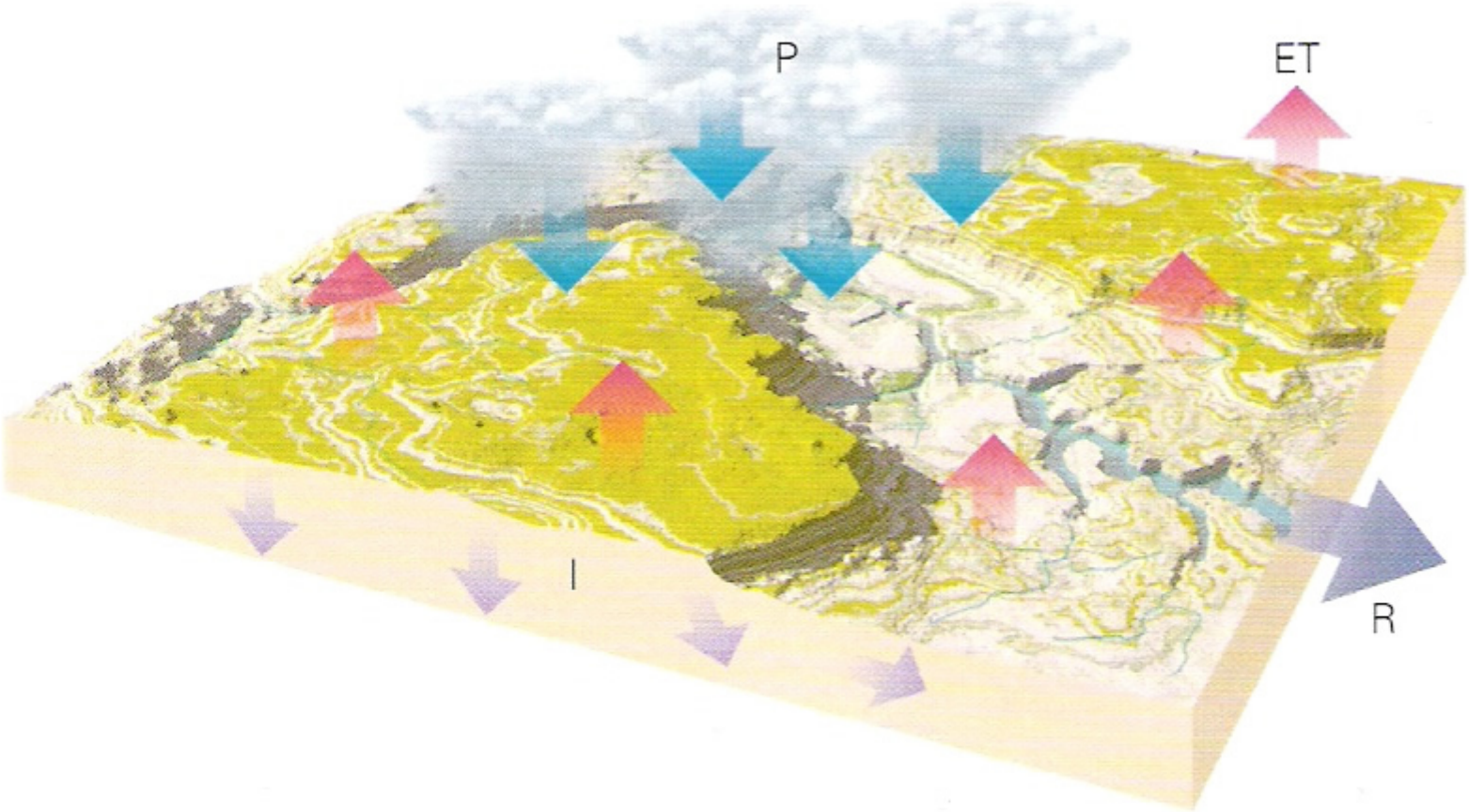
HIDROSFERA

Tema 6: L'aigua a la Terra
Tema 7: L'aigua subterrània: els aqüífers
Tema 8: Les conques hidrogràfiques.
Tema 9: L'aigua com a recurs.
Tema 10: Regeneració i gestió de l'aigua.

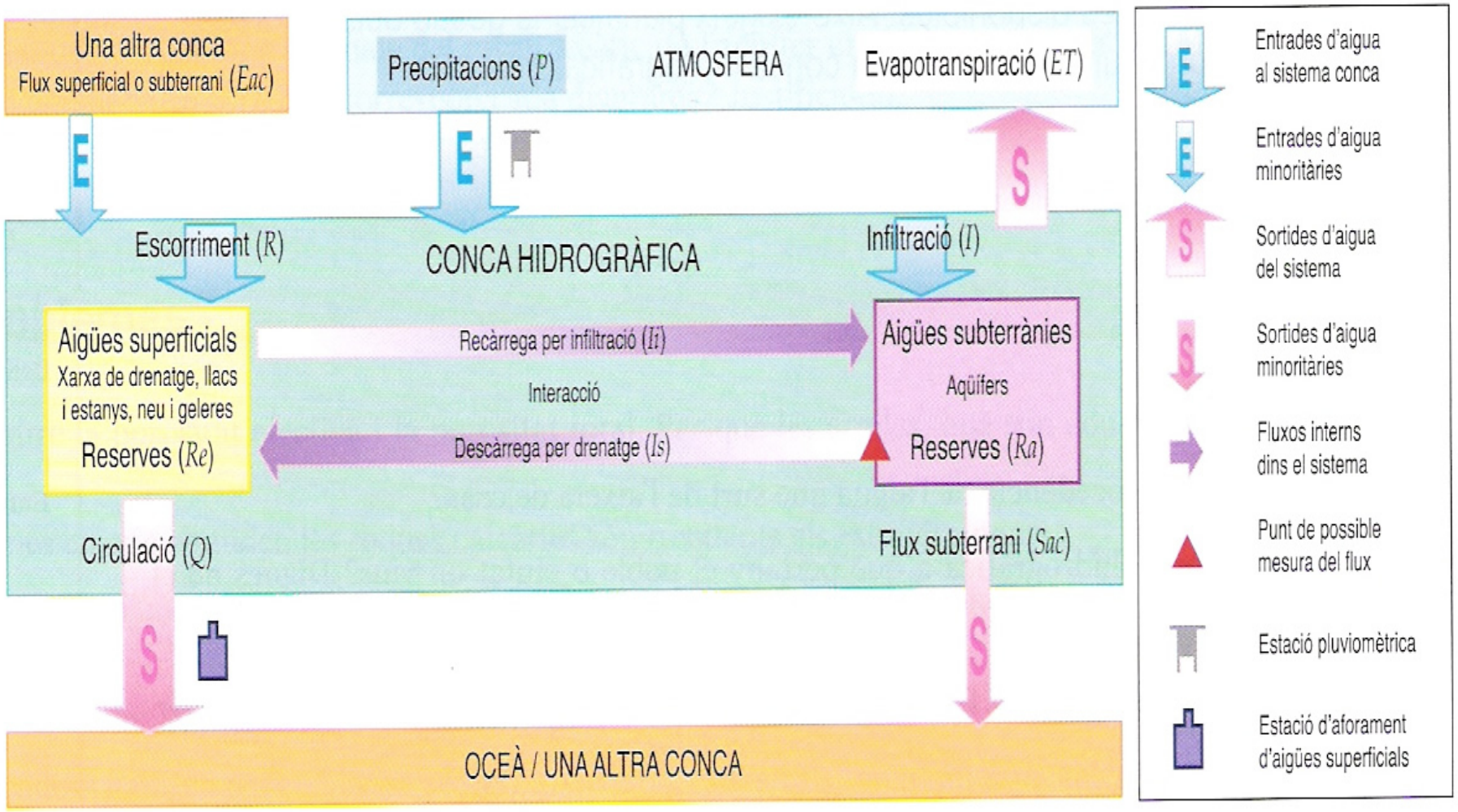
Tema 8

Les conques hidrogràfiques



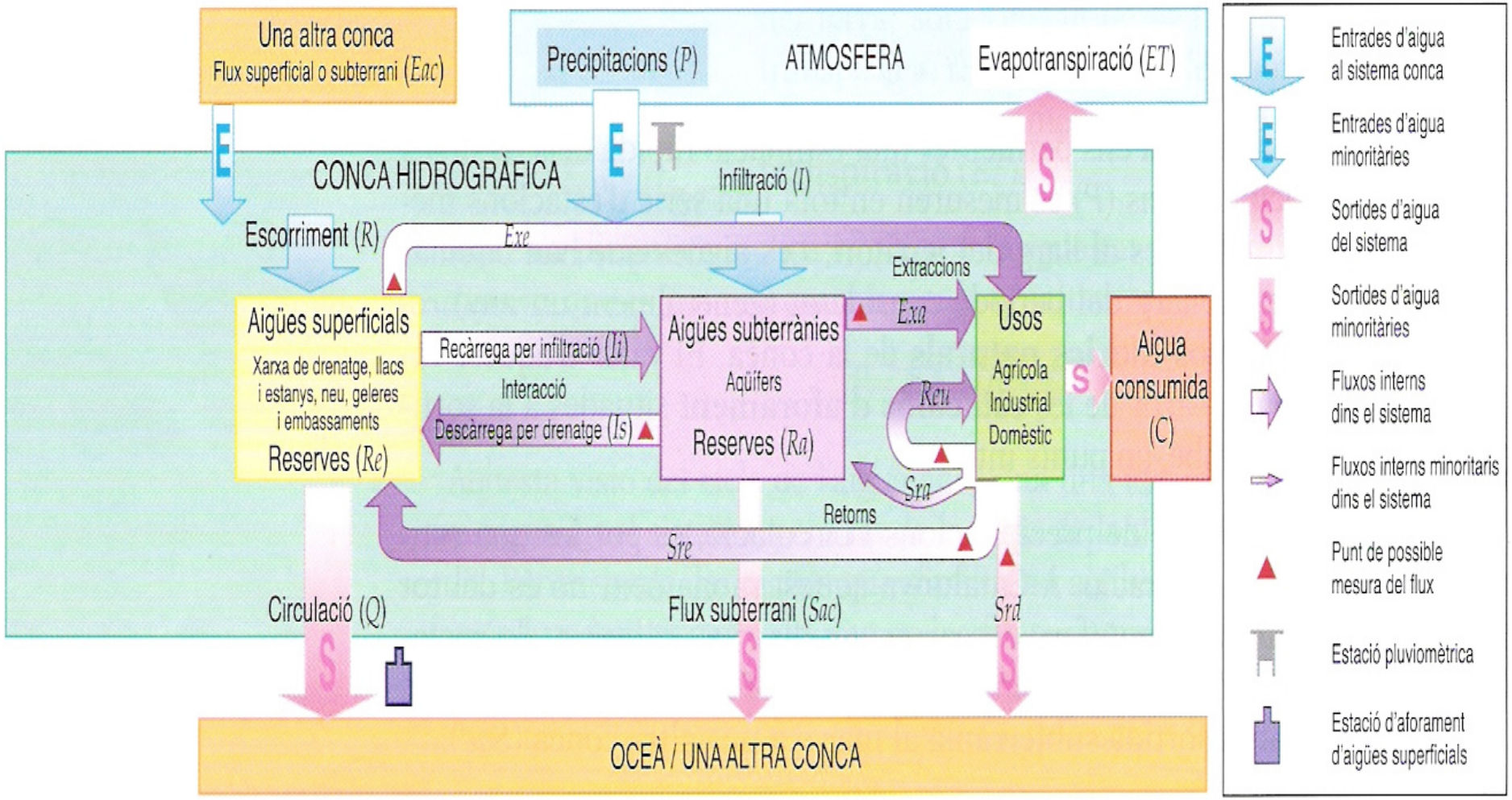
Components naturals del cicle de l'aigua a nivell de conca.

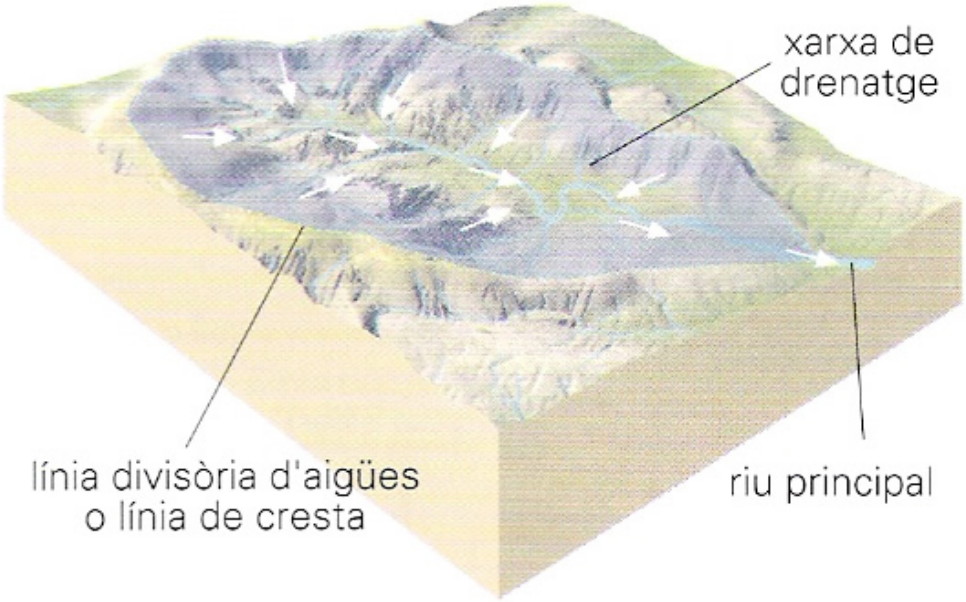
$$P = ET + R + I$$



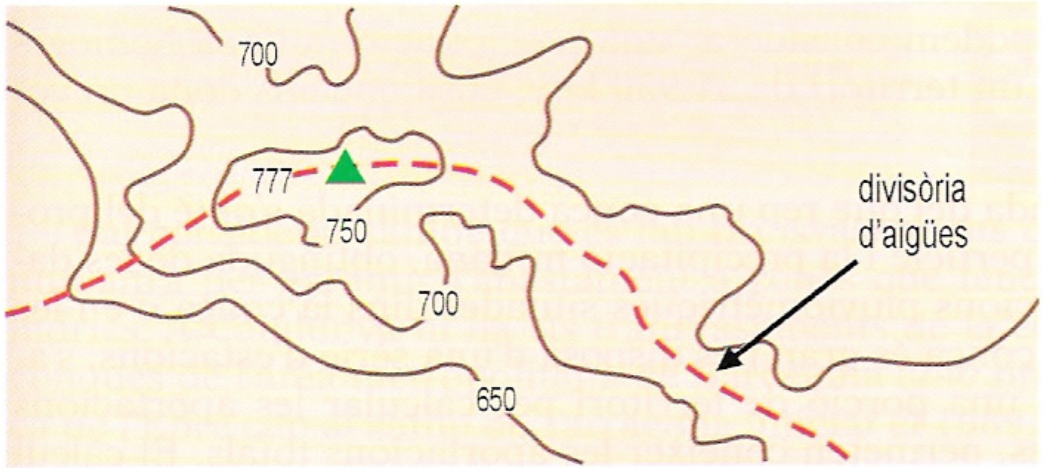
$$P = ET + R + I$$

$$P + Eac = ET + Q + Sac +/- (Re + Ra)$$

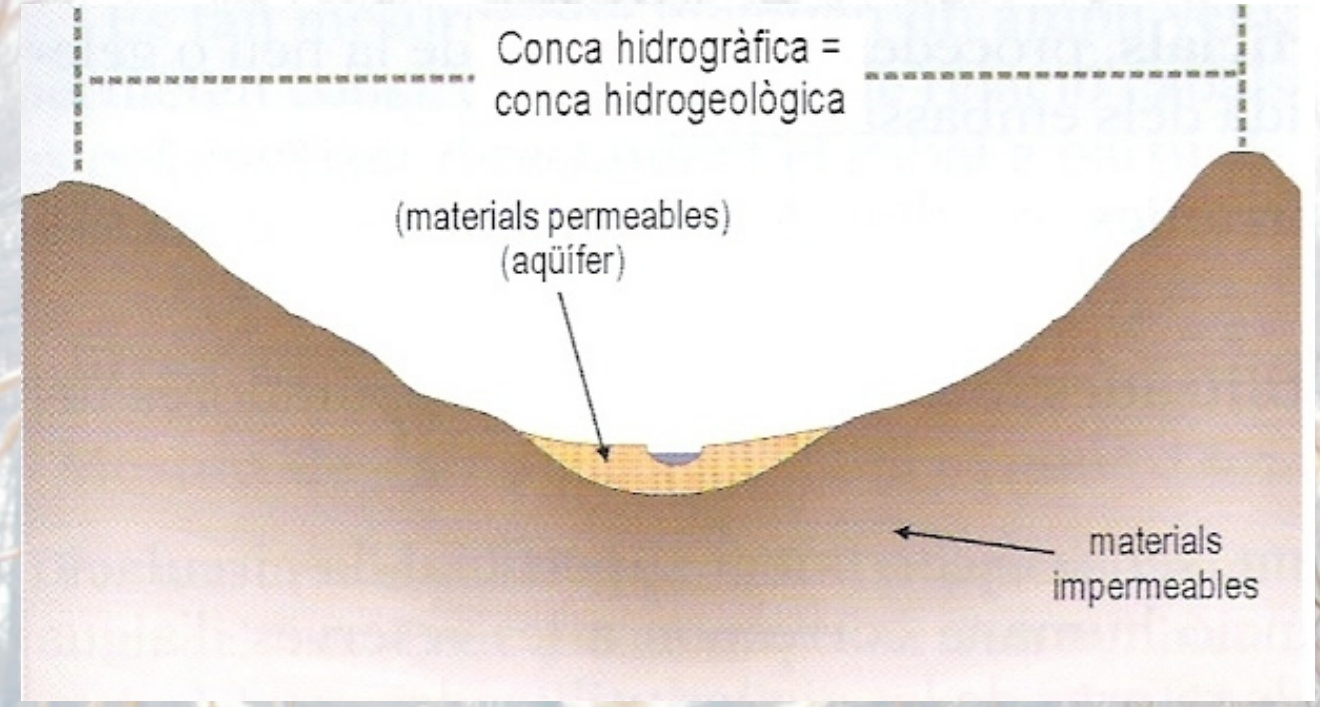

Una altra conca
Flux superficial o subterrani (Eac)
Precipitacions (P)
ATMOSFERA
Evapotranspiració (ET)
CONCA HIDROGRÀFICA
Infiltració (I)
Escorriment (R)
Exe
Extraccions
Aigües superficials
Xarxa de drenatge, llacs i estanys, neu, geleres i embassaments
Reserves (Re)
Recàrrega per infiltració (Ii)
Interacció
Descàrrega per drenatge (Is)
Aigües subterrànies
Aqüifers
Reserves (Ra)
Exa
Usos
Agrícola
Industrial
Domèstic
Reu
Sra
Aigua consumida (C)
Retorns
Sre
Circulació (Q)
Flux subterrani (Sac)
Srd
OCEÀ / UNA ALTRA CONCA
Entrades d'aigua al sistema conca
Entrades d'aigua minoritàries
Sortides d'aigua del sistema
Sortides d'aigua minoritàries
Fluxos interns dins el sistema
Fluxos interns minoritaris dins el sistema
Punt de possible mesura del flux
Estació pluviomètrica
Estació d'aforament d'aigües superficials

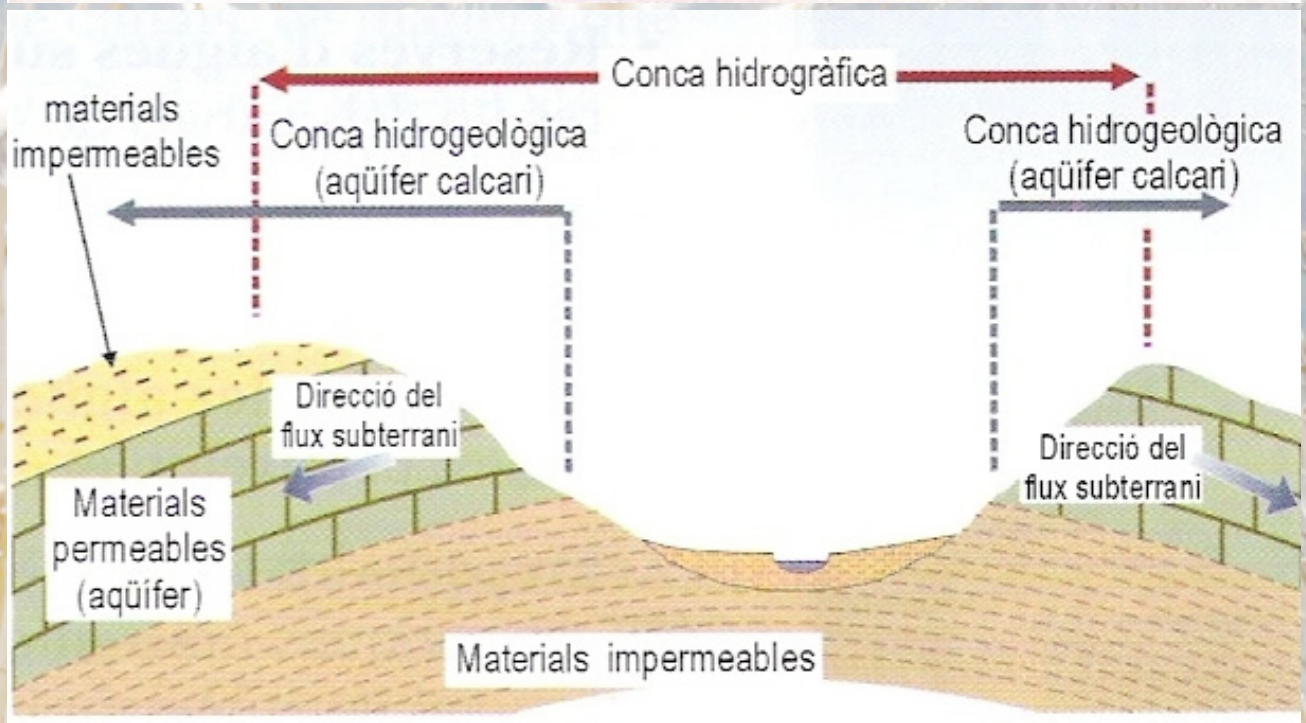


Esquema d'una part d'una conca hidrogràfica d'un riu.



La dificultat per delimitar les línies divisòries d'aigua de les conques es basa a passar del mapa de corbes de nivell (dues dimensions) al mapa de relleu (tres dimensions).


Conca hidrogràfica =
conca hidrogeològica
(materials permeables)
(aqüífer)
materials
impermeables

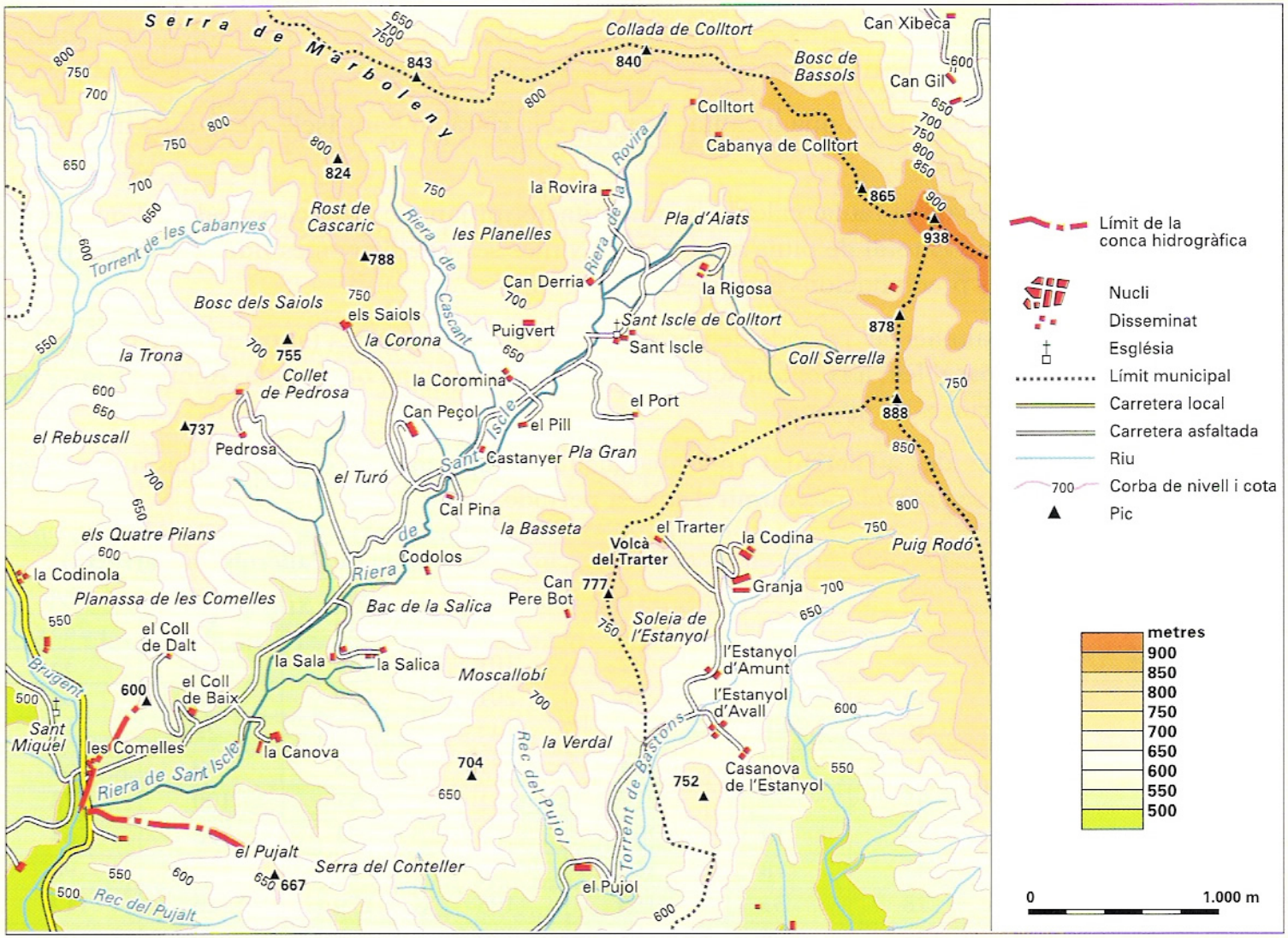

Conca hidrogràfica
materials
impermeables
Conca hidrogeològica
(aqüífer calcari)
Conca hidrogeològica
(aqüífer calcari)
Direcció del
flux subterrani
Direcció del
flux subterrani
Materials
permeables
(aqüífer)
Materials impermeables

Interpretació

Conques hidrogràfiques i mapes topogràfics

1. En el mapa topogràfic adjunt de la riera de Sant Iscle, ressegueix amb color blau el traçat de la riera i el dels seus afluents (potser és millor fer-ho en una fotocòpia ampliada).

2. Tot seguit, continua el traçat de la línia divisòria d'aigües iniciada a la zona de Sant Miquel de Pineda (línia vermella de punt i ratlla), que correspon al límit de conca de la riera de Sant Iscle, fins a tancar-la. Observar el detall del mapa topogràfic et pot ajudar.



3. Una vegada obtinguts els límits de la conca hidrogràfica d'aquesta riera, calca'ls en un paper transparent i passa'ls a un paper mil·limetrat. Compta el nombre de mil·límetres quadrats de la superfície de paper i, segons l'escala de treball, passa'ls a quilòmetres quadrats de superfície real.

Aplicació

Les precipitacions d'una petita conca

Les dades de la taula corresponen a una localitat propera a la riera de Sant Iscle, de la qual has delimitat la conca hidrogràfica a l'activitat anterior.

1. Amb l'ajut de les dades de la taula, calcula la precipitació mitjana anual del període del qual es tenen dades. Compara la mitjana obtinguda amb el total de pluja anual de l'any més sec i de l'any més humit d'aquest període. Busca, també, la diferència entre les dues precipitacions extremes.

2. Representa els totals anuals del període de registre en un gràfic de barres (situa a l'eix d'ordenades les precipitacions) i dibuixa amb una línia paral·lela a l'eix d'abscisses el valor de la mitjana obtinguda. Anota els anys que presenten una pluviometria superior i inferior a la mitjana.

3. Usant les dades obtingudes a l'activitat anterior, calcula les aportacions que rep aquesta conca en un any de precipitació mitjana, en l'any més sec i en el més humit d'aquest període.

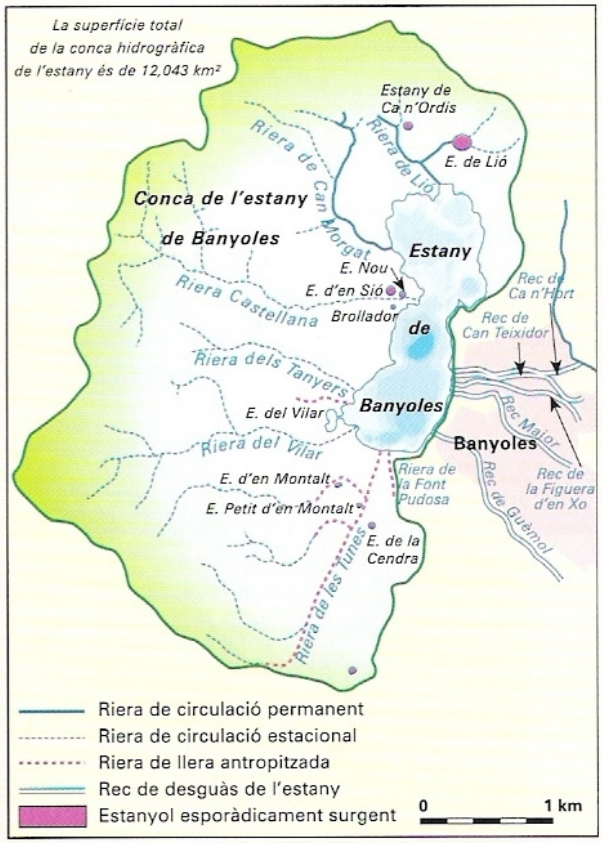
Precipitacions en L · m^{-2} a l'estació de Sant Feliu de Pallerols (la Garrotxa)

Mes/any	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Gener	24	30	37	172	9	39	55	265	135	79
Febrer	14	0	99	32	101	56	0	35	7	12
Març	24	16	149	70	201	39	26	62	0	1
Abril	137	132	58	33	144	67	28	81	50	15
Maig	52	92	166	84	87	33	99	60	12	41
Juny	120	95	73	277	31	57	100	78	187	52
Juliol	65	133	19	137	60	63	126	64	58	66
Agost	189	142	78	108	73	25	160	96	69	129
Setembre	62	78	51	155	108	279	116	112	44	66
Octubre	27	135	98	118	129	157	29	101	14	45
Novembre	139	37	85	21	77	54	87	177	77	9
Desembre	90	22	331	172	5	93	271	226	71	96
Total anual	943	912	1244	1379	1025	962	1097	1357	724	721

Estudi d'un cas

Balanç hídric de l'estany de Banyoles

L'estany de Banyoles manté el nivell de les seves aigües i el volum d'aigua emmagatzemada. En aquesta situació es pot establir un balanç en el qual les entrades d'aigua a l'estany han de ser iguals a les sortides. L'estany presenta, en les seves voreres nord, oest i sud, una sèrie de rieres que li aporten aigua i, al marge est, una sèrie de recs que en desguassen. La superfície de la conca hidrogràfica de l'estany és d'uns 12 km², i la de l'estany, de 106 ha.



1. Fes un esquema amb el balanç teòric de les possibles entrades i sortides d'aigua de l'estany de Banyoles.
2. Calcula el balanç entre entrades i sortides d'aigua el dia de les mesures, considerant que aquest dia no hi ha precipitació incident a la superfície de l'estany i que l'evaporació directa de l'aigua és de 124 L · m^{-2} al llarg de tot el mes de maig.
3. Si les entrades no són iguals que les sortides i el nivell de l'aigua es manté, quin ha de ser el cabal del flux d'aigua no mesurat? I la seva procedència?
4. Els recs que desguassen l'estany de Banyoles porten l'aigua al riu Terri, afluent del Ter. Si s'estima que el flux subterrani procedeix de la conca del riu Fluvià, quines consideracions respecte d'aquest flux caldrà fer quan es faci l'estudi de recursos de la conca del Fluvià i de la conca del Ter? Quina és l'aportació anual que es dóna?

Cabals aproximats en m³ · dia⁻¹ de les rieres i recs el dia 23 de maig de 1991

Sortides		Entrades	
Rec de la Figuera d'en Xo	19.000	Riera de Lió	9.100
Rec de Guèmol	7.060	Riera del Vilar	1.210
Rec Major	23.300	Riera dels Tanyers	325
Rec de Can Hort	8.500	Riera de Can Morgat	6.200
Rec de Can Teixidor	20.700	Riera de les Tunes	5.145
Abastament de la ciutat de Banyoles	6.000	Riera Castellana	3.110
		Riera de la Font Pudosa	2.700
		Extraccions d'aigua per a la riera d'en Marquès	4.310

- L'aigua que drena per la conca hidrogràfica constitueix la

Circulació Q

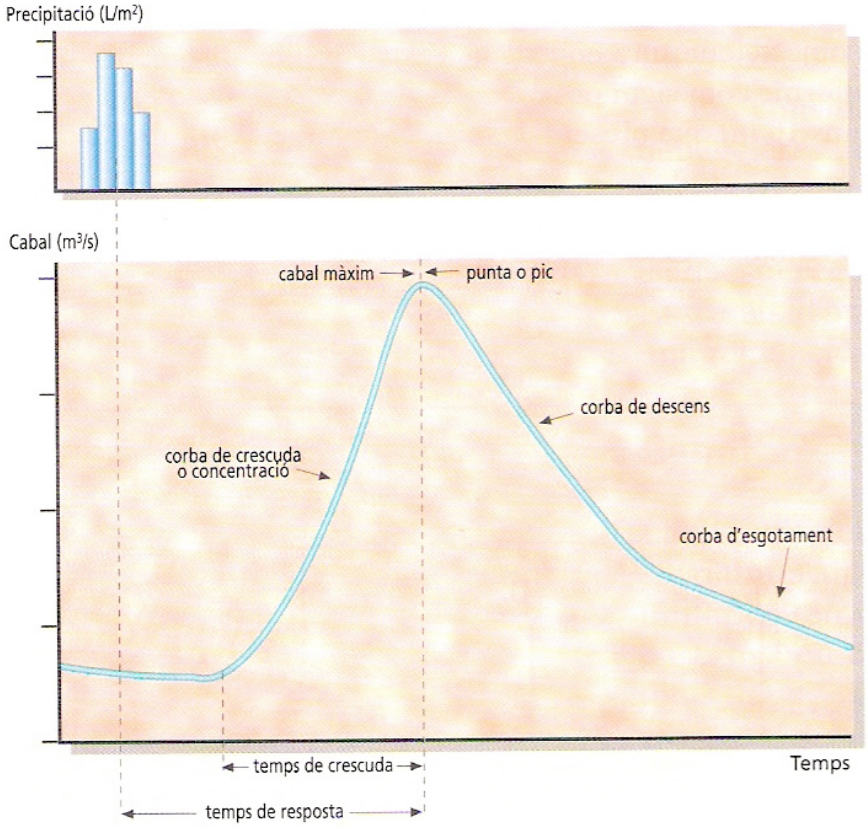
- **Cabal q (m^3/s)** = Superfície de la secció (m^2) x velocitat (m/s)

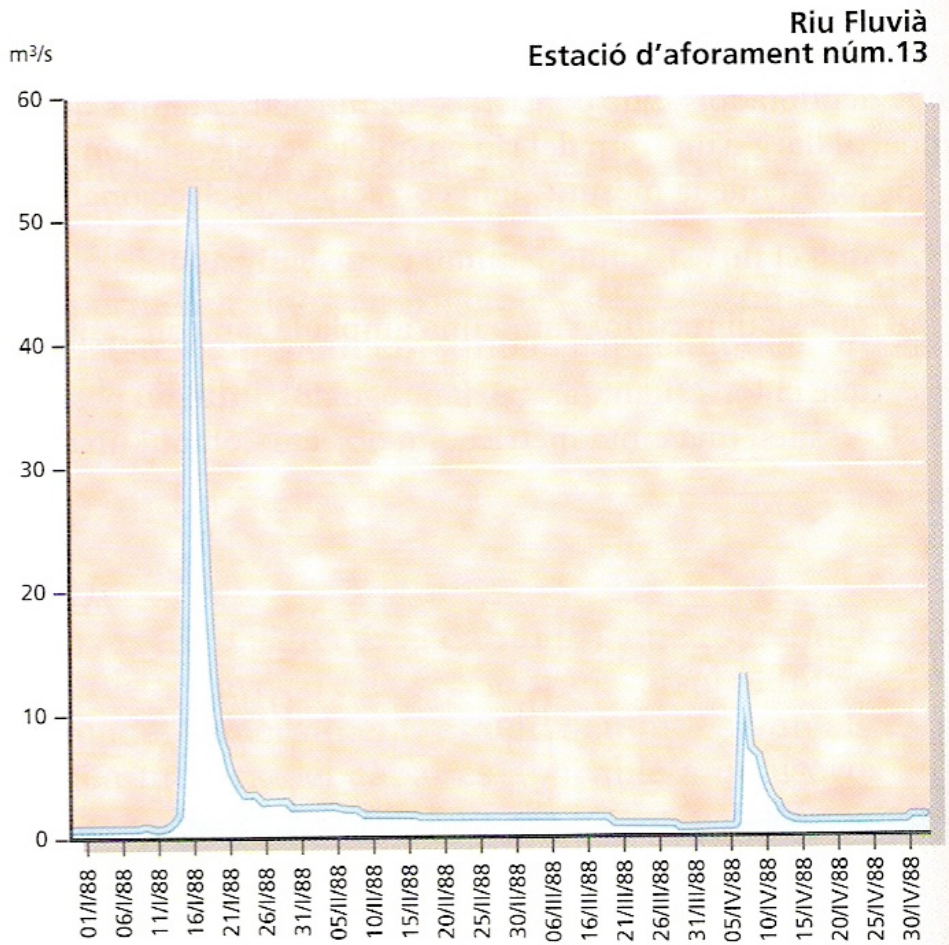
Estacions d'aforament

- L'aigua que drena per la conca hidrogràfica constitueix la

Circulació Q

- **Cabal q (m^3/s)** = Superfície de la secció (m^2) x velocitat (m/s)
- **Cabal Mitjà anual (m^3/s)** – Mitja dels cabals de tot l'any, és a dir si hagués circulat sempre la mateixa quantitat d'aigua aquest hauria estat el cabal.
- **Aportació** – És el volum d'aigua que ha circulat al llarg de tot l'any (hm^3). És calcula a partir del cabal mitjà anual.
- **Cabal específic** és el cabal en relació a un Km^2 de conca (l/ s . Km^2)





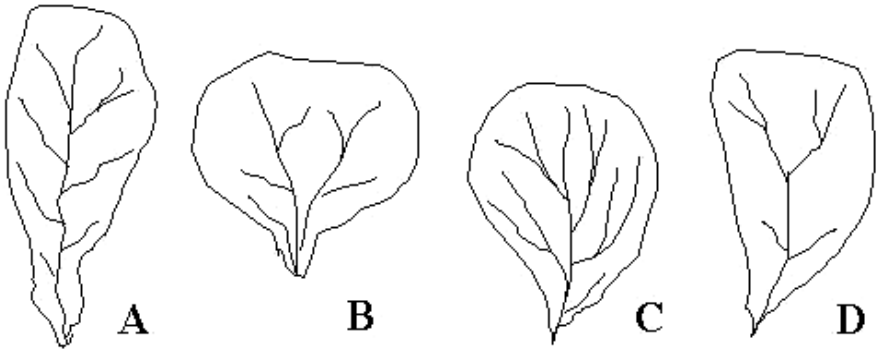
Hidrograma després d'unes precipitacions considerables. S'hi observa un tram ascendent (corba de crescuda o concentració), un màxim (punta o pic), un tram descendent i la corba d'esgotament. Entre la caiguda de la meitat de les precipitacions i el màxim de l'hidrograma transcorre el temps de resposta.

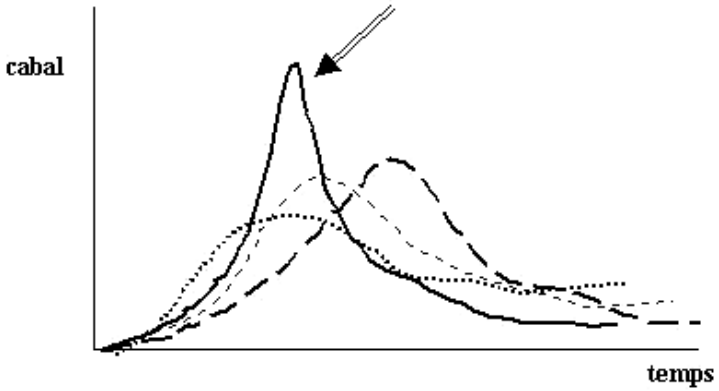
Factors que intervenen en les variacions de cabal:

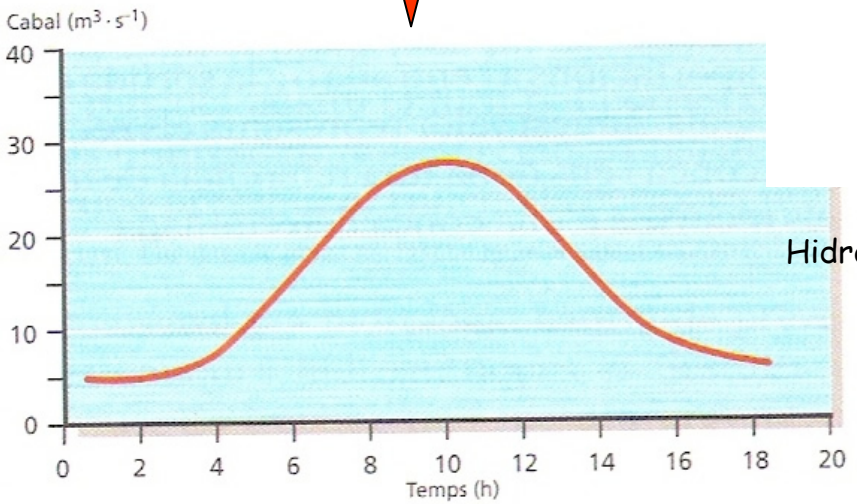
- Precipitacions: quantitat, intensitat,…
- Entrades de altres conques
- La litologia dels materials de la conca. Permeabilitat/impermeabilitat.
- Recobriment vegetal
- Relleu i forma de la conca.
- L'estat i la mida dels aqüifers
- Intervenció humana:
  - Embassaments
  - Canalitzacions
  - Canals de reg i abastament.
  - Urbanització de la conca

Factors que intervenen en les variacions del cabal

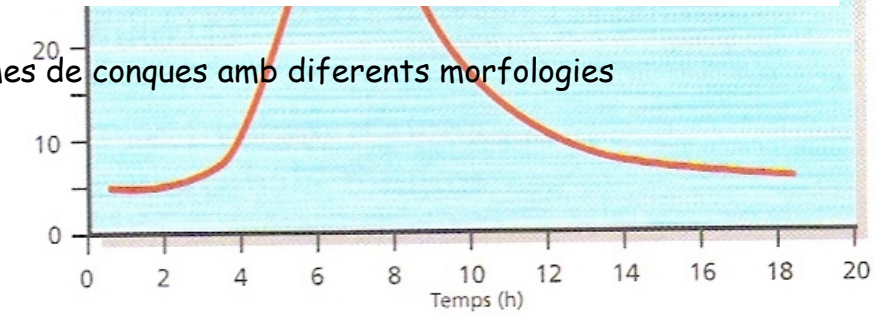
- Precipitacions
- Morfologia de la conca
- Litologia de la conca
- Cobertura vegetal de la conca
- Urbanització de la conca
- ...
- ...







Hidrogrames de conques amb diferents morfologies



Hidrogrames de la mateixa conca, per a una mateixa precipitació abans i desprès de la seva urbanització

Aplicació

Elaborant un hidrograma

Les dades de la taula s'han enregistrat en una estació d'aforament d'una riera després d'una precipitació d'1 $L \cdot m^{-2}$.

Temps (hores)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cabal ($m^3 \cdot s^{-1}$)	2	4	6	8	7	5,2	4,5	3,5	3	3

1. Fes el diagrama corresponent.

2. Quin és el temps de resposta de la riera, si la precipitació comença al temps 0?

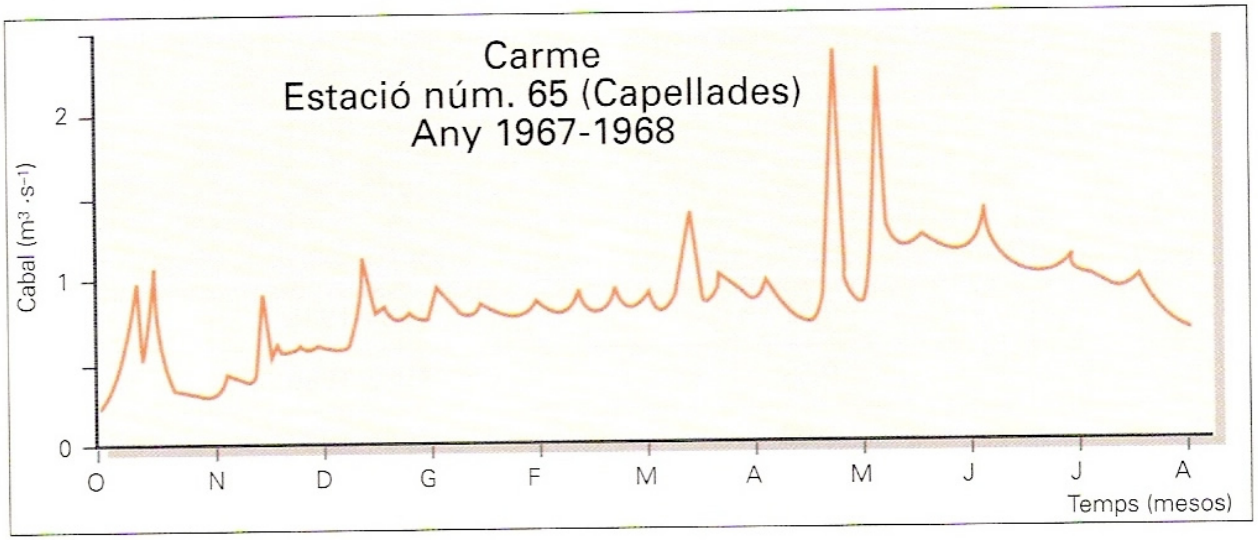
3. D'on procedeix l'aigua que circula abans de la precipitació?

4. Per quina raó el cabal final és més gran que l'inicial?

Interpretació

La informació d'un hidrograma

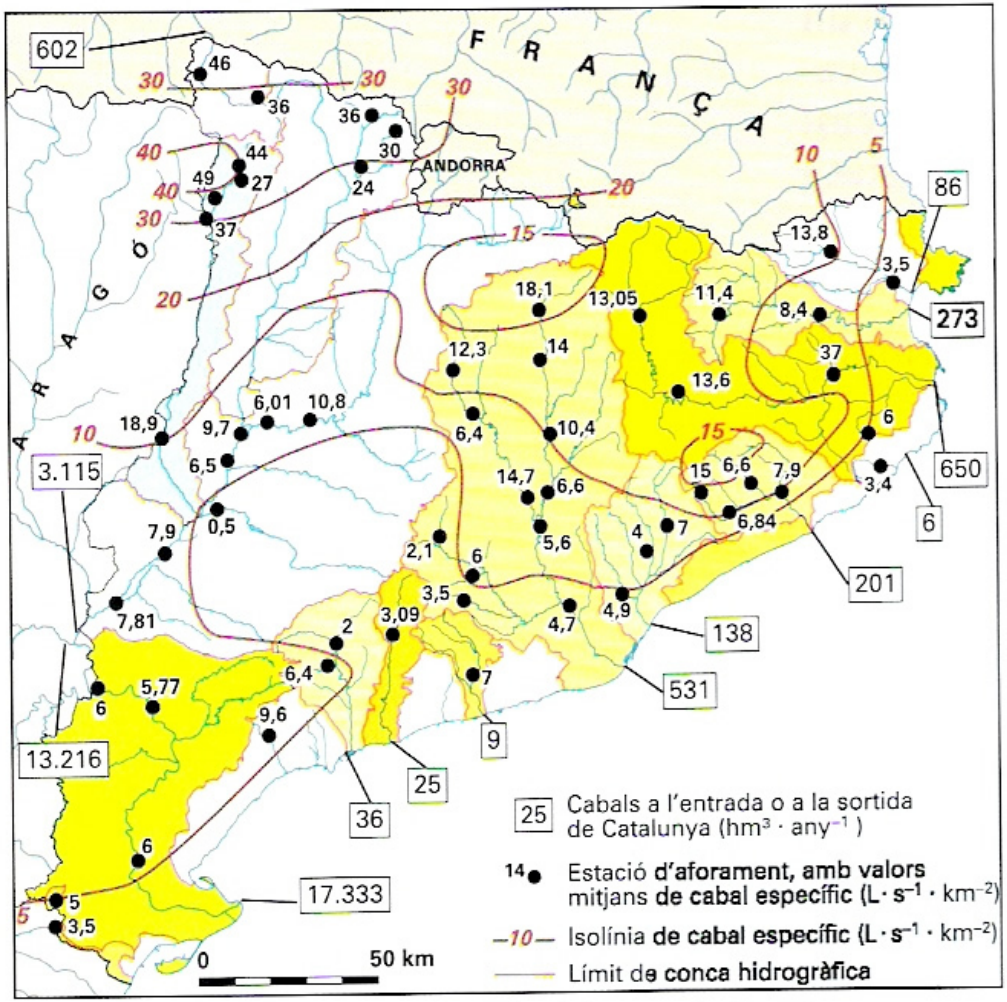
Aquest hidrograma correspon al riu Carme a l'estació de Capellades (any 1967-1968):



1. Indica quin dia aproximadament es van donar les crescudes de primavera i tardor i el cabal punta que van assolir. Expressa la informació en una taula.
2. Observa la crescuda que va tenir lloc a finals de març i calcula la crescuda entre el cabal base abans de les precipitacions i el cabal punta. Quants litres d'aigua van passar per l'estació de Capellades en sis hores suposant que es mantingués el cabal màxim?
3. Per quina raó els cabals són força més alts als mesos d'hivern que els de setembre?
4. Indica diferents orígens de les crescudes de la primavera. Per què tarda tant a esmorteir-se l'hidrograma després de les crescudes d'abril?

Cabal Mitjà anual (m^3/s) – Mitja dels cabals de tot l'any, és a dir si hagués circulat sempre la mateixa quantitat d'aigua aquest hauria estat el cabal.

Aportació – És el volum d'aigua que ha circulat al llarg de tot l'any (hm^3). Es calcula a partir del cabal mitjà anual.



Mapa d'isolínies de cabal específic dels rius de Catalunya, amb indicació de la situació de les estacions d'aforament (aportacions en $hm^3 \cdot any^{-1}$).

Cabal específic - És el cabal en relació a un Km^2 de conca ($l/ s . Km^2$) Presenten valors més alts a la zona dels Pirineus, a la Serralada Transversal i al Montseny (entre 5 i 15

Aplicació

Càlcul d'aportació i cabal específic

Cabals anual mitjans del riu Ripoll a l'estació de Montcada			
Any	**Cabal ($m^3 \cdot s^{-1}$)**	**Any**	**Cabal ($m^3 \cdot s^{-1}$)**
1967-1968	0,52	1977-1978	0,75
1968-1969	1,12	1978-1979	1,09
1969-1970	1,01	1979-1980	1,17
1970-1971	2,52	1980-1981	1,30
1971-1972	3,86	1981-1982	1,34
1972-1973	0,85	1982-1983	0,78
1973-1974	1,38	1983-1984	1,27
1974-1975	0,57	1984-1985	0,97
1975-1976	0,59	1985-1986	1,20
1976-1977	1,00	1986-1987	1,31

1. Sabent que la superfície de la conca on l'estació d'aforament és de 242 km^2, calcula les aportacions per a cadascun dels anys de registre i representa'n els valors en un gràfic de barres.

2. Comenta els valors d'aportació del riu Ripoll en aquest període (regularitat de les aportacions, valors extrems respecte de la mitjana...).

3. Si la precipitació mitjana en aquesta conca és de 610 $L \cdot m^{-2}$, calcula les entrades o aportacions que hi arriben.

4. Fes un balanç de la conca del riu Ripoll, en condicions naturals, considerant que no hi ha aportacions d'altres conques ni sortides subterrànies. Quina és la quantitat d'aigua evapotranspirada? Quin és el percentatge d'aigua que circula per la conca i passa per l'estació d'aforament respecte del total d'entrades?

Interpretació

El cabal mínim

Els recursos hídrics superficials d'una conca hidrogràfica, amb una extensió de 32 km^2, es volen aprofitar per a reg i abastament. Tanmateix, es vol mantenir un cabal ecològic equivalent al 20 % del total d'aigua que circula per la conca.

Les dades que ens han subministrat d'aquesta conca són les següents: la precipitació mitjana anual (P) = 850 $L \cdot m^{-2}$, i l'evapotranspiració mitjana anual (ET) calculada per al total de la superfície de la conca = $19{,}04 \cdot 10^6$ m^3.

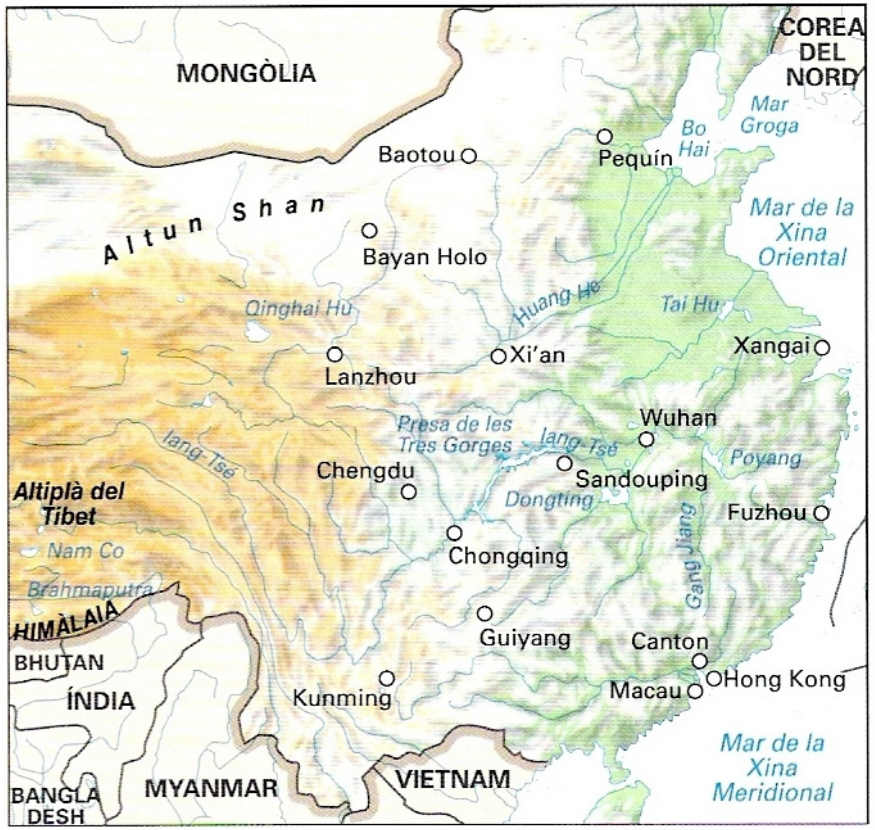
1. Fes el corresponent balanç hídric a nivell de conca en condicions naturals i calcula les aportacions que corresponen a la circulació de l'aigua pel riu en hm^3 i el cabal mitjà que correspon a aquesta aportació en $L \cdot s^{-1}$.
2. Calcula el cabal específic d'aquesta conca i, en funció del seu valor i de les dades del mapa d'isolínies de cabal específic, digues a quina zona de Catalunya podria estar situada.
3. Calcula els volums d'aigua en m^3 i en $L \cdot s^{-1}$ corresponents al cabal ecològic.

Energía hidroelèctrica

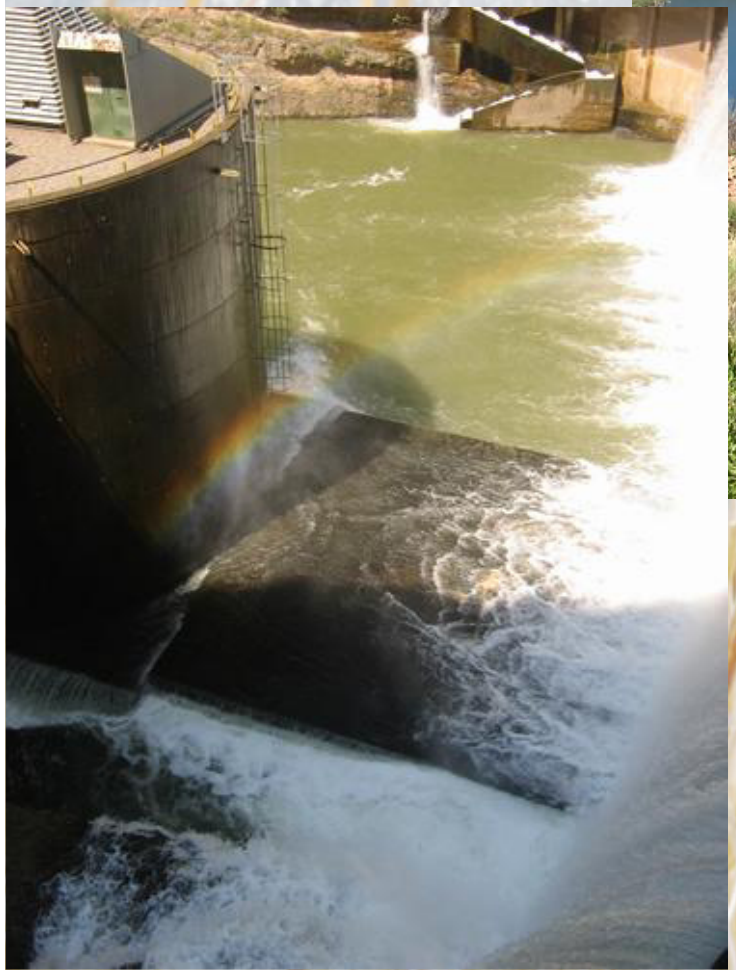
Interpretació

La presa més gran del món

El projecte hidroelèctric més gran del món, la Presa de les Tres Gorges, s'ha construït al riu Iang-Tsé de la Xina. Es va començar a construir l'any 1994 i es va acabar el 2009. Estancar el riu va suposar haver d'inundar emplaçaments arqueològics d'interès i desplaçar més d'1.250.000 persones. La superfície de la conca té 106 km^2; la presa té una alçada de 100 m i pot retenir 39 km^3 d'aigua, amb una capacitat per generar 85.000 milions de kilowatts per hora d'electricitat cada any, la qual cosa equival a prop del 10 % de les necessitats energètiques de la Xina.



1. Explica en què consisteix l'energia hidroelèctrica i com s'obté.
2. L'embassament inunda 632 km^2 de terres que s'estenen en uns 660 km al llarg del riu. Segons els dirigents xinesos, l'obra evitarà inundacions. En què es basa aquesta afirmació?
3. Explica almenys tres conseqüències negatives que pot tenir aquesta obra.
4. Fes una petita recerca sobre l'energia hidroelèctrica al món: les centrals més grans i l'energia que subministren. Busca quin tant per cent de l'energia elèctrica a Catalunya té aquest origen.



Pantà de Rialp (Segre)

Minicentral de Camarasa (Segre)

Avantatges

- És renovable, sobre tot menys de 10 MW
- Manteniment molt barat
- És bastant rentable.
- No genera residus.
- Nous espais de lleure.

Inconvenients

- Malgrat ser renovable depèn del règim pluvial.
- Separa l'ecosistema riu en dos.
- Impacte visual
- Soroll
- Pot generar inestabilitats.
- Acumulació de sediments => retrocés dels deltes i colmatació del pantà
- Canvi en le característiques de l'aigua => perill d'anòxia i d'eutrofització.
- Canvi d'ecosistema, moviments de població inundació de pobles i camps de correu.

Curs 13-14: Anna Corp/Valentina Santamaria/Carla Túnica/Patricia Sanchez/ Didac i Luisa Rodríguez i Laura Mas

Inconvenients

- Gran obra d'infraestructura, econòmicament costosa.
- Reté sediments dels rius ➡ regressió dels deltes
- Desaparició d'ecosistemes terrestres i aparició d'ecosistemes aquàtics.
- L'ecosistema riu queda dividit en dos parts.
- Impacte visual.
- Problemàtica social per la inundació de pobles, terres de conrreu ➡ Provoca migracions.

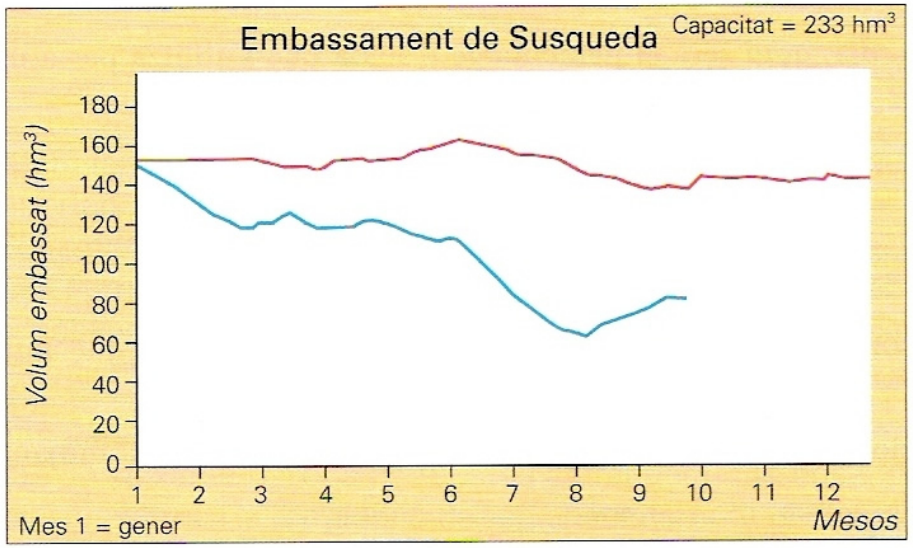
Avantatges:

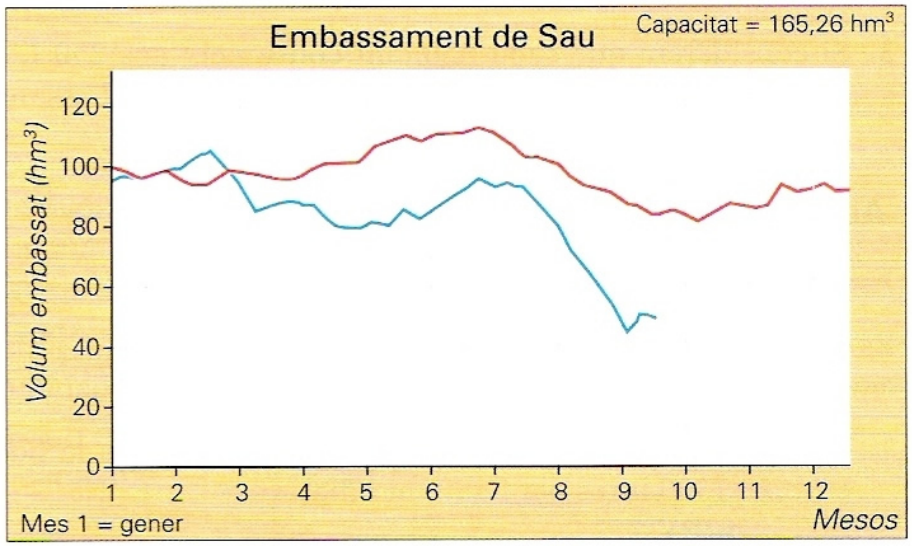
- És renovable (minicentrals <10 MW)
- Reserva d'aigua d'abastament i reg
- El manteniment és barat i fàcil.
- És neta, no produeix residus
- Laminació de les avingudes

Interpretació

Els embassaments de Susqueda i Sau

Els embassaments de Susqueda i Sau (construïts cap als anys cinquanta), al tram mitjà del riu Ter, estan comunicats entre si. Tenen una capacitat màxima de 166,26 hm^3 i 233 hm^3, respectivament.





1. A partir de les dades dels gràfics determina quin és el volum d'aigua que correspon al mes de setembre als dos embassaments i acaba d'omplir la taula.

Embassament	Volum màxim (hm^3)	Volum any 2005 (hm^3)	% volum ocupat	Volum any 2004 (hm^3)	% volum ocupat
Sau	166,26			98,37	59,52
Susqueda	233			206,95	88,82

2. Compara els volums d'aigua de l'any 2005 amb els que corresponen a l'any 2004. Quines poden ser les causes d'aquestes diferències en els valors?

3. Des que va ser construït, s'han acumulat molts llots a l'embassament de Sau. Explica les causes i els problemes associats a aquest fet.

Interpretació

Dades d'una estació d'aforament

1. Construeix un gràfic similar al de la pàg. 137, situant els cabals a l'eix d'abscisses i les altures al d'ordenades. Uneix els punts amb una corba.
2. Utilitzant la corba dibuixada, calcula el cabal de les altures següents: 0,15; 0,3; 0,8; 1,25 m.
3. Si sabem que històricament s'han donat cabals d'uns 150 $m^3 \cdot s^{-1}$ en aquesta secció de pas del riu, quina altura aproximada van assolir?

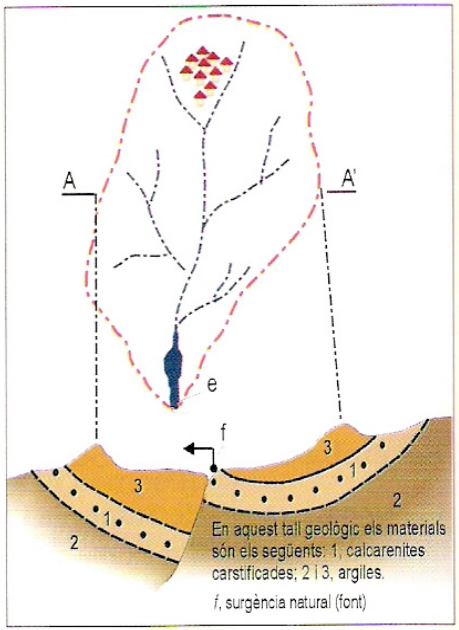
Altura de l'aigua (m)	Cabal ($m^3 \cdot s^{-1}$)
0,114	0,33
0,24	1,65
0,45	6,60
0,66	19,50
0,90	42,00
1,14	63,00
1,32	84,00

Interpretació

Balanç hídric d'una conca

A la zona que apareix en la figura hi ha un embassament (*e*) que s'utilitza per emmagatzemar aigua per a l'abastament de la població i per al reg dels camps situats aigües avall.

A la conca d'aquest embassament hi viu una població d'uns 12.000 habitants. Els principals usos del territori són l'industrial i l'agrícola. Al tall geològic A-A′ s'observa com gairebé tota la superfície de la conca està formada per litologies lutítiques. En el tall geològic els materials són els següents: calcarenites carstificades (1) i argiles (2 i 3); el símbol *f* indica una surgència natural.



1. Durant el darrer any l'embassament ha experimentat una entrada d'aigua de 3,7 hm^3. Sabem que l'extensió de la conca hidrològica de l'embassament és de 12 km^2 i que els valors mitjans de precipitació i evapotranspiració, durant el període esmentat, són els següents: precipitació = 750 $L \cdot m^{-2}$, evapotranspiració = 0,54 $m^3 \cdot m^{-2}$, i que no hi ha variacions en les reserves subterrànies. Fes el corresponent balanç hidrològic. Quin és el volum d'aigua procedent de la circulació de les precipitacions a la conca?
2. D'on pot procedir la resta de l'aigua acumulada?
3. Si considerem que cada habitant consumeix uns 250 L cada dia, quin serà el percentatge d'aigua que s'utilitza per a ús domèstic, respecte del total d'aigua que recull l'embassament?

Aplicació

Recursos hídrics d'una població

Es considera que els recursos hídrics d'una conca hidrogràfica són d'uns 20 milions de $m^3 \cdot any^{-1}$. Tenint en compte que amb aquests recursos cal abastar una població de 200.000 habitants:

1. Calcula la dotació en litres/habitant/dia que rebria la població i raona el valor trobat obtingut en relació amb la mitjana europea (300 litres per habitant i dia).
2. Suposant que fos necessari destinar $5 \cdot 10^6$ $m^3 \cdot any^{-1}$ per regar els conreus de la conca i tenint en compte la mitjana de distribució de l'aigua a Catalunya per als diferents usos (agricultura, 49 %; indústria, 33 %; abastament en les ciutats, 18 %), què es podria deduir sobre la dedicació a l'agricultura d'aquesta conca?