

Canvi climàtic i canvi global, reptes per a la futura gestió i planificació de l'aigua a Catalunya

Disponibilitat d'aigua i protecció del medi

Simposi IdRA, 2018

VIII Jornada Tècnica del GECCC i el CADS

Barcelona. 16 de novembre, 2018

Antoni Munné (AnMunne@gencat.cat) (@toni_munne)

Agència Catalana de l'Aigua (Generalitat de Catalunya)

Recursos hídrics
i canvi climàtic



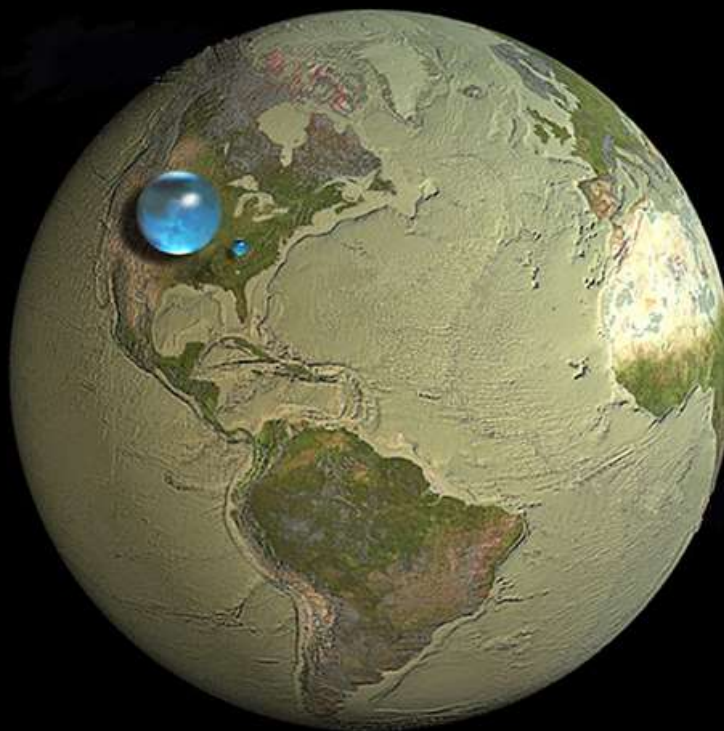


Índex:

1. **L'aigua a Catalunya:** Caracterització dels recursos i la demanda. L'aigua al medi. On som.
2. **Canvis en la disponibilitat d'aigua:** Canvi climàtic i canvi global. Evidències i previsions. Què hem d'esperar.
3. **Efectes sobre els ecosistemes aquàtics i l'estat de les masses d'aigua:** Compatibilitzar l'ús d'aigua i la protecció dels ecosistemes aquàtics. Una relació ja molt tensa.
4. **Accions a futur** (Què hem de fer):
 - El Pla de gestió del Districte de conca fluvial de Catalunya (revisió cada 6 anys)
 - Ajustar la gestió – gestió adaptativa i coordinada (Pla de sequera)
 - Reutilització (molt camí a fer...)



Caracterització dels recursos



El planeta Tierra y toda su agua. Howard Perlman, USGS; Jack Cook, Woods Hole, OI

Tota l'aigua de la Terra en una esfera

La bombolla més gran (1380 km de diàmetre) representa la totalitat de l'aigua en el subsòl, sobre la terra, als oceans i a l'atmosfera. La bombolla mitjana (273 km de diàmetre) seria el volum de tota l'aigua dolça del planeta, tots els rius, llacs i mantells aquífers, alguns fora del nostre abast.

L'esfera més petita, pràcticament un punt (56,2 km de diàmetre), és l'aigua potable de llacs i rius, la principal font de l'aigua que tots prenem arreu del món.



Caracterització dels recursos



- Precipitació anual mitjana a Catalunya: **22.330 hm³ (3,5 km diam.)**
- Recàrrega i escorrentiu superficial mitjà a Catalunya: **6.150 hm³ (24%) (3,5 km diam.)**

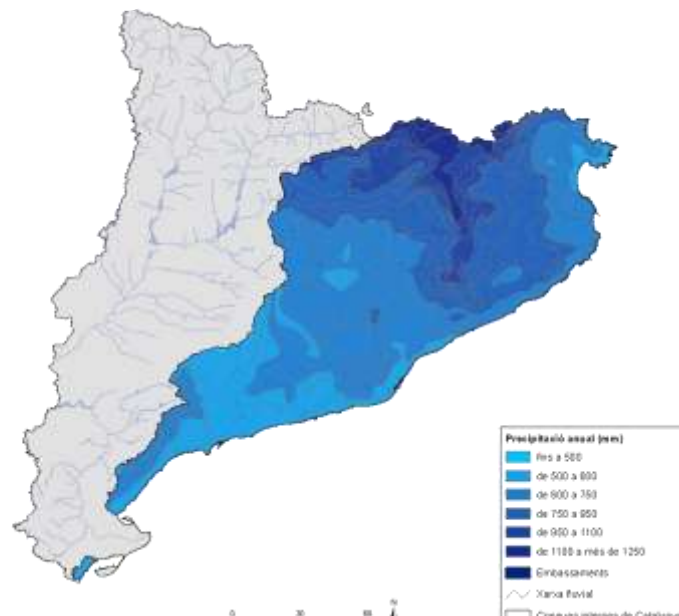


Caracterització dels recursos

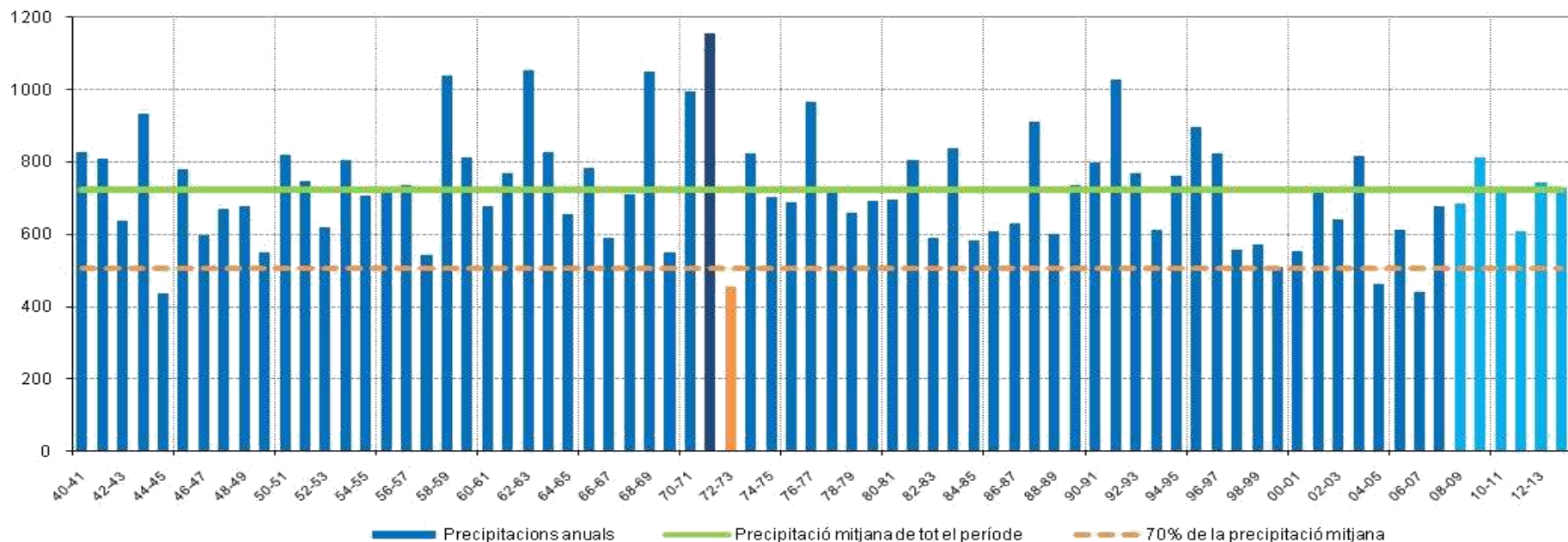
Variabilitat temporal i geogràfica:

Existeix una elevada variabilitat espacial i temporal de les pluges a Catalunya (de 450 a 1.200 mm/a).

Alhora, podríem dir que només plou (de manera apreciable) un 15% dels dies, i entorn a un 2% d'aquests, les pluges són tempestes fortes (> 50 mm/dia). En aquestes ocasions, en un sol dia, pot concentrar-se bona part de tota la pluja anual (10 a 20% i en ocasions més).



mm/any al DCFC





Caracterització de la demanda

	Conques internes de Catalunya					Conca catalana de l'Ebre				
	Muga	Fluvià	Ter-Llobregat	Sud	Total	Garona	Segre	Baix Ebre	Total	Total
Abastament	13,7	5,3	483,3	69,3	571,6	1,7	37,9	17	56,6	628,2
Reg	62	16,6	192,2	88,7	359,5	0,7	1084,9	593,5	1679,1	2038,6
Ramaderia	1,8	1,4	14,4	1,7	19,3	0,1	20,3	2,8	23,2	42,5
Industrials	1,2	3,1	54,4	37,3	96	0,4	12,8	11,9	25,1	121,1

1.046,4 hm³

1.784 hm³

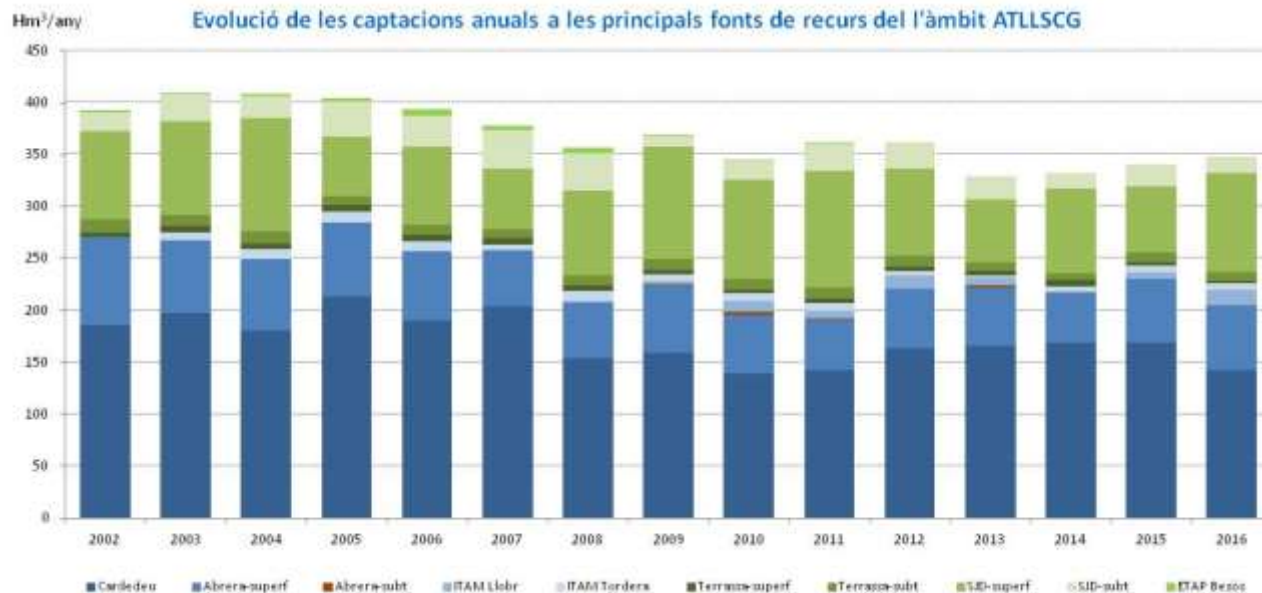
Total 2.830,4 hm³



Caracterització de la demanda

Demandes concentrades territorialment, però estabilitzades en el temps:

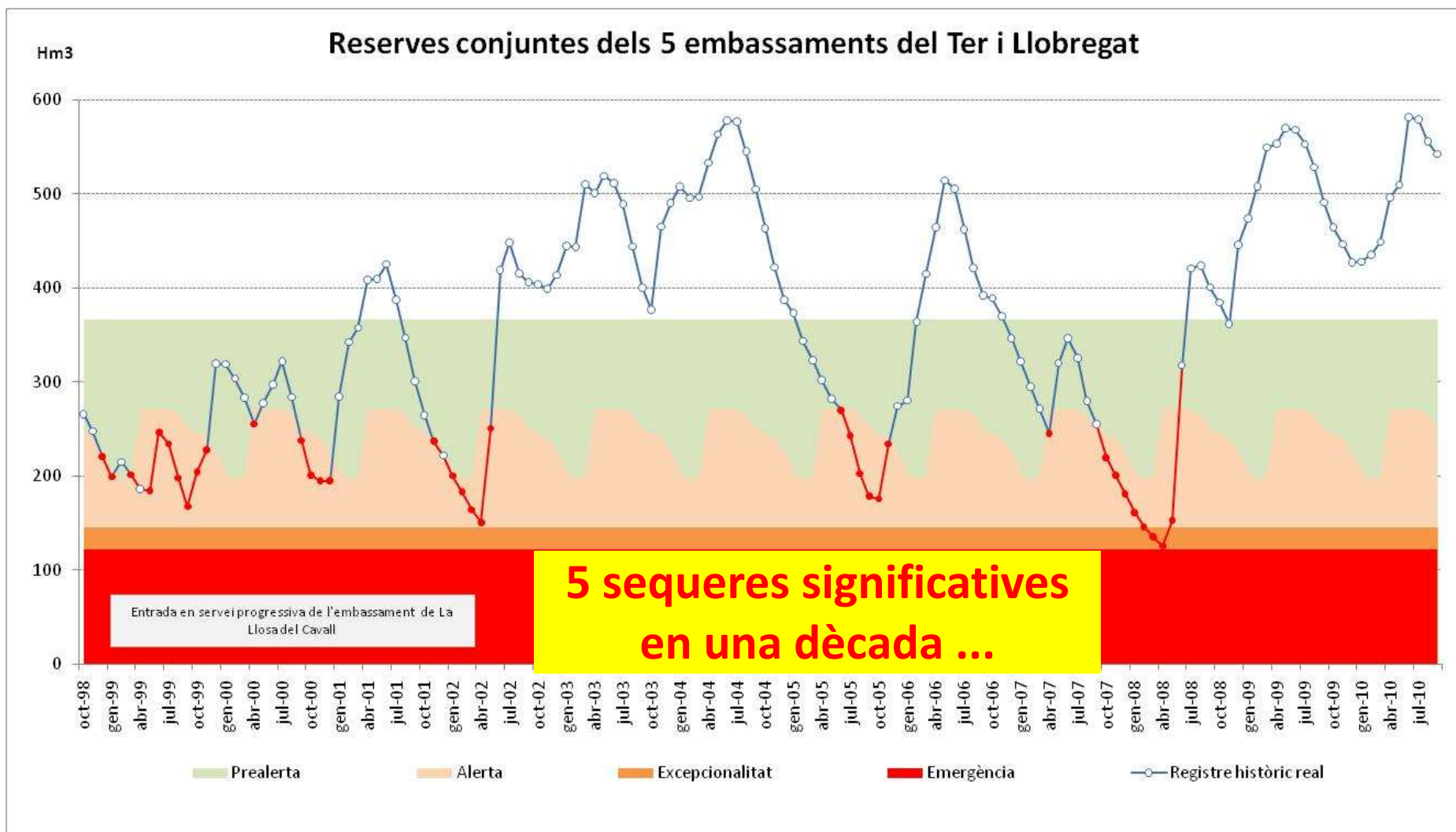
Àmbit	Superfície (km ²)	Població permanent (hab.)	Demanda a les xarxes municipals (hm ³ /any)	
			Actual	2033 (esc. demogràfic alt i eficiències constants)
Barcelona	101	1.620.943 (2011)	120	
AMB	588	3.239.337 (2011)	230	
Xarxa Ter - Llobregat	4233	5.220.000	400	425
Sistema Ter-Llobregat	11.777	6.122.972	483	512





Caracterització de la demanda

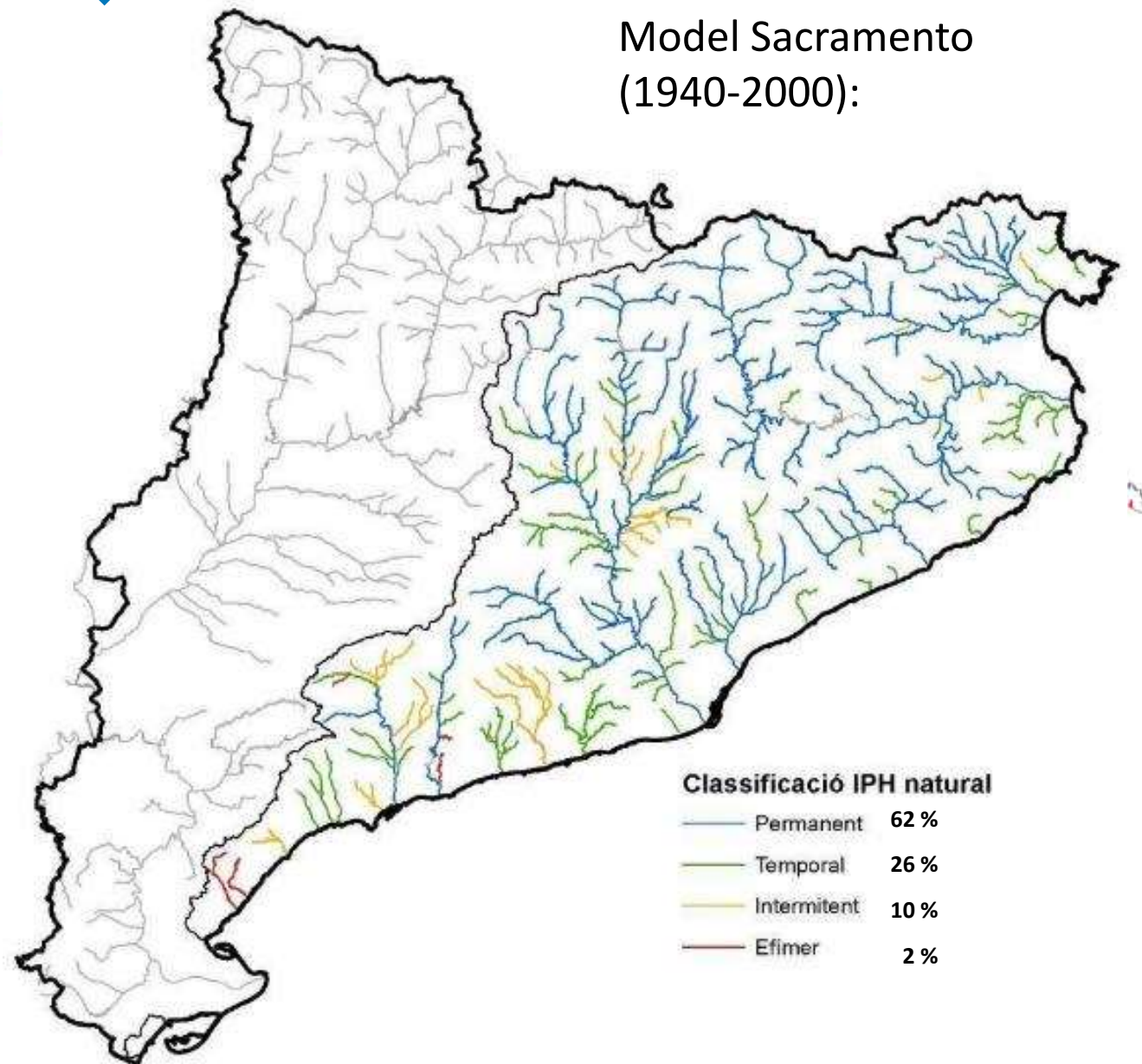
Les actuals demandes a Catalunya estan molt ajustades a la disponibilitat. Hi ha poc marge de maniobra per a la gestió interanual.





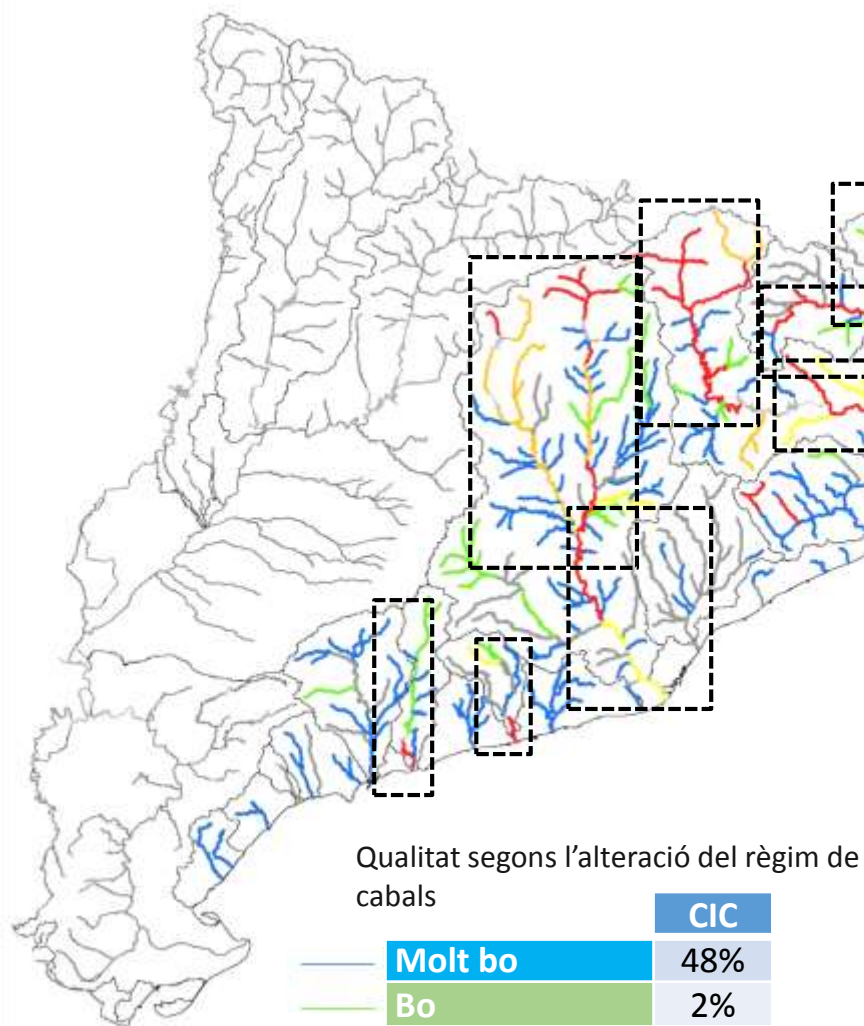
L'aigua al medi

Model Sacramento
(1940-2000):





L'aigua al medi i usos



Qualitat segons l'alteració del règim de cabals

	CIC
Molt bo	48%
Bo	2%
Mediocre	4%
Deficient	7%
Dolent	5%
Sense valoració	34%

Muga

Regulada per embassament Boadella. Recurs escàs per abastament de zones urbanes i regadiu. S'alliberaven uns cabals mínims molt baixos.

Fluvià

25 Centrals hidroelèctriques derivant cabals sense mínims establerts, deixant trams amb poc cabal

Ter Superior

85 Centrals hidroelèctr. derivant cabals sense mínims establerts, deixant trams de poc cabal

Baix

Regulació Sau - Susqueda. Derivació abastament Girona, costa Brava i Barcelona. Qmínims llei de 1959 (Ara **Taula del Ter**). 23 centrals hidroelèctriques.

Alt i mig Llobregat

96 Centrals hidroelèctr. Moltes derivant cabals sense mínims fixats. Regulació Llosa, St Ponç, Baells

Baix

Regulat per abastament a Barcelona. Cabals mínims molt baixos. 17 centrals hidroelèctriques

Foix

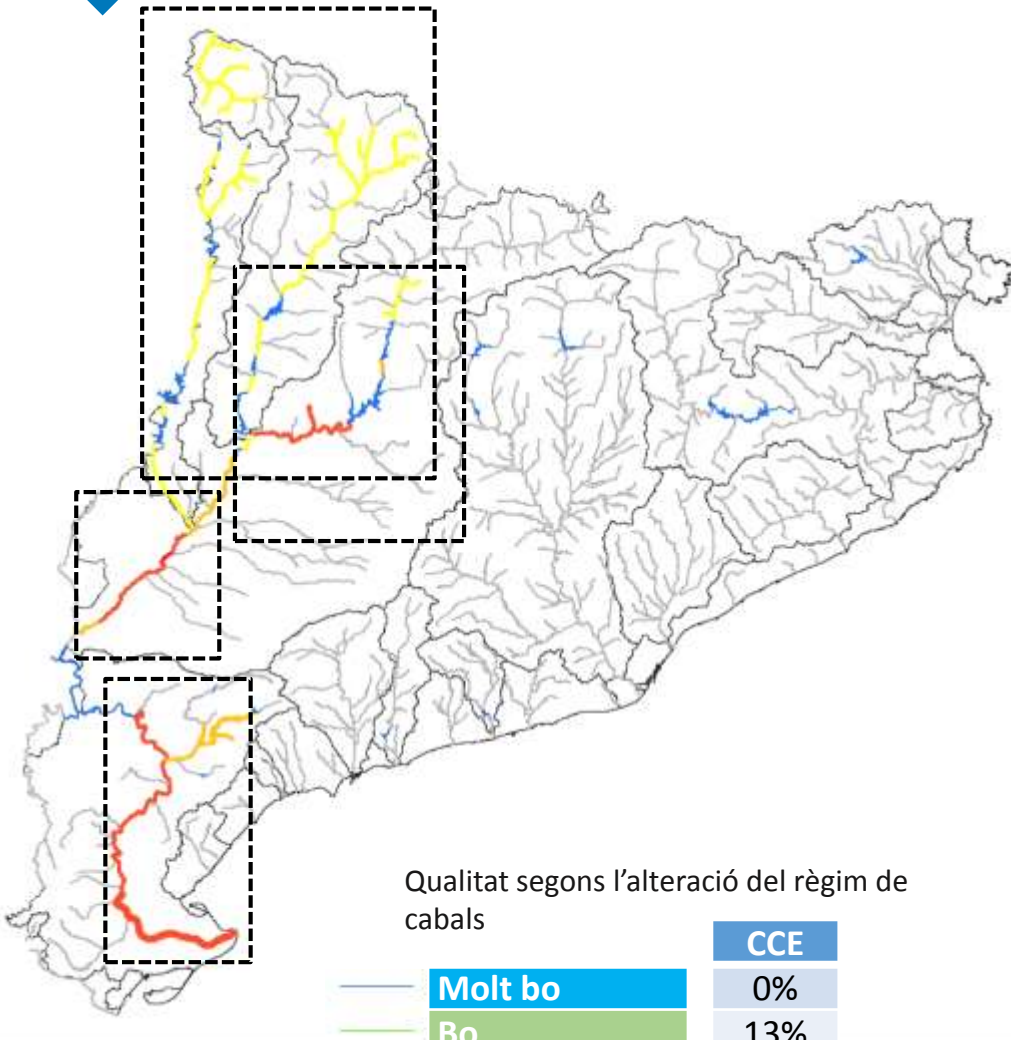
Embassament de regadiu. Deixava el riu sec

Gaià

Embassament Catllar propietat de REPSOL que deixava el riu sec. El 2010 es va signar un conveni per alliberar cabals ambientals



L'aigua al medi i usos



Qualitat segons l'alteració del règim de cabals

	CCE
Molt bo	0%
Bo	13%
Mediocre	8%
Deficient	6%
Dolent	0%
Sense valoració	74%

Noguera Pallaresa, N. Ribagorçana

Embassaments per a ús hidroelèctric (Borén, Torrassa, Baserca, Escalles, Sopeira, Llesp, Sallente, St. Llorenç Montgai...), regadiu (Tremp, Talarn, Camarasa, Canelles) i abastament (Sta. Anna)

Segre sota Rialp

Regulació per a regadiu del Canal d'Urgell + futur Segarra - Garrigues.

Segre a Lleida i aigua avall

Derivació per la central hidroelèctrica de Seròs que no retorna fins passats 40 km deixant cabals molt mínims.

Tram baix de l'Ebre

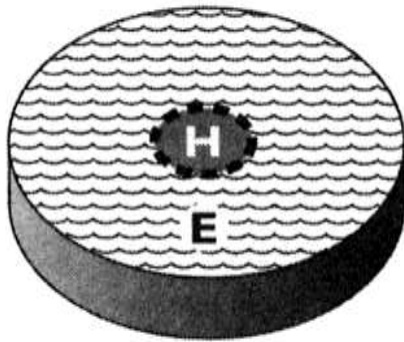
Detraccions d'aigua de tota la conca. Regulació del sistema Mequinença – Ribarroja – Flix i derivació des de l'assut de xerta pels canals de regadiu del Delta. Problemes d'intrusió salina i de protecció ambiental del Delta i l'estuari. Amenaces de nous regadius (1.050 Hm³), i reserves estratègiques de les CCAA (1.050 Hm³ addicionals).



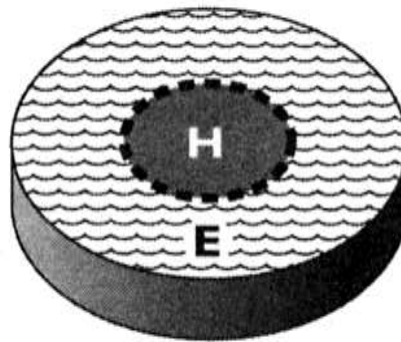
L'aigua al medi

Increasing degree of flow alteration

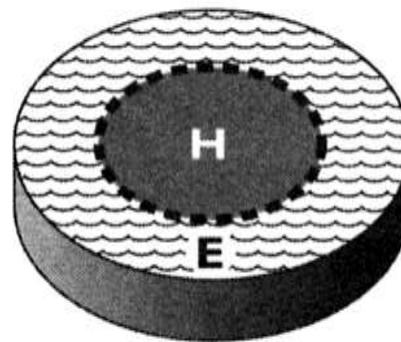
Decreasing levels of river ecosystem health



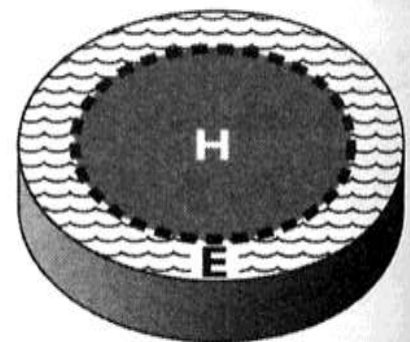
Class A



Class B



Class C



Class D





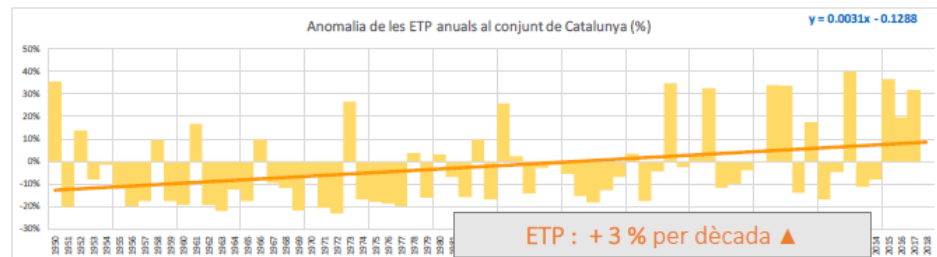
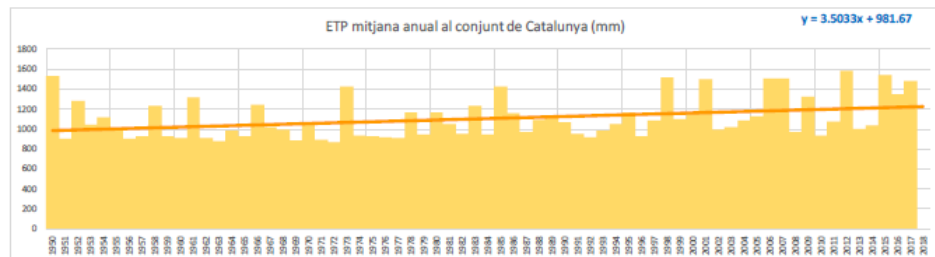
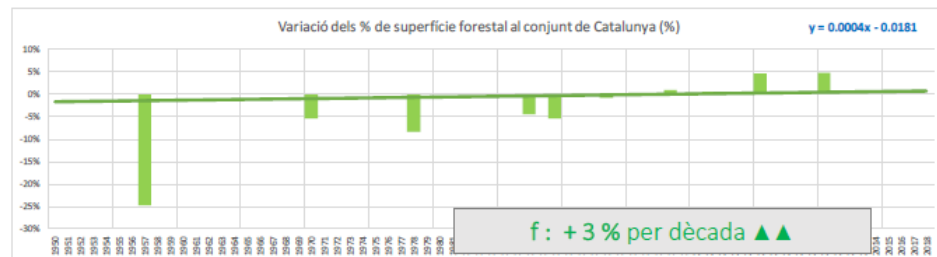
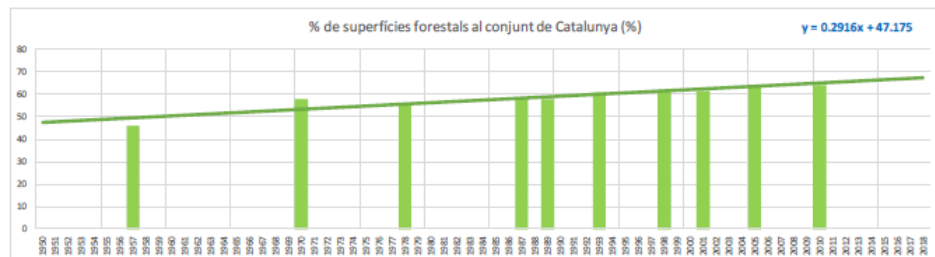
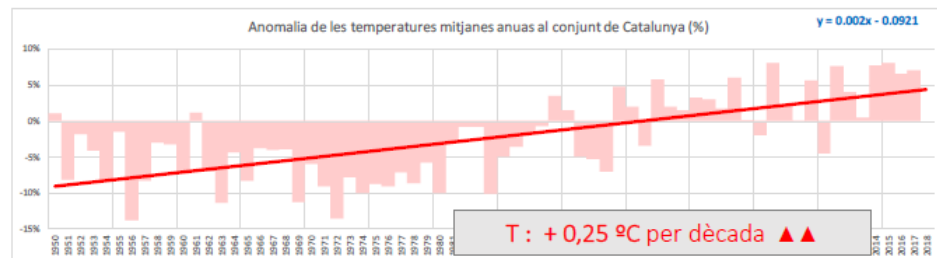
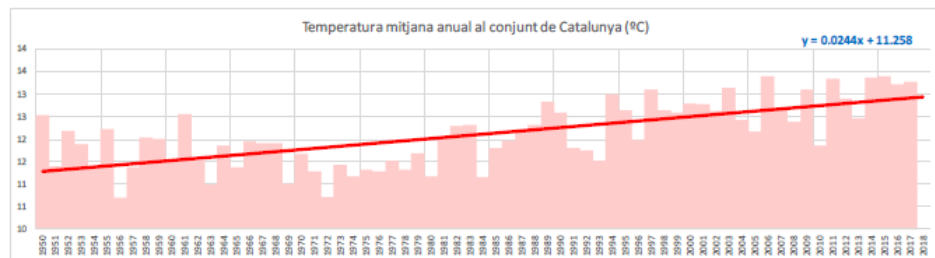
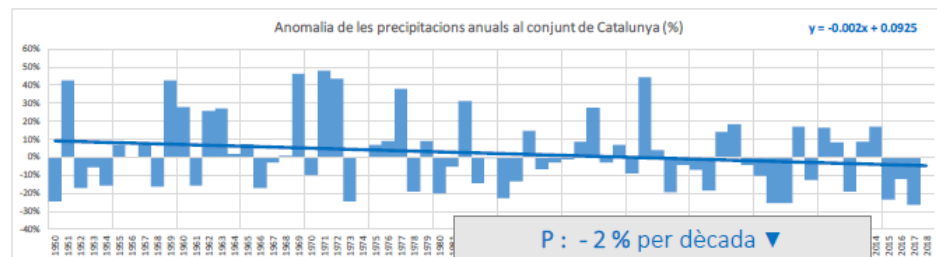
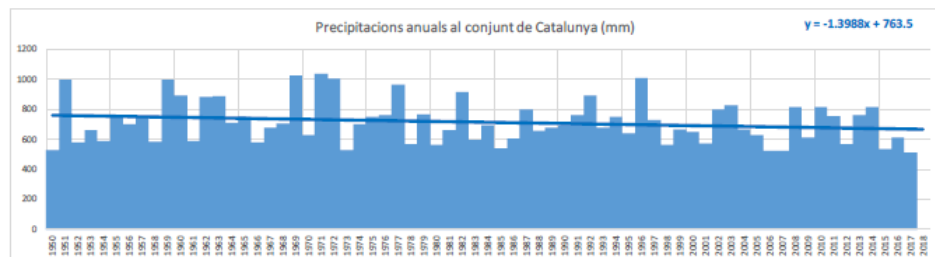
Índex:

1. **L'aigua a Catalunya:** Caracterització dels recursos i la demanda. L'aigua al medi. On som.
2. **Canvis en la disponibilitat d'aigua:** Canvi climàtic i canvi global. Evidències i previsions. Què hem d'esperar.
3. **Efectes sobre els ecosistemes aquàtics i l'estat de les masses d'aigua:** Compatibilitzar l'ús d'aigua i la protecció dels ecosistemes aquàtics. Una relació ja molt tensa.
4. **Accions a futur:**
 - El Pla de gestió del Districte de conca fluvial de Catalunya (revisió cada 6 anys)
 - Ajustar la gestió – gestió adaptativa i coordinada (Pla de sequera)
 - Reutilització (molt camí a fer...)



Canvis en la disponibilitat d'aigua

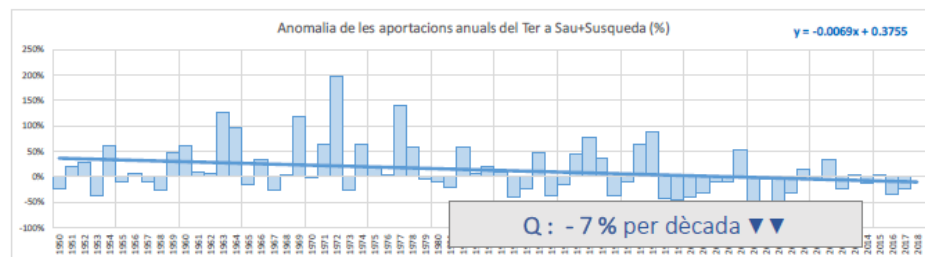
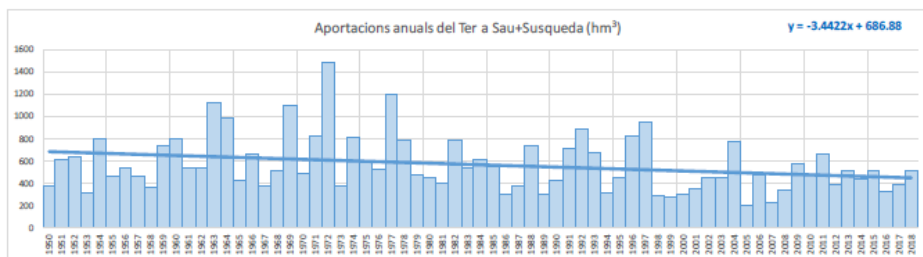
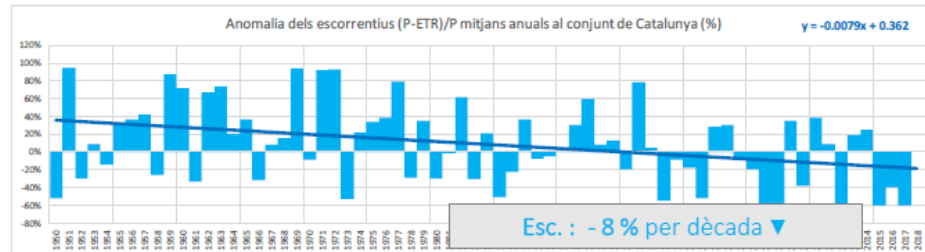
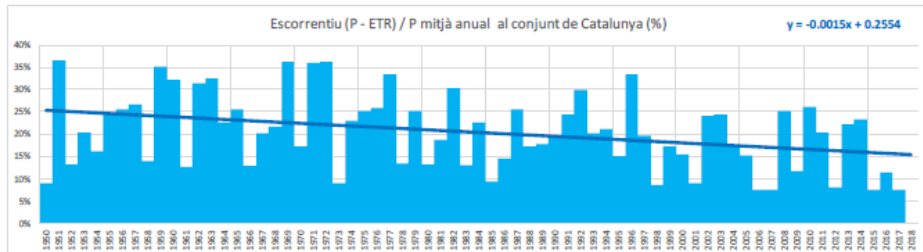
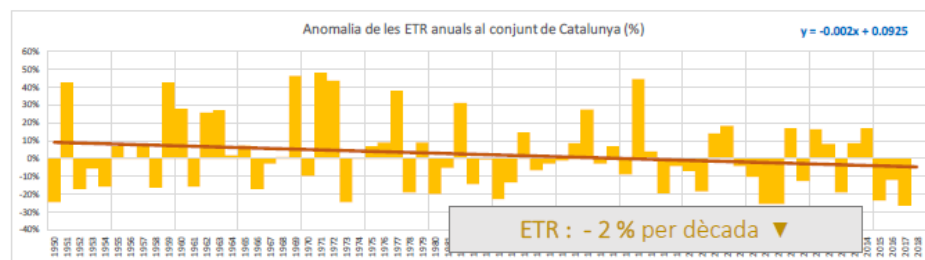
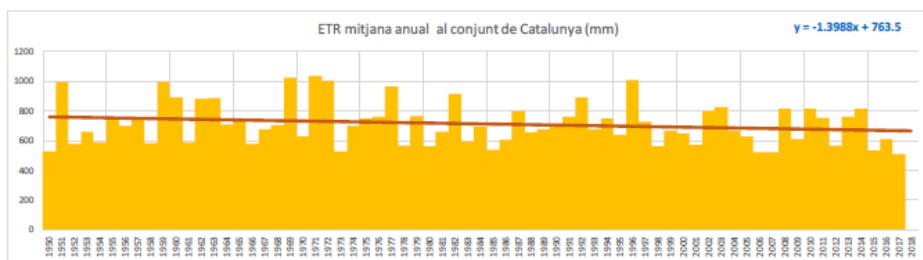
Evidències (indicadors hidrològics anuals 1950-2017):





Canvis en la disponibilitat d'aigua

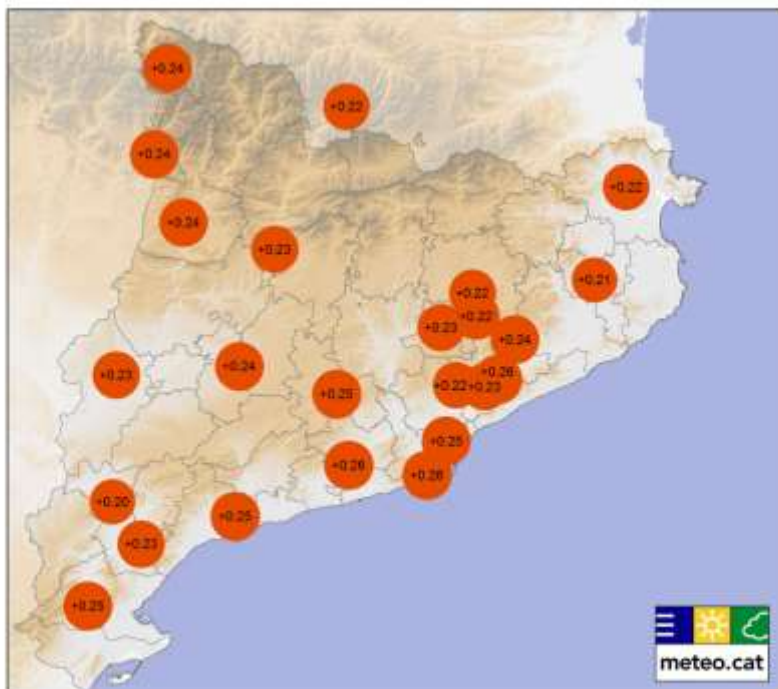
Evidències (indicadors hidrològics anuals 1950-2017):



Canvis en la disponibilitat d'aigua

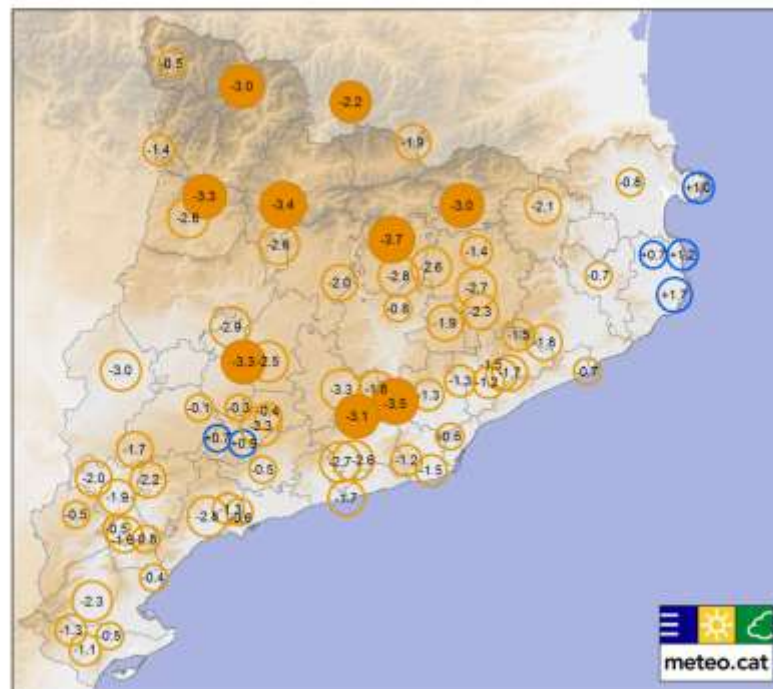
Tendència climàtica significativa:

Tendències de la temperatura mitjana de l'aire (esquerra), i de la precipitació (dreta) decadal del període **1950-2015**. La temperatura ha anat augmentant significativament durant els últims **65 anys** al voltant de **+ 0,25 °C** per dècada, mentre que la precipitació ha anat disminuint significativament al voltant del **- 2 %** per dècada (fins a 3-4 %).



L'àrea dels cercles representa el canvi en °C per dècada

Cercle sòlid indica tendència estadísticament significativa: $p < 0.05$



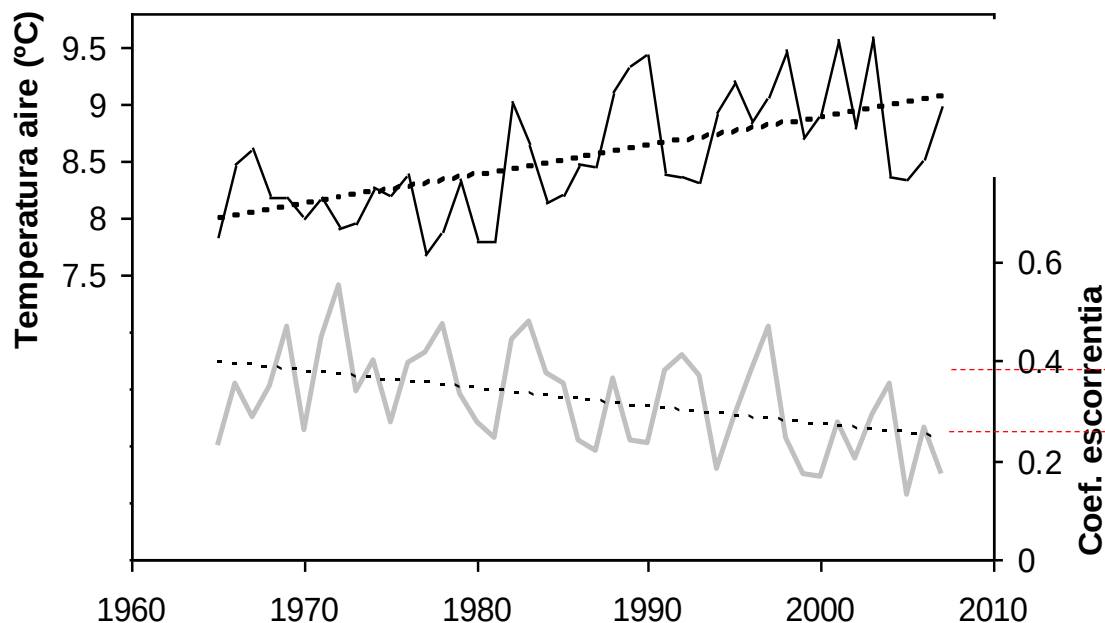
L'àrea dels cercles representa el percentatge de canvi per dècada.
Precipitació: blau = positiu, taronja = negatiu

Cercle sòlid indica tendència estadísticament significativa: $p < 0.05$



Canvis en la disponibilitat d'aigua

Tendència dels recursos (paper del bosc):



La fracció d'aigua que no es converteix en escorrentia (a priori "pèrdues" per EVT) ha crescut considerablement. Aquest plantejament no observa quina pot haver estat la tendència de la precipitació, és amb independència d'ella.

Tendències de la temperatura de l'aire mitjana anual a la conca del Ter i del coeficient d'escorrentia anual (és a dir, la proporció de precipitació que acaba fluïnt de forma efectiva al riu Ter) des de 1964 fins a l'actualitat. Les línies puntejades son regressions lineals afegides com a referència.

"Els efectes als embassaments i la seva rellevància en la quantitat i qualitat de l'aigua per a la garantia del recurs". Rafael Marcé, Joan Armengol i Josep Dolz (Aigua i Canvi Climàtic, Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya (2009)).

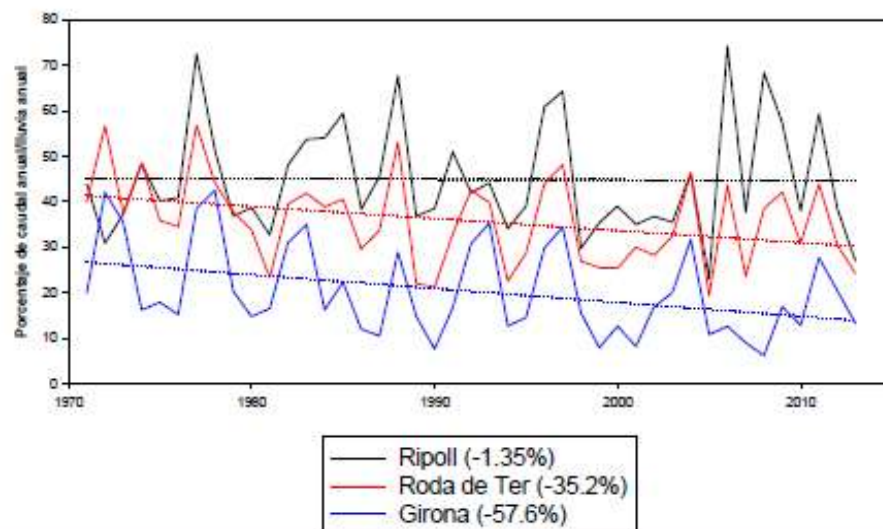


Canvis en la disponibilitat d'aigua

El projecte **Life+ MEDACC** apunta a **l'aforestació** com a causa important de les reduccions d'aportacions (reduccions de cabals de **1,3% al Ter a Ripoll**, **35% al Ter a Roda de Ter**, i del **58% del Ter a Girona**) en **45 anys**. Correspon a: 0,5 %; 7,7% i 12,8 % per dècada).

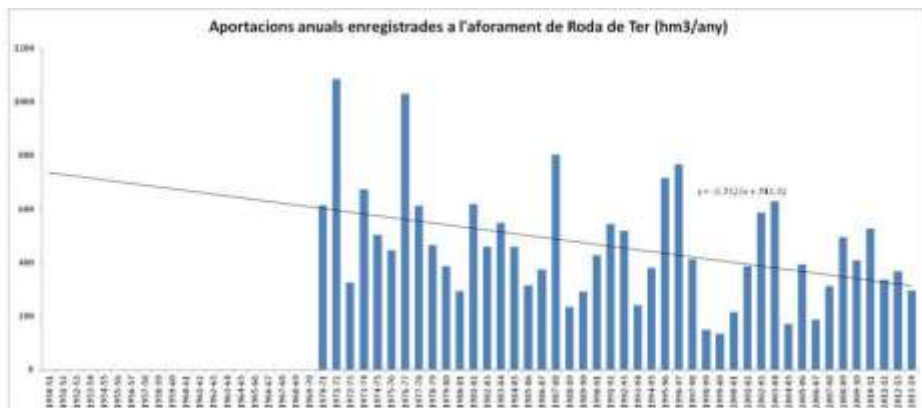
Es dona una **quantificació força detallada dels canvis en els usos del sòl**. Es relaciona amb els canvis en la superfície forestal de la conca.

Anual	Caudal	Precipitación	ETo
Ripoll	-41.7	-37.5	19.7
Roda de Ter	-57.2	-31.8	16.3
Girona	-65.7	-23.8	15.2
Invierno	Caudal	Precipitación	ETo
Ripoll	-37.5	-22.6	15.8
Roda de Ter	-55.0	-10.1	13.2
Girona	-72.6	0.5	11.9
Primavera	Caudal	Precipitación	ETo
Ripoll	-22.2	-31.8	28.6
Roda de Ter	-46.5	-29.1	24.3
Girona	-51.3	-23.7	22.9
Verano	Caudal	Precipitación	ETo
Ripoll	-63.3	-68.1	18.4
Roda de Ter	-76.0	-65.8	15.0
Girona	-62.6	-62.6	13.8
Otoño	Caudal	Precipitación	ETo
Ripoll	-40.9	5.2	13.9
Roda de Ter	-47.3	16.3	11.0
Girona	-75.9	27.1	10.4





Canvis en la disponibilitat d'aigua



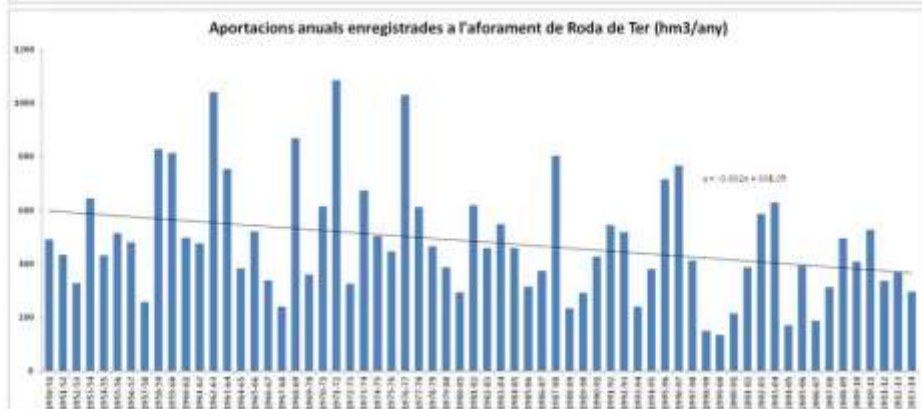
Aportació Ter a Roda de Ter (1970-2014):

44 anys

Aportació mitjana anuals de 458 hm³

Pendent de la regressió: -6.7323 hm³/any

Reducció en tot el període: $(6.7323 \times 44) / 458 =$
63 % o 1,43 %/any



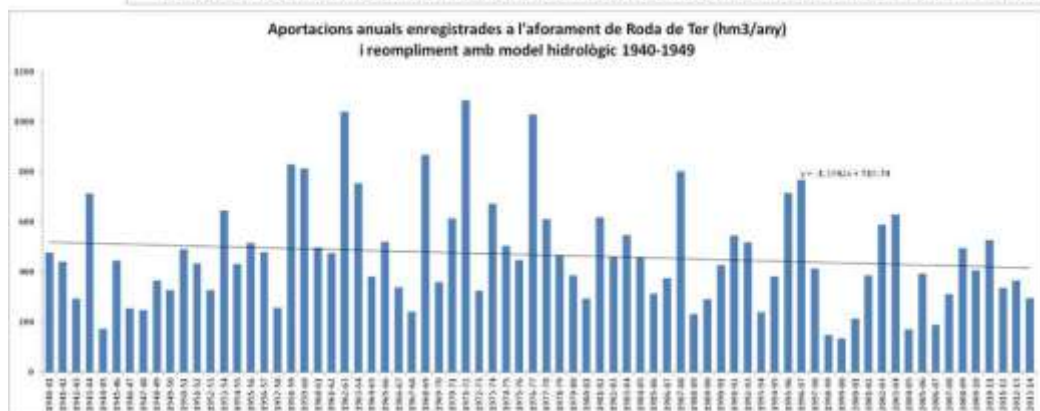
Aportació Ter a Roda de Ter (1950-2014):

64 anys

Aportació mitjana anuals de 482 hm³

Pendent de la regressió: -3.662 hm³/any

Reducció en tot el període: $(3.662 \times 64) / 482 =$
48 % o 0,75 %/any (els 60 tb són humits, i es nota)



Aportació Ter a Roda de Ter (1940-2014):

74 anys

Aportació mitjana anuals de 467 hm³

Pendent de la regressió: -1.3942 hm³/any

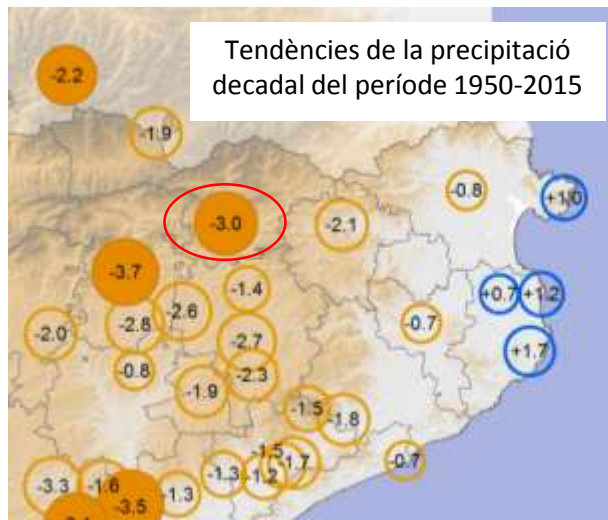
Reducció en tot el període: $(1.3942 \times 74) / 467 =$
22 % o 0,30 %/any (efecte de la sequera dels 40) (i 29% i 0,38%/any respectivament fins al 2015-2016)

... a Ripoll s'observa un comportament similar, potser menys acusat.

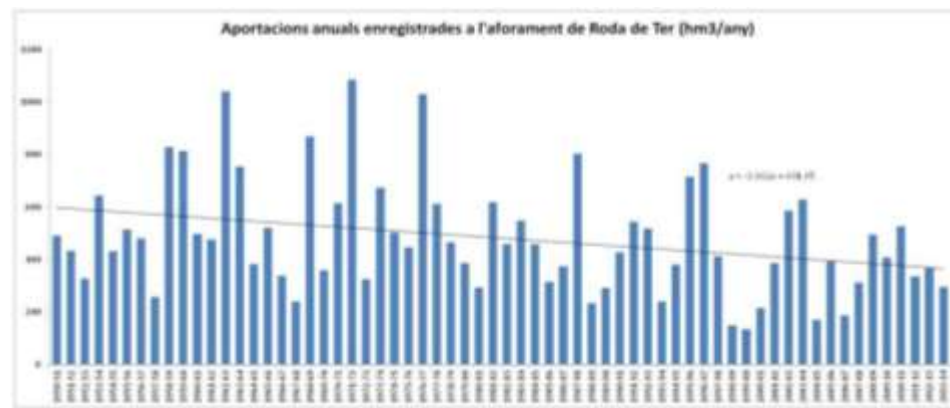


Canvis en la disponibilitat d'aigua

PLUGES



APORTACIONS FLUVIALS



1950-2014: 64 anys

Aportació mitjana anuals de 482 hm³

Pendent de la regressió: -3.662 hm³/any

Reducció en tot el període: $(3.662 \times 64) / 482 = 48 \%$

7,5% per dècada

Gairebé la meitat de les reduccions d'aportacions observades podrien explicar-se (al menys a la capçalera del Ter) per reduccions de la precipitació.

Si afegim el factor d'increment tèrmic i evapotranspiratiu (fins i tot sense canvis d'usos), molt més de la meitat de les reduccions són de caràcter climàtic.



Canvis en la disponibilitat d'aigua

Canvi en els usos del sòl (i paper del bosc):

ESPINAVELL



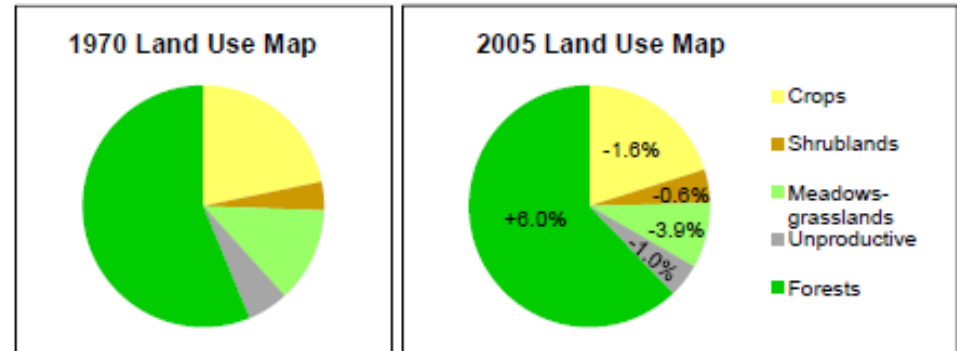
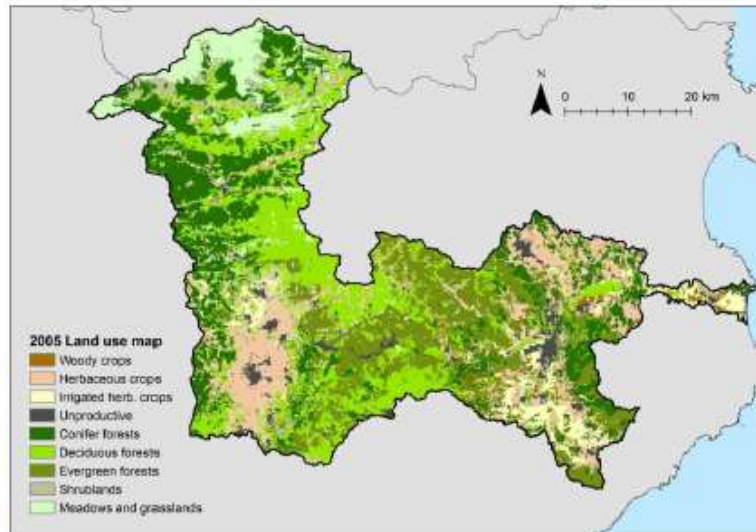
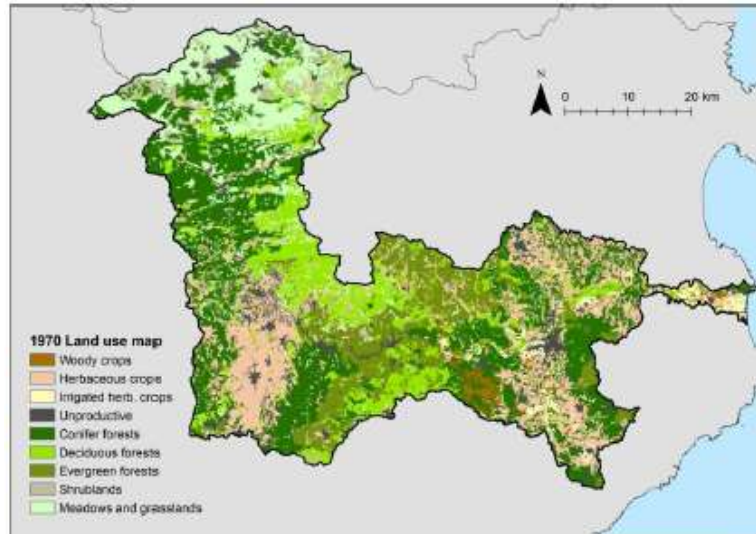
Anys 40





Canvis en la disponibilitat d'aigua

Canvi en els usos del sòl (i paper del bosc):



Projecte MEDACC:

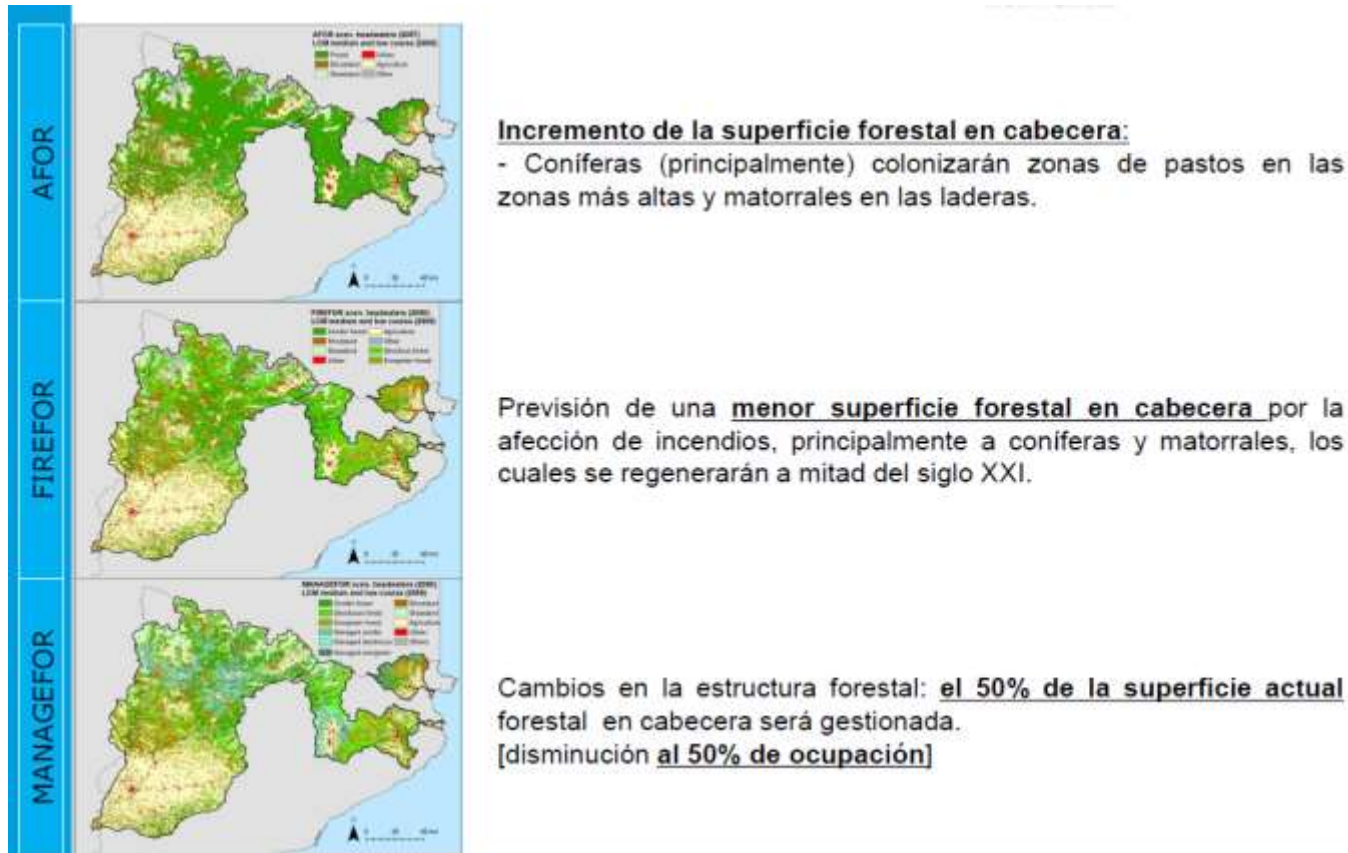
L'increment del 6% en àrees boscoses per al conjunt de la conca, només **des del 1970**, representa uns 176 km², però en tenir en compte que aquest efecte és major a les capçaleres, en aquestes zones, generadores de recurs, l'increment pot haver estat superior al 10% de les superfícies.

Gallart et al (2011) havien identificat també un increment de la superfície de bosc a l'Alt Ter (fins a Roda) **del 5% entre 1979 i 1993 (i del 22 i 14% a les capçaleres de Cardener i Llobregat respectivament entre 1957 i 1993)**



Canvis en la disponibilitat d'aigua

Escenaris de gestió forestal plantejats al **Life MEDACC**:



% de reducció a **mig termini (2050)** respecte 2002-2011

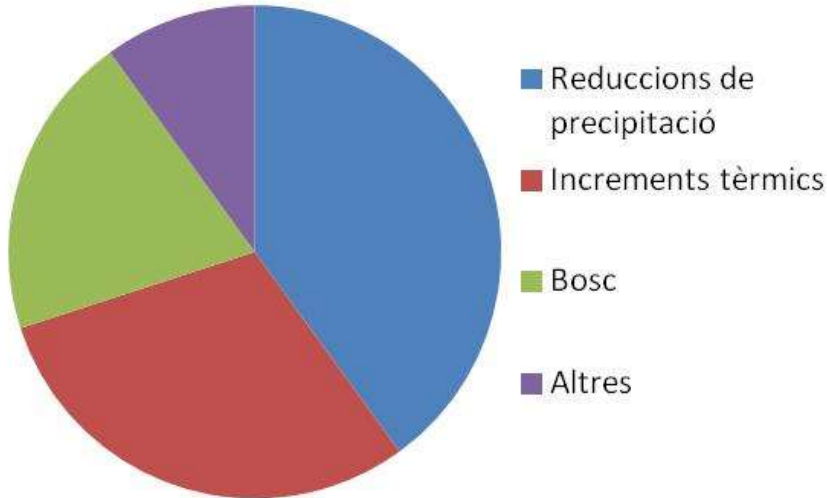
	RCP4.5	RCP4.5+AFOR	RCP4.5+FIREFOR	RCP4.5+MANAGEFOR
Roda	-28.9	-52.8	-37.8	-0.6
Torroella	-30.7	-43.2	5.5	-9.7

Per a contrastar els resultats a nivell de les parcel·les experimentals (Montesquiú) falten alguns anys.



Canvis en la disponibilitat d'aigua

En resum dades ACA i resultats MEDACC:

- En les **darreres 6 dècades** es pot parlar de reduccions mitjanes d'aportacions fluvials mínimes de l'ordre del **7 al 14% per dècada**, causades per diferents factors:
- 
- | Factor | Porcentatge |
|----------------------------|-------------|
| Reduccions de precipitació | ~45% |
| Incrementos tèrmics | ~30% |
| Bosc | ~15% |
| Altres | ~10% |
- Els resultats preliminars del MEDACC apunten, a nivell teòric, a que la **gestió forestal permetria compensar**, almenys, els efectes climàtics deguts a l'escalfament global (escenari RCP4.5). Si més no, **la no gestió empitjoraria molt la situació**.
 - En tot cas cas, el que es posa de manifest és que el que “ja ha passat” és molt significatiu i ben preocupant, i mostra;
 1. Que el **sistema hidrològic és força més sensible** que el climàtic.
 2. Que la continuïtat d'aquestes tendències suposen **una clara alerta** per a la gestió futura a curt, mig, i sobretot a llarg termini.



Canvis en la disponibilitat d'aigua

2009 – Dades ACA Pla de gestió 1r cicle.

2010 - MARM / CEDEX

2011 - SMC (primeres projeccions regionals)

Reducció d'aigua disponible:

- Fins al **5-10 %** a curt termini (2033)
- Fins al **20-35%** a llarg termini (2100)

		ACA, 2009			SMC, 2011		CEDEX, 2010					
		Temperatura	Precipitació	Escorrenia	Temperatura	Precipitació	Temperatura	Precipitació	Escorrenia	Recàrrega	Humitat del sol	ETR
				(CIC)			(CIC)	(CIC)	(CIC)	(CIC)	(CIC)	(CIC)
Catalunya (o CIC)	Curt termini (2011 - 2040)	+0,7 a +1,9°C	-7 a +5%	-6 a -14%	+0,8 a +0,9°C	-8,0 a -1,4%	+1,3 a +1,4°C	+2 a -3%	0 a -7%	0 a -6%	-7 a -18%	+1 a -2%
	Mig termini (2041 - 2070)	-	-	-	+2,1 a 1,4°C	-8,0 a -3,8%	+2,3 a +2,6°C	-1 a -3%	-4 a -9%	-4 a -7%	-19%	0 a -2%
	Llarg termini (2071 - 2100)	+4,0 a +5,5°C	-15 a -5%	-16 a -34%	+3,6 a +2,5°C	-16,5 a -10,5%	+3,4 a +4,5°C	-6 a -9%	-16 a -21%	-14 a -19%	-26 a -34%	-6 a -4%
Pirineu	Curt termini (2011 - 2040)	+0,8 a +2,0°C	-2 a +10%	-	+0,8 a +0,9°C	-9,0 a -5,0%	-	-	-----> Detall dels processos hidrològics			
	Mig termini (2041 - 2070)	-	-	-	+2,2 a 1,4°C	-11,0 a -6,4%	-	-				
	Llarg termini (2071 - 2100)	+4,0 a +5,5°C	-5 a +5%	-	+3,8 a +2,6°C	-21,7 a -13,5%	-	-				
Litoral / costa	Curt termini (2011 - 2040)	+0,4 a +1,6°C	-12 a 0%	-	+0,7 a +0,8°C	-6,5 a -1,7%	-	-	-	-	-	-
	Mig termini (2041 - 2070)	-	-	-	+2,0 a 1,4°C	-5,3 a -3,0%	-	-	-	-	-	-
	Llarg termini (2071 - 2100)	+3,5 a +5,0°C	-20 a -10%	-	+3,5 a +2,5°C	-14,3 a -9,5%	-	-	-	-	-	-
Interior	Curt termini (2011 - 2040)	+0,8 a +2,0°C	-7 a +5%	-	+0,8 a +0,9°C	-10,0 a +0,2%	-	-	-	-	-	-
	Mig termini (2041 - 2070)	-	-	-	+2,1 a 1,4°C	-10,4 a -3,8%	-	-	-	-	-	-
	Llarg termini (2071 - 2100)	+4,0 a +5,5°C	-15 a -5%	-	+3,6 a +2,5°C	-16,8 a -11,9%	-	-	-	-	-	-



Canvis en la disponibilitat d'aigua

Efectes considerats del **Canvi climàtic al TICC (CADS)**:

Al **Cap. 5 del TICC**, J. Calbó estima per al període **2031-2050** (respecte les mitjanes 1971-2000):

	ΔT^a (anual)	ΔPPT (%) (anual)
Pirineu (gairebé tot l'Alt Ter entraria dins aquest àmbit)	1,6	- 5,3
Catalunya	1,4	- 6,8

Al **Cap. 7 del TICC**, J. Mas-Pla utilitza aquest escenari per estimar, en l'àmbit de l'Alt Ter (zones de Pirineu del Ter fins a cobrir una conca de 1185 km²) els següents canvis en els coeficients d'escorrentiu i, per tant, en el recurs total (considerant únicament efectes climàtics, sense canvis en els usos del sòl):

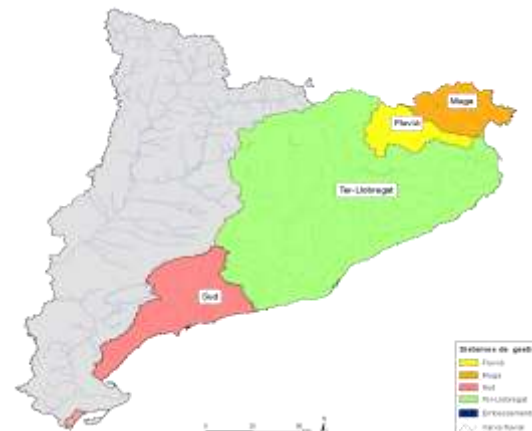
Recurs actual = $0,380 \times 905 \text{ mm} = 344 \text{ mm}$

Recurs 2051 = $0,359 \times (905 \times (1-0,053)) = 308 \text{ mm}$

**Reducció mitjana
del 10,5 %**



Canvis en la disponibilitat d'aigua



Necessitats d'abastament a futur segons PGDCFC:

Sistema de gestió	Situació actual (2015)	Situació a curt i mig termini (2021-2027)	Situació a llarg termini (2033-2045)
Muga	Font complementària necessària: 0,25 m³/s S'hauria de resoldre amb mesures internes del DCFC (reutilització, creixement Boadella, etc.)	Font complementària necessària: 0,75 a 1,0 m³/s , en funció de l'evolució de demandes futures i dels impactes del canvi climàtic, pels quals caldrà un seguiment acurat	
Fluvià	Sense problemàtiques significatives de manca de disponibilitat de recurs	Sense canvis significatius de la situació actual	Caldrà un seguiment acurat de l'evolució de demandes futures i dels impactes del canvi climàtic
Ter-Llobregat	Font complementària necessària: 2,0 m³/s Es trasllada la necessitat al PHN	Font complementària necessària: 4,0 a 6,0 m³/s , en funció de l'evolució de demandes futures i dels impactes del canvi climàtic, pels quals caldrà un seguiment acurat	
Sud	Sense problemàtiques significatives de manca de disponibilitat de recurs	Sense canvis significatius de la situació actual. Caldrà valorar també la garantia enfront una contingència al CAT.	Caldrà un seguiment acurat de l'evolució de demandes futures i dels impactes del canvi climàtic



Índex:

1. **L'aigua a Catalunya:** Caracterització dels recursos i la demanda. L'aigua al medi. On som.
2. **Canvis en la disponibilitat d'aigua:** Canvi climàtic i canvi global. Evidències i previsions. Què hem d'esperar.
3. **Efectes sobre els ecosistemes aquàtics i l'estat de les masses d'aigua:** Compatibilitzar l'ús d'aigua i la protecció dels ecosistemes aquàtics. Una relació ja molt tensa.
4. **Accions a futur:**
 - El Pla de gestió del Districte de conca fluvial de Catalunya (revisió cada 6 anys)
 - Ajustar la gestió – gestió adaptativa i coordinada (Pla de sequera)
 - Reutilització (molt camí a fer...)



Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Avaluació dels efectes del canvi climàtic (2009):

Aigua i canvi climàtic

Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya



Estat de l'art a partir de moltes fonts i treballs diversos:

- Impactes climàtics
- Impactes hidrològics
- Impactes sobre els ecosistemes aquàtics
- Implicacions socioeconòmiques



Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

IMPACTES SOBRE ELS ECOSISTEMES AQUÀTICS

Horitzó Variable o indicador	Actual (Constatacions)	Curt - mig termini (2025-40)	Llarg termini (2070-2100)
Arbres, plantes, flors i insectes associats	Molts cicles fenològics s'avancen uns 15 dies (M).	S'intensificarà el desfasament entre l'arribada d'espècies migradores i les condicions ambientals que els hi són necessàries, posant en risc la conservació de les poblacions de molts ocells i insectes si el ritme d'adaptació a les noves condicions no és prou ràpid (M).	La reducció de la disponibilitat d'aigua als sòls afectarà la distribució d'espècies a les zones més exposades, amb pèrdua de capçada i menor cobertura dels boscos (M).
Estanys de muntanya	S'ha incrementat la producció de plàncton o biomassa (M).	Cada vegada els estanys estaran menys temps coberts de neu o glaç, de manera que s'avançarà la primavera i s'allargarà l'estratificació tèrmica (M) i, fruit d'això, creixerà més la producció de plàncton o biomassa (M)	Podran desaparèixer totalment o parcialment nombrosos estanys (M).
Embassaments	S'ha incrementat lleugerament l'estabilitat tèrmica (Sau) (E).	S'incrementarà notablement l'estabilitat tèrmica (M).	Creixerà la zona anòxica per sobre del 10 % (M).
Població de peixos als rius	S'observen canvis altitudinals en la distribució d'algunes espècies (E) i l'increment de les més característiques d'aigües càlides (E).	Es podrien donar extincions locals de les espècies de distribució més limitada, sobretot, endemismes (M).	A rius de les nostres dimensions i latituds és previst que es redueixin les poblacions de moltes espècies i en alguns casos es podrien arribar a fragmentar i fins i tot extingir localment, de manera destacada amb les espècies pròpies d'aigües més fredes (M).
Insectes aquàtics	S'observa l'avançament lleuger de la seva emergència (riu Ebre) (M).	S'avançarà més l'emergència de certs insectes (M).	Es donaran canvis importants en les comunitats dels rius (M).
Ecosistemes litorals i marins	La temperatura de les aigües superficials de la Mediterrània ha augmentat al voltant d'1°C l'últim terç de segle, de manera més destacada a 20 de fondària (E). Es donen canvis en les pautes de distribució de certs organismes (E) i mortalitats en massa a la Mediterrània a causa del manteniment excepcional de la termoclina estival (M).	Es preveu l'increment dels canvis en la distribució i de la mortalitat en massa de certs organismes (M).	Deltes i llacunes litorals podrien desaparèixer totalment o parcialment per efecte de la pujada del nivell del mar (E). Es tendirà a una simplificació de les comunitats marines (M).
Biodiversitat, en general	Augment d'espècies invasores (M) i recessió d'espècies endèmiques (M).	Canvis destacats de la biodiversitat als organismes de les basses, més propenses a assecar-se (M). Disminució de la biodiversitat general, amb més possibilitats encara per a noves espècies invasores (M) i major recessió d'espècies endèmiques (M).	Les tendències del període anterior es faran encara més evidents (B).
Objectius de qualitat de la Directiva marc de l'aigua	Es fixen en el Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya.	Caldrà estudiar la seva evolució i possibles modificacions adaptades a les variacions que pateixen les condicions de referència de cada tipus de massa d'aigua (M).	



Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Principals efectes (evidències i previsions):

1. Reducció dels cabals circulants, competitivitat amb usos, reducció en la capacitat de dilució i autodepuració.
2. Canvis en la tipologia de rius: de permanents a temporals
3. Capacitat de resiliència, deteriorament irreversible, canvi en les comunitats i l'ecosistema.
4. Increment de fenòmens extrems: onades de calor = blooms cianofícies, espècies al·lòctones, etc.
5. Pujada del nivell del mar, inundació llacunes litorals, desaparició del Delta de l'Ebre



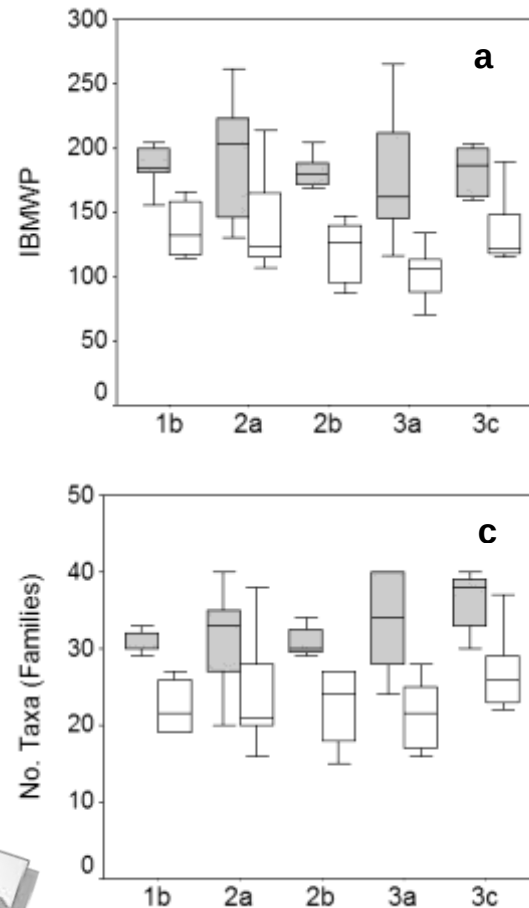
Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Reducció dels cabals circulants, competitivitat amb usos, reducció en la capacitat de dilució i autodepuració:

Comparisons between biological quality indices (dry and wet periods):

Differences were found between dry and wet periods, rather than between river types in IBMWP and number of taxa.

- Wet periods in grey
- Dry periods in white





Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Canvis en la tipologia de rius: de permanents a temporals:



Connected

Hydropsychidae
Simuliidae
Rhyacophilidae
Perlidae, Tipulidae
Philopotamidae
Polycentropodidae



Pools

Copepoda
Planorbidae
Culicidae
Gammaridae
Veliidae
Physidae



Dry

Aquatic
fauna ?



Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

IOP PUBLISHING

Environ. Res. Lett. 7 (2012) 014037 (11pp)

ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS

doi:10.1088/1748-9326/7/1/014037

How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff? A global-scale analysis

Petra Döll and Hannes Müller Schmied

Institute of Physical Geography, Goethe University Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany

E-mail: p.doell@em.uni-frankfurt.de

Environ. Res. Lett. 7 (2012) 014037

P Döll and H M Schmied

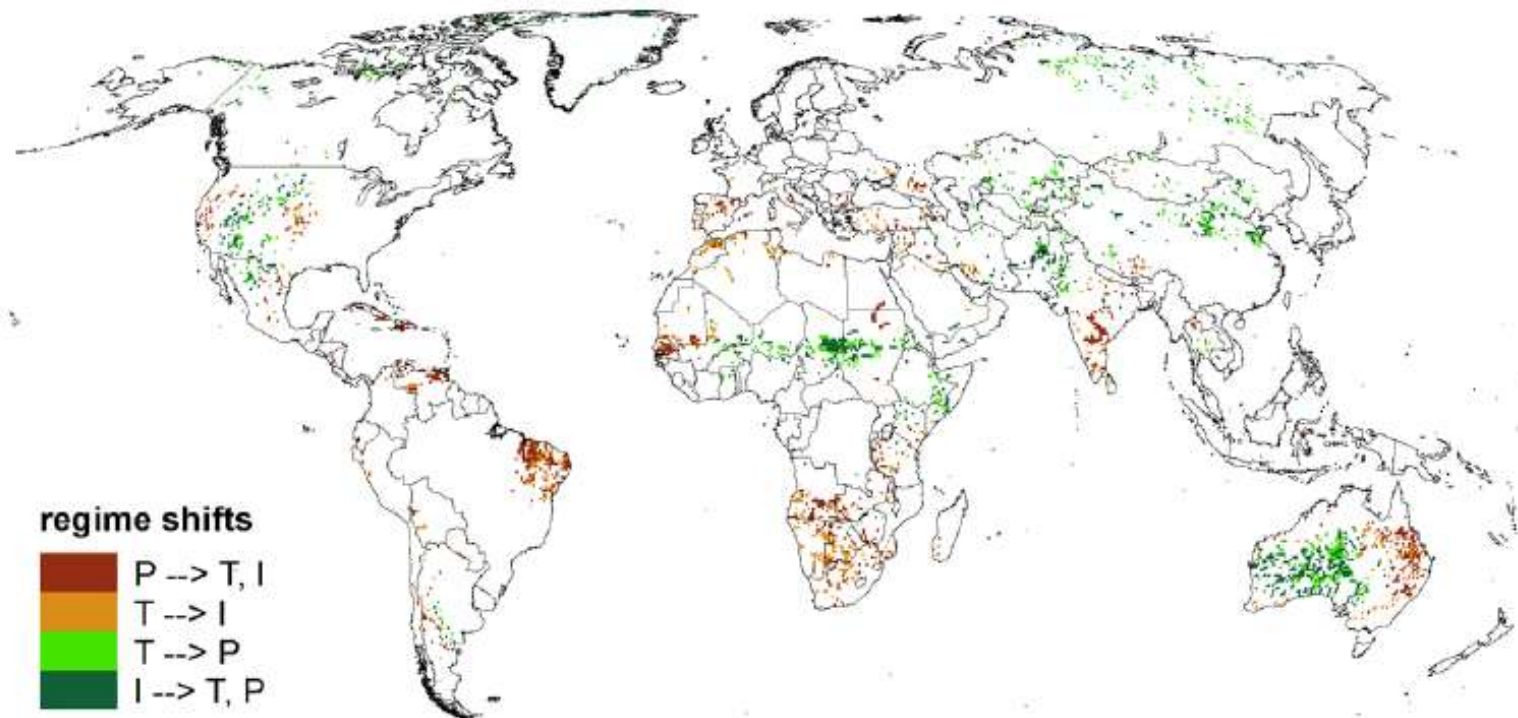


Figure 4. Regime shifts among perennial (P), transitional (T) and intermittent (I) river flow regimes occurring between 1961–90 and 2041–70 due to climate change (as computed with WaterGAP, climate scenario HadCM3 A2).



Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

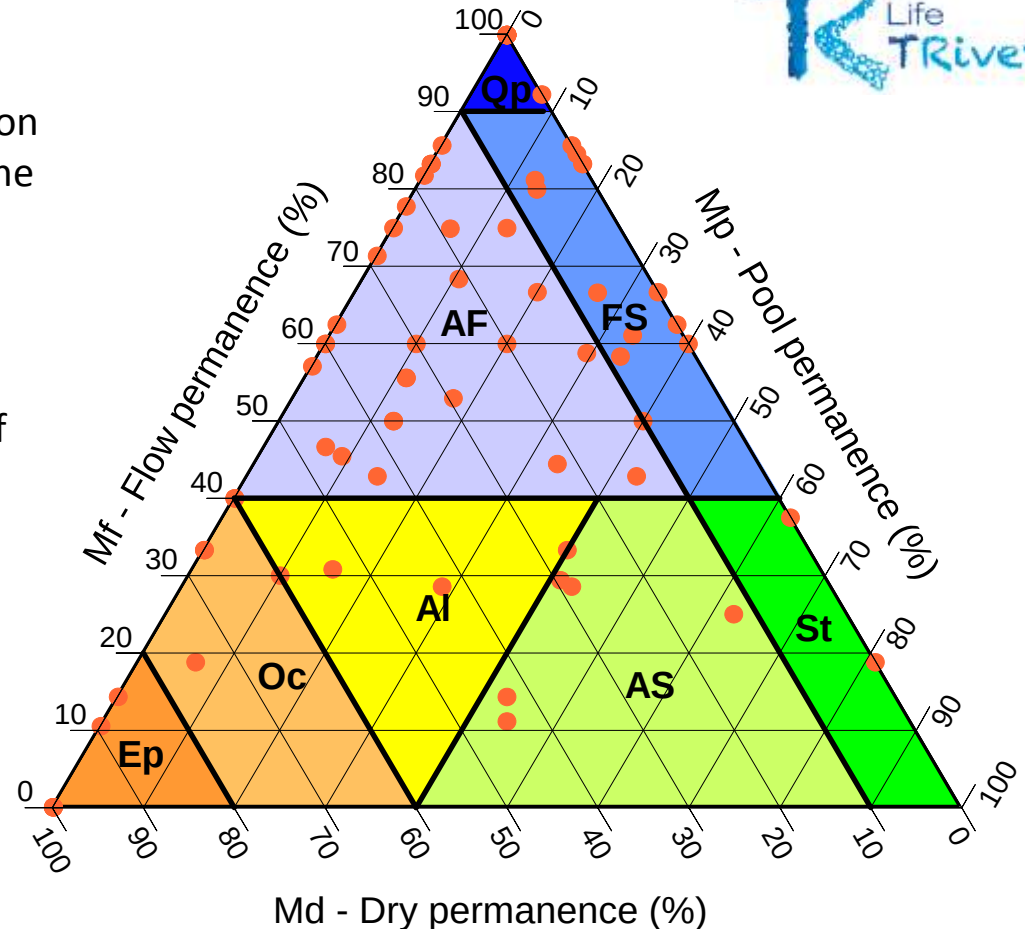
We can assess **new types** by using [TRESH software](#) (regarding temporality and biological communities)



FPD (Flow – Pools – Dry) classification:

- I. **Applicable** from accessible information
- II. Taking into account the statistics of the **aquatic phases** (flow-pools-dry)
- III. Represented in a single **graph**
- IV. **Conflict-free** from the most usual terminologies
- V. Defined from hydrological features of assumed **biological implications**
- VI. Easily **updatable**

1. **Quasi perennial (Qp)**
2. **Fluent – Stagnant (FS)**
3. **Alternate – Fluent (AF)**
4. **Stagnant (St)**
5. **Alternate – Stagnant (AS)**
6. **Alternate (Al)**
7. **Occasional (Oc)**
8. **Episodic (Ep)**



Cid et al. (2016). *Science of the Total Environment*, 540: 178-190.
Gallart et al. (2017). *Science of The Total Environment*, 607–608: 519-540.

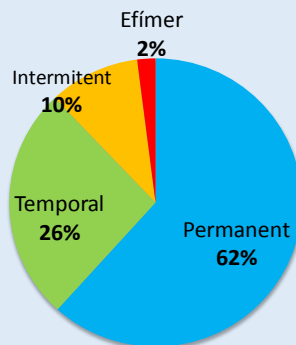
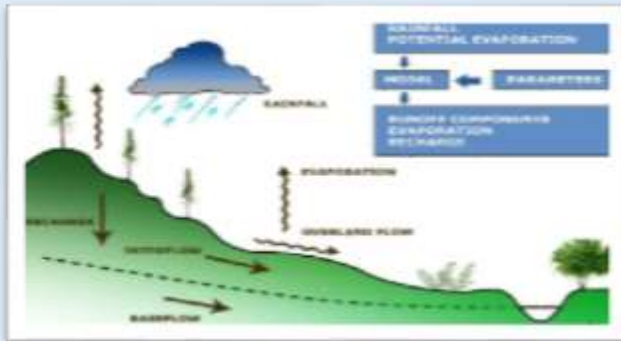


Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Comparison between natural regime (using rainfall – runoff models, or expert judgment) and current regime (aquatic phases regime – using TREHS)

NATURAL REGIME

(Rainfall – runoff model, or expert judgment)

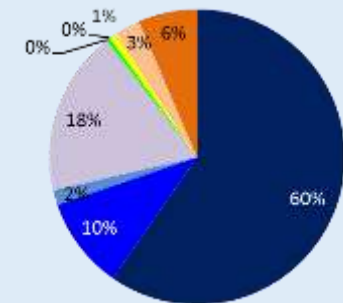
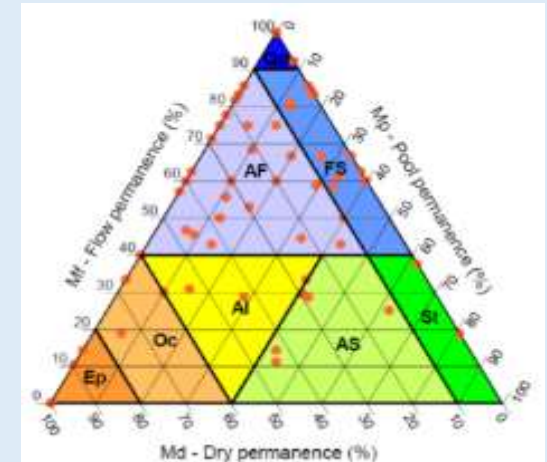


Comparison

The alteration may also be calculated directly using TREHS program

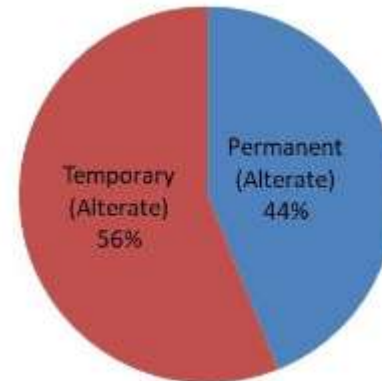
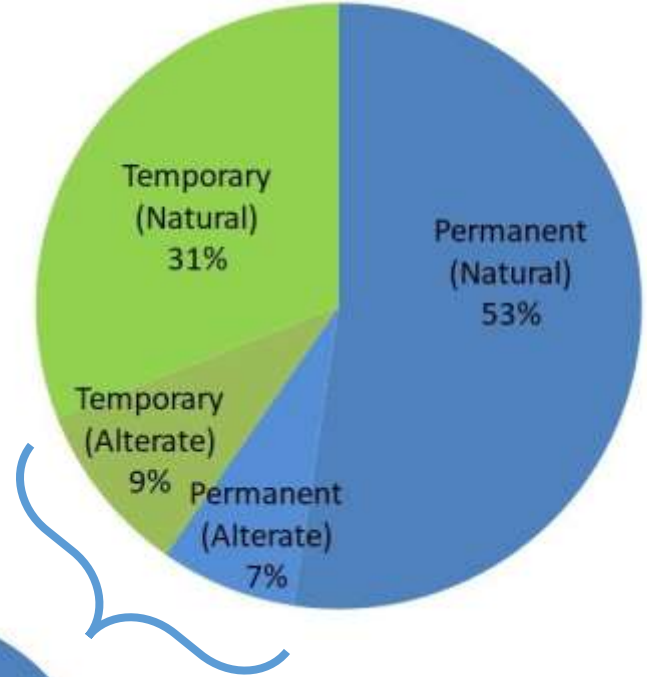
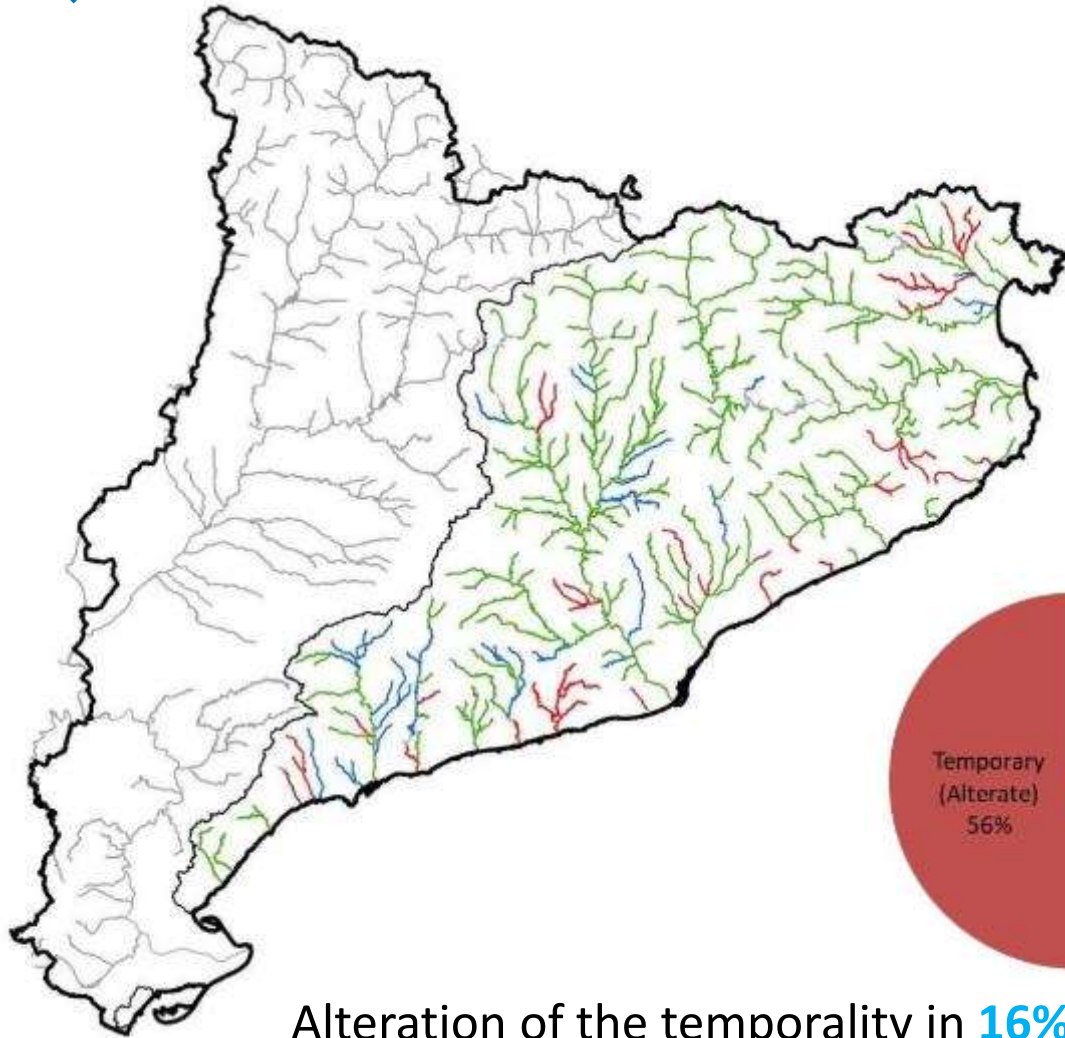
CURRENT REGIME

(Aquatic phases using TREHS)





Efectes sobre els ecosistemes aquàtics



Alteration of the temporality in **16% of water bodies** (41 WB)

- 23 WB (56% of altered WB) increase temporality (**red** lines)
- 18 WB (44%) increase water flow (**blue** lines)



Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Capacitat de resiliència, deteriorament irreversible, canvi en les comunitats i l'ecosistema:

Seguiment d'investigació sequera 2007-2008

- 8 estacions al Ter (per sobre i sota de Sau-Susqueda)
- 4 mostrejos (**Abril, Maig, Juliol i Setembre** de 2008)
- Es van analitzar els efectes de la reducció de cabal sobre 20 variables i 6 descriptors que afecten 3 elements de qualitat biològica (**macroinvertebrats, diatomees i peixos**)

Journal of Hydrology 383 (2010) 135–146

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



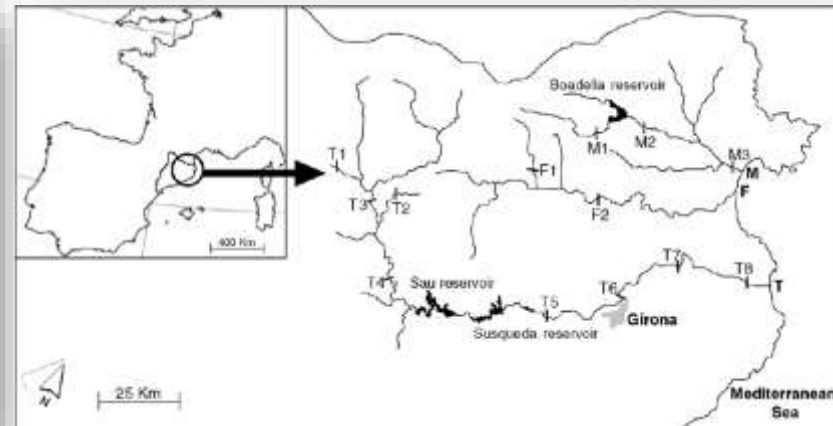
Response of community structure to sustained drought in Mediterranean rivers

Dani Boix^a, Emili García-Berthou^a, Stéphanie Gascón^a, Lluís Benejam^a, Elisabet Tornés^{a,b}, Jordi Sala^a, Josep Benito^a, Antoni Munné^c, Carolina Solà^c, Sergi Sabater^{a,b,*}

^aInstitute of Aquatic Ecology, University of Girona, 17071 Girona, Spain

^bCatalan Institute for Water Research (ICRA), Scientific and Technologic Park of the University of Girona, 17003 Girona, Spain

^cCatalan Water Agency (ACA), Provença 204-208, 08036 Barcelona, Spain





Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Qualitat biològica (peixos):

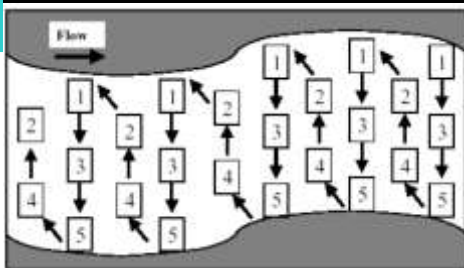
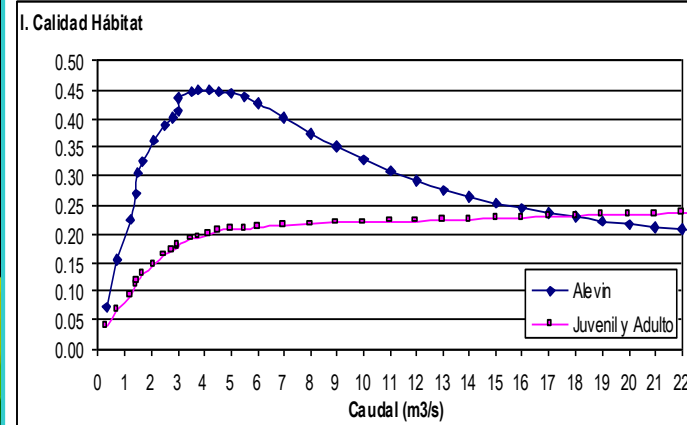
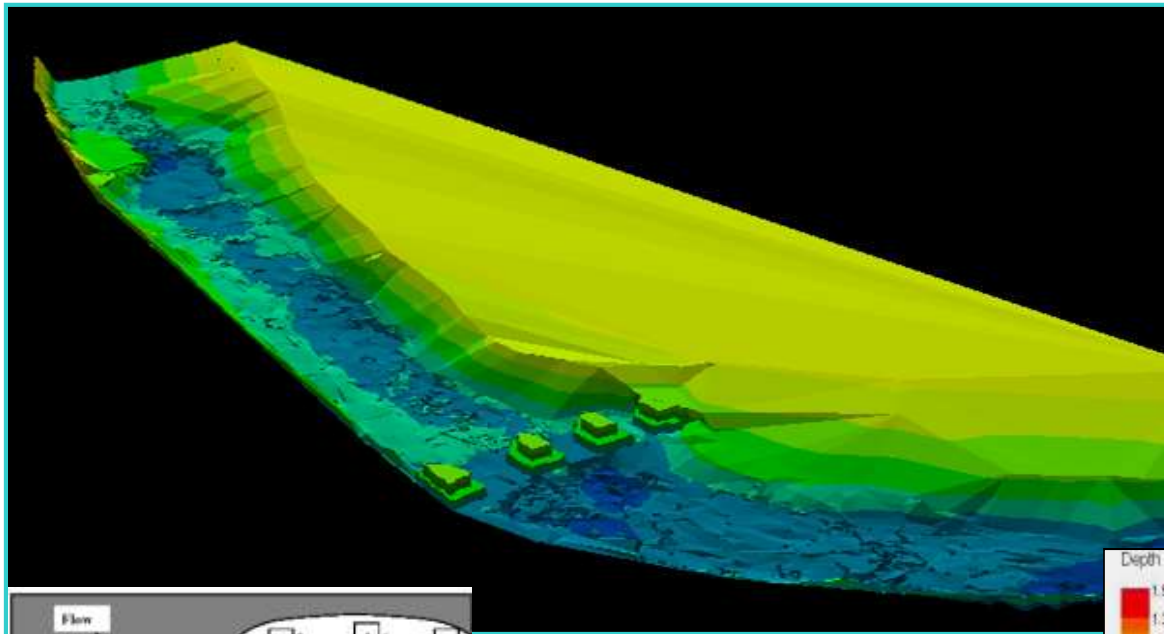
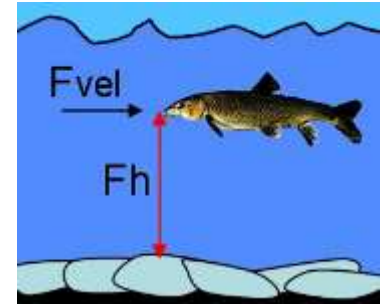
Els indicadors de qualitat biològica aplicats sobre les comunitat de peixos (índex IBICAT) mostren un deteriorament temporal (en la sequera de 2007-2008), especialment per sota Sau-Susqueda, però amb progressiva recuperació, tot i que al baix Ter no s'assoleix encara el bon estat en alguns trams.

Conca	Riu	Localitat	2002	2007 (període sec)	Abril 2008 (sequera)	2016
Alt Ter	Merdàs	Gombrèn	Bo	Bo	Mediocre	Molt bo
	Ter	Ripoll	Bo	Deficient	Bo	Bo
	Vallfogona	Ripoll	Inferior a bo	Deficient	Mediocre	Bo
	Ter	Manlleu	Inferior a bo	Dolent	Mediocre	Mediocre
Baix Ter	Ter	Sant Gregori	Bo	Deficient	Deficient	Mediocre
	Ter	Girona	-	Mediocre	Deficient	Bo
	Ter	Sant Jordi Desvalls	Inferior a bo	Mediocre	Deficient	Mediocre
	Ter	Torroella de Montgrí	-	Mediocre	Mediocre	Mediocre



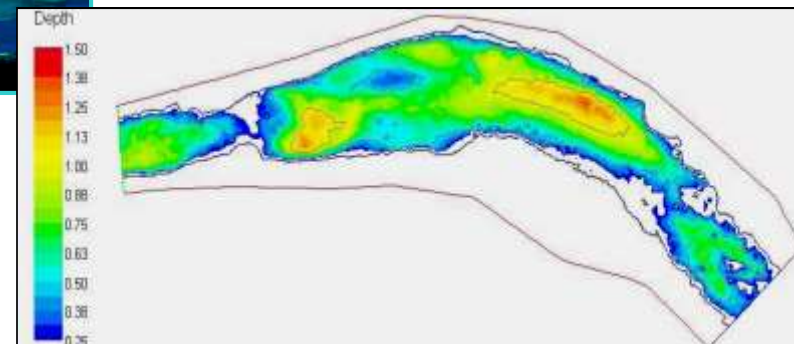
Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

- Selecció espècies natives
- Models d'hàbitat per verificar/contrastar la viabilitat en l'estructura i composició de la fauna ictícola



Ter river in Camprodon:

- 211 m.
- 21 segments
- 5,373 points (2,211 m²)





Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Increment de fenòmens extrems: onades de calor = blooms cianofícies:

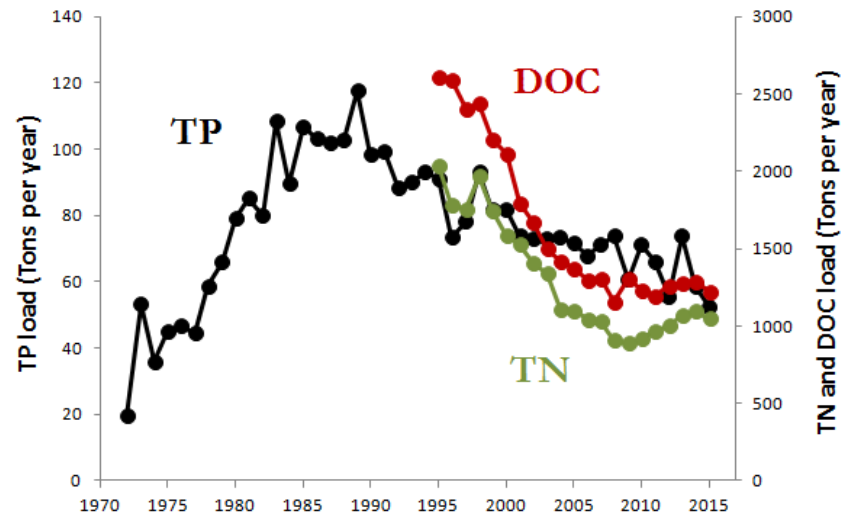


Aflorament de cianobactèries *Microcystis* a l'embassament de Sau (Tardor de 2015)

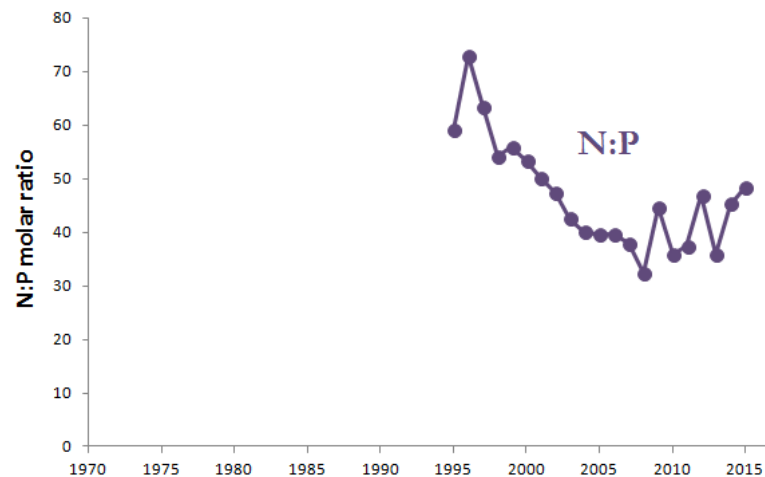


Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Increment de fenòmens extrems: onades de calor = blooms cianofícies:



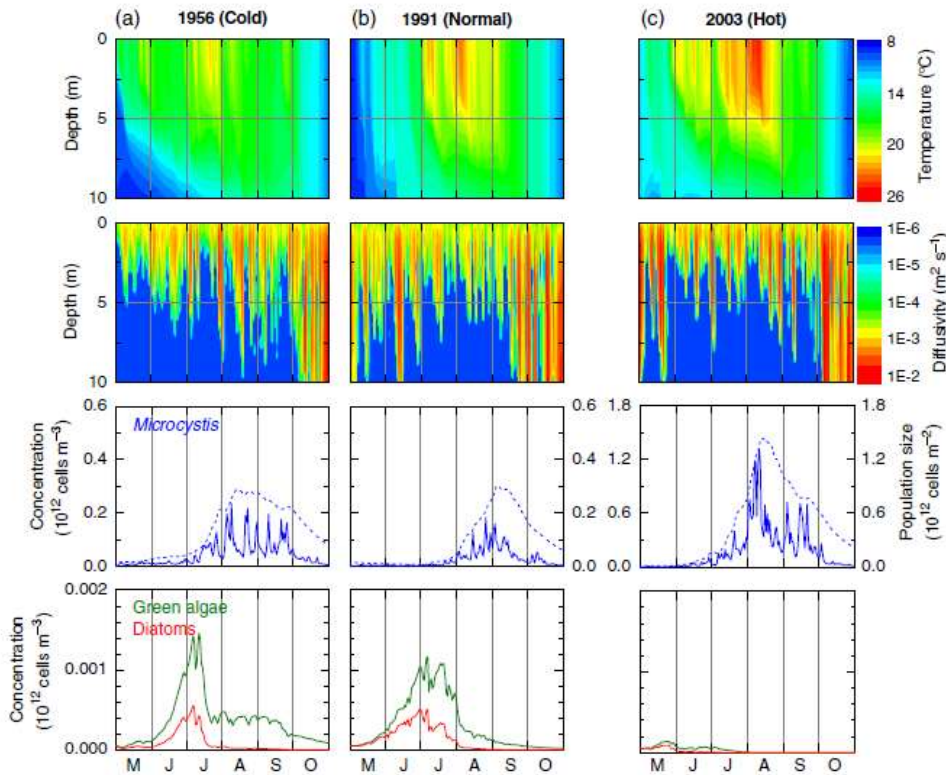
L'evolució de les càrregues de nutrients i matèria orgànica a l'embassament durant els darrers anys no indiquen un canvi en les tendències de les darreres dècades, i no expliquen una probabilitat més elevada de floracions de cianobacteris per al 2015





Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Increment de fenòmens extrems: onades de calor = blooms cianofícies:



Rècord de temperatura superficial de l'aigua a Sau (típic 25-26 °C), es va superar els 30 °C en superfície.

L'escalfament de l'aigua dona avantatges a les algues cianofícies, potencialment generadores de toxines.



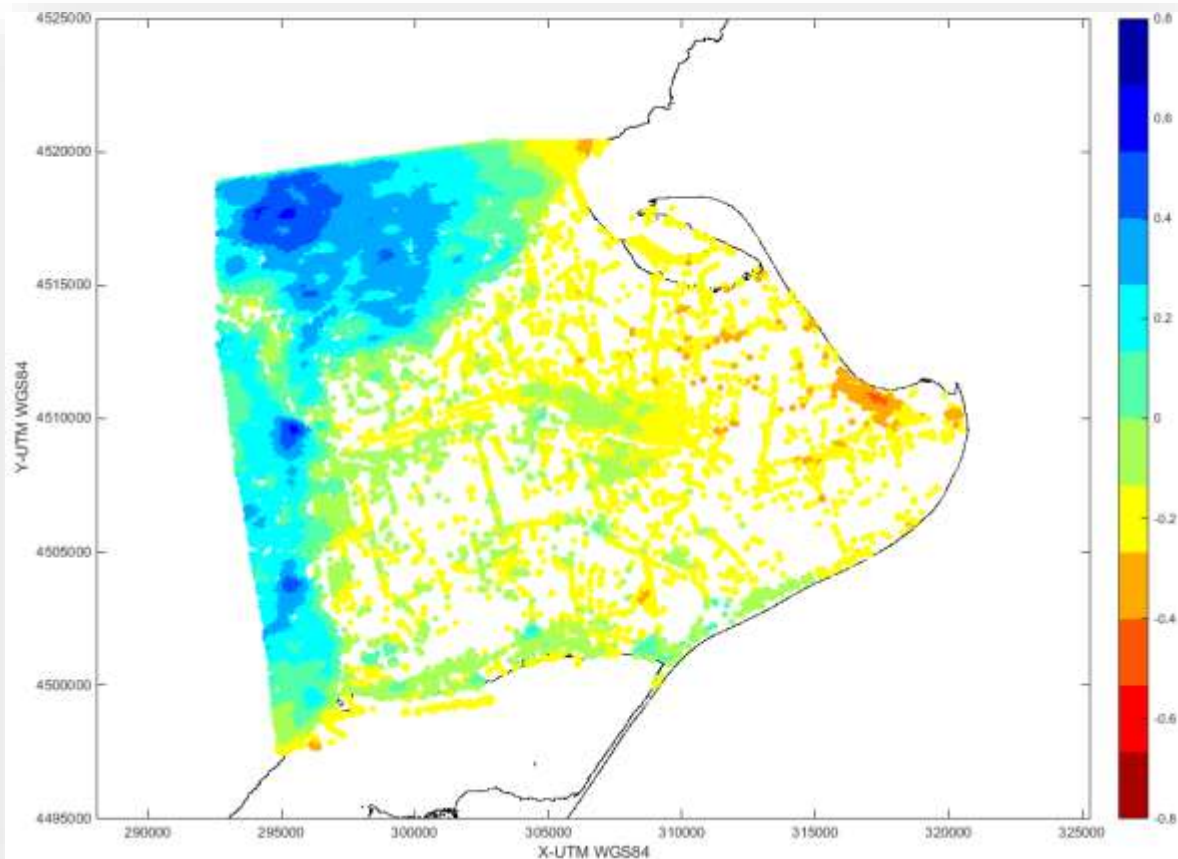
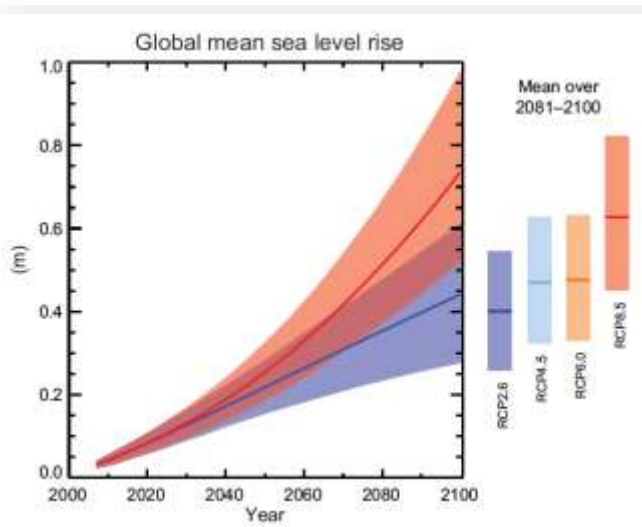
Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

Pujada del nivell del mar, inundació llacunes litorals, desaparició del Delta de l'Ebre:

L'enfonsament (subsidiència) és de l'ordre de 1-5 mm/any, i és més alt a la zona més propera a la desembocadura.

El nivell de mar pujarà entre uns 1-3 mm/any, i cada vegada pujarà més ràpid.

*Mesures enfonsament Delta de l'Ebre realitzades des de satèl·lit.
Treballs realitzats per l'IRTA i l'ICGC*





Efectes sobre els ecosistemes aquàtics

La suma de la pujada del nivell del mar i la subsidència implica una **pèrdua de nivell d'entre 0,6 i 0,9 m. a finals de segle**, fent que més d'un 45% del delta pugui quedar per sota del nivell del mar i gran part inundat.





Índex:

1. **Canvis en la disponibilitat d'aigua:** Evidències i previsions. Canvi climàtic i canvi global...
2. **Efectes sobre la demanda de recursos:** Què hem d'esperar.
3. **Efectes sobre els ecosistemes aquàtics i l'estat de les masses d'aigua:** Compatibilitzar l'ús d'aigua i la protecció dels ecosistemes aquàtics. Serveis ambientals.
4. **Propostes a futur:**
 - El Pla de gestió del Districte de conca fluvial de Catalunya
 - Ajustar la gestió – gestió adaptativa i coordinada (Pla de sequera)
 - Reutilització (molt camí a fer...)
 - Restauració ambiental / Capacitat de resiliència



Mesures del PGDCFC 2009-2015 (1r cicle)

Mesures desenvolupades:

Tipus de mesures	hm ³ anuals de nous recursos		Descripció de les principals mesures
	Total previst al Programa de Mesures 2006-2015	Executat fins a 2015	
Dessalinització	190	70	Ampliació de la ITAM Tordera en 10 hm ³ /any. ITAM del Llobregat de 60 hm ³ /any.
Millores de les infraestructures d'abastament	55 (algunes mesures són generals per a tota Catalunya)	18	Ampliació i millora del tractament a la potabilitzadora d'Abrera. Millora de l'estanquitat de les xarxes d'abastament en alta i reconstrucció dels dipòsits de l'ETAP de Cardedeu. Petites obres de regulació superficials (Alpens, Castellcir). Iniciatives de gestió de la demanda i d'aprofitament de recursos no prepotables.
Recuperació d'aqüífers	43	43	Conjunt de més de 240 actuacions realitzades durant la sequera 2007-2008 en un total de 90 municipis.
Reutilització	61*	11 (i l'ERA del Prat pot aportar més de 30 hm ³ /any al riu per a la seva potabilització en cas de sequera excepcional)	Conduccions per a reg de jardins a Montjuïc des de l'EDAR del Prat de Ll. Tractament i connexions per a usos industrials al Camp de Tarragona.
TOTAL	349	142	

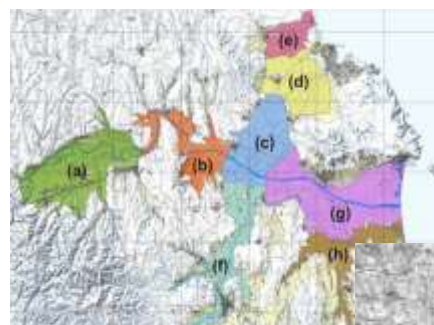
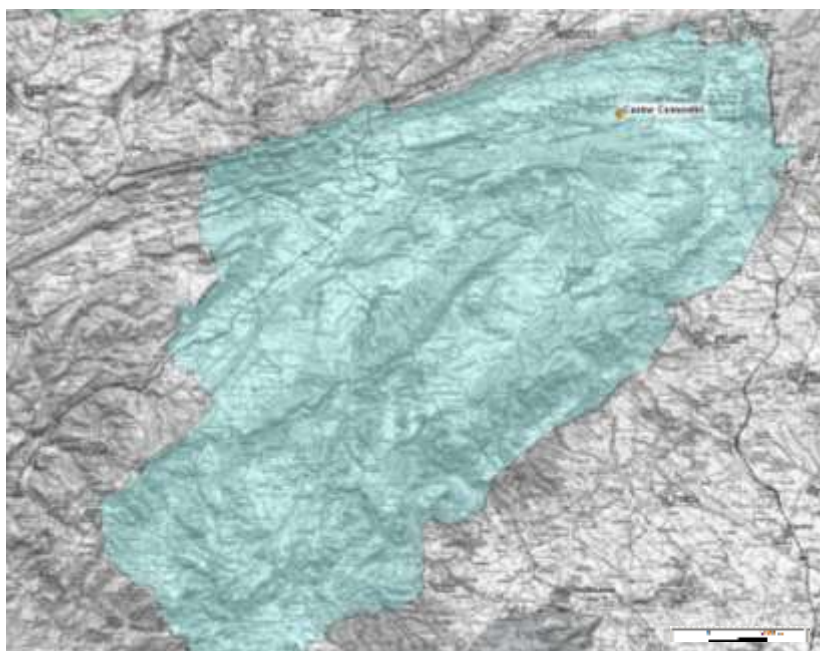
Esquemes d'explotació coordinada:

- Aq. Carme-Capellades
- Aq. al·luvial i delta del Baix Ter – Daró
- Aq. de la Vall Baixa i delta de la Tordera
- Aq. de la Cubeta d'Abrera

Aqüífer

Carme - Capellades

		SITUACIÓ DE L'AQÜÍFER (Subterrània)		
		Nivell piezomètric del piezòmetre Carme-Cementiri (m.s.n.m.)		
		> 329	329-323	<323
TER LLOBREGAT (superficial; hm ³ volum embassat)	> 240	3,2	2,8	1,7
	240 - 145	4,5	3,2	2,8
	145-100	5,5	4,5	3,2
	< 100	5,5	5,5	4,5





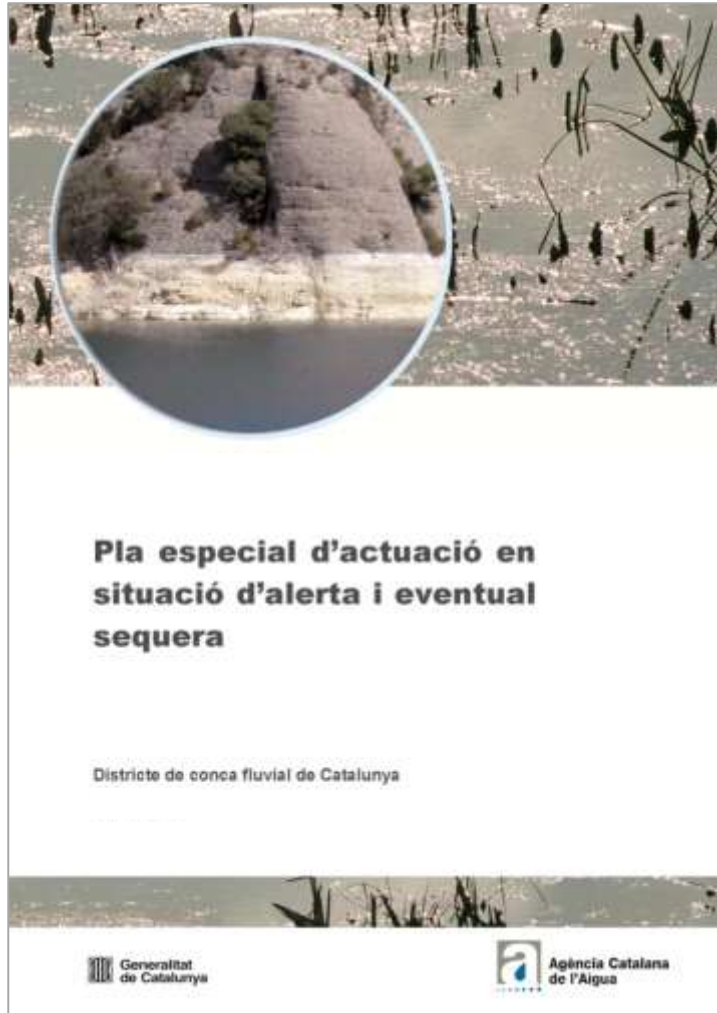
Pla especial de sequera (PES)

EL PES HA DE CONSTITUIR LA **PRINCIPAL EINA D'ADAPTACIÓ AL CANVI CLIMÀTIC** EN ELS PRÒXIMS ANYS MÉS RECENTS,

PER INCREMENTAR LA RESILIÈNCIA I REDUIR LA VULNERABILITAT DELS NOSTRES ABASTAMENTS

ENFRONT DELS EPISODIS DE SEQUERA QUE S'ESPEREN MÉS FREQUENTS, INTENSOS I PERSISTENTS.

MÉS ENLLÀ, REQUERIREM QUELCOM MÉS ...

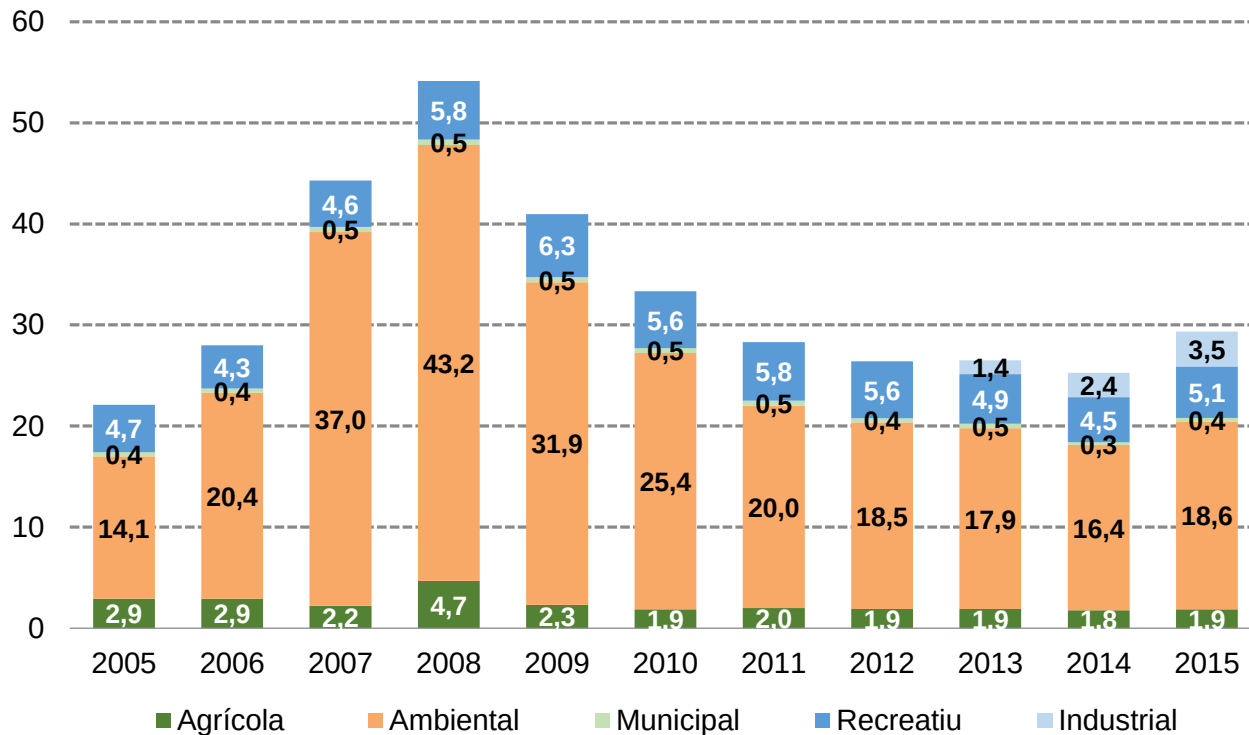




Reutilització d'aigua

L'ACA treballa per promoure l'ús d'aigua regenerada. Com a resultat dels tractaments avançats que es duen a terme en algunes depuradores, s'obté un recurs que es pot utilitzar per a usos municipals industrials, agrícoles i recreatius.

Evolució d'aigua regenerada a Catalunya (hm³)



Planta de Vila-Seca i Salou

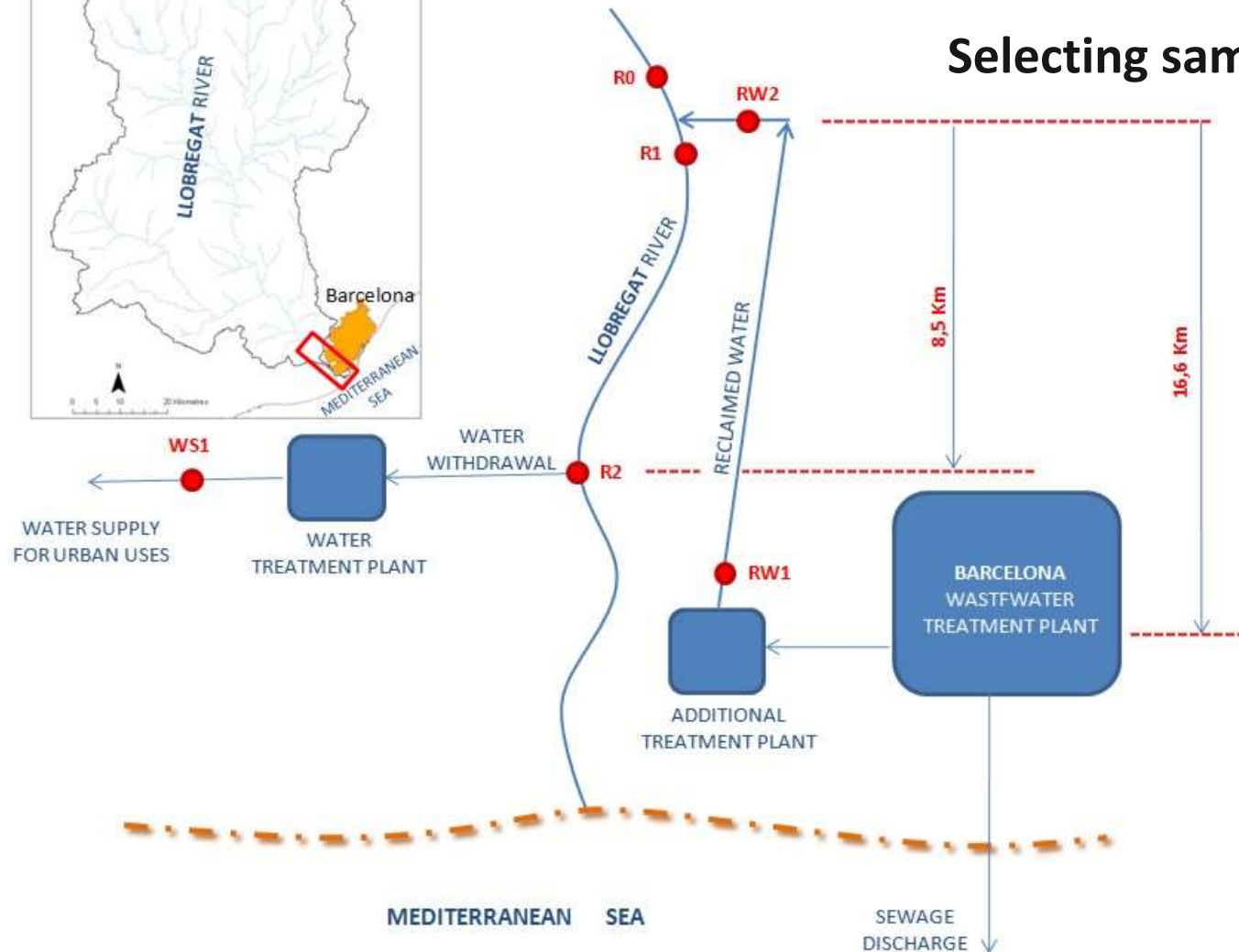


Planta del Port de la Selva



Reutilització d'aigua

The Catalan Water Agency has initiated a procedure in order to select contaminants to be monitored in terms of human health and ecosystem protection.





Restauració ambiental: capacitat de resiliència

Índex per l'avaluació de la qualitat del bosc de ribera (QBR)

Qualitat	Rang de puntuació QBR
Molt bona	92 – 100
Bona	72 – 92
Mediocre	52 – 72
Deficient	27 – 52
Dolenta	0 – 27



Valor QBR: 95



Valor QBR: 80



Valor QBR: 60



Valor QBR: 30



Valor QBR: 15



**Agència Catalana
de l'Aigua**

Moltes gràcies per la seva atenció

Web: www.gencat.cat/aca

E-mail: aca@gencat.cat

Twitter: [@aigua_cat](https://twitter.com/aigua_cat)

Instagram: [@aigua_cat](https://www.instagram.com/aigua_cat)



© L'Agència Catalana de l'Aigua permet la reutilització dels continguts i de les dades sempre que se citi la font i la data d'actualització, que no es desnaturalitzi la informació i que no es contradigui amb una llicència específica.