

VICENÇ M. ROSSELLÓ I VERGER

## LA RE Vinguda del Xúquer i el desastre de la Ribera (20-21 octubre 1982). Una perspectiva geogràfica <sup>1</sup>

### RESUMEN

La avenida del 20-10-82 afectó 100.000 personas y anegó 300 Km<sup>2</sup>, vehiculando crestas de más de 5.000 m<sup>3</sup>/seg. Como respuesta al desbarajuste informativo y organizativo que supuso, la sección de Geografía de la Universidad de Valencia se ha sentido obligada a entrar en un asunto interdisciplinario a base de 15 artículos redactados por una veintena de geógrafos. Unos se consagran al fenómeno físico, otros a sus consecuencias humanas y otros adoptan un enfoque historicotécnico.

\* \* \*

Este artículo introductorio revisa el concepto de riada, sus causas y efectos. Las lluvias extremadas cuestionan la aplicación del concepto «período de retorno»; se considera la rotura de presas y el influjo geomórfico de las crecidas, especialmente en los llanos de inundación, rastreando en el caso concreto del Xúquer, testimonios desde el siglo XIII al XX, con referencia más detallada a la avenida de 1864.

La respuesta humana a las avenidas debería traducirse en una planificación que ni siquiera tuvo en cuenta la deforestación y, en todo caso, se redujo a alguna obra de protección como diques o malecones y los embalses.

La riada estudiada arrancó de intensas precipitaciones que superaron los 650 mm en algún observatorio de una cuenca cuya extensión por encima de la presa de Tous se puede cifrar en 8.500 Km<sup>2</sup> efectivos, o 4.100, excluidas las áreas endorreicas, y 2.600 Km<sup>2</sup> presa abajo. Aplicando coeficientes de escorrentía verosímiles a los 2.000 Hm<sup>3</sup> llovidos, se puede hablar de unos 500 a 700 Hm<sup>3</sup> entrados en el embalse de Tous y de caudales de punta de casi 16.000 m<sup>3</sup>/seg en la Ribera. Las difluencias y los efectos estranguladores de la topografía fluvial, así como el diverso grado de fricción de los actuales cultivos —cítricos sobre todo—, la urbanización exagerada y un especial encadenamiento de los flujos en las confluencias justificaron un modelo de crecida diverso del más habitual.

<sup>1</sup> Aquest article s'ha beneficiat de la rigorosa crítica i amistoses suggerències dels enginyers M. Arenillas, J. Marco i V. d'Esteban, els quals regracie per la minuciosa lectura que feren del manuscrit. Nogensmenys deplore sincerament que diferències de criteri sobre els papers de l'editor o introductor d'aquest número extraordinari de CUADERNOS DE GEOGRAFIA ens hagen privat de la seua valuosa i autoritzada col·laboració escrita.

La presa de Tous, hundida la tarde del día 20, era un dique de escollera, acabado en una primera fase, de 51 Hm<sup>3</sup> de capacidad. No era de regulación, sino destinada al abastecimiento, y contaba con aliviaderos de 7.000 m<sup>3</sup>/seg, cuyas compuertas no se pudieron abrir. El caudal se sumó a la inundación de la Ribera, donde la autopista, algunas carreteras meridiana y la línea férrea actuaron como barreras de la escorrentía.

#### ABSTRACT

As response to the information madness and the lack of protective measures, generated by the flood that affected 100.000 human beings and submerged 300 Km<sup>2</sup>, developing flood crests that reached more than 5.000 m<sup>3</sup>/sec, the Geography Faculty of the University of Valencia thought their duty to publish 15 papers about this interdisciplinary matter. The papers have been written by 20 geographers with different aims, regarding its Physical, Human and Historico-Technical dimensions.

\* \* \*

This introductory paper revises the meaning of flood, its causes and its effects. Extremely heavy rains questions the application of the concept «return period». It is also considered the rupture of dams and the geomorphic influences of the inundations, specially in floodplains. Concerning the river Xúquer, evidences are brought forward from the 13 to the 20 century particularly about the disaster in 1864.

The human response to floods should rise through a planification which even did not take into consideration the deforestation and in the best of cases this planification consisted in same protection works as dikes or embankments and reservoirs.

The flood of 20/21 oct. 1982 started with heavy rains that exceeded in some observatories the 650 mm in a basin which effective extension upstream the dam of Tous is considered in 8.500 Km<sup>2</sup>, or 4.100, excluding the endorreics areas, and 2.600 Km<sup>2</sup> downstream the dam. Applying reasonable runoff indices to the 2.000 Hm<sup>3</sup> precipitated, it may be stated that 500 to 700 Hm<sup>3</sup> ran through the reservoir of Tous and peak discharges almost reached the 16.000 m<sup>3</sup>/sec on the Ribera. The diffluences and straightening of the fluvial topography so as the diversity of friction degree of the actual crops —citrics, in most cases—, the progressive urbanization and a peculiar succession of inflows about the confluences, justifies a flood model different from the habitual.

The earthfill dam of Tous, finished in its first phase with 51 Hm<sup>3</sup> storage capacity, collapsed in the afternoon of 20 oct. The reservoir was thought for supplying purposes more than for regulating necessities. It had spillways of 7.000 m<sup>3</sup>/sec, but the gates could not be open. The discharge was added to the flooding on the Ribera where the highway, some meridian roads and the railway acted as an overlapped flow barrier.

Seria explicable que els dies de la riuada, i sobretot els primers moments del col·lapse de les comunicacions, la desorientació fos el tret dominant. Una notícia de capçalera per la seua magnitud i proximitat ens afectava de prop: no eren els milenars d'ofegats del Bangladesh i la fam consegüent, ni els tai-funs de Filipines, ni les pèrdues dels ciclons de la Florida... Tanmateix, setmanes després continuava el desgavell informatiu: notícies contradictòries i exagerades; hom arribaria a dir que s'havia escolat un cabal equivalent al de l'Amazones (200.000 m<sup>3</sup>/seg!) o que el període de recurrència de l'esdeveniment corresponia a un milió d'anys. Veritablement la manca de dades hidrològiques —i fins i tot pluviomètriques— fiables ofereix la temptació de

manipular-les involuntàriament, risc que maldarem d'eludir, així com prendre actituds gremials o demagògiques contraposades que forçosament es donen en circumstàncies com aquestes.

La categoria de l'esdeveniment produït als vint-i-cinc anys i set dies de la gran riuada del 1957 podria ser fixada en els dotze —o trenta— morts, els 100.000 perjudicats directes i en uns danys globals que hom estima —per ara— entre 50 i 200 mil milions de pessetes. Tot açò provenia d'aiguats d'intensitat pròxima o superior als 600 mm en certs indrets, que arribarien a provocar crestes de revinguda de més de 5.000 m<sup>3</sup>/seg i a negar 300 Km<sup>2</sup> de la Ribera o submergir pobles com la part baixa de Sumacàrcer sota un mantell de nou metres d'aigua.

El problema de les revingudes —complex, interdisciplinari— té solucions per alguns aspectes, però no per a tots. La qüestió sovint ha estat plantejada en termes d'interrelació home-medi, ja passats de moda per a certs geògrafs. En efecte, entre revingudes i resposta humana es congria potser la batalla més dramàtica, quan l'home, miop i mancat d'inventiva, s'enfronta a la majestat de la natura o la providència divina en una incessant i perdedora lluita per a fer-se'n amb el control; si guanya a curt termini, a la llarga l'home sol eixir-ne derrotat. «Els intents de controlar els rius sovint han tingut poc èxit o no cap. Fins i tot moltes vegades els esforços de l'home han agreujat la situació. Els majors desastres naturals són el resultat de la ignorància o, encara pitjor, del coneixement incomplet» (MORISAWA, 1968).

Malgrat l'explosió científica i tècnica, els problemes concrets perduren. Cal recollir més *dades*, *preveure* millor les revingudes i *percebre* no sols el risc, sinó també la resposta de la societat. SNYDER *et al.* (1971) enumeren les dades oportunes, que assajarem de recopilar: 1) identificació i caràcter de l'àrea amenaçada; 2) nivell i cabals de la revinguda; 3) procés de formació i indicis que permeten determinar la descàrrega per mètodes indirectes; 4) transport sòlid durant la revinguda, i 5) danys econòmics actuals i potencials.

Els *Hydrologic Investigation Atlas* de l'U. S. Geological Survey poden servir de model de recollida de material a base de mapes topogràfics, història de les riuades, diagrames de freqüència, perfils de les revingudes, fotos aèries, etc.

La nostra aportació confegeix tres grups d'articles (quinze en total) als que han participat geògrafs físics i humans. Són prop d'una vintena de persones que han esmerçat una part de les seues escasses hores —i del seu lleure— per a arribar a temps a la convocatòria llançada el mes de novembre. Vet n'ací el resultat. La Secció de Geografia de la Universitat de València s'ha vist obligada amb el poble valencià i ho demostra amb els escrits que es refereixen a: *a)* el fenomen i les seues conseqüències físiques; *b)* les conseqüències en l'activitat humana, i *c)* l'enfocament històrico-tècnic de les revingudes. Tot això s'acompanya d'una crònica dels fets i uns documents gràfics.

Un treball, en conjunt, apressat, i per això mateix limitat, però plantejat col·lectivament amb exigències de serietat.

## EL CONCEPTE DE REvingUDA

Definir-la com inundació danyosa, produïda per desbordament de les ribes naturals o artificials, no afegeix gaire al saber empíric vulgar, però centrà la qüestió en l'aspecte catastròfic ¿excepcional o... freqüent? Aquests dos qualificatius, no forçosament oposats, enllacen amb la interacció home-medi en un dels seus aspectes més dramàtics i suggestius per al geògraf. ¿És extraordinari un fet que al llarg de 600 anys s'ha esdevingut un centenar de vegades? De 1300 a 1900 hi ha a la Ribera vuitanta-quatre anys amb una o diverses riuades documentades. ¿Què té de natural i què té d'humà la revinguda?

«Les inundacions no són *desastres naturals*, més tost fenòmens naturals que entren al joc habitual del flux dels rius; per açò hi ha *planes d'inundació*... Els desastres són *obra dels hòmens*, en el sentit que ells han cercat el risc ocupant les planes d'inundació amb cases, camps o indústries, carreteres, ponts, vies fèrries, etc., per ignorància o conveniència econòmica» (WARD, 1978). Una bona part de valencians —potser la majoria— han estat exposats en escala diversa de risc, per açò ens cal conèixer l'influx humà en la gènesi de les revingudes, la necessitat de predicció i revisió, l'oportunitat d'educar en la precaució —bescantant la sensació de falsa seguretat— i de preparar programes de resposta per a protegir i aminorar els danys.

En aquest volum se suggereix que els principals desequilibris són antròpics (FUMANAL-CALVO) i no hi serien aliens els incendis, però especialment les àrees conreades on l'aixaragallament és màxim. BUTZER i els seus col·laboradors donen entenedent que abans del segle XI no hi hagué revingudes fortes; la desforestació i el canvi climatològic deuen haver trabucat la situació, i són tres o quatre revingudes dels segles XV al XIX les que deixen sediments al sòl urbà d'Alzira.

Des del relat bíblic de Noè i el diluvi que acaba amb el brot d'olivera, tot passant per la història del Tigris i l'Eufrates i la seua plana d'inundació, on es congrià una part substancial de l'evolució de la cultura, com al Huang He, el «dol de la Xina», del que tenim datada la primera revinguda el 2297 a. C., la perspectiva històrica s'estén als freqüents desastres moderns, com els 900.000 morts del riu xinés el 1887, o els 3.000 milions de dòlars de perjuí als U. S. A. de l'huracà Agnes (1972), o els 650.000 Km<sup>2</sup> inundats a Queensland el 1974.

Però la memòria humana és curta. Adés i ara parlem del «major desastre que es recorda» i el 1982 s'ha pronunciat la frase un colp més. Nogensmenys, la societat no *recordava*, s'havia confiat en un «període de recurrència» inconscient i en una protecció tècnica superior a la real i en el batibull urbà, cada vegada més decantat de la natura. Tenim poques dades «homologades» per a decidir quant a canvis climatològics o locals, però el que sí sabem que ha canviat és l'ús de la terra i el patró de viles i ciutats i la desforestació. L'influx del mal drenatge de les planes al·luvials defineix no solament la his-

tòria, sinó el nom de la Ribera, on el vell tòpic «no faces niu devora riu», l'havien oblidat.

#### CAUSES I EFECTES DE LES REvingUES

Les causes són, sobretot, d'índole climàtica i són estudiades amb cert detall als articles de PÉREZ CUEVA-ARMENGOT i QUEREDA, inserits en aquest mateix volum. L'aportació sobtada i/o desmesurada de la precipitació pot ajuntar-se a la ruptura de preses, desgraciadament no inusual; encara recordem Malpasset a la Provença i Ribadelago (I-1959) a Zamora. Les condicions es poden agreujar amb la concentració horària i les característiques de la conca com la *ratio* de bifurcació dels canals, la densitat de la xàrcia, la pròpia geometria tridimensional, la vegetació i els incendis, la disposició del canal (rugositat, pendent, càrrega admissible...).

#### *Aspectes mesurables d'una revinguda*

Òbviament es pot mesurar el nivell de l'aigua —en diversos moments—, l'índex de descàrrega (derivada pel càlcul de nivells) i la cresta o pic, que coincideix amb el perill màxim. La relació entre magnitud i temps conforma la figura de l'hidrograma i el volum de la descàrrega. Un hidrograma de *quickflow* o revinguda sobtada calca la intensitat i ritme de les pluges, amb un desfasament variable segons les distàncies, que sol anomenar-se «temps de crescuda» i pot donar un determinat marge de seguretat.

L'altura o nivell, àrea i duració de la revinguda són bones de midar, però no ho és tant la velocitat. SHEAFER (1961) va suggerir que una altura aproximada d'un metre correspon més o menys a una velocitat d'1 m/seg i pot causar amplis danys estructurals i fins i tot víctimes, mentre que una altura de 3 m produeix estralls a l'interior dels edificis per damunt les plantes baixes.

La freqüència de les revingudes és una mida estadística de probabilitat que cal relacionar amb la possibilitat d'evacuació dels habitants, de les seues pertenençies o ramats, dels seus vehicles o... de cercar soplug als pisos superiors, si es tracta d'un nucli urbà.

#### *Les revingudes de la pluja*

Al nostre cas totes ho seran, mediatament o immediata. Per al *quickflow* —escorrentia directa i immediata— cal una conca prèviament saturada on la infiltració ja siga de 0 a causa de precipitacions anteriors; si l'ull de la tempestat descarrega prop del portell de la conca, la resposta serà un pic més accentuat.

Entre els tipus de revingudes de pluja que senyalen els autors, les nostres s'acosten als *single events floods* amb accentuació orogràfica, que solen tenir una durada d'hores o dies. PÉREZ CUEVA-ARMENGOT demostren en aquesta

publicació la no coincidència de les crestes a les diverses subconques (Sallent, Albaida, Xúquer, Escalona) i el pronunciat influx de la topografia local —sobretot de les valls i culs-de-sac orientats en sentit de la penetració— al desastre d'octubre de 1982 i situacions anteriors semblants, com les pluges extraordinàries de novembre de 1956, octubre de 1962 i novembre de 1972 a la Ribera Alta, o especialment la gran riuada de 1864.

Tanmateix, qualificar les pluges de 1982 d'esdeveniment jamai no registrat no és el mateix que endossar-li un període de retorn mil·lenari (o milionari!) com ha fet la premsa. El període 1949-82, estudiat pels referits autors, a base de tandes de pluja, mostra 122 situacions torrencials sobre la vertical de la Ribera, de les quals 31 han estat considerades més significatives.

#### *Les riuades per trencament de preses*

Tot i que, sortosament, els gran desastres d'ensorrada de preses són proporcionalment escassos, BISWAS i CHATTERJE (1971) n'han relacionat més de tres centenars, i posteriorment a la data del llibre se n'han produït d'altres als Estats Units i Alemanya, sempre amb pèrdues econòmiques i humanes (ROMANA, 1979). El més antic desastre conegut s'esdevingué a Add-el-Kafara —no lluny d'El Caire—, entre els anys 2950 i 2350 a. C., a causa de mancances en el disseny i construcció del dic. Les preses bastides abans de la introducció del ciment armat solien esbucar-se per la sapa dels fonaments, deguda a infiltració o regolfament de l'aigua.

El gener de 1959 —sembla que per deficiències dels materials i de la construcció— rebentà la presa de Ribadelago (ICOLD, 1973). El 2 de desembre del mateix any caigué l'estrep esquerre del dic de Malpasset, de 66'5 m d'altura, i amollà un diluvi de 25 milions de metres cúbics que, pel riu Reyran, destruí part de Fréjus, ocasionant 421 morts. El col·lapse fou atribuït a causes geològiques: una probable línia de debilitat travessava el basament de la presa. L'hecatombe de Vaiont, una presa d'arcada o volta de 285 m d'altura, s'escaigué el 9 d'octubre de 1963, quan es precipità al vas de l'embassament una massa rocosa de 240 milions de metres cúbics de roca i produí una onada de 70 m, riu avall, amb dos milenars de víctimes.

Situacions particularment perilloses es presenten a les preses inacabades, com la d'Hell Hole, al riu Rubicón, de Califòrnia (23-12-64), després d'una pluja de cinc dies i 560 mm aigües amunt de l'embassament. Durant l'hora d'avinguda, el cabal mitjà fou de 7.400 m<sup>3</sup>/seg i la cresta s'enfilà a més de 8.500 m<sup>3</sup>, que corresponien a un període de recurrència de 10.000 anys (SCOTT-GRAVLEE, 1968).

#### *Les revingudes com agent geomòrfic*

La distribució que feia la geografia antiga entre processos fluvials i els de vessants —quan els considerava— era irreal, ja que tota la conca forma un sistema solidari, des dels costers que alimenten els fluxos fins al conjunt

canal-plana d'inundació que condueix les revingudes. La càrrega dissolta, suspensa o de fons que és arrancada als vessants de la conca augmenta considerablement amb els aiguats que forneixen una avinguda i pot atényer desenes de milers de  $m^3/Km^2$ . No resoldrem ací quins esdeveniments són a la llarga més transcendents, els ordinaris o els catastròfics. Tanmateix, sembla que al món mediterrani, almenys, els rius modifiquen més un paisatge en uns breus dies de violència que en molts anys de mansuetud, però qualsevol ho estudia en el primer cas... Potser per això nosaltres ens hi hem ficat. CALVO i FUMANAL, recolzats en tres estacions de retenció de material que tenien establertes a diversos vessants, han pogut treure alguns resultats ben aprofitables (vege's el treball corresponent en aquest volum) i han demostrat que les àrees de conreu —les més antropitzades— són les més afectades, que els incendis no en són aliens i que hi són presents el sifonament (*piping*) i els moviments de massa. La mateixa anàlisi de les estructures sedimentàries acusa dos patrons de crescuda, un d'ells quasi explosiu.

Al canal o caixer del riu, sobretot per culpa de la turbulència, la càrrega augmenta prou amb la revinguda i els pics de càrrega suspensa, de material de solera i de la riuada coincidiran o, si més no, es faran prop. Les relacions entre el moviment de la càrrega de fons i la descàrrega són molt importants segons WARD: 1) perquè el desplaçament dels materials grossos *només* es produeix amb elevats cabals; un clar lllindar en limita el moviment i per sota d'aquell la càrrega roman «aparcada»; 2) la proporció de la càrrega de fons amb la total en casos d'avinguda és molt alta, encara que el susdit material no arribe molt lluny; 3) el tamany dels clastos del material de fons oscil·la entre arena grossa i blocs de varis metres de diàmetre; en aquestes ocasions, per tant, pot incorporar penyes dels vessants i dipositar-les no sols al canal, sinó a les ribes o més enfora.

La proporció de material sòlid pot variar enormement des d'aigua clara —que mai no ha estat pròpia de les antigues riuades, com ha dit qualche ecologista extraviat— fins a un 60 %. BOSCH (1866) ja digué que les aigües que anaven a *rodolons* venien a portar almenys 10 Kg de matèria sòlida per metre cúbic, però és probable que en les crestes de revinguda ho depassen de bon tros.

El canal no té més remei que adaptar-se al flux mitjançant *scour* o rebaiament i deposició, compensats entre diversos trams. Ben poques vegades el canal s'ajusta del tot als esdeveniments catastròfics; com a molt s'acomoda als de recurrència anual o bienal.

Una plana d'inundació ve a ser com un magatzem de sediments pel qual circula el canal i a llarg termini canvia poc d'embalum. A curt termini, per contra, pot experimentar canvis espectaculars com els que coneixem de set segles de notícies al pla del Xúquer (MATEU, en aquest volum). La morfologia de les planes d'inundació sol mostrar un ajustament a la descàrrega del riu en el sentit que diferents planes d'inundació (=nivells de terrassa) corresponen a diverses freqüències o modalitats de descàrrega; els nivells més alts es poden

inundar amb revingudes molt rares. Tanmateix, a aquest ajustament li cal molt de temps per a consumir-se a base d'un joc continu d'erosió/dipòsit dins els canals i fora.

Com que el màxim de concentració de material suspens es produeix en el màxim de descàrrega i poc després, hi ha tendència que la major part de la càrrega fluvial romangue al canal i que l'aigua que sobreeix a la plana d'inundació estiga menys carregada. Açò vol dir que els processos d'acreció lateral del canal són normalment més importants en la gènesi de la plana d'inundació que els fluxos desbordats que donen accreció vertical; en molts casos aquells suposen del 60 al 80 % dels sediments dipositats (LEOPOLD *et al.*, 1964). Per això BUTZER i col·laboradors han buscat en el registre arqueològic dels tretze nivells immediats al canal les proves de les grans revingudes històriques.

Tot i que l'acreció lateral forneix el principal aport de desenvolupament de les planes d'inundació, els fluxos desbordats sovint generen formes topogràfiques més visibles com motes, *crevasse-splays* (subdeltes de trenc) i conques de revinguda. L'aigua que desborda les ribes i s'escampa té una capacitat molt minvada per a transportar material; els clastos fins són traginats més avall i atrapats en dipòsits de tolls laterals. Les motes o *levées* s'empinen des dels caixers vers les conques d'inundació, que són la part més baixa de la plana. Amb aigües altes els trencs o rebaixaments de les motes poden provocar un flux d'eixida concentrat que erosiona ràpidament el clevill i justifica un subdelta. Les mateixes conques d'inundació actuen com a conques de repòs on moren els fins, mentre els sediments grossos resten a les *levées* i *crevasse-splays*.

Quan el desenvolupament de motes és pronunciat i ha provocat l'elevació del domini dels meandres per damunt del pla («plana d'inundació convexa»), una gran revinguda pot causar-hi avulsió (degolla), abandó sobtat d'un meandre pel riu que s'ha obert camí per la part més baixa; en aquest cas el procés de formació de motes haurà de tornar a començar. En planes convexes les revingudes ocasionen menys canvis i les aigües tornen al caixer un colp passat el màxim; en aquests casos l'efecte de la vegetació és important, frenant l'erosió (SCHUMM-LICHTY, 1963) fins a cert límit.

Demés a més de la deposició, cal considerar l'erosió i el nivell de la plana podrà alçar-se o rebaixar-se segons el balanç natural i, especialment, l'acció humana. Vincensí i Racsas ja el 1635 emfatitzaren al concret cas de la Ribera l'influx de les raconades, assuts i preses en el desenvolupament dels dipòsits d'una plana on les motes accentuaven la convexitat (vege's MATEU, en aquest volum).

LA ROCA i CARMONA han comprovat la gran violència de l'empenta fluvial entre Tous i la confluència del riu d'Albaida, sobre un esquema *braided* que ha escanyat els meandres conformats en un règim més mansuet. La tasca de redistribuir el sediments ha desembocat en la sobreelevació de la plana d'inundació convexa, gràcies a les més de 80 riuades escolades des de 1270.



La inspecció quasi-arqueològica que n'ha fet MATEU detecta desviacions i canvis de llit de l'Albaida el segle XVIII i del Sallent i aquest, el 1864. CAVANILLES parlava, a finals del XVIII, de les mutacions de la confluència de l'Albaida al Pla de Paixarella; sabem cosa de meandres escanyats el 1779, 1843 i 1855 a l'entorn de Carcaixent; però tal vegada el fet més transcendent és la creació d'un remels hidràulic a la confluència del Magre-Xúquer, on l'acumulació s'ha anat exagerant en temps històrics (MATEU).

#### RESPOSTA HUMANA A LES REVINGUDES

«Poca gent hi ha que necessite ser convençuda que les riuades exigeixen major atenció dels planificadors» (DUNNE-LEOPOLD, 1978). Una tercera part dels perjuins en quaranta anys d'inundacions als Estats Units es deu a construccions en terres propenses a inundació. Malgrat el risc, els fons de valls i planes inundables són àrees atractives per al poblament i l'explotació; les comunicacions hi són fàcils, els sòls més fèrtils i regables, els rius garanteixen l'abastiment urbà i de vegades són navegables. Així i tot, l'ocupació no sempre és antiga, sobretot a causa dels factors estratègics o sanitaris: la congestió litoral del País Valencià és un fenomen modern.

La manca de precaució és freqüent i encara és pitjor quan els canvis d'aprofitament del terrer incrementen el risc. KATES (1962) ha analitzat la percepció del risc entre diversos grups i ha aclarit les principals raons que els han induït a habitar àrees propenses a inundacions, a desgrat del perill. La percepció del risc és pendular. Immediatament després d'una revinguda, el perill és copsat i fins i tot exagerat; quan la revinguda passa a la història i l'evidència de la seua empenta i amplitud decau, el perill s'esvaeix de la ment popular. En alguns casos la informació és escamotejada per desenvolupadors poc escrupulosos o d'altres interessats en el creixement de l'economia o l'orgull local. Però el perill roman.

Una part dels canvis d'ocupació són deguts a plusvàlua, però n'hi ha d'altres que responen a la ignorància del risc o a la falsa seguretat de les obres de control que *mai no donen una protecció absoluta*. Si el poblador d'una plana d'inundació és conscient del risc, espera que la societat l'ajudarà amb protecció o finançament, mitjançant el govern o d'altres institucions... Per inèrcia segueix desenrotllant-se el poblament fins i tot en pla de residències secundàries.

Per a la predicció de les revingudes són necessàries diverses dades, com: 1) cabal d'escorrentia (a fi de dissenyar les obres de retenció, subministrament d'aigua, regadiu); 2) pic de descàrrega de l'avinguda (per a planejar ponts, desguassos, sobreixidors); 3) altura de la inundació (per a assegurar les motes o els dics, recreixers-los, si cal; en vista a la supervivència dels conreus i d'estructures); 4) component temporal de l'hidrograma sencer (capacitat d'embassament, durada de la inundació, superposició d'hidrogrames

afluent, processos d'evacuació personal); 5) àrea regada; 6) velocitat del flux (càlcul del canal o millores, pèrdua de sòl agrari) (DUNNE-LEOPOLD, 1978).

L'amenaça de les revingudes implica (HEWETT-BURTON, 1971) danys estructurals i erosius, pèrdues de vides i propietats, contaminació dels aliments i de l'aigua, interrupció de l'activitat socioeconòmica, hi inclou transports i comunicacions, i destrucció de l'agricultura. La percepció del risc —menys o més clara— mediatitza les respostes a nivell de decisió: des de l'abúlia total a la programació completa de precaucions i defenses. Dins la civilització tècnica hom tendeix a suplir la memòria col·lectiva per la recurrència, però —com demostren PÉREZ CUEVA i ARMENGOT quant a les pluges— pot esdevenir un parany; serà una imprudència projectar la sèrie d'observacions sobre més del quàdruple del període estudiat. L'esdeveniment que ara ens ocupa seria probablement d'ordre secular segons els esmentats autors que ho han calculat atenent les diverses modalitats d'aiguats.

Els paràgrafs que segueixen seran dedicats: *a)* al control humà o precaucions davant el risc inundatori; *b)* a la disminució de les riuades, i *c)* a la defensa o protecció.

#### *Precaucions i control humà*

Les adaptacions possibles i precaucions humanes davant el risc han estat molt ben recopilades per G. F. WHITE i col·laboradors (1964), del Departament de Geografia de la Universitat de Chicago, que seguirem.

El cas de **no adaptació** es limita a pobres o/i ignorants o, també, a incrèduls/despreocupats que no mesuren la relació cost-benefici.

L'**acció d'emergència** és ja una resposta quelcom premeditada d'individus o organismes que implica evacuacions de persones i béns, protecció d'immobles. L'èxit dependeix del marge de temps i les operacions són d'elevat cost. Cal comptar amb l'opinió popular sobre la necessitat dels programes d'emergència i les deficiències aparents o reals. És possible també —amb marge de temps suficient— replantejar certes accions, com collir abans o ajornar la sembra, desviar el tràfic, retardar operacions fabrils, acumular queviures. Sense arribar al síndrome de «l'udol del llop», l'emergència és més efectiva en àrees de revingudes freqüents, ja que hi forma part de la vida habitual.

Probablement la tècnica més òbvia és **eleva la unitat amenaçada** per damunt el probable nivell màxim. L'exemple de la biblioteca que construí Christopher Wren sobre una columnata al Trinity College de Cambridge, n'és una lliçó. L'elevació pot fer-se amb rebliment sota carreteres, vies, ciutats..., o edificant sobre pilastres; l'inconvenient dels terraplens serà la contenció de les aigües.

Fer edificis **a prova de riuada** és una tècnica eficient, però cara. Més barata pot ésser la construcció sobre pilars que deixa transparent la part baixa. La vulnerabilitat d'edificis i instal·lacions pot ésser disminuïda amb conduccions elèctriques estanques, edificis ancorats, ponts apropiats, tancament

d'obertures no imprescindibles (recordem els *batiports* dels nostres pobles). Sovint es tracta d'una acció no col·lectiva i, si més no, hauria d'anar incorporada a les normes subsidiàries d'edificació.

Quant a l'**aprofitament del terror**, hom assajarà d'obtenir benefici de les planes d'inundació amb el mínim risc de revinguda i la mínima inversió en salvaguardes. Potser caldria abandonar algunes zones, si distingim entre el camí de les avingudes i la franja immediata, coberta, p. e., per revingudes de cent anys. Els aprofitaments agraris són sempre menys perillosos, però no els urbans, industrials o de transport. De vegades la natura —com ara— s'encarrega de fer-los canviar. L'expropiació o compra o desafectació de les vores fluvials —ço que preveia el dret romà— poden esdevenir mesures precises.

La meta general seria limitar l'ocupació d'àrees perilloses, prohibint l'habitació de les sotmeses a períodes de retorn inferiors als cent anys. El que no es pot fer és desoir les ordenances i després exigir compensacions de l'erari públic.

#### *Aminoració de les riuades*

Controlar o «laminar» les revingudes és desitjable, encara que físicament impossible de vegades. La planificació es referirà sovint a l'ús del sòl o a accions dins la conca de recepció aigües amunt de l'indret a protegir, on «val més la que guarda que la que cura». Com ideal, caldria arribar a anul·lar les revingudes, però no tots els processos de generació són coneguts o explicats, ni de molt, per a poder-los controlar. Hi ha ben poc per a saber com és el flux i d'on ve; sabem que la desforestació influeix negativament, però no sabem què hi fa la repoblació.

Les revingudes «climàtiques» consisteixen en fluxos sobtats que arriben als canals durant les pluges i immediatament després; sobretot s'alimenten d'escorrentia superficial, de l'interflux directe i de l'*hortonià* (subsuperficial) que compareix quan és depassada la capacitat d'infiltració del sòl. Hi ha tècniques d'endegament aptes per a crescudes petites. Pot haver-hi avantatges en afavorir el moviment de l'aigua a través del sòl i subsòl a fi de reduir el pic de descàrrega.

Els autors conservacionistes del sòl deien que «si hom pogués aturar la gota d'aigua on cau, es podria dominar la revinguda». Aquest superoptimisme fou contradit pel pessimisme dels físics, expressat per LINSLEY *et al.* (1949): «no sembla que avui l'enginyer pugui considerar cap reducció efectiva de la revinguda mitjançant pràctiques d'ordenació del territori». HEWLETT-HELVEY (1970) recolliren experiències més optimistes sobre coneixences empíriques i de laboratori i atribuïren un paper positiu a l'evapotranspiració dels boscos.

Tanmateix, els efectes hidrològics de la desforestació o re-forestació són molt controvertits. La regulació de l'ús del sòl en les primeres èpoques de la lluita antierosiva confiava molt en la reforestació, abancalament, conreu en

faixes, etc. Però l'experiència mostra que els sòls, fins i tot protegits, i ultrapassant el llindar de la saturació, acaben sucumbint (LEOPOLD-MADDOCK, 1954). En una llarga polèmica, HOYT i LANGBEIN (1955) conclouren que «tot al llarg del país les revingudes sembla que travessen igual els boscos que els conreus». És clar que les petites avingudes poden ser dominades i això no és menyspreable (ICONA, 1983). Com assenyala ací DUPRÉ, BOSCH (1866) insisteix molt en la influència de la desforestació, tant en la dinàmica de les revingudes com en l'elevació del llit fluvial.

El treball experimental i els indicis històrics (MATEU, ací mateix) confirmen la relació tala/augment de l'escorrentia, i la possibilitat de prevenir-ho. Hom pot canviar unes espècies per altres (arbres) o per gespa o conreus; les proves de l'influx negatiu són més clares que les del positiu. Giambattista Vico de Cilento ja recomanava, el 1344, per a combatre les reiterades revingudes de l'Arno, un programa governamental de repoblació; com no fou acomplert, Firenze seguí patint catàstrofes com la de 1966. L'enginyer Fabre concloué el 1797 que els torrents envaïen les terres baixes a causa de la desforestació: el govern francès reaccionaria el 1890. Al cas espanyol, la Comisió Repobladora de la Cuenca del Segura començà a lluitar exemplarment als vessants de Sierra Espuña (LILLO, 1971); el seu heretatge seria recollit per les Divisions Hidrològic-Forestals el primer quart de segle actual. Als Estats Units s'iniciaren amplis treballs els anys 1930; a Gran Bretanya les experiències són contradictòries. El que pot deixar-se clar és que els incendis provoquen, segons la terminologia de TRICART, l'acció «directa» del clima sobre el relleu.

#### *Protecció contra les revingudes*

Ja fa 2.500 anys es construïen dics laterals al Huang He i els babilonis desviaven l'Eufrates per estalviar la ciutat. Però el terme «protecció» o «control» d'avingudes pot enganyar, ja que mai no seran complets contra les majors revingudes. Als Estats Units els embassaments solen ser projectats per a contenir les avingudes de 65 a 100 anys i quedar incòlumes fins i tot en el cas de sobreixida. Així i tot, sovint la població afectada es refia massa de la protecció i no evacua amb facilitat quan amenaça una riuada: aleshores les víctimes poden ser més nombroses que si no hi haguera cap obra. La protecció minimitza o mitiga els danys dins els límits econòmicament possibles (WARD, 1978).

Des de fa segles els hòmens afectats han assajat de reduir l'àrea inundada, l'altura de les aigües o el cabal d'avinguda a base de quatre recursos bàsics: 1) construcció de motes, dics o malecons; 2) millora de la capacitat de descàrrega dels canals, adreçant-los, eixamplant-los o profunditzant-los; 3) desviació o *bypass* per a conduir l'excés d'aigua lluny de l'àrea protegida, i 4) estanys d'acumulació temporal de l'aigua. Sovint són combinades dues o tres solucions; n'hi ha que poden agreujar la revinguda aigües amunt i/o avall de l'obra.

**Motes i malecons.**—Als fons de valls o planes d'inundació de poca pendent (Xina, Índia, Nil; ara, sobretot, Mississipi al llarg de 4.500 Km), poden alçar-se dics, motes, *levées*, *embankments* o murs de contenció per a protegir zones riques o urbanitzades. Una de les més repetides suggerències de la comissió d'enginyers de la riuada de 1864 és la construcció de malecons (MATEU, *hoc in volumine*). Abans eren de terra i ara solen fer-se de ciment armat i peces soltes amb ancoratges. No cal oblidar que amb les motes es redueix el gast o capacitat de descàrrega si no són empeses al límit de la plana d'inundació, cosa que la plusvàlua no vol consentir.

Malgrat l'ús històric reiterat, els malecons i motes amb l'elevació del nivell de les aigües per damunt la plana agreugen el risc de desbordament. Un altre inconvenient —a banda del cost— prové dels afluents que cal integrar al mateix sistema ja que esdevenen recipients d'acumulació.

**Millors del canal.**—Un augment de la secció del caixer o de l'índex de flux pot proporcionar una baixada del nivell, o siga, un menor risc de revinguda. L'objectiu es pot aconseguir per tres vies: *a)* netejant el canal de vegetació o eliminant-ne la rugositat per revestiment; *b)* dragant o escurant de tarquim, i *c)* escurçant-lo (p. e., tallant meandres o adreçant raconades). De tota manera, qualsevol canvi artificial de l'ajustament natural provoca una reacció immediata contrària i els costos de manteniment són molt elevats.

**Plans de desviació.**—Marco Polo ja en trobà a la Xina del segle XIII i de vegades han obeït a raons urbanes. Nogensmenys, els que reben l'aigua desviada se'n solen queixar, com s'esdevé amb el Reguerón, canal de desviació del Guadalentín per a protegir Múrcia, a risc de perjudicar Orihuela. Encara hi ha la desviació del Paretón, a Totana, on el mateix riu pot esser vessat vers Mazarrón. Una obra d'aquest tipus, però de més abast, és la coneguda desviació del Túria a partir de Quart de Poblet amb l'anomenat «Pla Sud» de protecció de la ciutat de València.

**Estanys artificials o embassaments.**—Preses per a mitigar la revinguda, de detenció o aturada només, se'n construïen abans; ara són males de justificar *econòmicament*, ja que han de mantenir el vas buit. Quan vé la riuada, n'hi queda una part i l'altra flueix per un forat o sobreeixidor, cosa que aconsegueix aplanar el pic o «laminar» com diuen els enginyers espanyols. La presa més simple és la de desguàs incontrolat o autorregulat on el flux passa a un conducte fix o a sèries d'orificis a diferents altures. Aquests embassaments d'aturada es buiden ells mateixos després de cada revinguda i per açò el seu vas pot esser aprofitat fins i tot amb finalitats agràries.

Els embassaments d'eixida controlada tenen l'avantatge de poder evacuar la primera part de l'hidrograma, de manera que l'acumulació pot fer front als fluxos més alts que podran ser descarregats d'una manera seguida o en proporció variable, segons les condicions d'escorrentia aigües avall. Aquests embassaments seran eficaços quan es dispose d'una previsió adequada de la revinguda que hi arriba. L'operació ideal de control és descrita en aquest cas per LINSLEY, KOHLER i PAULHUS (1949) i il·lustrada en la fig. 1. La col·locació

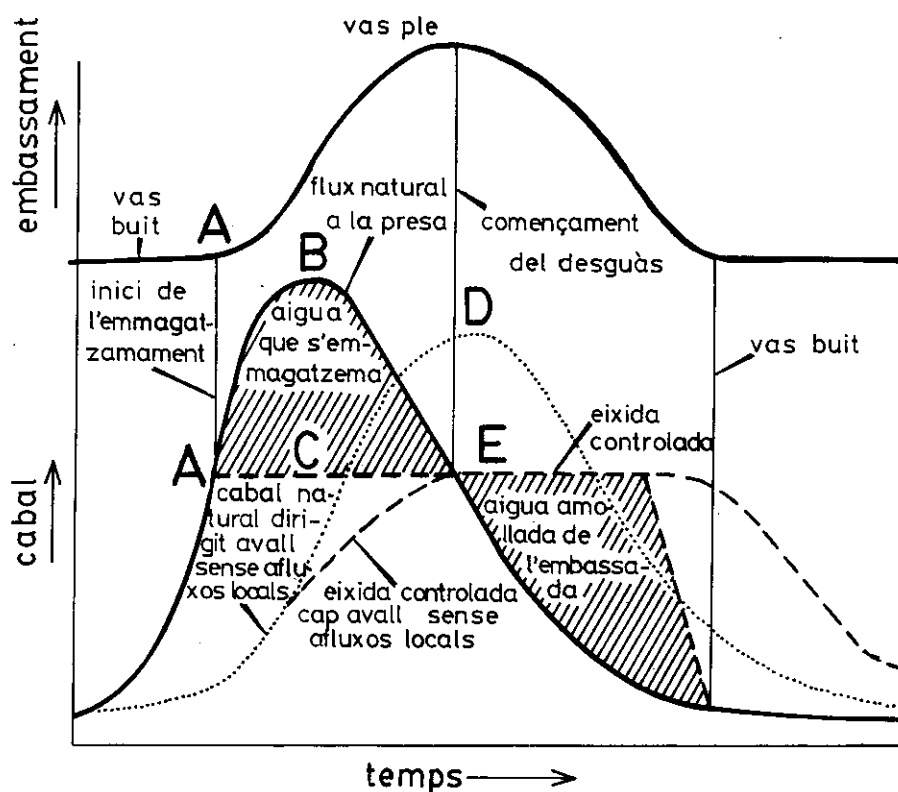


Fig. 1.—Operació ideal d'una presa controlada per a mitigar les revingudes. (Sc. LINSLEY *et al.*, 1949)

ció del punt A al flanc ascendent de l'hidrograma és tal que el volum previst de la resta de la revinguda, excident de la descàrrega a través de la presa, iguale exactament la capacitat que roman disponible de l'embassament. Per damunt del punt A, per tant, tota l'aigua que entra és evacuada i després del punt A, el desguàs és mantingut constant i qualsevol excés d'entrada queda dins el vas. En una paraula, l'estany s'omplirà en el moment de caiguda de l'hidrograma quan la taxa d'entrada equilibri la d'eixida i la cresta haja estat reduïda per la relació BC.

Normalment —és ver— una previsió tan acurada de les revingudes no és disponible i en aquest cas l'avinguda total que entra durant la primera part de l'hidrograma és descarregada fins que el desguàs de la presa arriba a la capacitat de seguretat del canal d'avall; si la depassa, l'aigua és retinguda fins que la taxa d'entrada torna davallar per sota la màxima capacitat del caixer.

La figura 1 mostra com l'hidrograma del desguàs controlat tindrà una forma ben diferent quan repercutisca aigües avall. La programació de les

successives amollades d'aigua té molt que veure amb l'exactitud de la previsió de l'entrada i dels efectes sobre el canal d'avall, de tal manera que equivocacions relativament petites poden produir una exacerbació en les condicions de la revinguda (LIMLEY-FRANZINI, 1972).

Com que la construcció és molt costosa, són més freqüents les preses reguladores d'aprofitament múltiple, que es dediquen —a part de la regulació— al regadiu, assortiment urbà, energia o esbargiment. Les funcions entren sovint en conflicte: la protecció demana un vas buit, la hidroelectricitat, ple; els recs tendeixen a buidar l'estiu quan l'ús esportiu ho voldria ple. Aquests embassaments solen ser grans i el seu maneig per a control de revingudes és una tasca molt complicada: cal sospesar molt per a decidir entre tantes variables. Si es manté ple, es pot desbordar i obrir bretxa; si es té massa buit, compromet l'assortiment de l'estació pròxima.

S'ha produït una llarga controvèrsia sobre la millor locació de les preses de control de revinguda: uns es decanten per les petites de capçalera; d'altres, per les grans aigües avall. Cal dir que el grau de protecció disminueix amb la distància aigües avall de les terres emparades. LEOPOLD-MADDOCK (1954) revisaren la qüestió i es pronunciaren eclècticament i en dependència del tipus d'aiguats. I encara que els arguments hidrològics siguen clars, les consideracions socioeconòmiques i polítiques no sempre ho són tant.

WARD (1978) enumera els inconvenients de les preses de protecció. 1) La solsideja pot ésser catastròfica per part de l'aigua amollada sobtadament i a causa de l'aprofitament de les terres d'avall, basat en una indeguda confiança. 2) Segons el tipus de presa, algunes terres o pobles poden veurer-se submergits per a protegir-ne d'altres. 3) En molts indrets és difícil trobar nous llocs per a emplaçar-hi preses; en altres no n'hi ha hagut mai. 4) A fi que la protecció siga efectiva, cal situar-les prop de l'àrea protegida. 5) Els embassaments controlats només poden ser manejats correctament quan hom disposa d'adequades previsions de revingudes. 6) Si no s'adopten especials precaucions, esdevenen una trampa de sediments inevitable; els petits poden restar inservibles en poques dècades; l'equilibri aigües avall se'n ressentirà exacerbant l'erosió.

La Tennessee Valley Authority —exemple ideal— combina embassaments, correcció de canals, dics laterals i modificació de revingudes amb un eficient sistema d'alarmes i una xàrcia ben atapeïda d'informació. Només amb ella es pot guanyar la batalla al temps. Els nostres enginyers de 1864 ja demanaven més observatoris.

Els perjuins inferits a l'agricultura en la revinguda del Xúquer d'octubre passat són estudiats per M. J. MIRANDA. M. J. TEIXIDOR i C. DOMINGO han escorcollat a les repercussions urbanes, mentre J. SALOM i A. BOTELLA malden per a presentar el quadre dels estralls a la indústria i el comerç, i C. SANCHIS en les vies de comunicació en el present volum extraordinari de *Cuadernos de Geografía*.

## LA RIUADA DEL 20-21 OCTUBRE DE 1982

*Les precipitacions*

Sense intenció de duplicar dades o interpretacions que figuren en altra part d'aquest treball col·lectiu, caldrà introduir ací algunes consideracions que justifiquen el volum i caràcter de la revinguda, fugint d'apriorismes de tot signe.

La conca del Xúquer, en la seua part mitjana baixa, és un marc adequat per a què el mecanisme concret dels vents de component E combinats amb una gota freda en altura, localitzada a la vertical del S o W de l'àrea, i la topografia concreta amb l'efecte d'embut desencadenen aiguats extremosos. La gota clàssica en la seua gènesi procedeix d'un estrangulament del tálveg del doll (*jet stream*) en moments de baixa circulació zonal. Del dia 17 al 19 d'octubre —com observen PÉREZ CUEVA-ARMENGOT i QUEREDA— es consuma un canvi de circulació en altura (300 mb), passant d'un alt índex zonal a un de més baix, quasi meridià. La gota es col·loca sobre Gibraltar dia 19 a migdia, per passar primer al Rif i després al golf de Gènova. Reactivada el dia 23, afectarà amb pluges intenses Tunísia, la vall de l'Almanzora, el Marquesat i la Vall d'Albaida.

Un mapa confeccionat a base de 270 punts pluviomètrics demostra una gran penetració interior com a la de la riuada de 1864. Sembla que la màxima precipitació en la tanda és la de 650 mm, corresponent al Barranco Salado de Bicorp, ja que la xifra manejada a última hora per la Comissaria d'Aigües (1.120 mm a la Muela de Cortes) no procedeix del pluviòmetre, sinó d'estimacions no homologades. La isohieta de 500 mm encercla 715 Km<sup>2</sup> de terres peninsulars i la de 100 mm, més de 25.000 Km<sup>2</sup>: és clar que els prop de 3.000 Hm<sup>3</sup> caiguts no corresponen, ni de molt, a la conca del Xúquer. Nogensmenys, intensitats de més de 120 mm/h entre Ayora i el Caroig suggereixen unes pluges francament forassenyades.

Sobre el mapa de dades disponibles es poden trobar variacions considerables d'uns a altres indrets; els totals acumulats entre els dies 20 i 21, a les vuit hores —dies que centren l'esdeveniment— oscil·len dins la conca des de 79 mm al Villar de Chinchilla i 84 a la Roda i Los Llanos fins a 632 i 638 a Bicorp i Jalance. Amb aquestes dades d'una quarantena de pluviòmetres i només un pluviògraf i algunes altres informacions escadusseres, diversos organismes han assajat de refer histogrames el més atemperats possible als detalls coneguts o suposats de la revinguda. Les discrepàncies entre uns i altres són considerables.

Començant per la quantitat d'aigua precipitada, les estimacions ja es distancien en la consideració superficial. Si la conca completa del Xúquer és de 21.478 Km<sup>2</sup> (C. E. H., 1965), l'extensió que va fornir cabals a la revinguda de 1982 és limitada per les preses d'Alarcón (2.977 Km<sup>2</sup> de recepció), Contreras





Fig. 2.—Mapa de la conca amb distinció dels espais exclosos pels embassaments o l'endorreisme

(3.206) i Forata (1.058 Km<sup>2</sup>), com es pot veure a l'adjunt quadre i el mapa.

Així les coses, tindriem 14.237 Km<sup>2</sup> de conca teòrica, 11.677 dels quals són a la part d'amunt de Tous. Tanmateix, la conca efectiva és quelcom més reduïda per la presència de diverses àrees endorreiques, la dels plans de Barrax i d'Albacete, que engloben 2.822 Km<sup>2</sup> —on, demés a més, plougué ben poc— i els encontorns d'Almansa, que sostrauen al Reconque uns 380 kilòmetres quadrats pel cap curt. En aquest segon cas hi va ploure intensament (entre 382 i 107 mm), però la Laguna de San Benito no va arribar a vessar.

La conca funcional, per tant, queda contreta a 11.032 Km<sup>2</sup>: 8.472 per damunt de Tous i 2.560 riu avall. Una estimació encara més restrictiva (la quarta columna del quadre) correspon a l'estudi preliminar de la Comissaria d'Aigües del Xúquer, que menysprea les conques del Valdemembra, Valhermoso i Abengibre o Arroyo de Ledaña, tot i que les pluges hi abastaren 100 o 200 mm. ICONA (1983) sembla seguir el mateix procediment, amb la qual

*Distribució espacial de la conca del Xúquer \**

	Conca total	Conca sense embassaments	Conca efectiva	Conca bàsica de la riuada
Riu Xúquer, per damunt d'Alarcón .....	2.977'0 Km <sup>2</sup>	—	—	—
Conca dels rius Valdemembra, Valhermoso i eix col·lector fins a la confluència del Canal de Maria Cristina .....	3.459'1 Km <sup>2</sup>	3.459'1 Km <sup>2</sup>	3.459'1 Km <sup>2</sup>	—
Conca drenada artificialment pel Canal de Maria Cristina .....	2.821'6 Km <sup>2</sup>	2.821'6 Km <sup>2</sup>	—	—
Conca de l'Abengibre i eix col·lector immediat .....	910'5 Km <sup>2</sup>	910'5 Km <sup>2</sup>	910'5 Km <sup>2</sup>	—
Conca del Pozo Lorente-Carcelén .....	810'3 Km <sup>2</sup>	810'3 Km <sup>2</sup>	810'3 Km <sup>2</sup>	810'3 Km <sup>2</sup>
Conca del Reconque i enllaç del Xúquer fins a Cofrentes .....	1.219'1 Km <sup>2</sup>	1.219'1 Km <sup>2</sup>	836'0 Km <sup>2</sup>	836'0 Km <sup>2</sup>
Cabriel, Contreras amunt .....	3.205'5 Km <sup>2</sup>	—	—	—
Cabriel, Contreras avall .....	1.548'7 Km <sup>2</sup>	1.548'7 Km <sup>2</sup>	1.548'7 Km <sup>2</sup>	1.548'7 Km <sup>2</sup>
Congost del Xúquer, amb l'Escalona i altres .....	907'8 Km <sup>2</sup>	907'8 Km <sup>2</sup>	907'8 Km <sup>2</sup>	907'8 Km <sup>2</sup>
Riu Xúquer, Tous avall .....	2.074'6 Km <sup>2</sup>	2.074'6 Km <sup>2</sup>	2.074'6 Km <sup>2</sup>	2.074'6 Km <sup>2</sup>
Riu Magre, fins a Forata .....	1.058'0 Km <sup>2</sup>	—	—	—
Riu Magre, Forata avall .....	485'7 Km <sup>2</sup>	485'7 Km <sup>2</sup>	485'7 Km <sup>2</sup>	485'7 Km <sup>2</sup>
<b>TOTALS .....</b>	<b>21.477'9 Km<sup>2</sup></b>	<b>14.237'4 Km<sup>2</sup></b>	<b>11.032'7 Km<sup>2</sup></b>	<b>6.663'1 Km<sup>2</sup></b>
Aigües amunt de Tous .....	17.859'6 Km <sup>2</sup>	11.677'1 Km <sup>2</sup>	8.472'4 Km <sup>2</sup>	4.102'8 Km <sup>2</sup>
Aigües avall de Tous .....	3.618'3 Km <sup>2</sup>	2.560'3 Km <sup>2</sup>	2.560'3 Km <sup>2</sup>	2.560'3 Km <sup>2</sup>

\* Font: Centro de Estudios Hidrográficos: *Datos físicos de las corrientes clasificadas*, 1965. Elaboració pròpia.

cosa ens queden 6.663 Km<sup>2</sup> de conca bàsica, dels quals 4.103 pertanyen a la recepció de Tous.

Dos equips completament diferents, de la Comissaria d'Aigües del Xúquer i del Departament de Geografia (V. PÉREZ CUEVA-ARMENGOT, en aquest volum) a base del plànol d'isohietes arriben a volums de precipitació molt semblants: 1.685 i 1.785'8 Hm<sup>3</sup> sobre toda la conca «útil», respectivament; amunt de Tous són 1.245 i 1.271 Hm<sup>3</sup>, i Tous avall, 440 i 515 Hm<sup>3</sup>, respectivament. La xifra mobilitzada per estimació a la reunió del Col·legi d'Enginyers del 26 d'octubre va ser d'un milenar d'hectòmetres cúbics aigües amunt de Tous; és ver que llavors no es coneixien les xifres —per altra part no confirmades— de la Casa del Barón a la conca de l'Escalona. Un altre informe enginyeril (desembre 1982) va manejar en les primeres apreciacions 2.150 Hm<sup>3</sup> de pluja total.

Malgrat les repetides coincidències en el càlcul de les aigües de la conca de Tous d'equips i persones absolutament desconnectades entre ells, el mes de febrer d'enguany són fetes públiques per la Direcció General de Obras Hidráulicas (MOPU) en un avanç de l'informe tècnic del Centro de Estudios Hidrográficos (conferència de premsa del 16-2-83, segons Europa Press i Efe, a *El País*, *Noticias al día*, *Las Provincias*, *Levante* i *Mediterráneo* del 17-2-83), xifres que gairebé dupliquen les anteriors: 2.600 Hm<sup>3</sup> de precipitació.

Una anàlisi de les discrepàncies ens suggereix una òbvia explicació. El C. E. H. ha considerat tota la conca (11.677 Km<sup>2</sup>, v. columna 2.<sup>a</sup> del quadre), ço que suposaria una mitjana de 223 mm de pluja. L'apreciació no es pot qualificar d'incorrecta mentre no siga transportada a l'escorrentia que implica tota una altra qüestió. El mateix s'esdevé amb els 1.060 Hm<sup>3</sup> aigües avall de Tous si no s'hi inclouen, segons que sembla, les conques col·laterals de l'Albufera, riu de Xeraco, etc. En definitiva, si es resolía la discrepància dels espais endorreics i de la conca aigües amunt de la confluència Xúquer-Abengibre, les xifres serien compatibles, de 1.600 a 2.200 Hm<sup>3</sup> ploguts, per la banda de dalt de Tous.

Encara que seria molt il·lustratiu i aclaridor, és molt arriscat teoritzar sobre el ritme horari de les pluges, ja que l'únic pluviògraf, el de la Central de Cofrentes, va proporcionar una gràfica confusa i solapada. La seua interpretació més usual (fig. 3) dóna una punta de 100 mm/h a les set del dia 20, i dues més de 93 mm de nou a dotze, i de 80 mm a les setze del mateix dia, dins un total de 576 mm. Els altres hietogrames són simples reconstruccions benintencionades i hipotètiques de totals diaris recollits en pluviòmetres convencionals que algun colp vessaren o tingueren dificultats de mesura.

A part l'efecte topogràfic, assenyalat ja per BELDA (1866, ap. BOSCH), així com l'orientació de la vall de Montesa en l'aiguat de Sant Carles (V. MATEU, en aquest volum), hom va observar un clar desplaçament de la barrumbada de SW a NE a uns 20 Km/h. Això justifica el caràcter primerenc de les envestides del Sallent i l'Albaida que arriben a la seua confluència devers les 7'30 i 9 hores, pel que fa al sector baix, i l'avinguda de l'Escalona,

que entra ja ben definida a la resclosa de Tous a les vuit del matí. Després s'hi incorporarien les puntes del Xúquer immediat —Cofrentes avall—, del Reconque, del Cabriel i de la resta del Xúquer. Engalzar tots aquests aports tan diversos en horari i cabal esdevé una labor de marqueteria que no és al nostre abast.

### *L'hidrograma*

El mòdul de 50 anys del Xúquer al Mas de Mompó —l'aforament més abundant— és de 52 m<sup>3</sup>/seg (PÉREZ PUCHAL, 1967), i l'aportació anual mitjana, 1.640 Hm<sup>3</sup>; d'antuvi, per tant, és òbvia la magnitud de la previsible escorrentia en dos o tres dies d'un volum igual o superior a la mitjana anual. El Centro de Estudios Hidrográficos l'ha xifrada en un 94 % de l'aportació mitjana anual (referències de premsa del 17-2-83, ja citades).

L'hidrograma, emperò, és condicionat abans de tot pel coeficient d'escorrentia sobre el qual hi ha massa dubtes i interrogants. Els càlculs primerencs de la Comissaria d'Aigües es mouen versemblablement entre 0'3 i 0'75; els d'altres informes, entorn de 0'6. L'aportació més seriosa que hem pogut conèixer és la d'ICONA (abril de 1983), però només es refereix a les subconques de Jarafuel i Escalona, a les que atorga coeficients entre 0'5 i 0'6, tot basant-se als principis classificatoris de l'U. S. D. A. Soil Conservation Service. Tenint en compte que es tracta d'un país eminentment calcari, ens inclinàriem a rebaixar els coeficients, almenys per als primers aiguats; després, una vegada saturat el sòl i els conductes subterranis, bé podria depassar-se el 0'6 i el 0'8 en qualche indret.

En efecte, l'avanç de l'informe del Centro de Estudios Hidrográficos —pel que n'hem pogut atényer— es mou entre 0'19 quant a la conca superior i 0'52 quant a la inferior. En altres paraules, haurien entrat a la resclosa de Tous 495 Hm<sup>3</sup>, i un colp desfeta la presa s'haurien sumat als 550 de la part baixa, 1.045 Hm<sup>3</sup> en total.

Un altre condicionament és la velocitat d'avançada del flux que, en els casos més extraordinaris no sol depassar els 20 Km/h (PARDÉ, 1961). L'ona de xoc podria haver progressat a certes capçaleres i subconques —p. e., Escalona, Millares-Tous— a 15 Km/h, i ja a la plana de la Ribera, a 10 Km/h (= 2'8 m/seg) com a màxim, sobretot si hi comptem les drecceres que suposen un acurtament de prop d'un terç. La velocitat que per al conjunt de la revinguda, de 4 m/seg (= 14'4 Km/h), dóna l'informe d'ICONA (1983) sembla prou elevada, tot i que cau dins les possibles.

En una roda de premsa del MOPU de les darreries de novembre fou aduïda l'«extremada singularidad del fenómeno meteorológico cuya intensidad hace imprevisibles los hidrogramas que genera». Nogensmenys, el problema és de deficiència instrumental i humana i ara no podem passar gaire d'una aproximació més qualitativa que quantitativa. L'hidrograma d'entrada a l'embassament és el més interessant i del que es disposa de més dades. Si s'elabo-

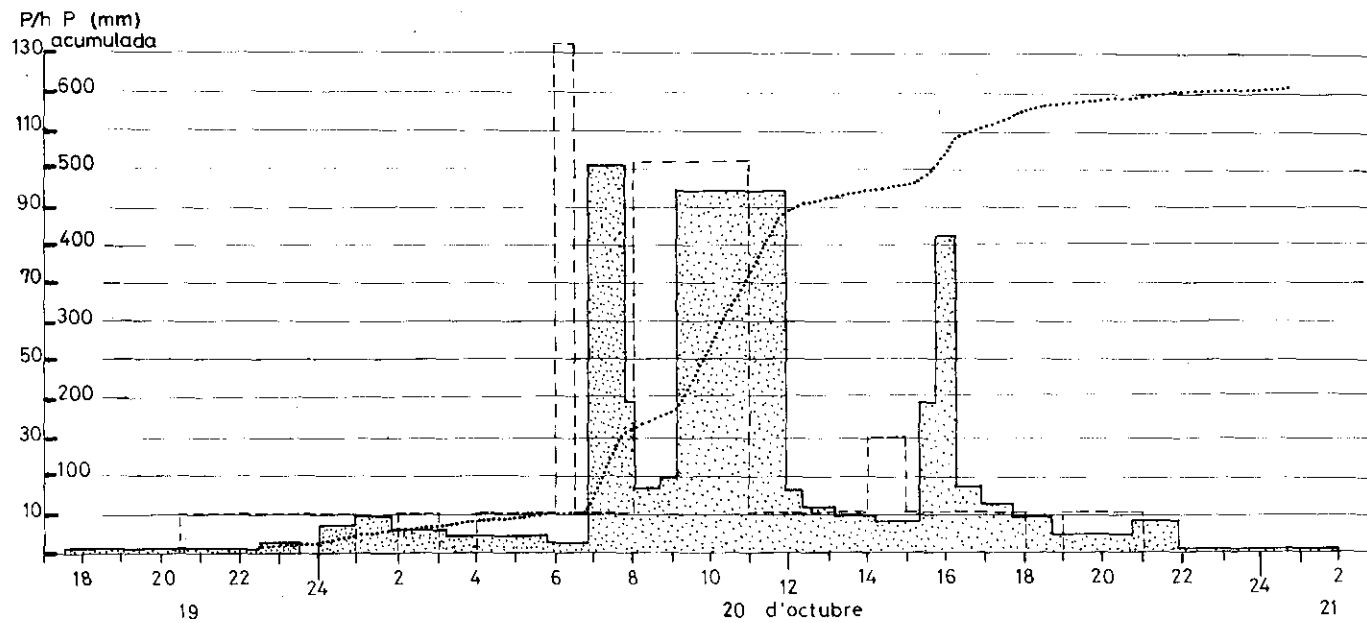


Fig. 3.—Interpretació del pluviograma de Cofrentes segons el Centro de Estudios Hidrográficos. Precipitacions horàries i pluges acumulades, en escales diferents. (En traços, la primera interpretació de la Comissaria d'Aigües del Xúquer.)

ra a partir de les pluges, cal apel·lar a les corbes isocrones de la conca. Tot i que tenim dades escadusseres sobre l'horari dels pics o puntes (PIQUERAS, *hoc in volumine*), la diversa confiança de la informació a penes permet treballar més que en hipòtesis d'aiguats unitaris referits a hidrogrames unitaris.

Dividint en cinc blocs les aportacions, es presenta primer la de l'Escalona amb una punta devers les 17 hores del dia 20, que amb l'increment del cap de crescuda del Xúquer mitjà (Tous-Cofrentes) i l'inici del Reconque, assolí 5.273 m<sup>3</sup>/seg homologats, pel que sembla, com a màxim abans de destruir-se el dic. Tot i que el ritme d'increment mostra una inflexió, els cabals van augmentant a base de les aportacions del congost del Xúquer, del Reconque —més importants—, del Cabriel (de l'ordre de 150 Hm<sup>3</sup>) i del Xúquer superior (200 Hm<sup>3</sup> ca). Les respectives puntes semblen concentrar-se entre les tres i les sis hores del dia 21, en què va aproximar-se (o assolir) el cabal instantani de 10.000 m<sup>3</sup>/seg. L'informe elaborat per ICONA ofereix —d'acord amb el Centro de Estudios Hidrográficos— els següents cabals punta: 15.888 m<sup>3</sup>/seg al Pont de Casa de Paula (Alberic), 14.395 a Tous i 10.643 a Millares. Els autors de l'estudi reconeixen, però, honestament que l'elaboració dels hietogrames-hidrogrames parcials per paral·lelisme amb el de Cofrentes pot haver falsejat els resultats, per excés, com es pot suposar.

Sabem que a les 9 h del dia 20 s'inicià l'ona de crescuda a Cofrentes i el cabal màxim instantani fou estimat en 4.000 m<sup>3</sup>/seg a Quesa-Navarrés (Escalona) i en 6.000 m<sup>3</sup>/seg a Millares (Xúquer), on la central quedà sota l'aigua, segons els dirigents del MOPU en roda de premsa; també, CALVO i FUMANAL (en aquest volum), a base de la secció mullada, es queden en 5.000 m<sup>3</sup>/segon.

Informes oficials diuen que des de les 6 a les 20 h del dia 20 entraren en el pantà 220 Hm<sup>3</sup>, dels quals n'eixiren més de 90; la resta (700 o 800 Hm<sup>3</sup>, segons les mateixes fonts) arribarien, sobretot, després de l'ensulsiada de la presa, amb un desfasament d'onze a desset hores, respecte al moment central de l'aiguat. Diguem, en definitiva, que els susdits informes es refereixen a cabals superiors als 800 o 700 Hm<sup>3</sup>, xifra que fou manejada en principi per la comissió del respectiu Col·legi i que nosaltres ens inclinàrem per no superar gaire.

Aigües avall de la presa de Tous aflueixen, demés a més del Xúquer troncal, el Sallent, l'Albaida i el Magre. Els hidrogrames respectius són més primerencs per causa de l'hora de la precipitació —sobretot als dos primers— i la distància. Els registres de l'aforament immediat (Xúquer, l'Hort de Mulet) comencen per 381 m<sup>3</sup>/seg (12 h) i passen a 513 (15 h) per destruir les instal·lacions amb 960 (18 h).

Des de la matinada del dia 20 tots els barrancs que travessen la carretera nacional 340 experimentaren una forta revingudà que, després de minvar, es reproduïa a les 8 h; a les 11 el Cànyoles era a punt de sobreixir al pas de la CN-430. Però l'envestida de l'Albaida a la Ribera es produïria a mitja vesprada amb uns 2.000 m<sup>3</sup>/seg, 2 o 3 hores més tard que la del Sallent. El

cabal d'aquest riu que davallava de la Canal de Navarrés, hi ha indicis que presentà el seu màxim de 1.200 m<sup>3</sup>/seg entre les 17 i 18 hores a la confluència amb el Xúquer, abans de arribar l'onada de Tous, que ja vessava per damunt.

A les 11'20 h la variant de Gavarda estava negada i una hora més tard l'aigua avançava entre Alberic i Massalavés des del SE, en una inundació que començà a cedir a les 8'30 h de l'endemà, encara que fins al 23 no es tornarien a veure les ribes habituals del Xúquer. La Ribera Alta rep les primeres puntes, una devers les 10 h (la del Sallent i llavors l'Albaida) i l'altra, prop de les 14 h, a la que ja intervé el Xúquer.

Les puntes posteriors del teòric hidrograma són males d'identificar a l'intervenir-hi la presa i l'esfondrament. De qualsevol manera, poc després de les 19 h, una breu i sobtada onada assolí 13.000 m<sup>3</sup>/seg o més, de mòdul instantani a Sumacàrcer (Centro de Estudios Hidrográficos): s'hi sumaven per parts quasi iguals el cabal «normal» que venia pel congost i l'increment de l'ensulsiada de 120 o 130 Hm<sup>3</sup> acumulats que es buidarien al llarg d'unes quatre hores; si el buidament hagués estat sobtat, caldria pensar en una arribada més tardana de les aigües més altes. Després de la ruptura s'han idealitzat dues puntes, una a les 22 h del 20, del Xúquer i Cabriel «mitjans», i una altra de devers les 5 h del 21, procedent de l'«alt» Xúquer; cadascuna hauria d'haver assolit els 8.000 m<sup>3</sup>/seg per a poder fournir els 600 Hm<sup>3</sup>.

A les 21 h es produïa a Alberic la darrera pujada de les aigües, que romangueren fins a les 2 h del dia 22. A Alzira l'empenta màxima hi arribava a les 20 h del dia 20 i el nivell es mantenia o augmentava encara fins a les 3 h del dia següent, que es produïa a les 7 la baixada inicial. Hom ha dit que el volum d'aigua que passà per damunt i davall de l'autopista atenyé els 6.000 o 7.000 m<sup>3</sup>/seg i que el regolfament dels diversos vectors explica efectes hidràulics inesperats i poc habituals. No queda tan clara, però, la influència de la mar grossa de llevant, és a dir, d'un possible alçament del nivell marí, el qual, segons han senyalat diversos autors per vies distintes, hauria dificultat l'escolament de les aigües. En qualsevol cas, el primer assut n'hagués interromput la repercussió, convertint-ho en un fenomen local.

### *Els efectes*

Com a les revingudes de 1805 i 1864, a la de 1982 les terres altes hi contribuïren prou, tot i que en fan la diferència el paper de la presa de Tous i la presència de les grans vies de comunicació.

L'ambient de riuada, amb tocs de campanes fins i tot, tan familiar a certs pobles de la Ribera encara a la postguerra civil, fou reviscut per generacions que gairebé el desconeixien. En altres articles que vénen després són especificats molts aspectes de les conseqüències geomòrfiques i humanes, en especial registrades a la Ribera. LA ROCA i CARMONA posen particular èmfasi en les seqüeles físiques de l'escorrentia i de l'abast de la làmina d'inundació, que

fou de 290 Km<sup>2</sup>, superior fins i tot a la vella extensió de la marjal tan ben cartografiada al mapa topogràfic 1/50.000 (edició 1951). La geometria de la plana al·luvial, heretada de molts segles de fenòmens anàlegs, pesa decisivament en l'esquema de la inundació que s'estén aquesta vegada fins al glacis de Castelló. El Riu Verd i el Barranc de Barxeta formen difluències d'estil *yazoo* que «no poden» tornar al caixer: aquesta observació de LA ROCA-CARMONA és idèntica a la que va fer BOSCH el 1864. El coll de botella format al SE d'Algemesí entre el glacis-con i l'autopista implica una gran concentració dinàmica i un nou caixer en tant que la Ribera Alta veu pujar les aigües.

Les comprovacions de les esmentades autores permeten reblar el clau sobre el comportament hidràulic de la plana al·luvial, distingint-hi tres zones: una des de Tous al con del Riu d'Albaida, una altra des d'ací al con del Magre-autopista, i una terera coincident amb la Ribera Baixa. Els cons i els seus efectes estranguladors foren observats l'any 1864, però les diferències actuals vénen del capteniment de l'Albaida i de la crescuda primerenca del Sallent el matí del dia 20. La difluència triple Xúquer, Barranc de Barxeta i Riu Verd, pren aquest últim com a àrea expansiva i la nova confluència prop d'Alzira provoca allà l'elevació de les aigües. Passat l'entreforc del Magre —inert aquest colp—, torna a generar-se una triple direcció, complicada per l'obstacle de l'autopista. A diferència de 1864, la no coincidència de puntes amb l'Albaida i l'absència del Magre fan que els nivells més alts corresponguen a la vora dreta, afegint-hi el canvi d'escena d'un arrossar espai per un taronger amb major fricció.

Potser caldrà remarcar els efectes a l'Assut d'Antella i a la casa de portes de la Séquia del Rei, bastida el segle XVII; la base del casalici, de 10 Tm fou portada a 1'5 Km de distància (MIRANDA, *h. i. v.*). La mateixa autora parla de 1.500 Ha de cítrics destruïdes i sistemes de rec sovint inutilitzats. Les pèrdues es refereixen al cas dels cítrics —el conreu més *mal situat*—, a collites i plantacions, que no sempre han pogut reciclar-se. Tampoc podem oblidar el 30 % d'abstenció en les immediates eleccions de la Ribera Alta, que, segons estudia VALLÈS, a Carcaixent va superar el 60 %.

El 23 % de les empreses de la Ribera Alta i el 15 % de la Ribera Baixa han declarat danys i perjudicis amb ocasió de la revinguda, o siga que es troben «mal situats» els respectius establiments (BOTELLA-SALOM, en aquest volum), cosa que s'ha detectat a Alzira, Carcaixent i Sollana, encara que hom pot trobar fins i tot localitzacions al mateix caixer del riu a Albaida i Ontinyent. El sòl industrial d'Alzira presenta un risc general d'estar quasibé tot per sota la isohipsa dels 20 m; buscant la fàcil comunicació, els industrials «cauen» al riu.

Quant al desenvolupament urbà, podem observar-hi que és dirigit més pels eixos viaris que no per allunyar-se del risc fluvial; a les decisions han pesat més els avantatges que els inconvenients de l'emplaçament fluvial. La solució protectora dels dics urbans fou adoptada després de 1864; en tenen



Polinyà, Riola, Albalat, Fortaleny, Benimuslem i Carcaixent (TEIXIDOR-DOMINGO, en aquest volum).

Si el volum d'aigua que arribà a l'àrea negada fou d'uns 1.200 Hm<sup>3</sup>, com es digué a la roda de premsa del MOPU al Col·legi d'Enginyers, o de 1.045, com ha calculat després el Centro de Estudios Hidrográficos, és més realista l'anàlisi dels danys i la proposta de mesures precautòries per al futur.

Girant els ulls a la part alta, oblidada per la majoria, és remarcable l'acció destructora a la conca de la Rambla del Caballero, afluent directe del Cabriel, on esdevingueren desfetes la majoria d'*hormas* transversals als tálvegs, així com els pontarrons i clavegueres (PIQUERAS, al present volum). A Ayora rebentà la desviació artificial d'una rambla corregida després de 1864. La Rambla del Barcal, a només tres quilòmetres de la capçalera, inundava les cases baixes de Navarrés i els troncs de pi tallats a Bicornp obstruïren el pont de Gavarda. Seria reiteratiu que prosseguírem l'enumeració

#### LA PRESA DE TONS I ALTRES CONSTRUCCIONS PÚBLIQUES

La idea popular d'atribuir el desastre d'octubre de 1982 a la falla de les obres hidràuliques es concreta en el mot expressament inventat de «pantana-da». Un estat d'opinió —fomentat en algun moment des d'esferes concretes— ens obliga a deturar-nos en la consideració de les obres públiques i el seu peculiar comportament, sense cap intenció d'invasió competències d'altri.

##### *La presa de Tous*

*El projecte i les seues vicissituds.*—Dins els plans de regulació general de la conca, que remunten a l'enginyer LORENZO, hi entrava d'antuvi una presa a l'eixida dels congostos del Xúquer mitjà. Els primers estudis de 1936 escorcollaren dos possibles emplaçaments, el de la confluència del Barranco del Borrego —aigües amunt de l'Escalona— i un indret 100 m avall de la presa actual, on es feren vuit sondejos. A la postguerra —1942— foren practicats deu sondejos a la Peña Hernando i altres tants just baix del Collado de Escalona. Encara el 1950 s'obre una altra investigació sobre la confluència del Barranco de los Charcos, emplaçament 300 o 400 m avall de l'actual. És l'any 1960 quan és abordat el projecte que podria haver estat definitiu sobre un terreny geològicament no massa favorable on es superposen capes calcàries del Cenomanià-Turonian i Coniacià amb conglomerats del Miocè continental i, el que és pitjor, s'entravessen una sèrie de falles, especialment la «Macau» i la «del Barranco de los Charcos», exactament sota la vertical dela presa.

En realitat el projecte es movia des de 1952-55, però hi hagué problemes d'execució que aconsellaren de parilitzar les obres el 1960, i a partir de la investigació al·ludida i amb el rerafons del desastre de Ribadelago (I.C.O.L.D., 1973), fou redactat el 1965 un nou projecte d'execució en dues fases: una per a 1980, de 50 Hm<sup>3</sup>, i la definitiva, de 390 Hm<sup>3</sup>.

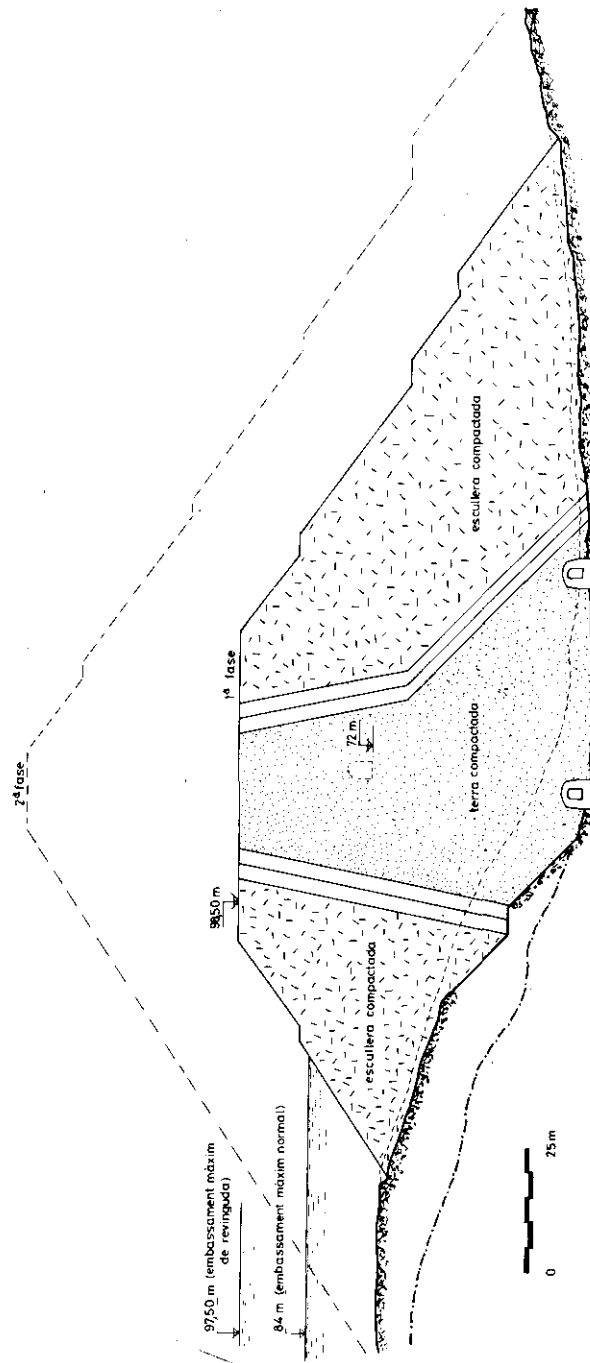


Fig. 4.—Secció de la presa de Taus (1.ª fase), segons el projecte de 1973-78

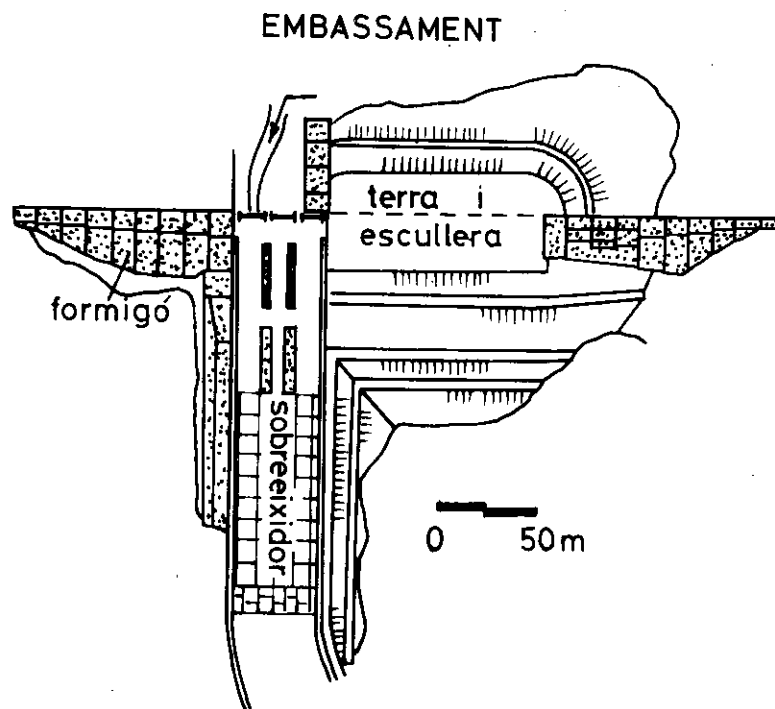


Fig. 5.—Croquis de la planta de la presa de Tous, en la primera fase. (En puntejat, els estreps i altres construccions de formigó, i en blanc, els materials de terra i escullera.)

*Característiques del projecte.*—La *Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas* en vigor data de 1967, però la primera redacció fou publicada el 1961, sota l'impacte de les catàstrofes de Ribadelago i Malpasset (1959), i aspira a elevar els marges de seguretat en els projectes i l'execució. Com que les preses de materials solts —que també, òbviament, són de gravetat— tenen com a principal inconvenient l'erosionabilitat, la instrucció no hi admet el vessament per la coronació. La raó d'haver elegit un model de presa de materials solts o escullera fou la d'aprofitar les estructures anteriors. El cas és que la solució mixta d'obra de ciment armat i materials solts no té res d'incorrecta.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> SERAFIM (1981) ha detectat una major proporció de ruptures a les preses de materials solts (terra o reble), sobretot a les petites, i la freqüència és encara major durant la construcció o poc després. Una tercera part dels desastres són deguts al vessament de l'aigua per la coronació.

El projecte darrer, portat a terme parcialment entre 1973 i 1978, recolza sobre una base de calcari o conglomerats a 30-50 m d'altitud i consta de dos estreps de formigó a ambdós flancs; el de la dreta allotja la presa-vessador a 72 m. La cota nominal de coronació en la primera fase era de 98'5 m, donant en aquestes condicions un màxim embassament de revingudes a 97'5, i un màxim embassament normal a 84 m, pocs per davall de la central hidroelèctrica de Millares. Aquesta última dada cal retenir-la per la seua transcendència. La coronació i el màxim embassament, en la segona fase, havien d'atényer 142 i 133 m, respectivament. La cua havia d'arribar a la confluència del Barranco del Bosque a l'Arboleja, entre els termes de Millares i Dos Aguas.

Seguint amb les cotes del projecte modificat —i executat a la seua primera fase— la presa de regants o desguàs intermedi es troba a 68 o 69 m; el túnel de desviació té la solera a 54, i el final, a 50 o 51; el desguàs de fons és a 58 a la part esquerra; les comportes (en tres cossos) tenen la base a 61'5 m, 10'5 metres i una secció útil de 7 m cadascuna, fins a 84 m, mentre el sobreexidor lliure roman a 77. El túnel de presa del transvasament s'obri a 78'5 m.

La cota natural del riu Xúquer estava prop de 56 m. Teòricament amb 40 dies d'entrada d'un cabal de 50 m<sup>3</sup>/seg, seria atés el nivell 80, é. a dir, un volum de 173 Hm<sup>3</sup>, però amb les condicions d'explotació hom parla d'un màxim de 120 o 130 Hm<sup>3</sup> de cabuda «dinàmica».

*Els sobreexidors.*—Són l'element més delicat de la presa des del punt de vista hidràulic i el seu tamany depèn de la revinguda màxima *previsible*, sempre sobre la base d'extrapolacions probabilístiques excessives, ja que els períodes d'observació són més aviat curts. En la construcció dels sobreexidors o evacuadors qualque enginyer «s'ha sentit rei de la creació» (VALLARINO, 1974), però a les preses de materials solts no hi pot aplicar l'esquema de l'assut —en realitat una presa de vessador—, sinó que sovint es veu obligat a separar la presa del sobreexidor. Aquest tipus de preses haurien de dur al menys un sobreexidor de llavi fix, per cas d'avaries a les comportes (VALLARINO, 1974). Els sobreexidors de llavi fix només vessen l'avinguda automàticament, mentre els de comporta poden modificar la quantitat evacuada.

Al cas de Tous el sobreexidor primitiu havia de ser de llavi fix i era pensat per un mòdul de riuada de 2.000 m<sup>3</sup>/seg, diuen que corresponent a una recurrència de 500 anys exigida per la Instrucció. Tanmateix, la por a la insuficiència, la manca de fiabilitat dels estudis de base o la consideració de determinats fets històrics, feu modificar-lo per un sobreexidor de comporta triple de 7.000 o 7.200 m<sup>3</sup>/seg de llum, que podia semblar excessiva llavors.

*Una obra inacabada.*—Tot i que feia prop de quatre anys que funcionava, la primera fase de la presa, bastida per Agromán, S. A., encara no havia estat rebuda definitivament. De la prevista capacitat per 400 o 450 Hm<sup>3</sup>, només n'abastava aquesta fase uns 50 o 60: una modesta obra de derivació. ¿Per què no s'havia escomés la segona fase? Vetací una pregunta que potser siga la més mala de contestar entre la llarga sèrie d'interrogants encara pendents.

Perquè és quasibé segur que la presa acabada —i ben manejada— hagués pogut fer front al desastre. No és gens dubtós que hi havia temps per haver-la enllestit i que l'acabament de la presa afectava determinades centrals hidroelèctriques. Feia dos mesos que s'havia retirat el projecte, a punt d'aprovar pel Consell de Ministres.

#### *La finalitat de l'obra*

La presa de Tous mai no ha estat concebuda per a fornir energia elèctrica; fins i tot el paper de contenir les avingudes, sembla que hi era secundari, ja que pretenia només independitzar la gestió dels salts superiors del maneig de les aigües de regadiu. L'objectiu clar i determinant del règim d'explotació era abastir d'aigües mitjançant el canal Xúquer-Túria. Això exigia mantenir un nivell convenient de 78 m, que suposaven un llast de 51 Hm<sup>3</sup> sempre embassats que garantissen una porció de l'aigua potable de la ciutat de València i el rec d'una considerable àrea. La subderivació de la presa-assut estava a una cota que ara obliga —després de la ruptura— a un costós bombat de 23 m per a subvenir a les necessitats més imperioses.

#### *El capteniment de la presa respecte a la revinguda*

No ha mancat qui ha qualificat d'extremadament satisfactori —malgrat la destrucció— el capteniment de la petita presa en laminar, almenys, la primera part de la revinguda. Hom ha dit que hi entraven més de 4.000 m<sup>3</sup>/seg (en quatre hores serien més de 50 Hm<sup>3</sup>), que passaven riu avall més de la meitat, i el nivell encara pujava. No és plausible que les primeres onades fossen extraordinàriament sobtades: la Comissió del Col·legi d'Enginyers digué que entre les 8 i 16 h del dia 20 només entraren a la resclosa uns 90 Hm<sup>3</sup>, dels que la meitat serien laminats. L'obra només va aguantar la primera fase, probablement la més fluixa, de la revinguda; si el buc hagués arribat tot d'una potser no hagués resistit més de dues hores.

*Les comportes.*—Una falla estrepitosa de manteniment —no insòlita— la tingueren les comportes; maldar justificar-ho *a posteriori* amb la peregrina afirmació que pitjor fora si s'haguessen obert és, almenys, discutible. Perquè la missió dels sobreexidors és la de poder evacuar el sobrant, és a dir, les revingudes imprevisibles. Els sobreexidors de mig fons poden deixar anar de 4 a 40 vegades el cabal mitjà, mentre els de superfície són dissenyats per a amollar un cabal fins a 50 vegades el mitjà. És ver que les comportes tenen el risc de provocar riu avall revingudes en moments inoportuns, sobretot si «el error y la malicia humana son datos con los que hay que contar» (VALLARINO, 1974). La *Instrucción* de 1967 diu taxativament: «19.3.—Las compuertas de los aliviaderos deberán poderse maniobrar con energía procedente de dos fuentes distintas y accionarse también a mano.» Això sabem que no es va complir.

No s'obren les comportes ja que el fluid elèctric no arribava als motors i

el grup electrogen supletori no era al seu lloc. Però la convicció que calia obrir-les —les ordres eren terminants— roman ben clara si tenim en compte que el dia 21, a les 10 h —ja rebentada la presa—, un camió encara duia un grup electrogen al pantà i, en no poder passar, hom tractava de fer-lo portar amb helicòpter. El desgavell era tan gran que l'episodi no ens pot sorprendre gaire.

Les comportes —ja ha estat dit— podien evacuar 7.000 m<sup>3</sup>/seg o més, és a dir, podien buidar el vas del contingut habitual en dues hores i escaig i això fa una mica de por. ¿En va fer? Si s'haguessen obert a temps, almenys 50 o 70 Hm<sup>3</sup> haguessen circulat riu avall amb alguna mena de control, i, amb un mínim d'informació, s'hagués defugit el perill de superposar les crestes. Ja hem dit que si els pretesos 10.000 m<sup>3</sup>/seg haguessen irromput de sobte, la presa no aguantava gaire hores i no hi hagués hagut temps per a res. En cas d'obrir-les, possiblement tampoc l'escanyolida presa era capaç de contenir-los i el desastre —quelcom més controlat— s'hauria esdevingut entorn del migdia del 21, un marge no menyspreable.

Cas d'haver estat obertes les comportes, en lloc dels 2.200 m<sup>3</sup>/seg que hi vessaven per damunt, s'hagués passat a 4.000 o 6.000 m<sup>3</sup>, un cabal difícilment controlable riu avall, on l'aigua ja havia començat els estralls.

*El paper de contenció.*—Diuen que la presa contingué la revinguda més de deu hores, però que la profusió de comunicats contradictoris impedí d'aprofitar-les. Potser caldria matisar l'afirmació. A les 8 del dia 20 ja no es podien obrir les comportes amb 51 Hm<sup>3</sup> embassats. Açò vol dir que un metre o dos de'aigua sobre el nivell de les mampares ja impedièn la maniobra. Mentrestant arribaven al pantà 3.000 m<sup>3</sup>/seg o més (5.000, 8.000?) i en vessaven la meitat —fins a 3.500 ca— sobre les comportes dels sobreeixidors que feien un abocador. L'amanida de xifres, tot estimacions quasibé, és marejadora, però hom parla de 45 Hm<sup>3</sup> més, embassats a mitjana vesprada. A les 17 h, en què l'aigua ja vessava no pel llavi (84 m), sinó per la coronació (98'5), la presa en devia contenir de 107 a 130 Hm<sup>3</sup>.

És probable que, amb comportes obertes i tot, la nit del 20 al 21 hagués vessat l'aigua sobre la coronació, ja que segons l'al·ludit autor, la revinguda estava «fuera de toda previsión razonable», almenys, fora de la previsió admesa per la *Instrucción* o pels que aprovaren el projecte. Malgrat l'esforç del MOPU en remarcar el «paper favorable» de la presa, returant les primeres envestides «extraordinàriament sobtades» i a «hores intempesfives», a l'enderrocar-se la presa «pudo haber incrementado los niveles» (roda de premsa del MOPU); en poques paraules, minimitza el paper de la presa a la catàstrofe i magnifica la contenció abans de les 19 hores.

Els 51 o 52 Hm<sup>3</sup> que almenys aturava la resclosa *no* són insignificants front als 700 Hm<sup>3</sup> o més que hi passaren. Hom oblida que n'embassava prop de 120 quan començà a trencar-se i, per lenta que fora la ruptura, el cabal instantani augmentà possiblement en un 50 o 100 %.

*La solsidea.*—Des de migdia, per a uns, i des de les 16 h, per a altres (re-

unió Col·legi d'Enginyers, 26-10-82), comença una erosió progressiva del llavi de la coronació (cota 84) de la presa d'escullera. El cos central sofrí «un desmoronamiento progresivo... sin que pueda asegurarse la duración del proceso», segons digueren a la roda de premsa els tècnics del MOPU que, demés a més, assignaren a la punta evacuada un possible mòdul de més de 10.000 m<sup>3</sup>/seg.

Sembla comprovat que a les 19'13 h —a judicar pel soroll, ja que ben poc hi veien— s'esportellà el dic i l'endemà, a les 11 h, hi havia una fesa o esvoranc de 25 m. A les 22'30 h es mantenia l'aigua a una cota de 80'5 m, i a les 3 h del dia 21, a 77'9. Essent la cota del sobreeixidor 77 i la de la solera 56, ¿quin paper hi tingueren les restes del dic o l'entrada de més aigua? Si el total de la revinguda hagués estat de 1.045 Hm<sup>3</sup>, tota l'aigua de Tous —120— en feia una novena part, amollada quasi de colp. Si no hi havia més que 52 Hm<sup>3</sup>, l'aportació de Tous hagués fornit el 5 % del total (C.E.H.). El cas és que Sumacàrcer en rebia l'onada al cap de mitja hora escassa en pujar-hi l'aigua cinc metres més; a les 19'45 s'afonava la Casa de la Séquia del Rei, d'Antella; a les 20 h el nivell havia guanyat cinc metres a Gavarda; Carcaixent i Alzira experimentaven l'impacte devers les 22 h. Aquestes dades horàries suggereixen que la velocitat al primer tram —fins a Gavarda— seria de 20 Km/h, i a l'altre, de 10 Km/h.

El Centro de Estudios Hidrográficos consigna les dades de sobrelevació de la làmina d'aigua deguda a la ruptura de Tous en els següents termes: 10 m al peu de la presa, 6 m a Sumacàrcer, 0'5-0'6 m a la Ribera Alta i 0'1-0'2 m a la Ribera Baixa.

Si la solside durà quatre hores i el volum escolat era de 120 Hm<sup>3</sup>, el cabal addicional servit per Tous degué ser de 8.300 m<sup>3</sup>/seg; amb 8.000 que en podien arribar pel riu i 2.000 dels afluents de baix podrien assolir-se els 18.300 m<sup>3</sup>/seg. Aquesta hipòtesi proposada per un enginyer a finals de 1982 supera els càlculs esmentats de l'estudi d'ICONA (1983). De qualsevol manera, qualificar la contribució del pantà de «clarament irrelevant», si més no, seria injust.

La relació temporal entre l'avinguda i la forma d'enfonsament donaria la clau de l'assumpte, però per ara és difícil treure'n trellat. Tot i que s'haguessen obert les comportes, és ben probable que la coronació fóra depassada i la presa destruïda el dia 21, amb conseqüències catastròfiques, exceptuada la major possibilitat d'una evacuació ordenada.<sup>3</sup>

### *L'autopista i altres obres públiques*

Ningú no ha pogut negar l'efecte de barrera que l'autopista, algunes carreteres i línies de ferrocarril exerciren a l'àrea inundada, però a l'hora de

<sup>3</sup> Sobre 300 casos estudiats, ROUVE (1977) atribueix un 45% de trencament de preses a errades hidrològic-hidràuliques i un 30% els dona com a equivocacions en el projecte i/o la construcció. Entre els primers compten els exemples d'erosió superficial del buc de la presa. Un 6% de falles ha obeït a defectes d'exploració o manteniment, com és l'ús inadequat de les comportes.

les avaluacions i, més encara, de les responsabilitats, l'afer esdevé dificultós.

Sembla que les vies de comunicació —malgrat els estudis de base més o menys acurats— no tenien l'adequada previsió de drenatge i de fet dificultaren l'escorrentia i, sobretot, la modificaren. Per causa de l'autopista Polinyà estava inundat a les 23 h del dia 20, i Albalat, a les 3 h del dia 21. Els problemes de trànsit a l'autopista començaren a les 12'15 h del dia 21, quan altres carreteres ja havien estat ultrapassades i fins i tot tallades. A les vores del pont de Gavarda, on les aigües passaren amb un gruix de més de dos metres, la barana caigué a ambdós costats, una en el flux, i l'altra, en el reflux.

La carretera nacional 340 València-Albacete, en efecte, en actuar com un llarg vessador o presa d'embassament, deixà en remels Beneixida, però va protegir altres terres. La via de ferrocarril entre Sollana i Sueca va provocar un augment del nivell de dos metres i fou l'únic cas en què es procedí a volar-ne un tram per a obrir-hi un portell. Així i tot, Sollana en va patir els efectes. L'altre ferrocarril, el de via estreta de Castelló de la Ribera, vegé arrancada per les aigües gairebé tota la seua infraestructura, de manera que el tram afectat difícilment tornarà a ser posat en explotació.

Quant a obres hidràuliques, més que el sistema de regadiu, caldria esmentar la qüestió de les centrals hidroelèctriques muntades sobre el Xúquer. La de Cortes de Pallás, engegada entre 1922 i 1923, té una potència de 37.500 KvA; la de Millares, inaugurada el 1933 i reformada el 1946, podia produir 100.000 KvA, i la de Cofrentes (1952-53), 138.000 KvA. Hom diu que la central de Millares presentava un dels índexs de productivitat més alts d'Espanya; al balanç de la revinguda és una dada que no pot ser oblidada.

#### CONCLUSIONS

La conca del Xúquer, comparada amb altres com la del Segura o la mateixa del Túria, és escassament regulada des del punt de vista hidrològic, malgrat la seua coneguda trajectòria històrica i un cabal prou més important. No es tracta de geometritzar, de dominar la natura com els planificadors stalinistes; l'home més bé es torna petit i inerme davant les catàstrofes que —naturals o no— serien menys greus sense la seua presència.

El risc meteorològic, hidrològic, és a l'essència del nostre clima. La memòria estadística o històrica pot fallar, sobretot si el grau de cobertura d'observatoris i la recerca arxivística ha deixat massa blancs. Pensem en les vegades que en època preestadística —o actual— pot haver diluviat en sectors topogràfics propicis, però no abastats per la xàrcia pluviomètrica; recordem la vergonyosa absència d'aforaments en nombrosos trams dels nostres rius; tinguem en compte les pèrdues de documentació i la dèbil explotació de la que ha sobreviscut. Els rius familiars i llunyans, grans i humils, al·lòctons i autòctons són perillosos i la convivència sovint ens ho ha fet oblidar.



*Obra humana/obres humanes*

L'obra humana, secular, mil·lenària sobre el paisatge és, primer de tot, la roturació amb conseqüències més negatives que positives a l'estabilitat dels vessants, sobretot a causa de les discontinuïtats dels sistemes de treure'n profit, canvis i abandonaments. Una ullada molt ràpida a la conca del Xúquer n'estima un 24 % incendiats fa poc i un 20 % conreat en secà que quasibé vol dir no cultivat. O siga, la meitat gairebé sense defenses o amb mínima protecció vegetal front als aiguats, agreujada la situació per l'enderrocament de bancals i marjades.

La més gran incidència dels incendis s'ha produït al massís del Caroig (1979), una de les zones de pluja més intensiva l'octubre passat. Els coeficients d'escorrentia a les àrees de Jarafuel i l'Escalona (ICONA, 1983) haurien augmentat a causa dels incendis forestals de 44'7 i 51'3 % a 51'4 i 59'9, respectivament. En definitiva, els incendis haurien agreujat el fenomen global només un 9 % —del cabal total eixit a la Ribera—, però en àrees concretes, fins al 80 %, cas de la punta de la revinguda de l'Escalona (de 3.000 a 3.700 m<sup>3</sup>/seg), segons un model de simulació que potser s'ha preocupat massa del *quickflow*.

Pel que fa a l'inacabada presa de Tous, és possible que el disseny no fóra el més adient o que els paràmetres o la recurrència en què fou basat no foren correctes. Tanmateix, convé no oblidar que el risc de ruptura mai no fou acceptat per la gent de baix; en tot cas l'haurien mig acceptat els regants, a la resta de la població riberenca li venia imposat. Cal oblidar-se de reivindicar el «poc paper» de la presa a la revinguda i meditar la justificació del «Gran Tous» (450 Hm<sup>3</sup>) que l'hagués domesticada. L'actual —tot i reconstruïda i correctament manejada— no sembla suficient ni convenient.

Les altres obres han de ser adaptades, preparades per a les pitjors conjuncions, alçant-les o baixant-les, fent-les «transparents» a fi que, sobretot, no esdevinguen factors de multiplicació dels perills i concentració dels efectes. Les obres humanes massa sovint provoquen desequilibris als sistemes naturals; almenys sapiguem prevenir-los.

Les revingudes en realitat només atenyen categoria de cataclismes o catàstrofes quant als fenòmens humans: al nostre cas, 140.000 persones s'hi veren implicades per causa de un poblament i un ús del sòl arriscats. Quan l'home s'entesta a viure en àrees exposades a inundacions, ¿fins a quin punt són evitables els desastres? Els canvis recents a la Ribera (CANO, 1980), han estat més aviat especulatiu i fets d'esquena a la realitat hidrològica. «La natura exigeix el seu peatge als que volen ocupar les planes d'inundació» (HOYT-LANGBEIN, 1955), un peatge en vides, en collites, en inversions...

*Previsions de futur*

La ciència i tècnica (MATEU, en aquest volum) han tingut i tenen encara molt que dir en l'estudi de les revingudes, la seua previsió i correcció. Les decisions d'endegament o ordenació del territori, que són polítiques, s'estalonen sobre aspectes tècnics —afer de costos, bàsicament— i natura dels problemes. Reconstruir un poble al mateix emplaçament o a un de nou o protegir-lo amb un dic o alçar-lo... ho decidiran els polítics i administradors. Nosaltres a tot estirar suggerirem, aconsellarem o criticarem.

«Les quantitats d'energia que l'home és tècnicament capaç de domesticar, és a dir utilitzar o dirigir en una determinada direcció, són dèbils, en comparació amb l'energia que fa funcionar els fenòmens naturals, molt especialment la que entra en joc als cataclismes» (TRICART, 1982). Els cataclismes ens donen una lliçó d'humilitat que haurien d'acceptar els tecnòcrates amb la moralitat de la faula del roure i la canya.

Els dies de la riuada d'octubre no tot funcionà malament. Les Unitats de Construcció d'Obres Públiques, recolzades pels contractistes, feren més del que pogueren; la Guàrdia Civil exercí funcions d'enllaçament que s'havien col·lapsat del tot; poca cosa més pot esmentar-se, llevat d'iniciatives aïllades. No cal esperar un altre diluvi a fi d'engegar els mecanismes de protecció perquè un cataclisme és una «manifestació ecodinàmica de molt gran intensitat i dèbil freqüència» (TRICART, 1982), però malauradament, aquesta freqüència no la coneixem. Sí sabem que la situació climàtica que va provocar la riuada no té res d'insòlit ni d'extraordinari.

És un indubtable objectiu de la predicció corregir les revingudes. Les principals correccions possibles han de recolzar, no sobre el processament més ràpid de dades en computadores més potents —a l'estil del sistema protector de Prato—, sinó acurtant el temps d'introduir les dades hidrometeorològiques a les computadores. No basta l'apreciació de les pluges (automàtica i continua), sinó que cal conèixer la humitat del sòl o el dèficit hídric.

Caldria repensar els usos del sòl a la plana d'inundació, en especial aquells que obstaculitzen la fluència de les aigües; ens referim no sols als conreus, sinó també a les vies de comunicació i a les edificacions. Demanar indemnitzacions per un ús inadequat de sòl pot ésser una conducta antisocial. En aquest sentit, no perdent de vista que la seguretat de les obres públiques pot esdevenir enganyosa, seria oportú evitar el poblament i sobretot la creixença urbana a les àrees inundables: si hi perd qualcú, seran els especuladors.

És urgent afinar la percepció del perill de revingudes i el rang de respostes possibles entre les de major risc. En conseqüència s'hauran de presentar els fets clars als que han de prendre les decisions, manejant correctament la probabilitat i la incertesa (WARD, 1978). La maquinària que ha de respondre al risc de les revingudes està sovint mal engreixada i mal coordinada a diversos nivells. Massa ho patírem al desastre que ens motiva. Ara mateix s'han re-

dactat quatre o cinc estudis paral·lels o convergents per diversos organismes, fins i tot oficials. Potser nosaltres hem fet passes inútils, repetides o equivocades. Creiem, tanmateix, que una aportació des de fora pot esser aclaridora en més d'un punt.

25 d'abril de 1983.

#### BIBLIOGRAFIA

- BISWAS, A. K., and CHATTERJE, S. (1971), «Dam disasters: an assessment», *Eging. J.*, 54, pp. 3-8.
- BOSCH y JULIÀ, M. (1866), *Memoria sobre la inundación del Júcar, presentada al Ministerio de Fomento*, Madrid, Imprenta Nacional, 424 pp.
- BOTELLA, A., y SALOM, J. (1983), «Las inundaciones del Xúquer en 1982. Repercusiones en el sector industrial», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 187-212.
- BUTZER, K. W., et al. (1983), «Las crecidas medievales del río Júcar según el registro geoarqueológico de Alzira», *Cuad. de Geogr.*, 32-33 pp. 311-332.
- CALVO, A., y FUMANAL, M. P. (1983), «Repercusiones morfológicas de las lluvias torrenciales de octubre de 1982 en la cuenca media del río Júcar», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 101-120.
- CANO GARCÍA, G. M. (1980), «La Ribera del Júcar. Una transformación reciente», *Los paisajes rurales de España*, Valladolid, Asociación de Geógrafos Españoles, 356 pp. Cf. pp. 267-275.
- CAVANILLES, A. J. (1795-97), *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, Madrid, Imprenta Real, 2 vols.
- COMISARÍA DE AGUAS DEL JÚCAR (1982), *Estudio preliminar de la avenida del río Júcar de octubre de 1982. Registro de lluvias y hietogramas. Diciembre 1982*, Ministerio de Obras Públicas. (Inédito.)
- DUNNE, TH., and LEOPOLD, L. B. (1978), *Water in Environmental Planning*, San Francisco, W. H. Freeman, XXVII+818 pp.
- DUPRÉ, M. (1983), «Los montes: su estado y política en la cuenca del Júcar. Papel hidrológico-forestal», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 265-290.
- GNAEDINGER, F. (1978), «Peer review: old concept in new situations», *Civil Enging.*, febr., pp. 45-47.
- HEWETT, K., and BURTON, I. (1971), «The hazardousness of a place. A regional ecology of damaging events», Toronto University, Dep. Geogr., *Res. Publications*, Ser. XIV, 154 pp.
- HEWLETT, J. D. and HELVEY, J. D. (1970), «Effects of forest clear-felling on the storm hydrograph», *Wat. Resour. Res.*, 6, pp. 768-782.
- HOYT, W. G., and LANGBEIN, W. B. (1955), *Floods*, Princeton University Press, N. J., 468 pp.
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, ICONA (1983), *Informe sobre la influencia de los incendios forestales y las cubiertas vegetales en la avenida de octubre de 1982 en el tramo inferior del río Júcar*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (abril de 1983), 17+11 ff. mecanografiados.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS, ICOLD (1973), *Lessons from dam incidents. 1973*. (Reduced edition.) Cf. Vega de Tera, pp. 64-67.
- KATES, R. W. (1962), *Hazard and choice perception in floodplain management*, University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, n.º 78, 157 pp.
- LA ROCA, N., y CARMONA, P. (1983), «Fotointerpretación de la Ribera del Xúquer después de la inundación de 1982», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 121-134.
- LEOPOLD, L. B., and MADDOCK, T. (1953), *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications*, U. S. Geological Survey Professional Paper 252.
- LEOPOLD, L. B., and MADDOCK, T. (1954), *The flood control controversy*, New York, Ronald Press, 278 pp.

- LILLO CARPIO, M. (1971), *Sierra Espuña. Estudio geográfico*. (Memoria de licenciatura.) Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Murcia, 117 ff. mecanografiados.
- LINSLEY, R. K., *et al.* (1949), *Applied Hydrology*, New York, McGraw-Hill, 689 pp.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1977), «El sector pantanoso al oeste de Albacete y su desecación», *V Coloquio de Geografía, Granada*, pp. 235-246.
- MATEU BELLÉS, J. F. (1983), «La ciència i la tècnica davant les revingudes del Xúquer (1635-1905): Notes preliminars», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 243-264.
- MATEU BELLÉS, J. F. (1983), «Aluvionamiento medieval y moderno en el llano de inundación del Júcar», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 291-310.
- MIRANDA MONTERO, M. J. (1983), «Consecuencias en el sector agrícola de las inundaciones sufridas por la cuenca del Xúquer en octubre y noviembre de 1982», *Cuad. de Geogr.*, 23-33 pp. 167-186.
- MORISAWA, M. (1968), *Streams. Their Dynamics and Morphology*, New York, McGraw-Hill, 175 pp.
- PARDÉ, M. (1961), «Sur la puissance des crues en diverses parties du monde», *Geographica*, VIII, 293 pp.
- PÉREZ CUEVA, A., y ARMENGOT, R. (1983), «El temporal de octubre de 1982 en el marco de las lluvias torrenciales en la cuenca baja del Júcar», *Cuad. de Geogr.*, 32-33 pp. 61-86.
- PÉREZ PUCHAL, P. (1967), «Los embalses y el régimen de los ríos valencianos», *Est. Geogr.*, 107, pp. 149-196.
- PIQUERAS, J. (1983), «Crónica de la riada del Xúquer (20/21-X-1982)», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 39-58.
- QUEREDA SALA, J. J. (1983), «Los excepcionales temporales de octubre y su relación con las temperaturas del mar», *Cuad. de Geogr.*, 32-33 pp. 87-100.
- ROMANA, M. (1979), «Reflexiones ante el problema de la seguridad de las presas», *I Coloquio Nacional sobre la Instrucción de Presas*, Santander, 17 ff. mecanografiados.
- ROUVE, F. (1977), «Review of cases of damage related to dams», *Seminar on failure of Large Dams*, Inst. for Fount. Emg. Soil Mech., Rock Mech., and Water Ways Const.
- SANCHIS DEUSA, M. C. (1983), «La riada del Xúquer de 1982 i les vies de comunicació», *Cuad. de Geogr.*, 32-33 pp. 213-240.
- SCHUMM, S. A., and LICHTY, R. V. (1963), *Channel widening and floodplain construction along Cimarrón River in southwestern Kansas*, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 352-D.
- SCOTT, K. M., and GRAVLEE, G. C. (1968), *Flood surge on the Rubicón River California: hydrology, hydraulics, and boulder transport*, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 422-M.
- SERAFIM, J. L. (1981), «Safety of dams judged from failures», *Water Power and Dam Construction*, 34, 12, pp. 33-35.
- TEIXIDOR, M. J., i DOMINGO, C. (1983), «El poblament i el riu Xúquer», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 137-156.
- TRICART, J. L. F. (1982), «L'home et les cataclysmes», *Hérodote*, 24, pp. 12-39.
- VALLARINO, E. (1974), *Obras hidráulicas. II. Presas* (fasc. 1.º y 2.º). Madrid, Escuela T. S. de Ingenieros de Caminos (poligrafiat).
- VALLÉS, I. (1983), «Inundacions i eleccions: Les eleccions legislatives del 28 d'octubre de 1982 a la Ribera Alta i Baixa del Xúquer», *Cuad. de Geogr.*, 32-33, pp. 157-166.
- WARD, R. CH. (1978), *Floods. A Geographical Perspective*, London, Mac Millan, xij + 244 pp.
- WHITE, G. F., *et al.* (1958), *Changes in urban occupance of floodplains in the United States*, University of Chicago, Department of Geography, Research Paper n.º 57, 235 pp.