonat d'una riera que ha difluït, d'acord amb allò que exposem més avall.

Hi ha, en aquesta classificació, uns trets morfològics a remarcar. Fan referència en primer lloc a la geometria de les conques d'aquests tres tipus de rieres. Els mapes de rieres de Gutiérrez i Camaròs (1992) i els de Jardí (1989) són molt explícits en aquest sentit. En general, les rieres del primer tipus són les que tenen la conca més extensa (riera d'Argentona: 77,86 km<sup>2</sup>; la de Sant Pol: 38,76 km<sup>2</sup>; la de Pineda: 16,89 km<sup>2</sup> la d'Arenys: 12,94 km<sup>2</sup>). Totes drenen grans extensions de la Serralada Litoral, són instal·lades al vessant més intern des del caire de la gran divisòria d'aigües de la serralada cap avall. Això fa que els cursos fluvials del Maresme, en aquestes circumstàncies, ofereixin xarxes de drenatge<sup>6</sup> que podem assimilar a les del tipus *dendrític*, amb tendència a esdevenir del tipus "*treillis*", influïdes per la xarxa de diàclasis i de fractures, pels sistemes de dics de roques resistents. A la riera d'Arenys és molt significatiu el torrent de l'Oradella, perfectament rectilini.

A més, en segon lloc, pel que fa al contorn de les conques cal remarcar que les rieres de primer tipus presenten la forma habitual "d'embut" o "de pera" és a dir que l'amplada s'estreny progressivament cap avall. L'espai que hi "deixen", situat més cap a mar, és ocupat per les "rieries mixtes" i "rieries residuals" del segon i tercer tipus. Les grans rieres internes del Maresme (d'Argentona, d'Arenys, de Sant Pol, etc.) semblen ésser d'implantació més antiga que les altres, hi ha trams paral·lels a la direcció general de la Serralada de Marina, d'altres, són

6. Segons l'antiga classificació de Gilbert (1880) que podreu trobar revisada als tractats moderns, com el de Mangelsdorf *et al.*, 1990.

dirigits cap al nord, cosa que fa pensar que han estat capturats per les rieres del Maresme.

Les *rieres mixtes* o de segon tipus són menys extenses (ex.: riera de Lllavaneres: 8,24 km<sup>2</sup>; de Caldes d'Estrac: 6,43 km<sup>2</sup>; de Cabrera: 2,60 km<sup>2</sup>; de Sant Vicenç: 1,17 km<sup>2</sup>; rial de Pau Costa: 1,16 km<sup>2</sup>; etc., segons dades de Gutiérrez, 1992). Gairebé sempre les capçaleres (o part d'aquestes) de les rieres i torrents tenen els tributaris encaixats en els terrenys antics, especialment els granitoides. El contorn d'aquestes conques té una forma especial, com la d'una "raqueta de tennis". Ampla, encaixada, ovalada i dendrítica a la capçalera, la qual, però, s'estreny cap avall en entrar als terrenys moderns; i esdevé sobreelevada a partir d'un *punt d'inflexió* determinat del seu curs. Aleshores la conca rau limitada per les crestes dels dics naturals (o *mòts*). És a dir que, en aquestes circumstàncies, la conca queda reduïda al mateix llit de la riera. La riera no pot rebre lateralment cap tributari (si no hi intervé l'home) per causa dels mòts o, dit altrament, per l'*efecte Yazoo*.<sup>7</sup> La riera de Cabrera, proposada com a morfotip, és un exemple d'aquest fet tan remarcable (i inèdit). Les rieres del Barcelonès pertanyen a aquest segon tipus, pel fet que la plataforma antiga quaternària permet un gran desenvolupament de la zona de transferència. Els cursos hi tendeixen a fer-se paral·lels, bastant rectilinis, sense jerarquitzar-se. La sobreelevació de la riera d'Horta i, de manera molt particular, de la riera de la Rambla barcelonina fou el motiu d'una polèmica ja superada (vegeu Riba, 1992, Casassas *et al.*, 1993).

El tram inferior dels cursos rierencs del segon tipus, al Maresme, té un traçat pràcticament rectilini (són els *straight rivers* dels autors anglo-saxons) amb un índex de meandricitat  $Im < 1,5$  pròxim a la unitat.<sup>8</sup> Quan la riera, encara que no sigui d'aquest tipus, com la d'Arenys, si la vall és ampla dotada d'una plana al·luvial, també esdevé de curs rectilini. Tret que no presenta la riera veïna de Sant Pol, encaixada, molt sinuosa, sense gairebé cap eixamplament al·luvial.

Els *pendents* de les rieres són, en general molt forts: els de les rieres d'Allella i de Canet assoleixen un 6,5%. Als trams rectilinis, sobre al·luvions moderns, els declivis també són considerables, per exemple a la riera de Cabrera, entre el poble i la platja és de 3,54%. A la riera d'Argentona, entre el pont del km 3,25 (C. 1415) i el mar, el pendent és molt més feble: 1,69%. La riera d'Arenys, entre la passarel·la d'Arenys de Munt i la platja, és de 3,30%. A la riera de Cabrils el pendent puja a 5,0%. Comparant aquests pendents amb les rieres del Barcelonès, tenim que el de la riera d'En Malla entre la Diagonal i Canaletes és de l'ordre de l'1,65% (és el valor del declivi del glacis de l'Eixample) i entre aquest punt i el

7. El riu Yazoo, afluent de la riba esquerra del Mississipí, ha esdevingut el morfotip d'aquest fenomen que podem anomenar "*efecte Yazoo*". El riu circula de Memphis a Vicksburg, paral·lelament al gran riu, al llarg de més de 300 km, sense confluïr-hi, és una *confluència diferida* provocada pels dics naturals del Mississipí. Aquest fenomen ja ha estat descrit per J. Mateu i Bellès als cursos fluvials de València; i també ha estat descrit, en condicions submarines al fons de la Mar de Labrador, entre Groenlàndia i la península d'aquest nom (vegeu Hesse *et al.*, 1992).

8. Índex que s'obté mesurant la longitud real d'un tram fluvial entre dos punts allunyats, resseguint-ne totes les corbes i dividint-la per la distància recta entre aquests dos punts. Si  $Im > 1,5$ , el riu és qualificat de *meandriforme*.

moll és d'1,28%, valors comparables amb els de la Riera d'Argentona, la més gran del Maresme.

## LA HIDROLOGIA I LES RIERADES

### LES RIERADES

Conceptualment, una rierada és "l'avinguda d'una riera" (DGLC, DLC), violenta, ràpida i sovint brusca, de poca durada. La riera pot romandre seca durant moltes setmanes, fins i tot alguns mesos. En anglès hom emprà el terme de *flash flood*, com a fenomen torrencial, equivalent observable a l'oest semiàrid de Nord-Amèrica. Ara bé, la gent de la comarca, parla de "rierada" quan l'aigua s'escola amb violència i causa estralls (hi ha autors que hi posen el qualificatiu de "catastròfica"); hi distingeixen però, la intensitat del fenomen quan diuen que la "rierada baixa", quan l'escolament és més atenuat, malgrat les incomoditats que causa. Aquests episodis d'escolament són molt més freqüents d'allò que molts estudiosos poden suposar.

Tots els investigadors es planyen de la manca de registres, de dades quantificables. Per què els cronistes, o la guàrdia urbana, dels ajuntaments, especialment de les poblacions que viuen abocades a una riera, no anoten quan la riera duu aigua? Ningú no anota quan flueix l'aigua, de quina manera ho fa, quina cota ateny l'aigua, ni quan s'estroneja l'escolament superficial, i no cal dir quant de sediment, en forma de sorra, de fang o de peruscall, és recollit als vials després de passar les aigües salvatges.<sup>9</sup>

Per què no s'han muntat estacions d'aforament, amb uns limnimitres adients?; hi ha algú que hagi mesurat els cabals d'aigua, la velocitat d'escolament o el cabal sòlid que transporta una rierada? Han estat estudiades les taxes d'infiltració? Tornem a esmentar el treball de Gutiérrez i Camarós, el qual proposa unes dades sobre els cabals possibles de les rieres, mai no mesurats, però, com ell mateix reconeix, basats en uns càlculs teòrics de la pluviositat i d'altres factors hidrogeològics.

Altrament, les dades històriques d'inundacions han d'ésser tractades amb molta cura pel fet que han estat descrites pels cronistes, de preferència pels efectes i danys causats (és quelcom de semblant amb allò que hom feia en sismologia en usar l'escala de Mercalli). Cal tenir memòria que les fonts documentals són discontinües i són d'autors o de procedències molt variades. No s'hi ha de caure, en aquest parany. Atesa aquesta objecció, no podem deixar d'esmentar alguns bons historials ben documentats: vegeu, si més no, els treballs de Solé i Sabarís (1967), Sanz Parera (1988), Martín Vide (1985) i, per a la riera d'Arenys, els de Forn i Salvà (1989).

9. L'endemà d'una rierada a Arenys de Mar volguérem esbrinar com havia estat; oficialment, no vaig obtenir cap informació; una dona, però, m'ho va aclarir: "ha estat una rierada de tres pams...". Això vol dir que la gent té un sentit quantificador d'aquesta mena d'esdeveniments.

## EL RÈGIM DE PLUGES

De la qüestió de les rierades i les pluges intenses que les provoquen hi ha diversos treballs que se n'ocupen. Vegeu els de Martín Vide (1984, 1985, 1986), Burgueño (*et al.*, 1991), Martínez (1990), Raso (1991), Moreno (1991), Corominas i Canas (1988), Sorribas i Güell (1993), Albentosa (1983), Martínez Albadalejo (1990), etc. Voldríem, però, comentar-ne alguns, el de J. Gutiérrez i Camaròs (1992) i els presentats pel Dr. M. Puigcerver (1989), i el de Llasat i Puigcerver (1994).

Segons Llasat i Puigcerver (1994), a Catalunya hi ha dos tipus de situacions meteorològiques geogràficament diferenciables: el *tipus A* que afecta l'àrea costanera i el *tipus B* que afecta particularment els Pirineus i Prepirineus.

El risc d'avingudes als territoris del Barcelonès i del Maresme és un fenomen aleatori que depèn del caràcter de les precipitacions, particularment de llur intensitat i distribució i del relleu, i alhora d'unes situacions sinòptiques del tipus A. Segons Sorribas i Güell (1993) aquestes són: a) les causades per una depressió freda en altura ("gota freda") amb un flux de llevant de superfície; b) un front fred a l'oest associat a un tàlveg marcat en altura; c) una depressió de superfície i en gran part del gruix troposfèric, o depressió freda; d) una pertorbació a mesoscala (de 2 a 2000 km) amb una durada que pot variar entre una hora i diversos dies; e) les típiques tempestes d'origen tèrmic.

La publicació de Puigcerver fa referència a un estudi aplicat al Barcelonès, descrit separatament per tres autors, A. Burgueño, A. Redaño i M. C. Llasat. En primer lloc Carme Llasat (1989) fa un estudi, vàlid per a tot Catalunya, sobre les relacions dels grans aiguats –provocadors de les inundacions– amb les situacions sinòptiques meteorològiques en què es produeixen els episodis de forta inestabilitat, sovint relacionats amb l'orografia del país, les direccions del vent, etc. L'autora generalitza aquests resultats a tota la costa mediterrània de la Península; i manté que les grans precipitacions es localitzen en unes cèl·lules convectives no més grans de 40 km<sup>2</sup> (fenomenos meteorològics a microescala) però que sovint s'organitzen en raïms (estructura multicel·lular) que abasten regions molt extenses. Volem remarcar que Martín Vide (1985) ha tractat la mateixa qüestió uns anys abans.

Amb la finalitat d'adquirir un coneixement precís sobre la distribució dels xàfecs de gran intensitat al territori barceloní, l'equip, dirigit per l'esmentat professor, va muntar una xarxa de 20 pluviògrafs automatitzats i ben coordinats destinada a l'estudi de la distribució dels episodis plujosos amb registre de les quantitats i intensitats de precipitació.<sup>10</sup> Redaño (1989) ens ofereix l'exemple dels xàfecs a Barcelona, del 8.10.1985, mitjançant una seqüència de mapes de corbes d'intensitats (en mm/hora), d'una durada total de 2h 40'. Per exemple, a l'estació núm. 3, emplaçada a la Ciutat Vella, descarregaren 220 mm en menys de 7 hores

10. Ens hem assabentat amb tristesa que aquesta xarxa pluviomètrica sembla estar, en part, abandonada pels organismes que l'havien d'heretar, per manca de personal i de pressupost.

de pluja amb una intensitat que assolí 90,2 mm/h; la qual cosa correspon a un període de retorn de 91 anys. Com a conseqüència es produïren inundacions a diversos llocs de la Ciutat Vella. La xarxa de clavegueram esdevingué insuficient. Els nuclis tempestuosos, la grandària dels quals no excedia gaire més de 4 o 5 km de diàmetre, es desplaçaren d'oest a est. L'autor conclou que en general el 32% de nuclis plujosos s'inicien al Barcelonès en els quadrants NE i SE, essent el segon el menys freqüent. Les velocitats de desplaçament són de l'ordre dels 3 als 12 m/s (valor mitjà, 6 m/s); això sense comptar-hi els xàfeces gairebé estacionaris.

Burgueño (1989) ha elaborat, per a l'Observatori Fabra, un diagrama de distribució dels episodis plujosos en què la intensitat assolida ha estat superior a 1 mm/min en el període de 1927 a 1980, on es veu que el repartiment de les pluges d'aquestes intensitats s'esdevé entre mitjan juliol i el final de desembre, és a dir, que són netament estivals i tardorals (màxim al setembre), pràcticament nuls de gener a mitjan març. I que les hores de més freqüència se situen a la tarda-capvespre-primera meitat de la nit.

Això no obstant, volem fer remarcar que les precipitacions de gran volum d'aigua que abasten un dia o més han produït revingudes importants de les rieres encara que la intensitat no hagi superat la fatídica intensitat d'un litre per minut de Burgueño. Si més no, repassem l'historial de les rierades històriques recollit per Forn i Salvà (1989, 1990) (taula núm. 1): n'hi trobarem unes quantes que no s'escaigueren pas dins l'interval anyal assenyalat per Burgueño: (13.6.1702, 24.5.1727, 24.3.1790, 22.1.1834, 23.3.1831). És un fet a retenir. En canvi, a la taula 2 només hi ha una data que no s'escau en els límits establerts per Burgueño. Aquest repartiment més extens durant l'any de les rierades catastròfiques i la forta incidència al segle XVIII fa pensar en un canvi paleoclimàtic, com proposa Forn i Salvà (1990, p. 13), que podria correspondre a la Petita Edat Glacial del centre d'Europa. És una hipòtesi.

TAULA 1. El registre històric entre 1600 i 1850 de les avingudes catastròfiques a la riera, a Arenys de Munt (Forn i Salvà, 1989-1992) dona les dates següents:

21 setembre 1687	14 desembre 1777
30 novembre 1687	06 agost 1779
30 setembre 1701	04 febrer 1785
13 juny 1702	10 novembre 1788
27 novembre 1726	24 març 1790
24 maig 1727	09 juny 1794
03 juliol 1727	18 novembre 1798
16 agost 1727	02 agost 1807
08 setembre 1727	20 juliol 1813
09 setembre 1727	diverses 1819
01 novembre 1747	29 octubre 1828
25 agost 1769	23 març 1831
25 agost 1776	10 octubre 1834
19 octubre 1776	22 gener 1838
13 novembre 1777	

TAULA 2. Registre de revingudes importants de la Riera d'Arenys durant un període del s. XX (dades de Gutiérrez Camaròs (1992) amb algunes esmenes i addicions). Nota: entre parèntesis, la precipitació en mm, mesurada a Arenys de Munt (t), primer núm., i a Arenys de Mar (r), segon núm.:

9.9.1933 (70 r)	1-4.10.87 (202 t)
10.10.51 (92 t)	26.5.88 (23 r)
22.12.58 (88-73)	29.09.88 (34-25)
25.09.62 (88-120)	12.11.88 (99-75)
09.10.65	05.08.89 (24 t)
18.10.74 (48 r)	30.08.89 (61-42)
28.07.77 (73 t)	10.10.89 (6-49)
04.09.78 (49 t)	04.09.90 (25-48)
17.10.78 (51 t)	05.09.91 (10-47)
25.10.79 (57 t)	25.09.91 (39 t)
24.07.82 (52 t)	26.10.91 (40 t)
03.08.82 (163 ?)	2-3.12.91 (66 t)
13.06.83 (34 t)	01.07.92 (41 t)
04.08.83 (24 t)	4-6.07.92 (52 t)
6-8.11.83 (26 r)	10.07.92 (26?)
27.08.84 (33-27)	09.08.92 (25)
24.09.84 (60 t)	08.10.92 (47 t)
16.09.86 (0,3-24)	29.04.93 (24 t)
26.09.86 (37-25)	22-23.4.93 (74 t)

### ELS AIGUATS AL MARESME

Cal admetre que tots els resultats exposats més amunt per al Barcelonès són extrapolables al Maresme. En aquesta comarca, però, Gutiérrez Camaròs (1992) s'hagué de valer d'una xarxa d'estacions pluviomètrica molt esclarissada en la qual, quan va escriure la memòria, només hi havia dos pluviògrafs de sífó en funcionament. Ara n'hi ha cinc, però tenen encara una sèrie massa curta per a fer-ne un estudi d'intensitats, estadístic o hidrològic.

En un plantejament hidrològic caldria determinar: quan la riera "comença a baixar"? Quines són les característiques d'una precipitació perquè desencadeni l'escolament superficial? Hi ha molts factors que hi intervenen: la *quantitat* i la *intensitat* de la pluja, l'estat de *saturació* d'aigua del sòl als vessants i als llits dels cursos d'aigua; l'*ús del sòl* (bosc, camps de conreu, superfícies asfaltades o cimentades, etc.). Hi intervé també la topografia del lloc on es fa l'observació.

De vegades, plou fort arran de mar i a la divisòria de vessants amb prou feines hi cau un ruixat de pocs mil·límetres. Per exemple a Coll-sa-Creu, a la capçalera de la riera d'Arenys, el 10 d'octubre de 1989 només foren mesurats 6,0 mm mentre que a Arenys de Mar en caigueren 49,0. Indiscutiblement, l'alimentació de la rierada quedà circumscrita en aquesta població costanera.

A la inversa, l'escolament es podria iniciar a les torrenteres de la capçalera però potser l'aigua no arriba a mar per causa de la fortíssima infiltració. L'aigua

roman a terra ben retenguda. Hi ha el cas esdevingut el 21 de març de 1994: després de setmanes de sequera, caigueren 17 mm amb una intensitat de pluja que va superar els 0,45 mm/minut; fou cosa suficient per a provocar una petita rierada a Sobirans-Arenys de Munt; no sabem, però, si va arribar a mar.

Un altre cas que cal tenir a la memòria és el de la rierada del 12 de novembre de 1988. En aquella jornada hom enregistrà 90,6 mm a Coll-sa-Creu i 75,0 mm a Arenys de Mar. La rierada no fou avisada amb la telefonada convinguda d'Arenys de Munt perquè la línia telefònica no funcionà entre les dues poblacions i l'aigua desfermada arribà "seca", de sorpresa, a Arenys de Mar abans que hi comencés a ploure. Se n'endugué a mar 100 vehicles estacionats a la rambla. El cap d'una rierada triga de 15 a 20 minuts a recórrer els 3 km entre les dues poblacions (Gutiérrez, 1992). Cal afegir que aquesta rierada fou precedida per una sèrie ininterrompuda de precipitacions que deixaren saturat tot el camp (a Coll-sa-Creu, en set dies: 7/11: 2,7 mm; 8/11: 15,5 mm; 9/11: 0,1 mm; 10/11: 51,7 mm amb tempesta i rierada; 11/11: 2,6 mm; 12/11: 90,6 mm amb tempesta i la rierada esmentada; 13/11: 4,7 mm; en total caigueren 167,9 mm).

A continuació hi ha exposada l'anàlisi de la pluviositat enregistrada durant 16 anys (17 per a les classes 6 i 7, vegeu taula 4) a la capçalera de al riera d'Arenys

TAULA 3.

DIES DE PLUJA (a Coll-sa-Creu, Arenys de Munt, 395 m alt.)										
Any	> 0,1	> 1	> 5	> 10	> 20	> 30	> 40	> 70 mm	max mm	dia
1977							2	2	138	(07 gener)
1978	100	63	33	18	4	4	2	0	53	(02. abril)
1979	109	64	35	22	6	6	2	1	171	(19 gener)
1980	95	69	37	23	8	1	0	0	43	(14 abril)
1981	92	49	30	16	9	1	1	0	50	(17 juliol)
1982	90	66	33	27	16	10	6	2	107	(27 març)
1983	88	53	31	17	8	4	0	0	33	(29 octubre)
1984	118	72	37	28	14	5	2	1	78	(14 març)
1985	88	58	28	13	6	5	2	1	107	(16 maig)
1986	91	56	29	22	11	6	0	0	43	(28 febrer)
1987	106	72	41	32	10	6	2	1	75	(04 octubre)
1988	90	65	32	24	11	5	3	1	91	(12 novembre)
1989	87	58	29	20	8	4	2	0	61	(30 agost)
1990	111	75	33	21	8	4	2	1	80	(08 novembre)
1991	107	72	40	26	15	10	5	1	80	(10 desembre)
1992	101	71	50	30	16	8	3	1	71	(09 agost)
1993	99	70	29	19	7	3	1	0	50	(23 setembre)
Suma:	1572	1033	547	358	157	82	35	12		
Mitjana	98,3	64,6	34,2	22,4	9,8	5,1	2,06	0,71		% dies/any

(Coll-sa-Creu). Les precipitacions inapreciables han estat negligides. Cal tenir molt present que, com que el dia meteorològic és comptat a partir de les 8 h, alguna precipitació intensa ha quedat partida en fer els registres mensuals, cosa que n'afecta l'estadística. Encara més: caldria afinar el recompte tenint present la situació atmosfèrica general de les pluges de gran volum d'aigua (> 30 mm), les seqüències de dies plujosos seguits que les precediren i en quin moment s'han produït les rierades importants.

D'aquestes dades se'n pot fer una proposta de classificació i un histograma:

TAULA 4.

Classe	% dies/any	període de retorn
(1) ≤ 5 mm	64,1	5,69 dies
(2) 5 – 10	11,8	30,9 dies
(3) 10 – 20	12,6	29 dies
(4) 20 – 30	4,7	78 dies
(5) 30 – 50	3,1	118 dies (3 m 28 d)
(6) 50 – 70	1,35	270 dies (9 m 0 d)
(7) ≥ 70	0,706	518 dies (1 a 5 m 3 d)

Aleshores, si no hi hagués els factors que modifiquen molt la hidrologia superficial, amb aquests resultats seria molt senzill de preveure la importància de les rierades i llurs períodes de retorn, criteri bastant aplicable al pla de Barcelona a causa de la impermeabilització del sòl.

En general, però, no és possible de correlacionar, per a un mateix episodi pluvial, el *pluviograma* (millor seria l'*hietograma* que indica les intensitats) amb l'*hidrograma* d'una riera (corba representativa de les variacions de cabals en funció del temps). Pragmàticament, hom podria establir que les pluges de < 5 mm als vessants de granit descompost del Maresme no produeixen cap escolament superficial de les rieres i que amb una precipitació de > 50 mm la rierada és assegurada. Els factors que contribueixen a alterar més aquesta regularitat són, d'una banda, la *intensitat de la pluja*, mesurada en mm/min, en mm/hora o mm/dia i, d'altra banda, la *infiltració*, mesurable amb les mateixes unitats.

Això és expressat al model d'infiltració d'Horton:  $P = I + \sigma$ ; on  $P$  és la precipitació en mm/h,  $I$  la infiltració, també en mm/h,  $\sigma$  el volum d'escolament superficial. Si  $P:I > 1$ , hi ha un excedent d'aigua  $\sigma$  que s'escola per la superfície. Sempre, en començar la precipitació la infiltració és molt alta, però al cap d'un cert temps disminueix i s'estabilitza, sense anul·lar-se del tot quan el terreny és permeable.

Tan bon punt la taxa d'infiltració és inferior a la de la pluja, s'estableix l'escolament superficial. Al seu torn, la infiltració varia molt segons l'estat de saturació d'aigua del sòl (la *saó*), del règim de pluges, de la sequedat de la llera de la riera, dels nivells canviants de l'*aqüífer* lliure i "penjat" dins la capa de *sauló*



(de gruix sovint superior als 20 m) que vesteix els vessants granítics muntanyosos. La llera sorrenca i seca d'una riera té una capacitat enorme d'infiltració per als primers moments de la pluja o d'inici de l'escolament, la qual és frenada ràpidament ja que, sovint, a més de 5 cm de profunditat del sorral de la llera hom troba l'arena humida i més avall ja és tota saturada d'aigua, encara que sigui després d'un mes de no ploure gens.

Hem viscut diversos episodis de pluja, amb precipitacions de l'ordre de 30 mm en 24 h, els quals no han engendrat gaire escolament superficial. La infiltració lenta i constant ha produït la recàrrega de l'aqüífer del sauló, cosa que va ajudada amb la retenció d'aigua pel sòl-virosta-vegetació i l'evapotranspiració. Tot plegat ha igualat la intensitat de la pluja.

Una mesura de la infiltració a la llera de la riera de Sobirans (la riera prop de Lorda a Arenys de Munt; abril 1994) ha donat les taxes d'infiltració següents, avaluades en funció del temps:

10 seg.	86,7 mm/min
35 "	34,6 "
65 "	28,8 "
102 "	23,3 "

Aquesta mesura feta a la sorra granada de la llera, després d'unes setmanes de no ploure revela la capacitat d'absorció que s'hi presenta en començar l'escolament superficial.

La sorra del llit de les rieres és molt basta, granulomètricament excedeix la mida sorra (mida màxima 7 mm), els còdols (o "picons" com diuen els arenencs) hi són rars i, a més, es caracteritza per la pobresa de la fracció fina: llim i argila, no depassa un 1%. Aquesta fracció existent al sauló és molt probable que hagi estat escombrada pel corrent. Una anàlisi de la sorra de Sobirans, ha donat les fraccions següents:

classes	%	
> 2,000 mm	14,68	grànuls
2,000 - 1,000 mm	25,58	sorra molt grossa
1,000 - 0,500 mm	32,34	sorra grossa
0,500 - 0,250 mm	16,03	sorra mitjana
0,250 - 0,125 mm	8,67	sorra mitjana
0,125 - 0,100 mm	0,83	sorra fina
0,100 - 0,063 mm	0,92	sorra molt fina
< 0,063 mm	0,96	lutita
	100,01	

Porositat: 35,3%. Mida màxima de gra: 7 mm.  
 En dues mostres de sauló preses a Can Bellolell (Arenys de Munt), la fracció fina (< 0,063 mm) ha donat 4,05 i 4,17% respectivament.

Al càlcul d'avingudes de Gutiérrez i Camaròs (1992) ha estat emprat el coeficient d'escolament superficial (mètode de Frévert), el qual és un valor inferior a la unitat:

$$C = 1 - (C_p + C_t + C_u + C_c),$$

on  $C$  és el coeficient d'escolament, que hom descompon en:  $C_p$  coeficient de pendent,  $C_t$  coeficient de textura,  $C_u$  coeficient de coberta vegetal i  $C_c$  coeficient de pràctiques de conservació. Els valors d'aquests coeficients han estat fornits per uns quadres del MOPU (publ. Generalitat de Catalunya). Els valors de pendent  $C_p$  i el  $C_u$ , de coberta vegetal, han estat avaluats per l'esmentat autor mitjançant la topografia i l'anàlisi de la vegetació de cada conca i en diversos anys successius. Així, el coeficient d'escolament, històricament variable, era, l'any 1986 i per a la riera d'Arenys, de  $C = 0,43$  (descompost:  $C_p = 0,15$ ;  $C_t = 0,24$ ;  $C_u = 0,13$  i  $C_c = 0,05$ ). més baix que el de 1971:  $C = 0,476$ , i encara més que el de 1956, quan assolí  $C = 0,49$ . Aquest descens fou causat pels canvis en l'ús del sòl.

#### ELS HIDROGRAMES

Ateses les característiques de les avingudes de les rieres del Maresme, no dubtem que haurien de presentar uns *hidrogrames* amb uns perfils bastant particulars. En primer lloc el *temps base* o de durada de l'escolament superficial és força breu, avaluable en unes hores des del començament de l'escolament fins que aquest s'estroneja. En general, però, és més llarg que l'episodi pluviomètric que ha generat la rierada, el qual al seu torn depèn del cabal superficial. Quan es tracta d'una rierada que s'escola "seca" (sobre una llera seca), com a conseqüència d'una tempesta intensa i sobtada, en resulta una corba de concentració i de crescuda de pendent molt fort amb el màxim de cabdal o *punta de crescuda* molt sovint pròxim al cap de la rierada. *Cap de la rierada* és l'ona del front d'avinguda dels arenyencs, segons Joan Puigduví (la terminologia és l'emprada per Custodio i Llamas, 1983). És a dir, l'hidrograma esdevé asimètric, amb una corba de pujada abrupta i una de descens allargada i suau. Sovint presenta diversos màxims causats per les revingudes dels rials que conflueixen, endarrerides, a la riera principal. Són unes ones impetuoses ben conegudes pels arenyencs i enregistrades en els vídeos emesos per TV3.

Els hidrogrames dels escolaments corresponents a les pluges generals, causats per les llevantades plujoses de llarga durada, han d'ésser més simètrics, més baixos i llargs, amb la punta de crescuda (o de cabal màxim) més arrodonida o aplanada. Temporalment, es poden presentar a qualsevol època de l'any (menys a l'estival). En un dia la precipitació, a Coll-sa-Creu, fou de 171 mm (19 gen. 1979, aigüat que fou precedit per un total de 27 mm els dos dies precedents, això afavorí l'escolament superficial de la riera). No dubtem que la riera d'Arenys presentà una forta revinguda en aquesta data rècord. Hi trobem una sèrie de dies

de màxima precipitació, assenyalats al quadre anterior (taula 3), en què els màxims plujosos anuals s'han escaigut fora de la temporada de pluges intenses assenyalat per Burgueño (1989). (Això ha ocorregut en 9 anys sobre 17).

## ELS AL-LUVIONAMENTS

### LES RIERADES I LES LLERES

Fins ací no hem parlat dels sediments transportats per les rieres barcelonines i del Maresme. És un capítol poc estudiat, quasi diríem que és verge. Les observacions disponibles sobre els al·luvionaments considerem que són molt insuficients per a treure'n conclusions.

Cal admetre que les rieres del Maresme i del Barcelonès presenten dos tipus de règim de flux (*flow regime*), el corresponent a les tempestes de gran intensitat, provocadores de les "rierades catastròfiques" i el dels dies molt plujosos amb avingudes més tranquil·les ("la riera baixa"). No és una tasca senzilla destriar-les amb les migrades dades que posseïm.

S'ha de tenir present que les rieres, amb els cabals momentanis d'aigua que hi circulen i amb el pendent longitudinal molt fort que presenten (de l'1,5 al 6.5%), tenen una capacitat de transport realment enorme, encara que les revingudes siguin efímeres (són els *ephemeral streams* o *flash floods* dels autors anglòfons). Això no obstant aquests transports no s'han avaluat d'una manera fefaent.

En general, totes les rieres del Maresme alimenten els sorrals de les platges. Gutiérrez i Camarós (1992) publica algunes dades no oficials de les terres, particularment la sorra, que s'acumulen en alguns llocs que no són les platges, anomenats "*trampes de sediments*". Sota el nou pont urbà d'Arenys de Mar hom ha enfondit artificialment la llera per al pas de l'aigua i han convertit la concavitat formada en una d'aquestes trampes. La sorra és emprada per a la construcció,<sup>11</sup> i com a conseqüència les platges esdevenen subalimentades i es degraden.

L'aigua d'una rierada de tempesta de tardor és densa i carregada de detrits de tota mena. La turbulència manté en suspensió una part important de la càrrega sòlida, transport que també es realitza per arrossegament o flotant. Particularment la del *cap d'una rierada* que, en passar, fa un gran brogit causat pel xoc i el rodolament dels grans clasts naturals (amb el brancatge), o manufac-

11. Actuacions com aquesta són cada dia més freqüents. Resultat: la platja queda subalimentada, l'equilibri entre el dipòsit d'origen continental i l'erosió marina de l'onatge es romp en detriment dels usuaris de la ribera. Obres Públiques hi fa grans despeses per a regenerar unes platges malmeses per una causa antropogènica. Els moviments de terres que hom ha fet a la llera de certes rieres per al pas de l'autopista del Maresme, entre Mataró i Palafròlles, han estat molt importants, dolents. Vegeu si més no els enllaços de la carretera C-1415 amb aquesta autopista; o les extraccions fetes a la llera davant d'Argenteona per a la construcció de l'autopista Mataró-Granollers.

turats (pneumàtics, mobles i caixes de fusta, plàstics de tota mena i també els automòbils estacionats a la llera, malgrat els avisos en sis llengües!, etc.).

Realment, una rierada és un corrent de densitat (*density current*) o també un *corrent de terbolesa subaeri*, poc ric en fracció fina (lutita). Si la lutita hi fos més important podríem pensar en corrents fangosos (*mudflows*, o *coulées boueuses*), freqüents a les zones àrides de l'oest d'Estats Units, més densos i viscosos que els de les nostres rieres. A mesura que s'escola la rierada, la densitat disminueix i el règim esdevé més "laminar". El gruix de la làmina d'aigua es fa més i més prim, correspon a la corba de descens de l'hidrograma i el darrer escorriment té lloc als canals que encerclen les *barres longitudinals* o *laterals*, fins que cessa. Els darrers sediments dipositats pertanyen a la fracció més fina, són els "fangs" que cobreixen la llera de la riera a Arenys de Munt, sorra fina amarada d'aigua.

Així podem pensar que la fase final de la rierada converteix el llit de la riera en un *riu trenat* (un "*braided river*") com la riera d'Argentona, la Tordera, el Besòs. A la d'Argentona hi ha barres al·luvials de mides molt variables i a nivells diferents, les més altes i grosses són ocupades per la vegetació herbàcia, cosa que indica que no sempre les revingudes ocupen tota la llera. La riera d'Arenys és més estreta entre les dues poblacions (< 50 m), les barres són dominantment laterals. Les rieres i rials estrets (< 10 m), com la riera de Cabrera, no presenten cap estructura particular, el fons de la llera és pla, alterat, sovint emprat com a vial. Els pagesos de la riera de Cabrera fa poc (1994) que l'han escombrada amb la pala mecànica.

La comparació d'una rierada amb un corrent de terbolesa submarí potser no és desencertada. Recordem que els dos corrents són densos i empesos per la gravetat, circulen amb rapidesa, són breus, s'escolen canalitzats entre dos mòts. De fa temps als corrents de terbolesa submarins hom distingeix un *cap* ("*head*"), un *cos* ("*body*") i una *cua* ("*tail*") (p. ex., vegeu Middleton *et al.*, 1973). Aquests autors sostenen que el cap del corrent és més dens que la resta, i que s'escola a menys velocitat que el cos i la cua. A les rierades del Maresme hi ha diferències de velocitat entre el *cap* i el *cos*? És una qüestió que roman per investigar. D'altra banda, és probable que una rierada, en introduir-se a la mar esdevingui un corrent dens de turbiditat submarí.

Volem fer remarcar un altre tret important de les rierades. El cap de la rierada és la part més carregada de detrits i la més densa. Aquesta densitat no solament l'adquireix el corrent per la incorporació del material clàstic que solleva al seu pas sinó també per la pèrdua d'aigua que s'infiltra a la sorra de la llera (vegeu les mesures d'infiltració exposades més amunt). Caldria fer-ne moltes mesures. Aquest procés de retenció de l'aigua per infiltració és explicat a d'altres sistemes fluvials, com al *Markanda terminal fan* de la plana de Sutlej-Yamuna, Índia (Mukerji, 1976).

Com ja ha estat dit anteriorment, els trets més peculiars de les rieres del Maresme són el caràcter sorrenc dels arrossegalls, els canals rectilinis i el fort pendent. Això emplaça la sedimentologia de les rieres en els sistemes al·luvials

anomenats *rius trenats* i *sorrencs* (de Miall, 1977, Ramos, 1992), concretament en el model del *Bijou Creek* de Colorado (un *sandy ephemeral stream characterized by catastrophic floods*), amb una càrrega tractiva alta. A les rieres del Maresme, no s'hi han fet observacions sedimentològiques. Això no obstant, és d'esperar trobar-hi un rebliment de canals (lleses) amb seqüències granodreixents ("*storeys*"), separades per superfícies d'erosió, cadascuna de les quals deuria correspondre a una avinguda catastròfica. El rebliment dels canals seria, per consegüent, del tipus "*multistorey*", com els descrits per Williams (1975) als paleocanals gresosos de Casp, del Terciari del centre de la conca de l'Ebre (Friend *et al.*, 1979). La seqüència completa seria *Se-Sh-Fm(Fr)*, segons la simbologia de Miall (vegeu Ramos, 1992). La fàcies *Se* és indicada com a nivell erosiu amb "*lag deposits*" de grava; potser és més probable que ho sigui de *micrograva* (4-2 mm diàm.). La fàcies *fin Fm* més alta de la seqüència és el recobriment corresponent a la cua de al riuada, al *fang* dels arenencs (lutites i sorra fina).

Els corrents de densitat generats per les rierades tenen una semblança amb els corrents d'aquesta naturalesa ("*stream floods*") estudiats a les zones àrides i semiàrides d'Amèrica, on els canals rectilinis s'omplen mitjançant una acreció vertical. Aquest dipòsit detrític no ultrapassa els marges del propi canal. Així s'esdevé amb els *debris flows* i *mud flows* de les torrenteres de país àrid. També s'esdevé amb els corrents que dipositen els *sieve deposits* dels ventalls al·luvials (Bull, 1972, Colombo, 1989), als "*deep sea fans*" (Posamentier, 1993), i als canals submarins de la mar de Labrador (Hesse *et al.*, 1992). Els dics naturals es desenvolupen al mateix temps que la llera del canal s'eleva progressivament. Són esmentats a tots els tractats de sedimentologia, als deltes i en casos especials de lòbuls sorrencs a l'Índia (els "*terminal fans of inland streams*" de Mukerji, 1976), i als ventalls submarins profunds ("*deep sea fans*"), al registre estratigràfic, als treballs que versen sobre els dipòsits de carbó paràlics (p. ex., Horne, J. C. *et al.*, 1978 "Depositional models in coal exploration and mine planning. *AAPG Bull.* 62/12, 237), o en treballs sobre la conca terciària de l'Ebre, com el d'Allen *et al.*, (1983), vegeu la bibliografia.

#### ELS MÒTS (LEVÉES) I LES RIERES SOBREELEVADES

Una de les característiques de les rieres del Barcelonès i molt particularment del Maresme és la presència constant dels *dics naturals* o *mòts*.<sup>12</sup> Són unes formacions sedimentàries prismàtiques, de secció triangular, allargades i paral·leles al curs fluvial. N'hi ha un a cada banda del flum quan el canal és rectilini. El

12. El terme *mòt* (amb *o* oberta i accent diacrític) no té, als diccionaris de la llengua, aquesta accepció. És, no obstant això, un terme conegut per tots els arenencs. Correspon al *dic natural* que els autors francesos anomenen "*levée*" i que els anglòfons han incorporat al llenguatge científic en la forma de "*natural levee*". El terme és viu al País Valencià, escrit *mota* (DLC).

vessant que mira al corrent és més abrupte que l'oposat. Pot tenir una alçada d'1,5 a 2,5 m, aproximadament, sobre la llera. De fet, els dos mòts limiten el llit d'inundació de la riera i eviten el negament de les terres de la plana al·luvial. Els pagesos els protegeixen, de sempre; hi planten arbres i arbusts, hi posen trenats de vímet, bigues, taulons, plaques de ciment, lloses, travesses de ferrocarril...

Els mòts, gosàriem dir, constitueixen un dels trets morfològics més remarcables de les rieres de sorra maresmenques i barcelonines. Cal admetre que es formen pel desbordament de la riuada. Al moment d'aigües més altes, com s'esdevé a la *punta de crescuda*, al *cap de la rierada* i amb els *bots* (bot és quasi l'equivalent de *ressalt hidràulic*, o "*hydraulic jump*": l'aigua que salta amb violència en topar amb un obstacle; l'esquitxada dels bots pot ultrapassar els 3 m d'alçària), produeixen sobreeiximents laminars d'aigua carregada de sorra que s'acumula al vessant oposat del mòt i el fan créixer lateralment i vertical. Caldria comprovar si l'alçada del mòt correspon a la cota màxima assolida per la rierada. És molt probable. Si el vessament és molt important i localitzat es produeix un *trenc* (en francès i anglès "*crevasse*"), que origina un *ventall de trenc* (en anglès "*crevasse splay*") i, en definitiva, una *difluència* (en el sentit admès pels autors francòfons) del curs fluvial vers unes terres més deprimides o cap a un tàlveg situat entre dues rieres sobreelevades. Creiem que *els dics naturals (levées) ordinaris formats als cursos al·luvials de grava són menys desenvolupats que en els de sorra*. En certa manera, aquest procés és l'admès als conjunts de ventalls al·luvials coalescents.

Els dics naturals ("*natural levees*") a les sèries antigues sorrenques són poc coneguts. La major part de les referències relatives a aquestes formacions actuals pertanyen a les planícies deltaïques, als "*deep sea fans*" i a fons marins com el de la mar de Labrador. Caldria fer una recerca de si la granulometria sorrenca dominant i la gran inclinació dels pendents rierencs influeixen sobre el creixement excepcional d'aquestes formacions.

#### ELS RIALS SOBREELEVATS O VENTALLS AL·LUVIALS D'INTERFERÈNCIA

Donem aquest nom a unes formacions al·luvials que hom trobarà molt ben exposades a la riera de Sobirans (la continuació de la riera d'Arenys de Munt, cap a Lorda). Diversos rials, en aquests casos vertaders torrents (s.s., els quals alhora són rials) són instal·lats al vessant de migdia, molt rost, d'aquesta riera. Són els rials de ca l'Amar, de Bubaret, de can Sardà. Cadascun construeix un al·luvionament de sorres, morfològicament un con de dejecció (o ventall, en anglès "*alluvial fan*"), allargassat, estret, amb un solc o llera a la seva generatriu, limitat per uns mòts o *levées* de més d'1,5 m d'alçària, mesurada sobre la llera corresponent. Presenten un desnivell d'uns 40-60 m des de l'àpex fins al punt de desguàs a la riera de Sobirans.

Aquests rials sobreelevats, que alhora són uns ventalls al·luvials, a la part baixa separen les feixes conreades, deprimides, que hi ha entre els mòts de la riera

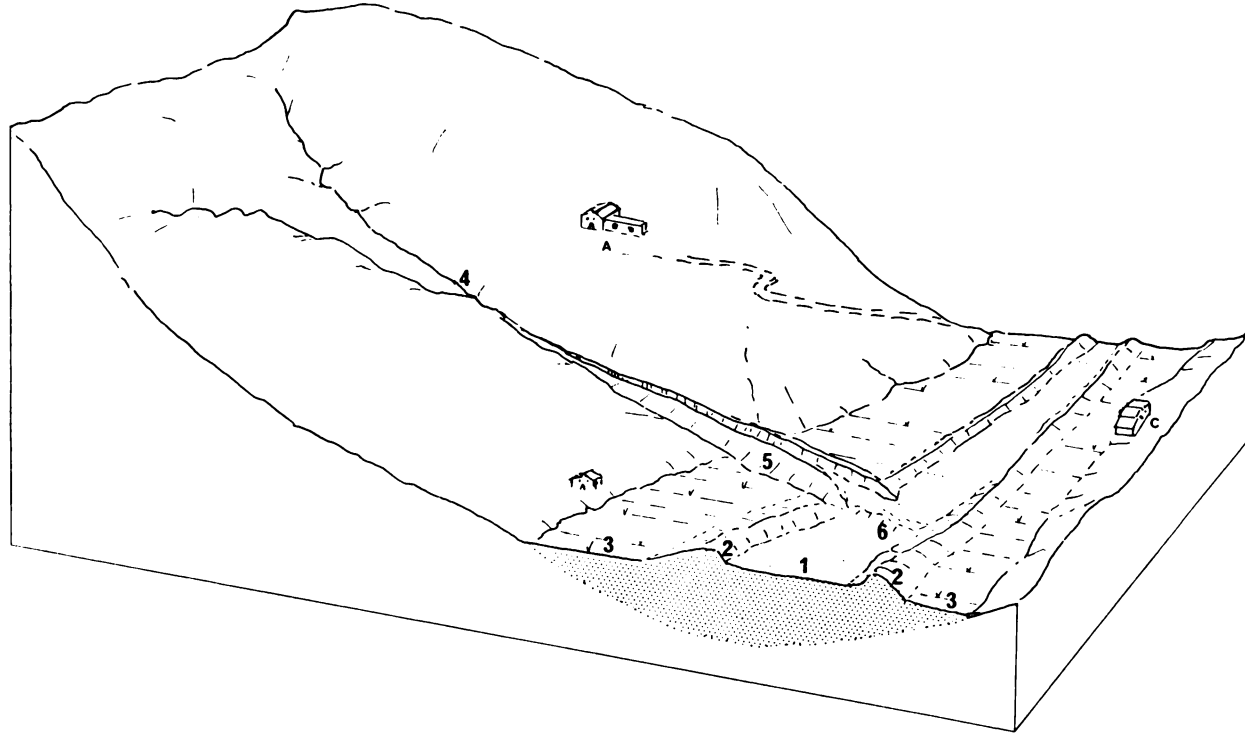


FIGURA 3. Esquema morfològic de la riera de Sobirans (riera d'Arenys, aigües amunt d'Arenys de Munt), la qual encara manté un fons al·luvial. La riera de llera sobreelevada (1), amb els mòts (2) que la limiten respecte als camps deprimits i conreats (3) entre la riera i el faldar granític. El rial (4) que incideix a la riera de Sobirans ha format un con sorrenc (5) allargat amb un solc a la generatriu; de fet és un rial també sobreelevat. A la confluència s'hi pot formar una resclosa sedimentària (*dam*) (6) que causa una interferència que reté les sorres en trànsit. C: can Colomer. A: can Miró, can Vernis o ca l'Escabellat (tres noms per a una casa).

de Sobirans i el faldar del vessant. A més, aquestes formacions sedimentàries laterals han produït (segons testimonis dels arenencs) unes obstruccions, com rescloses (en anglès "*dams*"), a l'escolament de la riera durant els grans aiguats, les quals causen, a més d'uns embassaments efímers, uns problemes d'interferència amb els al·luvions longitudinals de la riera de Sobirans. Embassaments efímers provocats per uns sediments sorrencs en trànsit que, al seu torn, generen els processos de *retro sedimentació* (en anglès "*backfilling*", segons Schumm, 1977). És a dir, un conjunt de dipòsits al·luvials que, sorprenentment, creixen i s'expandeixen cap amunt (en "*onlap*").

#### LES INTERFERÈNCIES AL·LUVIALS A ARENYS DE MUNT

Arenys de Munt és un poble que viu a la riera d'aquest nom i s'ha desenvolupat prenent com a eix vertebrador aquest curs fluvial. Els al·luvionaments han afectat molt la població. Hem pres com a referència el resum històric inèdit del desenvolupament d'Arenys de Munt fet per un "Grup d'estudiants" l'any 1986 i dipositat a la biblioteca municipal, així com els articles de Francesc Forn i Salvà publicats aquests darrers anys a la revista *Arennjos*.

L'església de St. Martí d'Arenys ja és documentada l'any 878. Aleshores la població era dispersa en unes quantes masies al voltant de la parròquia. Les vores de la riera es mantenien despoblades.

A mitjan segle XV hi hagué a la vila una gran florida permesa pel comerç marítim i per l'aparició d'una barri a la platja: Arenys de Mar. El 1574 Arenys de Munt ja tenia 140 cases, totes allunyades, però, de la riera. Més tard, al començament del s. XVIII, s'hi formaren els primers carrers paral·lels a la riera, una mica retirats del flum: el carrer Vell, el carrer Nou i el carrer de l'Olivera. Cap a la fi del s. XVII, segons l'estudi esmentat, hom començà a construir a la vorera de la riera. El s. XIX es caracteritza (a part de les devastacions de les guerres i de les pestes) per un notable increment de l'agricultura (l'horta i la vinya), la ramaderia i la fusta. Això produí una desforestació molt important amb un increment de la superfície nua i conreada dels pendissos muntanyencs. La fil·loxera, però, aturà el conreu de la vinya; i el s. XX, amb la industrialització, decandeix l'agricultura. L'ocupació del sòl ha variat molt en pocs anys.

Durant el s. XIX l'edificació es féu al llarg de la riera. Aquesta riera fou urbanitzada com ara ho és la d'Arenys de Mar. Un llit deprimit i al costat de llevant el vial paral·lel a la llera (ocupant el mòt), tots dos separats per un muret de 8 pams d'alçària. Les cases del marge esquerre eren construïdes més enfora, deixant un hort. L'any 1912 el mur fou enderrocat i substituït per una vorera alta com s'havia fet amb les cases d'enfront (vegeu la figura de la p. 17 a *Arennjos*, 12). Ara, riera i vial són la mateixa cosa.

No dubtem que el gran al·luvionament produït per la riera durant els segles XVIII, XIX i la primera part de l'actual fou netament antròpic (Forn 1992, p. 10). La tendència sedimentària s'ha invertit amb l'abandonament dels conreus.



Barriendos (*et al.*, 1989) feren un estudi comparatiu de l'ús del sòl al municipi d'Arenys de Munt; Gutiérrez (1992, p. 49) ho reprèn i deixa establert que l'àrea ocupada pel bosc ha progressat del 33,5% l'any 1956 al 46% l'any 1986. Aquest progrés tan remarcable frena notablement la pèrdua de sòl i, per consegüent, el transport de sorres a la riera i per la riera. A Arenys de Munt hi han influït, a més a més, però, les modificacions del carrer de la Rasa.

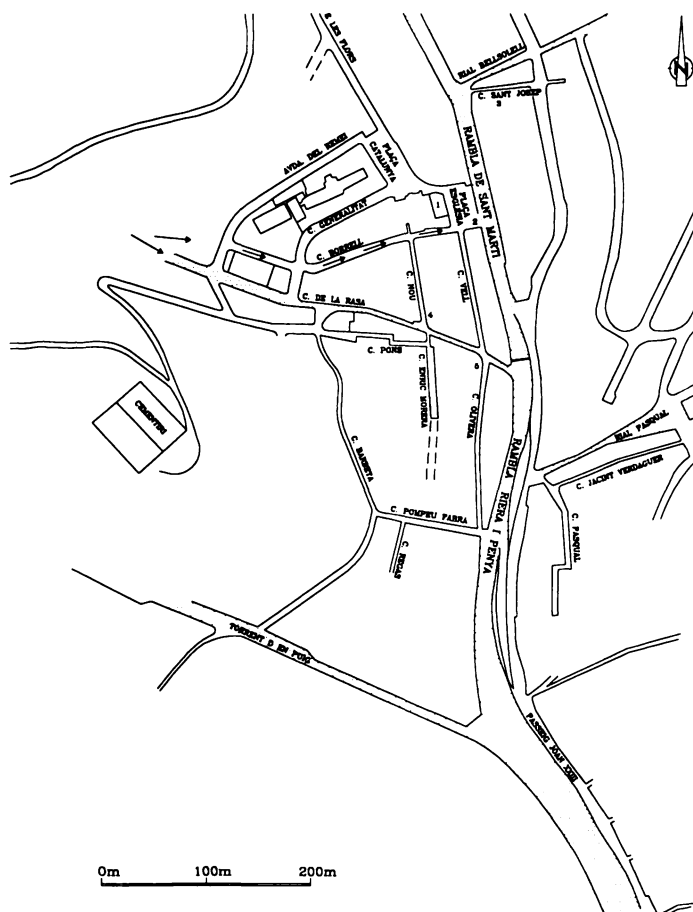


FIGURA 4. Pla de la part central d'Arenys de Munt. 1: Església. 2: Post corredora metàl·lica de la plaça de l'Església. 3: El terra d'una casa a més d'un metre per sota la rasant, al carrer de Sant Josep. 4: Cases ensorrades a l'aiguat de 1965. 5: can Prat, carrer de l'Olivera. Els carrers Vell, Nou, de Borrell, etc., es troben a un nivell inferior respecte a la riera (Rambla de Sant Martí). Les sagetes indiquen el possible curs inferior del rial del Cementiri, abans de la construcció del primer nucli d'Arenys i la desviació posterior mitjançant la "rasa".

L'església fou bastida damunt un marge més enlairat que la riera. La casa parroquial, però, és uns 3 m per sota d'aquest nivell. El llit de la riera, a causa de la sedimentació se sobrelevà, sense desviar-se gens, durant els segles XVIII, XIX i la primera part del XX. Hi ha testimonis que ho confirmen. Al carrer de St. Josep s'ha trobat el trespol d'una casa més d'1 m per sota la rasant del carrer. No creiem que la riera hagi passat mai pels carrers antics de la vila, tot i que avui es troben més d'1,75 m per sota el nivell actual de la riera a la Plaça de l'església. La post corredora metàl·lica entre la Rambla de St. Martí i el carrer de Borrell evita, quan baixa una rierada, que l'aigua penetri cap al barri antic i deprimint d'Arenys.

Els carrers Vell i Nou són interceptats pel carrer de la Rasa, que avui dia drena aquests carrers desviant l'aigua pluvial cap a la riera. La rasa, com el seu nom indica, és el canal de desguàs d'un petit rial (del mateix tipus que els rials de la riera de Sobirans) que baixa del vessant orientat cap a l'est, amb la capçalera sota el cementiri, i que, en un començament, hom havia enfondit per assegurar el bon drenatge (d'ací en ve el nom). És probable que el rial passés pel carrer de Borrell, i que fos desviat mitjançant la rasa del carrer que porta aquest nom (d'això, no n'hem trobat documentació).

Ara, però, només cal observar-hi la topografia i l'arranjament de les edificacions que hi donen. No sempre ha estat com ara. L'al·luvionament en aquest rial de la Rasa esdevingué molt important. Les cases que hi són adossades avui estan molt per sota del nivell de la rasant; al mateix temps que algunes portes i barris d'aquest carrer tenen un nivell a 1,45-1,50 m per damunt la rasant actual. Això indica que l'al·luvionament de la rasa féu créixer el nivell del llit un total d'uns 3 m, o més.

La interpretació que proposem ací és que els dipòsits al·luvials del carrer de la Rasa (o rial del Cementiri) s'han desenvolupat dins l'àrea urbana d'Arenys d'una manera paral·lela a la dels rials sobrelevats o ventalls al·luvials d'interferència descrits a Sobirans, al paràgraf anterior (i que proposem com a morfotip). La part baixa d'aquest al·luvionament urbà féu de *dam* a la Riera, i per això el llit de la riera d'Arenys se sobrelevà d'una manera semblant al creixement dels dipòsits del carrer de la Rasa.

La rierada del 9 d'octubre de 1965 tingué conseqüències importants. Diuen que pel descuit de no tancar la post corredora de la plaça de l'església es produí la inundació del barri vell d'Arenys, amb l'ensorrament de quatre cases i un mort (Arennjos, 1989). L'ajuntament féu rebaixar el nivell al·luvionari del carrer de la Rasa, que impedia el drenatge superficial dels carrers Nou i Vell, i alhora tancà, amb un cavalló, l'escolament cap al carrer de l'Olivera. Cal veure, com ha estat dit, a la Rasa les cases antigues contigües a un nivell més baix que el carrer i alhora la presència de diverses eixides abandonades a un nivell més alt.

#### LES RIERES BARCELONINES

En estudiar les rieres barcelonines (Casassas *et al.*, 1993; Riba, 1993) veierem per a la Riera d'En Malla (a la Rambla) i la d'Horta (a l'estació de la

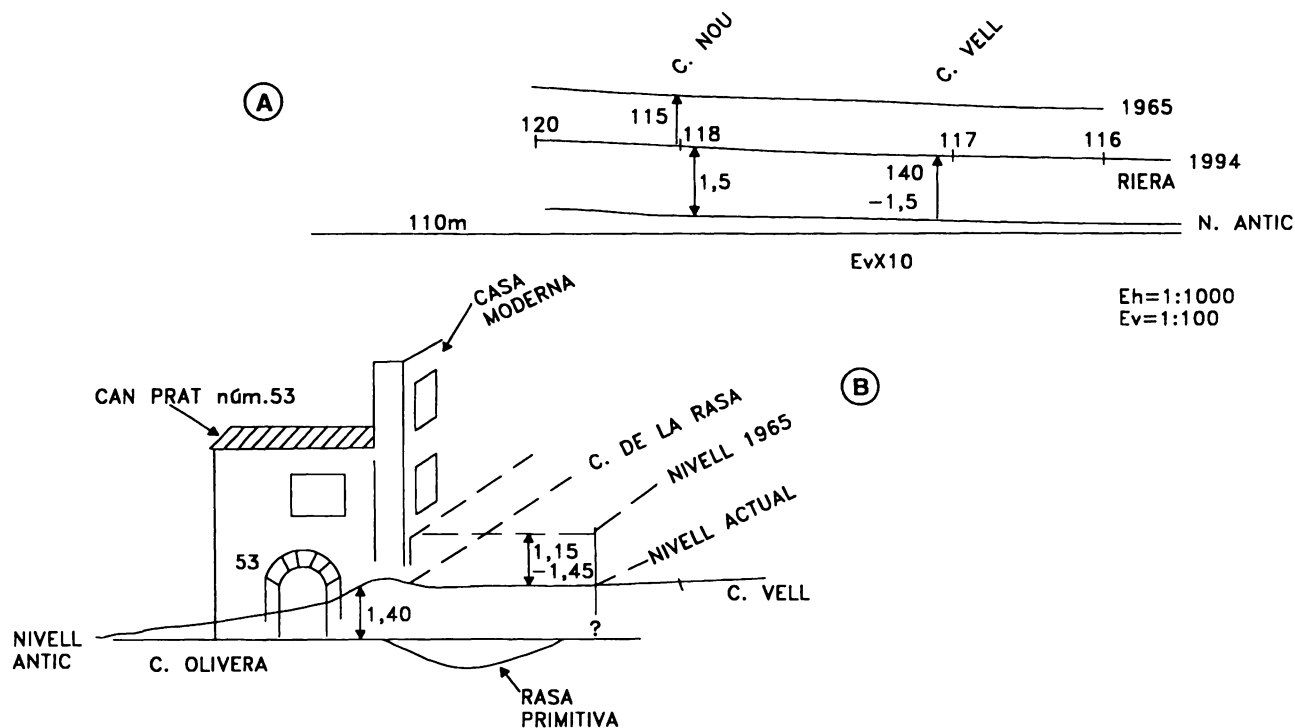


FIGURA 5. A: Canvis de rasant al carrer de la Rasa. B: Esquema dels nivells del carrer de la Rasa a la cantonada amb el carrer de l'Olivera i del carrer Vell.

Sagrera) un model sedimentari corresponent a un ventall al·luvial allargat, d'un sol distributari dotat amb discs naturals ben desenvolupats, el qual, de fet, esdevenia un llit sobreelevat més avall de l'anomenat "graó barceloní".

Les rieres de Barcelona són menys sorrenques que les del Maresme, tenen més matriu argilosa i una proporció elevada de còdols de llicorella. Segons les observacions fetes a les obres d'excavació properes a la Rambla, els dipòsits presenten una mala classificació, una manca de llitatge, i els còdols no se suporten per contacte sinó que són sostinguts per una "matriu" arenolútica ("*sand supported*"). Això fa pensar que aquests dipòsits foren generats per corrents fangosos molt rics en sorra, aportats en corrents turbulents molt carregats de sediments.

Com hem dit en començar, les rieres principals del Barcelonès pertanyen al segon tipus, són rieres mixtes. Són rieres amb una zona de transferència molt més extensa que les del Maresme, al llarg de la qual es realitza una selecció dels arrossegalls. Deixen pel camí, especialment als cons de dejecció, els clasts més grollers. En arribar a la Ciutat Vella, les rieres presenten un predomini de la "fracció d'arena".

Longitudinalment, les rieres barcelonines, tenen la capçalera en terrenys antics de la serralada litoral, entren aviat al Quaternari i s'encaixen en el "tricycle" (vegeu p. ex. el barranc de Can Caralleu). Aigües avall formen una banda de cons de dejecció coalescents a l'eixida del front muntanyenc (p. ex. als Josepets), on els sediments moderns contenen molta grava. El límit extern d'aquesta banda conglomeràtica és assenyalat al mapa de Ventayol (*et al.*, 1978) per la línia de contacte amb els dipòsits del "tricycle" típic de la plataforma pleistocena. A partir d'aquesta línia d'intersecció (Colombo 1989), aproximadament, les rieres deixaven de circular encaixades, i s'escolaven per damunt la superfície (glacis) d'aquesta plataforma, de manera sobreelevada. En atènyer el "graó barceloní" cada riera formava uns ventalls al·luvials que enllaçaven amb el delta del Besòs. És en aquesta franja de rieres sobreelevades, la part baixa de l'Eixample, on la topografia detallada de Garcia Fària i de molts altres autors anteriors perd el traçat d'aquests cursos d'aigua els quals, massa sovint, són indicats com a camins (vegeu Olivé, 1993). És també en aquesta franja on poden haver-se practicat les desviacions de rieres, d'una manera espontània (difluència) o per l'acció de l'home.

Al mapa morfològic de la Ciutat Vella (Riba, 1993) hi ha destacades dues zones d'interferència a la part externa de les muralles del Raval. Totes dues podien haver estat causades pels "*dams*" dels ventalls al·luvials, les dues torrenteres que baixaven del Montjuïc: torrent dels Tarongers i torrent de la Font del Gat. El primer creà el ventall de Sant Pau del Camp, que ha donat diversos nivells arqueològics. És, al nostre parer, una formació d'evolució similar a les interferències modernes d'Arenys de Munt (riera de Sobirans, carrer de la Rasa).

Volem afegir, des d'aquesta perspectiva, que la riera d'En Malla que recorria la Rambla de la gran ciutat i, canalitzada entre la muralla i les tàpies dels convents, produí (s. XIII a XV) una sobreelevació sedimentària semblant a la de les rieres del Maresme. L'obstrucció més patent (*dam*) tingué lloc a la riera del Pi.

Això obligà a construir la gran claveguera de drenatge fins a mar (any 1364) (Riba, en publicació).

#### UNA PROPOSTA DE MODEL SEDIMENTARI I UNS COMENTARIS FINALS

Comptat i debatut, la morfologia i el desenvolupament sedimentari de les rieres del Maresme, pot ajustar-se al model d'un ventall al·luvial? La part corresponent a la zona de transferència, en certa manera, sí. Aquesta zona de sediments recents és la que correspon a un conjunt de ventalls coalescents i cadascun d'ells podria pertànyer a la zona distal d'una *riera mixta*. Les *rieres de tercer tipus o de glacis de sedimentació* poden ésser assimilades als cursos rierencs abandonats per difluència i als tàlvegs d'interfluvi. Als mapes topogràfics detallats s'hi endevinen els àpexs amb una certa distribució radial.

Hi ha de bell antuvi, però, un conjunt de peculiaritats que s'allunyen del model clàssic i que indueixen a fer-ne una proposta de model sedimentari i morfològic particular. Aquestes, resumidament, són:

1. Règim hidrològic intermitent, amb grans avingudes (rierades) causades per precipitacions de gran intensitat. Hi ha rierades més reduïdes, no catastròfiques, d'escolament més "laminar", més freqüents que les primeres. La infiltració és molt important a tota la conca: al sauló de la capçalera de les rieres i a les lleres. És un factor d'esmoreïment de les rierades.

2. Canals de la zona de transferència: són molt rectilinis, amb molt de pendent (3,5 a 6,5%), cosa que permet un escolament ràpid, turbulent amb una gran càrrega sòlida. Caldria mirar si s'hi verifica l'efecte de Coriolis.

3. Predomini de la fracció de sorra sobre les lutites i les graves, cosa que limita molt la dinàmica al·luvial a models sedimentaris poc corrents arreu del món. Sistema al·luvial trenat ("*braided*") a les lleres grans.

4. Dics naturals ("*levees*") molt ben desenvolupats als segments rectilinis de les rieres, cosa que impedeix la jerarquització de la xarxa fluvial; per contra, afavoreix l'efecte *Yazoo*. La protecció antròpica hi és important.

5. Els afluents de riera (els rials) també presenten dics naturals amb interferències sedimentàries i retrosedimentació ("*backfilling*").<sup>13</sup>

6. Acrecció sedimentària vertical a les lleres i acreixement simultani dels dics naturals, que en conjunt produeix la sobreelevació de les lleres respecte als "interfluvis" i la inversió del relleu.

7. Els interfluvis entre una riera i la veïna són deprimits i drenats per un tàlveg poc actiu que, de fet, al Maresme, són rieres residuals del tercer tipus o rieres de glacis.

13. Procés de sedimentació fluvial causat per una obstrucció de la llera d'un curs fluvial en un lloc determinat, la qual genera un embassament efímer que, seguidament, s'omple de sediments contra aquest obstacle, sedimentació que es propaga aigües amunt, formant un "*onlap*" que alhora acreix el fons de la dita llera.

8. Cal tenir present així mateix que la difluència d'una riera sobreelevada pot produir-se a qualsevol punt del seu recorregut.

### EVOLUCIÓ

Cal remarcar doncs que el model presentat no és propi d'un ventall al·luvial simple, sinó que afecta tot un conjunt sedimentari més extens. Podria referir-se a una "bajada", en el sentit dels autors nord-americans, una "bajada" que al Maresme vessa al mar.

Per difluència, una riera (en estat no antropitzat) pot abandonar el canal, les aigües i arrossegalls són recollits al tàlveg veí, on podria començar el dipòsit actiu que, en un temps geològicament breu, deuria omplir per sobrelevació la depressió d'interfluvi esmentada al punt anterior. Seguint així, el relleu es tornaria a invertir. L'acció repetida d'aquest procés produeix a la llarga un conjunt de cossos sedimentaris d'arquitectura diferent a la dels models al·luvials presentats fins ara. Vist en conjunt, és un exemple bonic d'acomodament sedimentari subaeri (*subaerial sedimentary accommodation*).

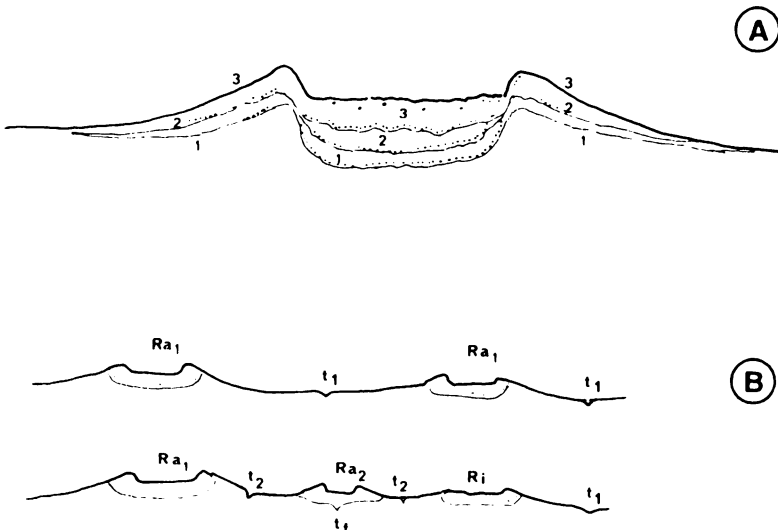


FIGURA 6. Esquema ideal d'una riera sobreelevada a la zona de transferència. 1: Dics naturals o "levées" que limiten la llera de la riera. 2: Cossos sedimentaris, o "storeys", d'acreció vertical, 1, 2, 3, dipositats a la llera i separats per superfícies d'erosió. Cada "storey" pot enllaçar amb un nivell de "levée". B: Esquema transversal a diverses rieres. Seqüència produïda per la difluència d'una riera activa sobreelevada de primera generació ( $Ra_1$ ) vers un tàlveg de primera generació ( $t_1$ ) o riera residual, la qual cosa, per sedimentació, crea una riera activa ( $Ra_2$ ) i dos tàlvegs ( $t_2$ ) de segona generació. La riera abandonada ( $Ri$ ) i, en part, erosionada, esdevé una riera residual.

El curs abandonat esdevé una riera residual de tercer tipus, amb uns dics naturals fàcilment erosionables. Els sediments que se'n deriven són redistribuïts i, per consegüent, els dics no arriben a fossilitzar-se en episodis posteriors.

#### AGRAÏMENTS

Voldríem fer constar el nostre agraïment a l'amic arenyenc Joan Puigduví i Bordoy per les informacions que ens ha fornït sobre la vila d'Arenys de Munt, les rieres i les rierades; per la seva constant i abnegada col·laboració a l'estació termopluiomètrica de Coll-sa-Creu. Els fem extensius al rector Pere Bellvert, a les bibliotecàries de la Biblioteca "Sant Martí" pels documents inèdits que ens han deixat consultar. A més voldríem afegir-hi molts altres arenyencs que ens han ajudat a reunir les dades amb les quals hem escrit aquesta nota, per ells "massa geològica". Fora d'Arenys volem agrair els comentaris i crítiques de Ferran Colombo, dels companys de la Facultat de Geologia U.B. i dels antics alumnes.

#### REFERÈNCIES

- AJUNTAMENT DE BARCELONA. (1986?). *Barcelona-Sub. El clavaguera de Barcelona*. Ajuntament de Barcelona. 59 pàgs.
- ALBENTOSA, L.M. (1983). El clima. Dins: *Gran Geografia Comarcal de Catalunya*, 17, 42-91. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- ALCOVER, A. M. i MOLL, F. B. (1951-1968). *Diccionari Català-Valencià-Balear*. Palma de Mallorca.
- ALLEN, P., CABRERA, L., COLOMBO, F. i MATTER, A. (1983). Variations in fluvial style on the Eocene-Oligocene alluvial fan of Scala Dei Group, SE Ebro Basin, Spain". *J. Geol. Soc. London*, 140, 133-146.
- ALMERA I COMAS, J. (1887). *Mapa geológico y topográfico de la Provincia de Barcelona. Región Primera o de contornos de la Capital; escala 1:100.000*. Diputació Provincial de Barcelona, Topogr. per E. Brossa, Labielle Hnos. Lit., Barcelona.
- ALMERA, J. (1891-1914). *Mapa geológico-topográfico de la Provincia de Barcelona; escala 1:40 000*. Diputació Provincial de Barcelona, Grab. Topogr. per E. Brossa, Lit. Henrich i Co., Barcelona. (2ª Ed. 1900). *Regió 1a, regió 4a i regió 5a*.
- ANÒNIM. (1987). *Un diluvi a l'any 1702*. *Arennios*, 3, 25. Arenys de Mar.
- BARRIENDOS, M. i GIL, I. (1989). *El uso del suelo en Arenys de Munt*. Notes de geografia física, 18, 5-15. Barcelona.

- BATLLE, A., COROMINES, J. i LÓPEZ, J. A. (1987). Las aguas subterráneas en la comarca barcelonesa del Maresme y estado actual. *Bol. Geol. y Min.* 98/3, 376-391. Madrid.
- BULL, W. B. (1972). *Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record*". Dins: J. RIGBY, ed. SEPM Sp. Pub. 16, 63-83.
- BURGUENO, A. (1989). 50 años de intensidad de lluvia en el Observatorio Fabra. *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona.* 875, 193-211.
- BURGUENO i RIVERO, J. (1991). *Una mesura de la irregularitat de les precipitacions estacionals.*
- CARRERAS i CANDI, F. (1916?). La Ciutat de Barcelona. Dins: "Geografia General de Catalunya". 1, 1139. Est. Edit. A Martin. Barcelona. Reeditat per Edicions Catalanes.
- CASASSAS, L. i RIBA, O. (1993). Morfologia de la Rambla barcelonina. *Treb. Soc. Cat. Geogr.* 7, 33-34. Barcelona.
- CERDA, I. (llegat Cerdà, 1853-1854), (original, sense títol ni escala). *Plànol topogràfic, de l'Eixample.* Esc. aprox. 1:5.000. Equid. 1 m. (M. H. C.). Barcelona.
- CERDA, I. (1859). *Plano de los alrededores de la Ciudad de Barcelona y proyecto de reforma y ensanche.* Esc. 1:10.000. *Reprod.* in "2C. Construcción de la Ciudad". Edita ATE. Barcelona, 1972.
- CILF (Conseil International de la Langue Française) (1979). *Vocabulaire de la géomorphologie.* Hachette. París.
- COLOMBO i PIÑOL, F. (1979). Introducció a l'estudi sedimentològic dels cons de dejecció (alluvial fans) i dels sediments associats. *Inst. Cat. Hist. Nat., Seminaris d'estudis universitaris,* 5, 1-163.
- COLOMBO, F. (1989). Abanicos aluviales. Dins: A. ARCHE, Edit. "Sedimentología" 1, 143-218. C. S. I. C. Madrid.
- COMISIÓN DE URBANISMO Y SERVICIOS COMUNES DE BARCELONA Y OTROS MUNICIPIOS. (1970). *Plano topográfico del Area Metropolitana de Barcelona.* Escala 1:10.000. Fulls III, V, VI i IX.
- Corominas, J. i Canas, J. A. (1988). Problemes associats alas riscos geoligics. A. Els aiguats i les riudes. Dins: *Natura, ús i abús. Llibre Blanc de la gestió de la Natura alas Països Catalans.* R. FOLCH, Ed., ICHN. Ed. Barcino. Barcelona.
- COROMINES, J. (1980-1991). *Diccionari etimològic i complementari de la Llengua Catalana.* Curial Ed. Cat. 9 vols. Barcelona.
- CURTO, J. A. (1993). *Un poc de sorra, un xic de pendent, un pessic d'aigua.* Arennys, 22, 12-15. Arenys de Mar.



- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. R. (1983). *Hidrología subterránea*. Ed. Omega. 2 vols. Barcelona.
- DCVB. Vegeu Alcover.
- DLC. Vegeu Enciclopèdia Catalana: *Diccionari de la Llengua Catalana*.
- DGLC. Vegeu P. Fabra.
- ENCICLOPÈDIA CATALANA. (Diverses edicions, a partir de 1982). *Diccionari de la llengua Catalana*. Barcelona.
- FABRA, P. (Diverses edicions, 1932). *Diccionari General de al Llengua Catalana*. Edhasa. Barcelona.
- FORN I SALVA, F. (1988-1989). La Riera. Una aproximació geogràfica. 1a Part: *Arennios*, núms. 6, 7 i 8. Arenys de Mar.
- FORN I SALVA, F. (1989). La Riera. Segona part: La Riera urbana. *Arennios*, juny 1989. Arenys de Mar. pp 17-23.
- FORN I SALVA, F. (1989). Les rierades de 1600 a 1850. *Arennios*, des. 1989: 28-33. Arenys de Mar.
- FORN I SALVA, F. (1990). La Riera. Quarta part A. La Riera al segle XVIII: els aiguats de 1727 i 1747. *Arennios*, 9, 13-15. Arenys de Mar.
- FORN I SALVA, F. (1990). La Riera. Quarta part B. L'aiguat de 1747 i la visura de la riera. *Arennios*, 10, 10-14, Arenys de Mar.
- FORN I SALVA, F. (1992). El medi urbà al segle XVIII. *Arennios*, 17, 10-12. Arenys de Mar.
- FRIEND, P. F., SLATER, M. J. i WILLIAMS, R. C. (1979). Vertical and lateral building of river sandstone bodies, Ebro Basin, Spain. *Bull. geol. Soc. London*, 136, 39-46.
- GALOFRE TORREDEMER, A. (1969). *Estudio hidrogeológico de la cuenca de la riera d'Argentona*. Tes. Llic., Fac. Cienc., U. B. Inèdita. 86 pàgs.
- GARCIA FÀRIA, P. (1893). *Proyecto de saneamiento del subsuelo de Barcelona (Alcantarillado, drenaje, residuos urbanos)*. Planols a escala 1:30.000, 1:10.000 i "Plano detallado de Barcelona y su alcantarillado", Esc 1:5.000. Equidist. 0,5 m. Barcelona.
- GRUP D'ESTUDIANTS. (1986). *Arenys de Munt. Investigació històrica*. Text inèdit dipositat a la Bibl. Públ. d'Arenys de Munt.
- GUTIÉRREZ I CAMARÓS, J. (1992). *Les rierades del Maresme: problemàtica de la interacció entre els medis natural i antròpic com a pas previ per a l'ordenació de l'espai torrencial*. Tesi Llic., Fac. Geol., U. B. (inèdita). Barcelona. 168 pàgs.

- HESSE, R. i RAKOFSKY, A. (1992). *Deep-sea channel/submarine-Yazoo system of the Labrador Sea: a new deep-water facies model*. AAPG Bull. 76/5, 680-707.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1977). *Mapa geológico de España. E. 1:50.000*. Hoja y Mem. núm. 421 "Barcelona".
- JARDÍ, M. (1988). Classificació de la xarxa fluvial catalana. *Notes de geografia física*, 17, 22-35. Barcelona.
- JARDÍ, M. (1989). La cartografia a la Hidrogeografia. *Notes de geografia física*, 18, 39-50. Barcelona.
- JULIA, R. (1978). *Características litológicas de las "rieres" del Pla de Barcelona*. I Col. Pla de Barcelona. Barcelona.
- LLASAT, M. C. (1989). Episodios de lluvias fuertes en Cataluña: aspectos sinópticos. *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona*. 875, 239-261.
- LLASAT, M. C. i PUIGSERVER, M. (1994). Meteorological factors associated with floods in the North-Eastern of Iberian Peninsula. *Natural Hazards*, 9, 81-93.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1942b). *Los terrenos cuaternarios del Llano de Barcelona*. Publ. Inst. Geol. Diput. Barcelona. 6(6), 1-52.
- LLOPIS, N. (1946). Los movimientos corticales intracuaternarios del NE de España. *Est. Geol.*, 2, 181-236. Madrid.
- MANGELSDORF, J., SCHEURMANN, K. i WEISS, F. H. (1990). *River morphology. A guide for geoscientists and engineers*. Springer-Verlag. Berlín. 243 pàgs.
- MARQUÈS, M. A. (1984). *Les formacions quaternàries del Delta del Llobregat*. Arx. Secc. Ciènc. Inst. Est. Cat. 71, 1-295. Barcelona.
- MARTÍN VIDE, X. (1984). *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*. Inst. Cartogràfic de Catalunya. Barcelona.
- MARTÍN VIDE, X. (1985). *Pluges i inundacions a la Mediterrània*. Col. Ventall 5. Ed. Ketres. 132 pàgs. Barcelona.
- MARTÍN VIDE, X. (1986). "Notes per a la definició d'un índex de "desordre" en pluviometria". *Treb. Soc. Cat. Geogr.* 7-8, 89-96.
- MARTÍNEZ ALBADALEJO, A. (1990). Les comarques pluviomètriques. Una aplicació de l'anàlisi factorial. *Rev. Catal. de Geogr.* 12, 55-71. Barcelona.
- MIAL, A. D. (1977). A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Science Rev.* 13, 1-62.

- MIALL, A. D. (1985). Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth-Science Reviews*, 22, 261-308.
- MIDDLETON, G. V. i HAMPTON, M. A. (1973). *Sediment gravity flows: mechanics of flow and deposition*. Dins. SEPM Pacific Section, Short Course. Anaheim 1973. 38 pàgs.
- MUKERJI, A. B. (1976). Terminal fans on inland streams in Sutlej-Yamuna Plain, India. *Zeit. Geomorph. N. F.*, 2, 190-204.
- OLIVÉ I GUILERA, J. (1993). *Les rieres del pla de Barcelona a mitjan segle XIX*. 3r Congr. Hist. de Barcelona. 20-22. 10. 1993. "Ponències i comunicacions", 2, 399-408, Inst. Mun. Hist. Aj. de Barcelona. Barcelona.
- PUCHADES, J. M. (1948). El río Besós, estudio monográfico de hidrología fluvial. *Miscel. Almera, Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, 7, 2, 195-353. Barcelona.
- PUIGSERVER, M. (1989). "Aspectos estadísticos y sinópticos de las precipitaciones intensas en Cataluña". *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona*. Núm. 875, 77 p.
- RAMOS, A. (1992). Sistemas aluviales braided. Dins: A. ARCHE, ed., "Sedimentología" Vol. 1, 67-106. C. S. I. C. Madrid.
- RASO NADAL, J. M. (1991). Les precipitacions d'estiu al litoral Est i Nord-est de la Península Ibèrica i Balears i la seva evolució secular. *Treb. Soc. Cat. Geogr.* 31, 109-127.
- REDAÑO XIPELL, A. (1989). Estructura fina de las lluvias intensas en Barcelona. *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona*. 875, 213-238.
- RIBA I ARDERIU, O. (1992). La Rambla de Barcelona: passeig i riera. *Muntanya*, 781, 97-100. Barcelona.
- RIBA I ARDERIU, O. (1993) *Assaig sobre la geomorfologia medieval de la Ciutat Vella de Barcelona*. 3r Congr. Hist. de Barcelona. 20-22.10. 1993. "Ponències i comunicacions", 1, 171-176, Inst. Mun. Hist., Aj. de Barcelona. Barcelona.
- RIBERA FAIG, J. M. (1945). Observaciones sobre el Cuaternario de la Comarca del Maresme. *Miscel. Almera. Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*. 7, 1, 213-292. Barcelona.
- ROCHE, M. F. (1986). *Dictionnaire français d'hydrologie de surface*. Masson. París. 288 pàgs.
- SALA I SANJAUME, M. (1983). Les aigües. Dins: "Gran Geogr. Comarcal de Catalunya", 17, 148-195. Fund. Enciclop. Catalana. Barcelona.
- SANZ PARERA, M. (1988). *El Pla de Barcelona. Constitució i característiques físiques*. Els llibres de la frontera. Barcelona. 138 pàgs.
- SCHUMM, S. A. (1977). *The fluvial system*. Willey Interscience. Nova York, 338 pàgs.

- SOLÉ SABARÍS, L., VIRGILI, C. i RIPOLL PERELÓ, E. (1957). *Environs de Barcelona et Montserrat*. Livr. Guide Exc. B1. V. Congr. Int. INQUA, Madrid-Barcelona. 33 pàgs.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1963). Ensayo de interpretación del Cuaternario barcelonés. *Misc. Barcinonensia*. 3/3, 1963. Publ. Ajunt. Barcelona. pp. 7-53.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1967?). *Programa de actuación municipal 1967-1972*. 2. *Estudio analítico de la Ciudad*. 2.1. *Factores físicos y demográficos*. 2.11. *Medio Físic*. Inf. inèdit. 73 pp., 20 figs.
- SORRIBAS, E. i GÜELL, A. (1993). Elsa aiguats: una història que es repeteix. *Rev. de Girona*, 160, 66-73.
- VENTAYOL, A., ALBAIGÈS, A., CORTAL, J. M., GALLART, F., LÓPEZ, C., LÓPEZ, J. L. i SANTAELÀRIA, J. (1978). *Mapa geotècnic de Barcelona, Esplugues, L'Hospitalet, Sant Adirà, Santa Coloma*, Editat pels autors. Barcelona. Esc. 1: 25.000.
- VICENTE I CASTELLS, J. (1986). El Pliocè marí del Pla de Barcelona i del delta del Besòs. *Butll. del Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonès Nord*. 2/2, 52-60. Santa Coloma de Gramenet.
- VILLARROYA, ANTON, M. (1986). Estudio hidrogeológico del acuífero costero del Maresme Sur (Barcelona). Tesi doct. Fac. geol U. B.
- VIRGILI, C. i ZAMARREÑO, I. (1957). *Los depósitos continentales del interglacial Riss-Würm del litoral catalán*. "V Congr. INQUA, Madrid - Barcelone. Rés. Comm. Barcelona. p. 194.
- VIRGILI, C. (1960). Estudio de los minerales pesados del Cuaternario continental del litoral catalán. *Anal. Edafologia*. 19, 229-240. 6 figs. Madrid.
- WILLIAMS, R. C. (1975). *Fluvial deposits of Oligo-Miocene of the southern Ebro Basin, Spain*. Tesi doct. Univ. Cambridge, 220 + XXXVII p. Cambridge. Id. 9ème Congr. Int. Sédimentologie, Nice 1975. Livret-guide Exc. núm. 20. p. 75-84. Niça.

(Original rebut per a publicació  
el dia 14 de juny de 1994)