



Tercer Informe del Canvi Climàtic per al món local

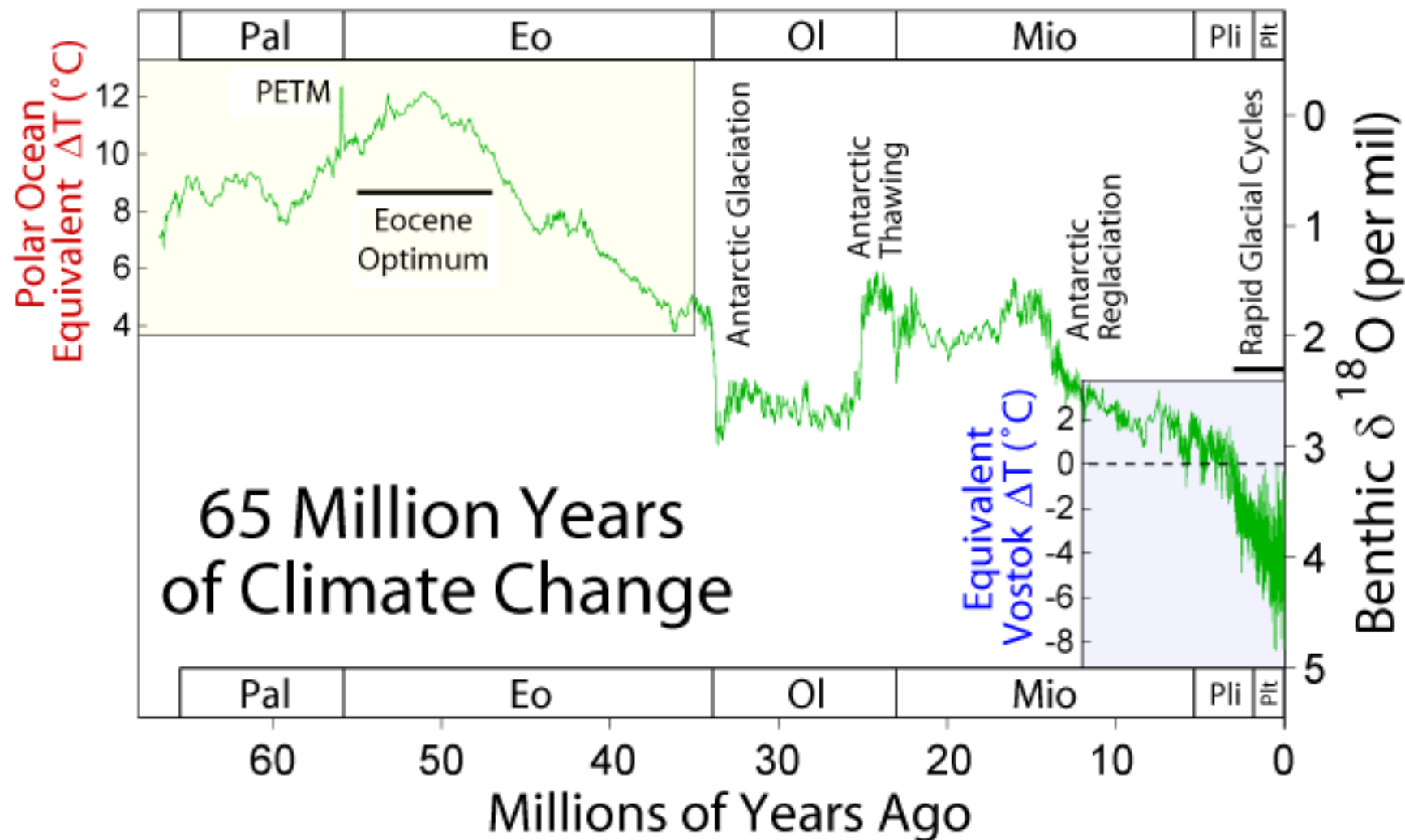
L'aigua i el canvi climàtic a Catalunya

Josep Mas-Pla

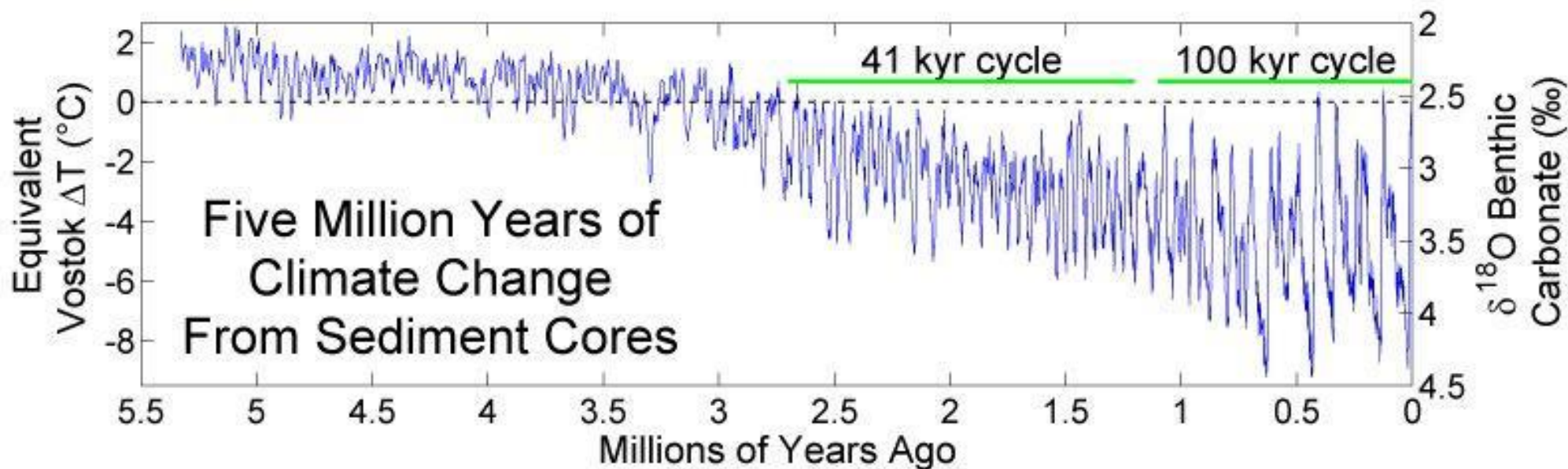
*Manresa
31 octubre 2017*

*Jornada I: Canvi climàtic:
present, futur i el cicle de l'aigua*

Els canvis climàtics a la història geològica

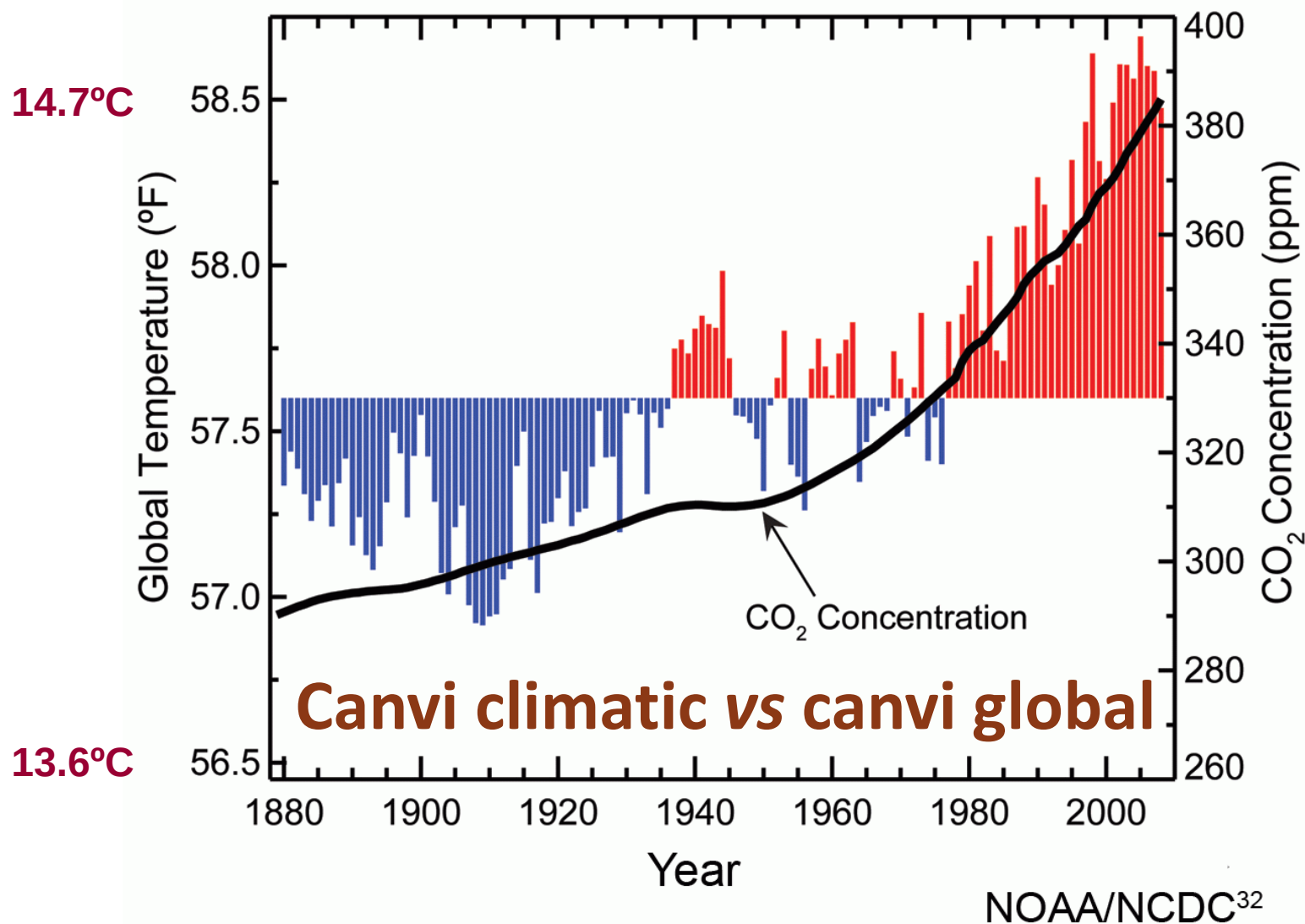


Els canvis climàtics a la història geològica



Source: L. E. Lisiecki and M. E. Raymo (2005) *Paleoceanography* 20, 1003

Les conséquences de l'efecte hivernacle



Les conséquences de l'efecte hivernacle

PROJECTED PATTERNS OF PRECIPITATION CHANGES

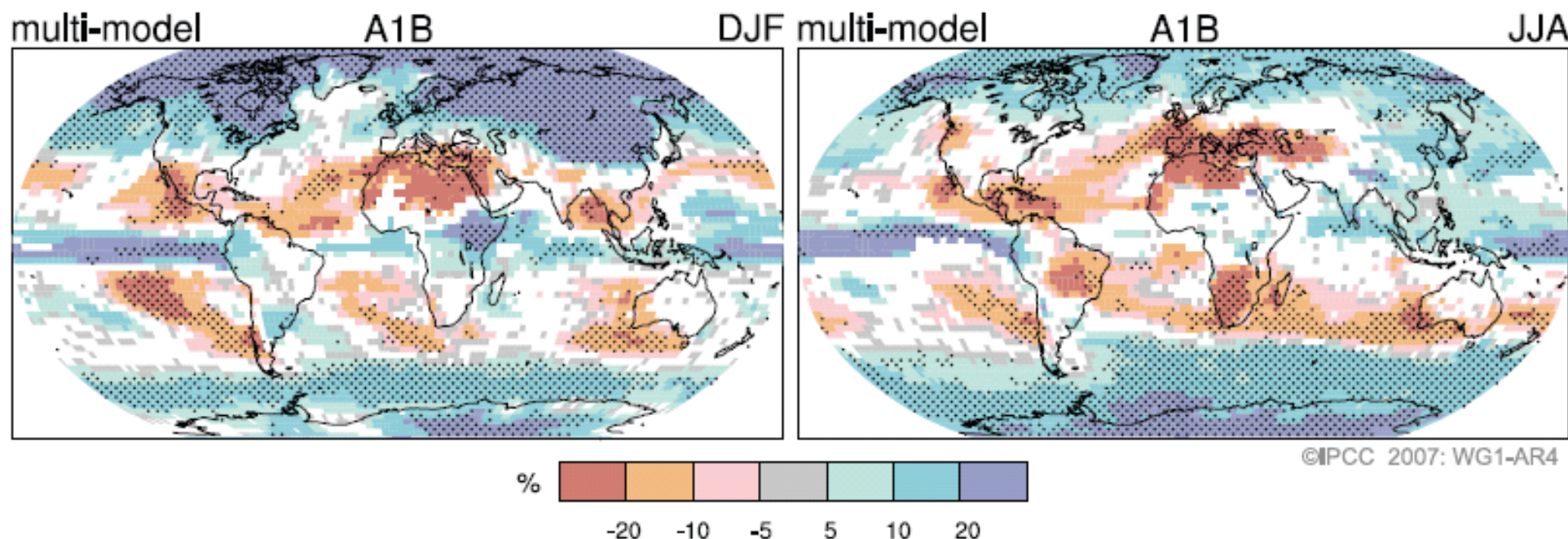
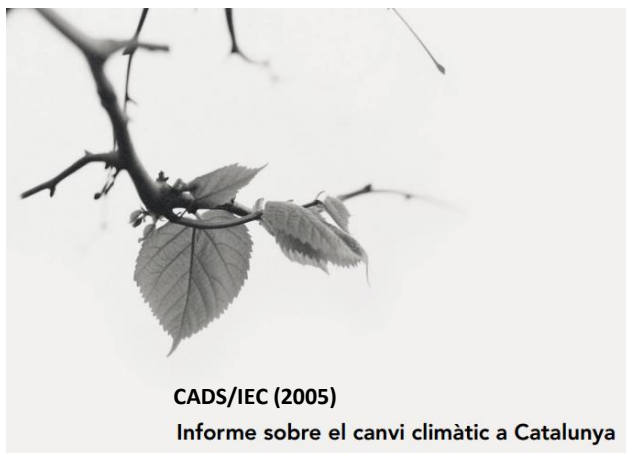
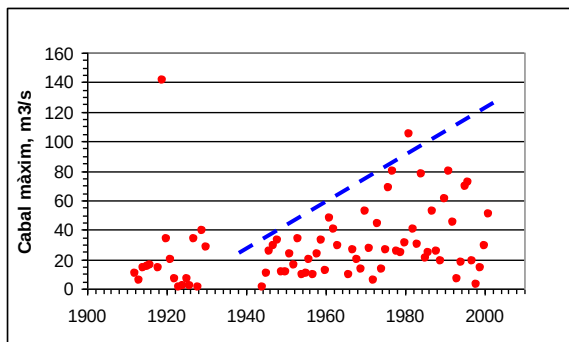
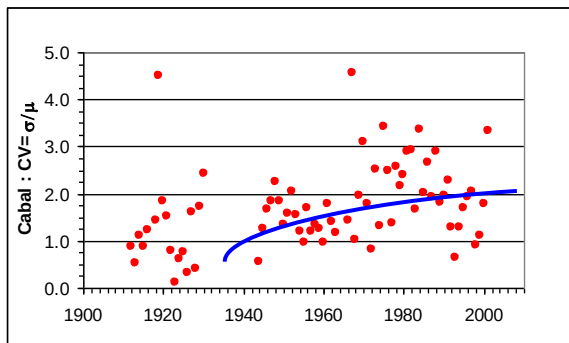
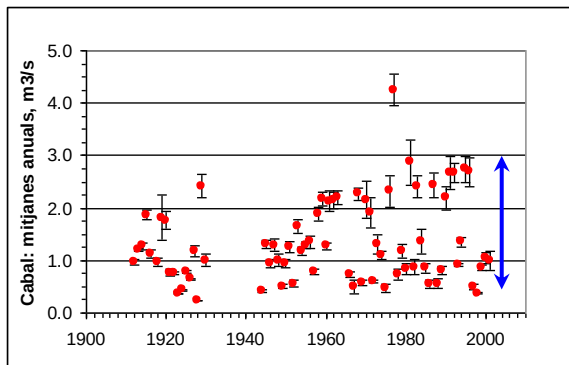


Figure SPM.7. Relative changes in precipitation (in percent) for the period 2090–2099, relative to 1980–1999. Values are multi-model averages based on the SRES A1B scenario for December to February (left) and June to August (right). White areas are where less than 66% of the models agree in the sign of the change and stippled areas are where more than 90% of the models agree in the sign of the change. {Figure 10.9}

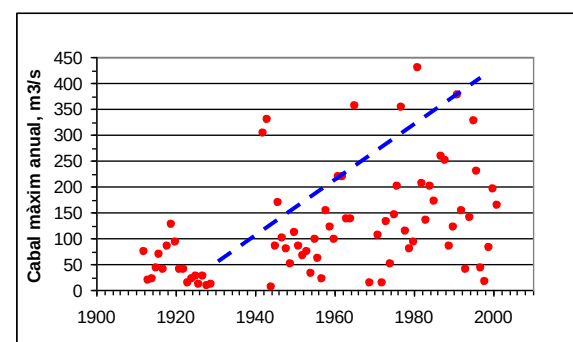
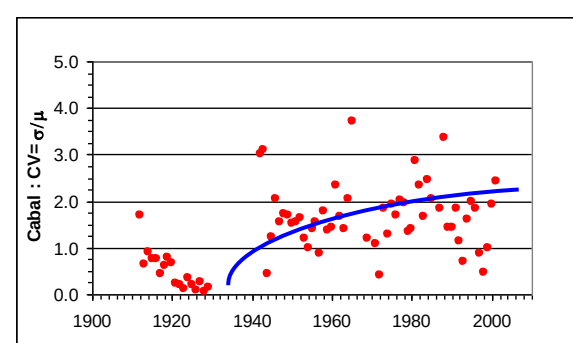
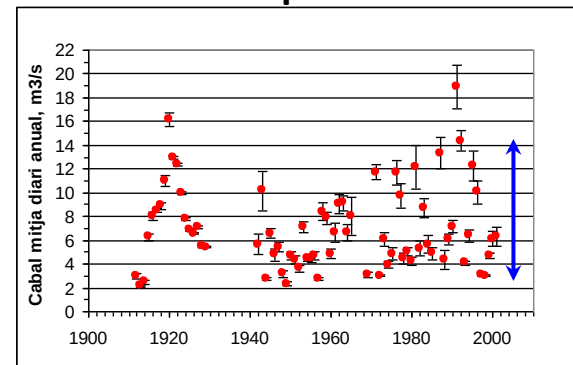
Primeres observacions (no contrastades)



EA 13 Olot



EA 16 Esponellà



Objectius

El capítol **Recursos Hidrològics** del 3r Informe comprèn,

1. Estimació del **balanç hídric** a Catalunya a nivell de subconca,
2. Avaluació dels **efectes del canvi climàtic** en la **disponibilitat d'aigua** a nivell de subconca,
3. **Recomanacions.**



El Tercer Informe del Canvi Climàtic

7 Recursos hidrològics

Autors

Josep Mas-Pla
Ramon J. Batalla
Àngels Cabello
Francesc Gallart

Pilar Llorens
Diana Pascual
Eduard Pla
Laurent Pouget

Anabel Sànchez
Montserrat Termes
Laura Vergonyós



TICCC: Projectes de recerca en canvi climàtic

Diversos àmbits de recerca,

1. Efectes en l'escolament superficial: ACCUA, Life+MEDDAC, estudis a la conca de l'Ebre a nivell català, inundacions i sequeres.
2. Efectes en la recàrrega d'aqüífers: ACCUA, càlculs de recàrrega (testimonials), ...
3. Efectes de l'ascens del nivell del mar a les zones litorals: referències als deltes del Llobregat i de l'Ebre.
4. Relació entre recursos hídrics i demanda en el context de canvi global: Life+WATER CHANGE, PGDCFC (2016-2021).

Antecedents



Aigua i canvi climàtic

Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya

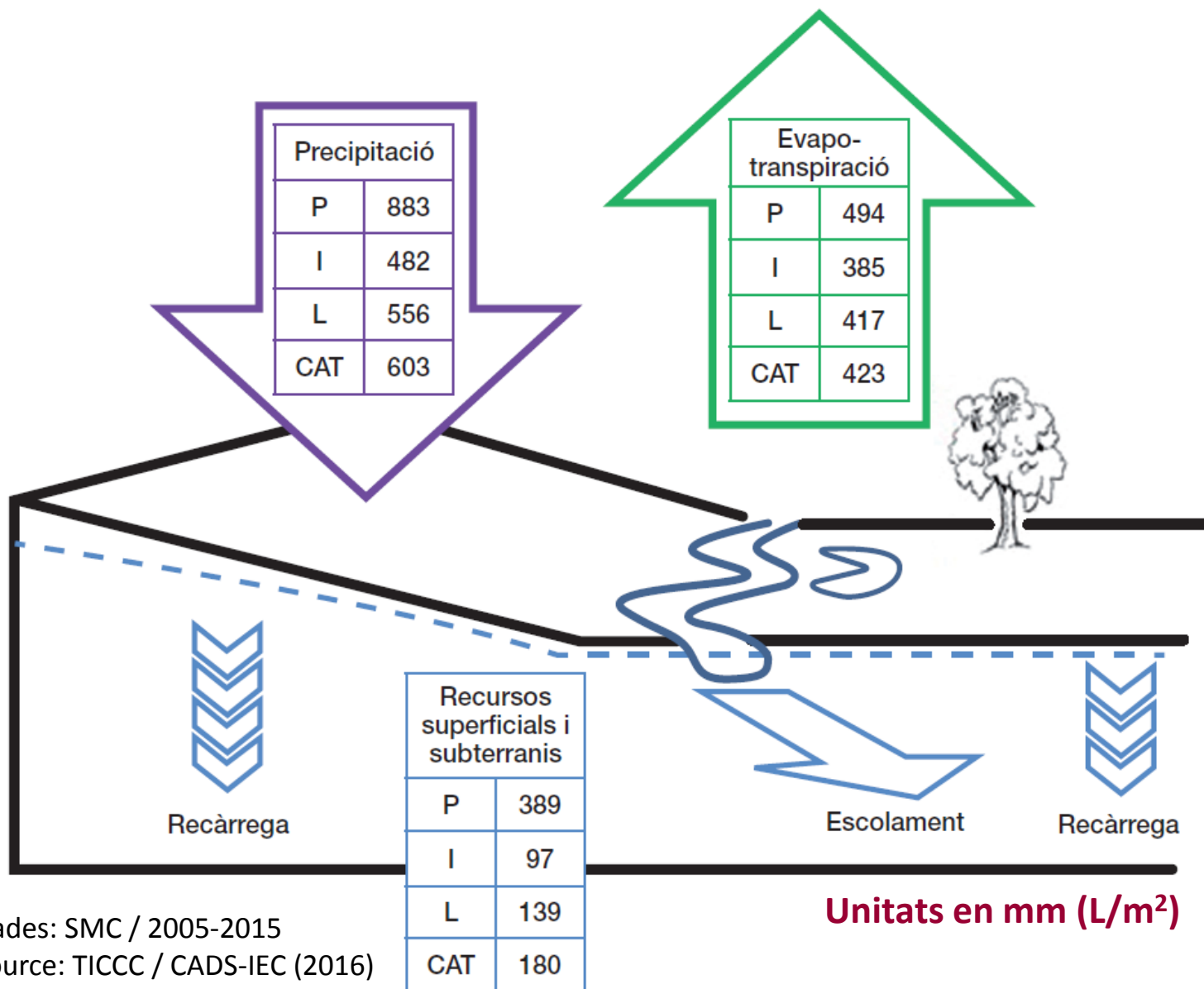


Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge

Agència Catalana
de l'Aigua

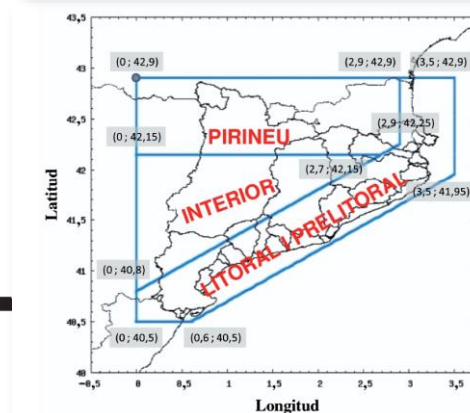


TICCC: El balanç hídric a Catalunya

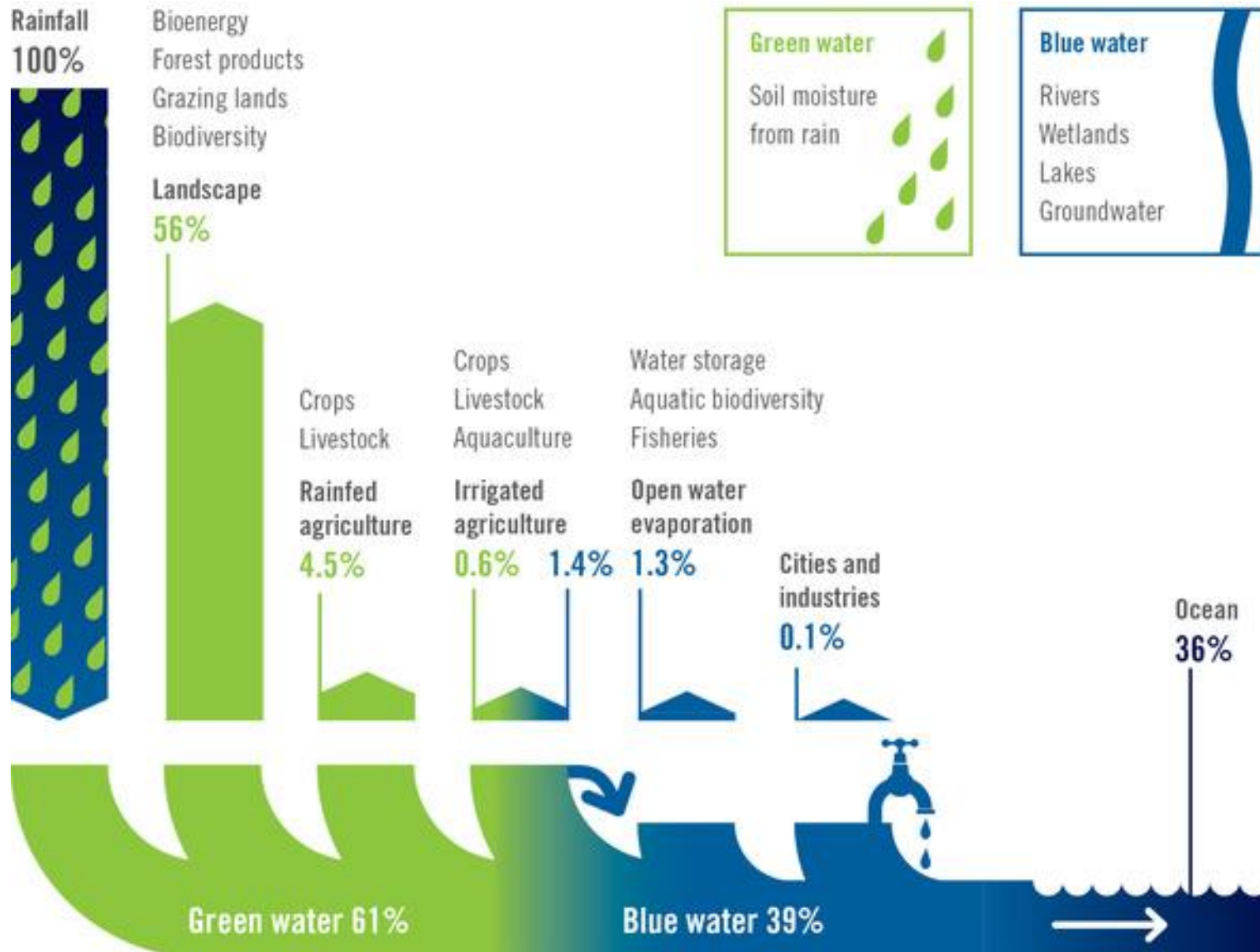


Dades: SMC / 2005-2015
Source: TICCC / CADS-IEC (2016)

Unitats en mm (L/m^2)



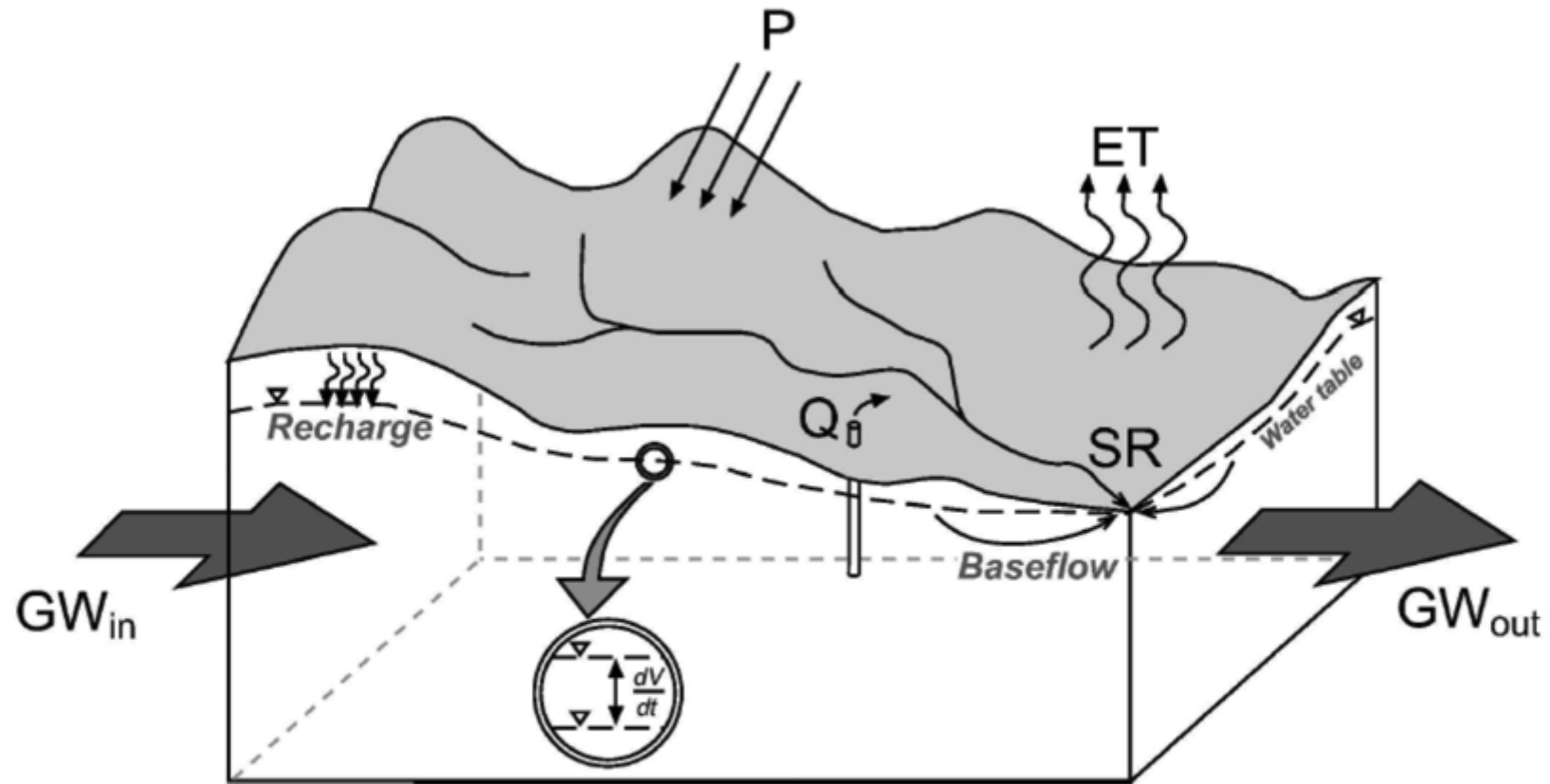
Aigua verda / aigua blava



Quins efectes hi haurà en el balanç hídric?

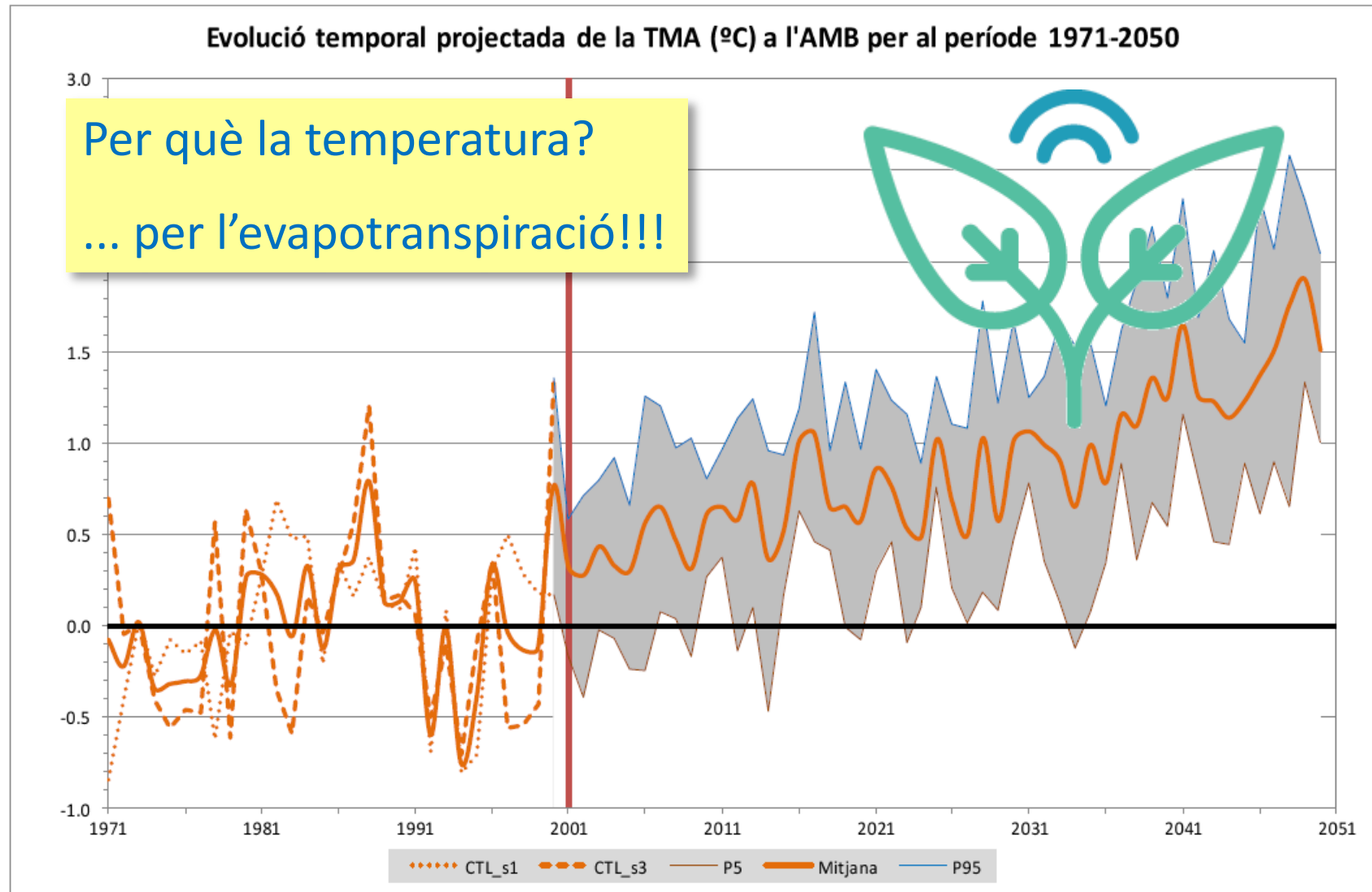


El càlcul del balanç hídric

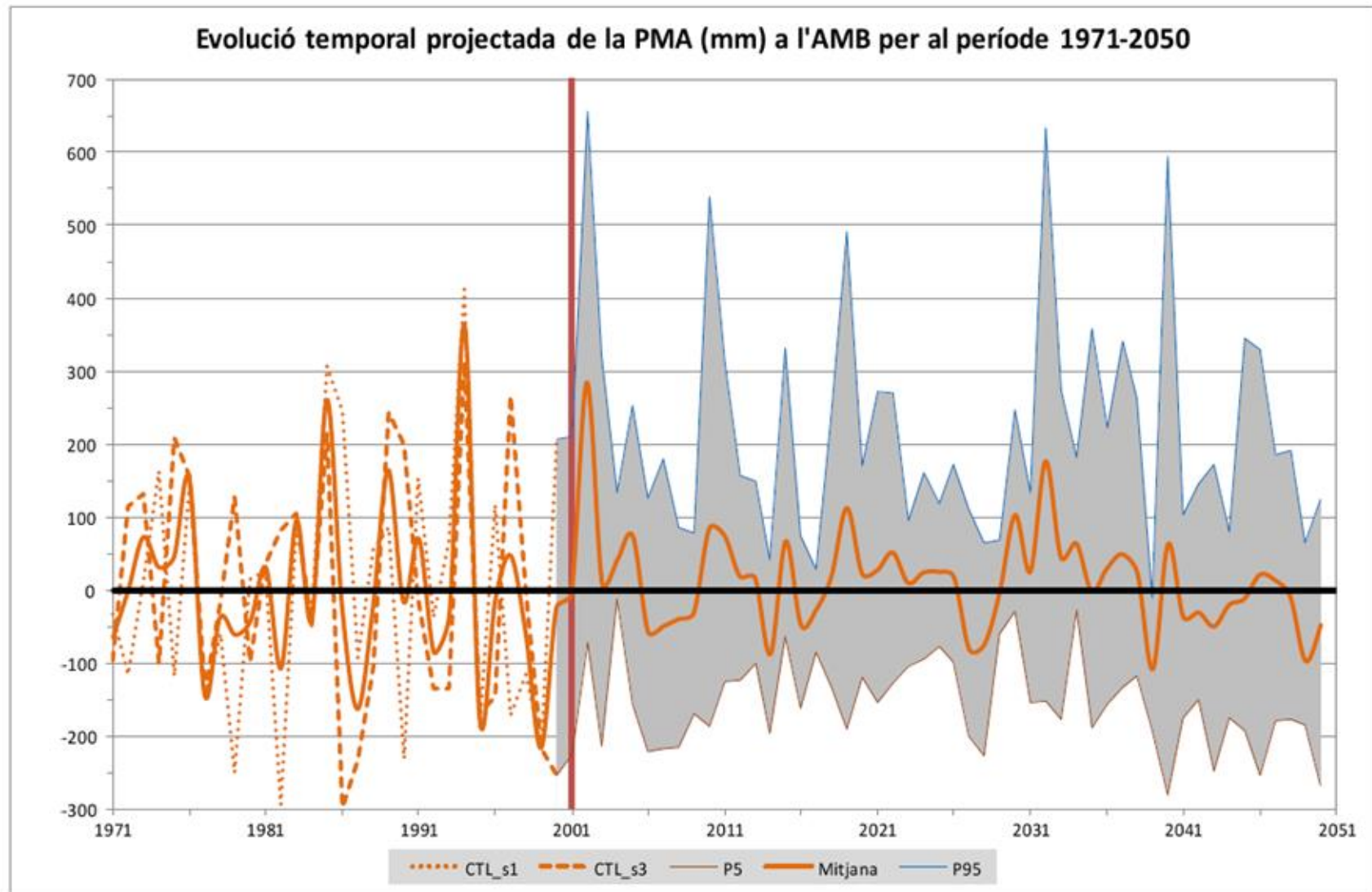


$$[P + GW_{in}] - [(ET + SR + GW_{out}) + Q] = \pm \Delta \text{ Recursos}$$

... per exemple, a Barcelona : temperatura



... per exemple, a Barcelona : precipitació



Source: SMC (2015)

Projeccions climàtiques

Taula 4.- Estimacions de la variació de temperatura i precipitació a les diverses zones geogràfiques de Catalunya (Calbó et al., 2016).

Els resultats indiquen el valor de la mediana i, entre parèntesis els percentils P5 i P95.

2012-2021 vs 1971-2000		Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Anual
LITORAL	temperatura(°C)	0.6(0.0/1.2)	0.7(0.2/1.3)	0.9(0.4/1.3)	0.8(0.4/1.2)	0.7(0.5/1.0)
	precipitació(%)	-5.4(-26.7/17.6)	-6.4(-28.9/18.4)	-1.9(-21.8/15.8)	-7.9(-27.6/23.4)	-2.4(-20.7/6.0)
INTERIOR	temperatura(°C)	0.6(0.1/1.1)	0.8(0.2/1.4)	0.9(0.5/1.5)	0.8(0.4/1.2)	0.7(0.5/1.0)
	precipitació(%)	2.3(-17.7/24.2)	-5.9(-26.4/25.2)	-1.6(-20.2/13.1)	-4.3(-25.9/26.0)	0.7(-14.1/8.0)
PIRINEU	temperatura(°C)	0.7(0.0/1.2)	0.8(0.2/1.5)	0.9(0.5/1.5)	0.7(0.4/1.3)	0.8(0.5/1.1)
	precipitació(%)	2.7(-14.2/32.6)	-0.8(-22.9/16.9)	-2.5(-16.8/11.9)	-2.7(-23.1/15.8)	-0.2(-7.8/8.0)
CATALUNYA	temperatura(°C)	0.7(0.0/1.3)	0.7(0.2/1.3)	0.9(0.5/1.4)	0.8(0.4/1.2)	0.8(0.5/1.0)
	precipitació(%)	2.2(-16.4/22.3)	-4.6(-24.4/17.9)	-3.0(-16.3/13.0)	-5.2(-22.6/21.4)	-2.4(-13.4/5.8)
2031-2050 vs 1971-2000		Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Anual
LITORAL	temperatura(°C)	1.2(0.8/1.9)	1.2(0.5/2.2)	1.8(0.7/2.5)	1.7(0.6/2.1)	1.4(0.9/2.0)
	precipitació(%)	-6(-40.2/35.7)	-12.0(-37.5/6.9)	-11.7(-33.8/11.7)	-9.1(-30.2/11.5)	-8.3(-27.1/2.3)
INTERIOR	temperatura(°C)	1.2(0.8/1.9)	1.2(0.4/2.3)	1.9(0.7/2.7)	1.7(0.8/2.2)	1.4(0.9/2.1)
	precipitació(%)	-1.1(-30.9/42)	-11.5(-32.2/6.4)	-9.9(-28.1/11.5)	-8.9(-27.5/11)	-6.5(-23.7/1.4)
PIRINEU	temperatura(°C)	1.4(0.9/2.1)	1.4(0.6/2.5)	1.9(0.6/2.8)	1.8(0.8/2.3)	1.6(0.9/2.2)
	precipitació(%)	-1.8(-11/22.5)	-8.4(-24.4/5.8)	-9.0(-24.3/8.2)	-9.3(-25.4/0.7)	-5.3(-16.1/-1.2)
CATALUNYA	temperatura(°C)	1.3(0.8/2.1)	1.2(0.5/2.4)	1.8(0.7/2.6)	1.7(0.7/2.2)	1.4(0.9/2.0)
	precipitació(%)	-3.8(-28.2/20.7)	-10.7(-31.4/4.0)	-10.2(-28.1/9.8)	-9.4(-27.5/4.7)	-6.8(-22.3/-0.7)

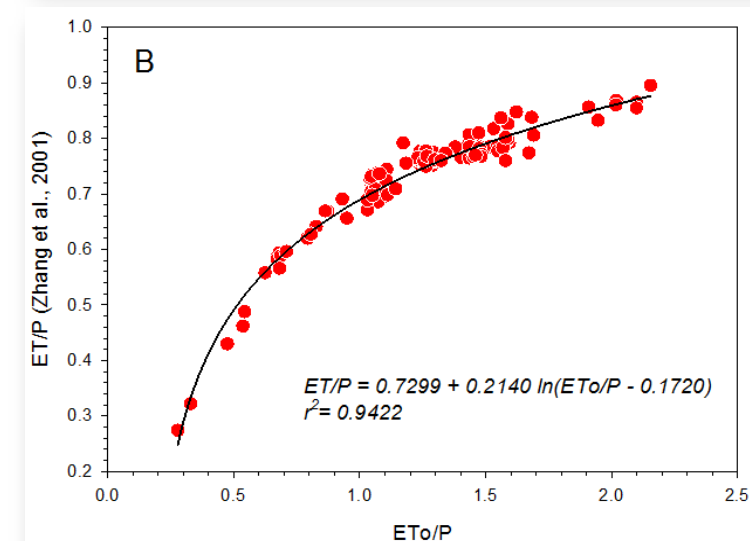
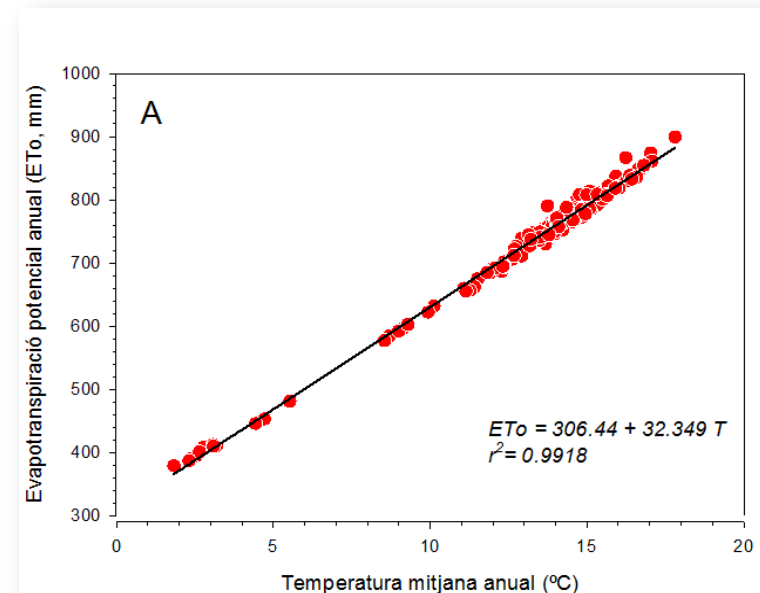
Source: Calbó et al. TICC (2016)

Càlcul dels efectes: metodologia

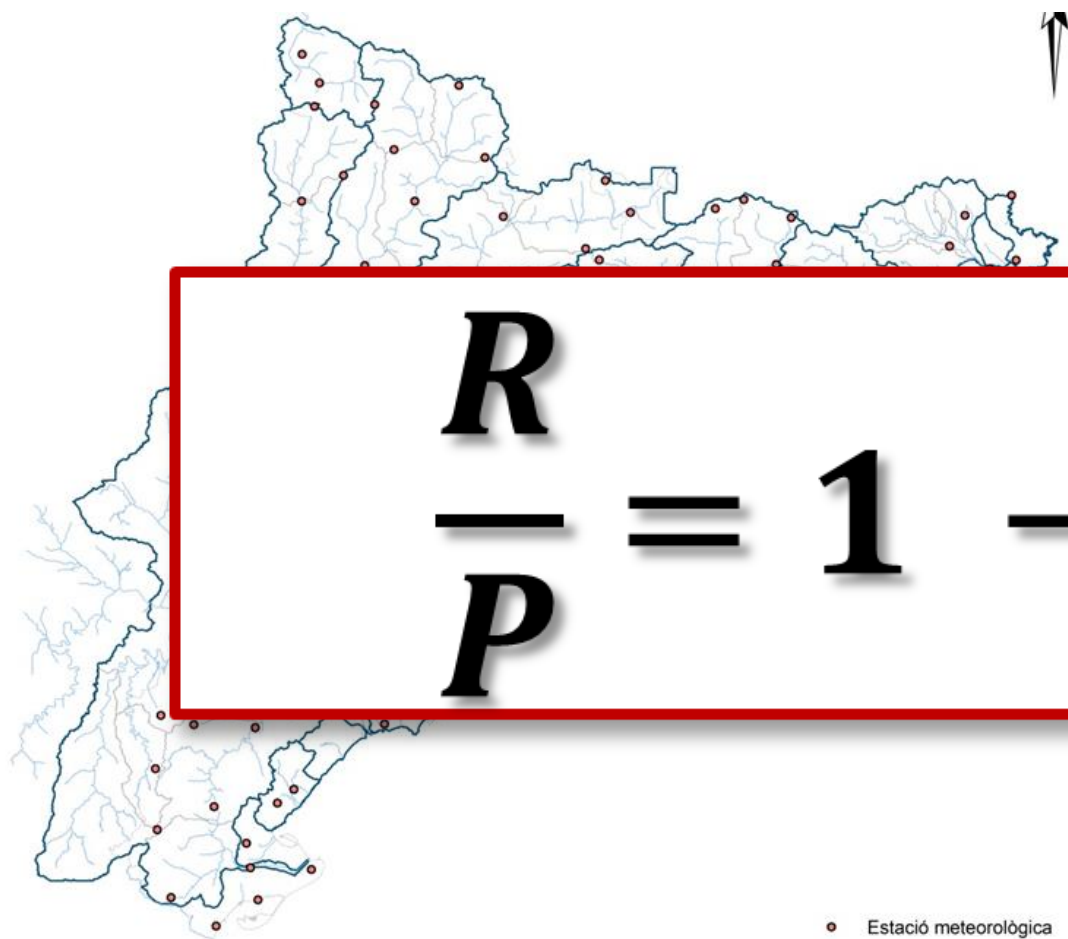


Zhang et al., 2001

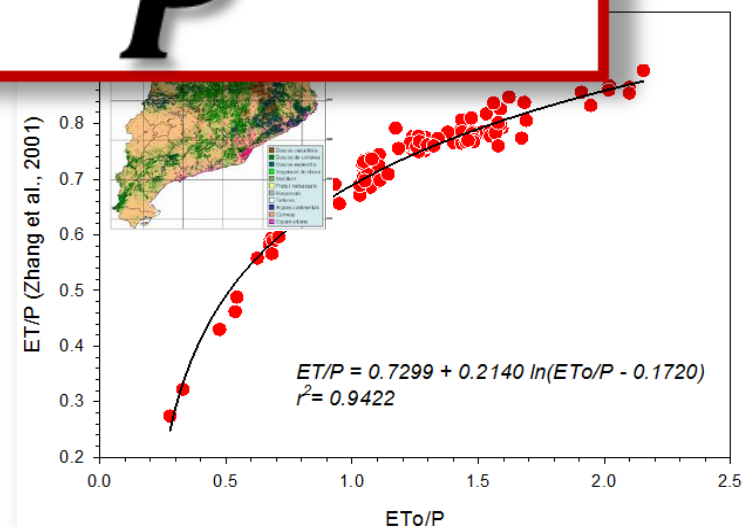
$$\frac{ET_r}{P} = \frac{1 + W \frac{ET_0}{P}}{1 + W \frac{ET_0}{P} + \left(\frac{ET_0}{P} \right)^{-1}}$$



Càlcul dels efectes: metodologia



$$\frac{R}{P} = 1 - \frac{ET}{P}$$



Resultats

TAULA 7.3. Resultats del càlcul d' ET/P segons l'equació de Zhang *et al.* (2001), i del quocient R/P per a cada subconca

	Àrea (km²)	Zona	Valors actuals (2015)							Projecció per al 2021						Projecció per al 2051					
			Valors anuals							Valors anuals						Valors anuals					
			T (°C)	P (mm)	ET ₀ (mm)	ET ₀ /P	ET _r /P ⁽²⁾	R/P	T ⁽¹⁾ (°C)	P ⁽¹⁾ (mm)	ET ₀ ⁽³⁾ (mm)	ET ₀ /P	ET _r /P ⁽⁴⁾	R/P	T ⁽¹⁾ (°C)	P ⁽¹⁾ (mm)	ET ₀ ⁽³⁾ (mm)	ET ₀ /P	ET _r /P ⁽⁴⁾	R/P	
Conques internes																					
R. Ges	32,9	I	12,20	670	701	1,046	0,734	0,266	12,90	623,1	722,3	1,159	0,730	0,270	13,60	626,5	744,9	1,189	0,737	0,263	
R. Llémèna	110,1	L	14,67	728	781	1,073	0,738	0,262	15,37	710,5	802,3	1,129	0,724	0,276	16,07	667,6	825,0	1,236	0,747	0,253	
R. Brugent	103,4	L	14,21	737	766	1,039	0,727	0,273	14,91	719,3	787,3	1,095	0,715	0,285	15,61	675,8	810,0	1,198	0,739	0,261	
R. Onyar a Quart	294,5	L	13,65	703	748	1,065	0,708	0,292	14,35	685,6	769,3	1,122	0,722	0,278	15,05	644,2	791,9	1,229	0,746	0,254	
R. Güell a Girona	147,7	L	14,08	711	762	1,072	0,686	0,314	14,78	693,4	783,3	1,130	0,724	0,276	15,48	651,5	806,0	1,237	0,747	0,253	
R. Terri	105,5	L	15,14	719	796	1,107	0,704	0,296	15,84	701,7	817,5	1,165	0,732	0,268	16,54	659,3	840,2	1,274	0,755	0,245	
R. Daró	308,8	L	14,95	614	790	1,287	0,764	0,236	15,65	599,3	811,5	1,354	0,770	0,230	16,35	563,0	834,2	1,482	0,793	0,207	
R. Ter a Sant Julià Ramis	61,0	L	14,53	703	777	1,105	0,725	0,275	15,23	685,6	797,8	1,164	0,731	0,269	15,93	644,2	820,5	1,274	0,755	0,245	
R. Ter a Torroella de Montgrí	240,6	L	14,44	600	774	1,290	0,762	0,238	15,14	585,1	794,8	1,358	0,771	0,229	15,84	549,7	817,5	1,487	0,794	0,206	

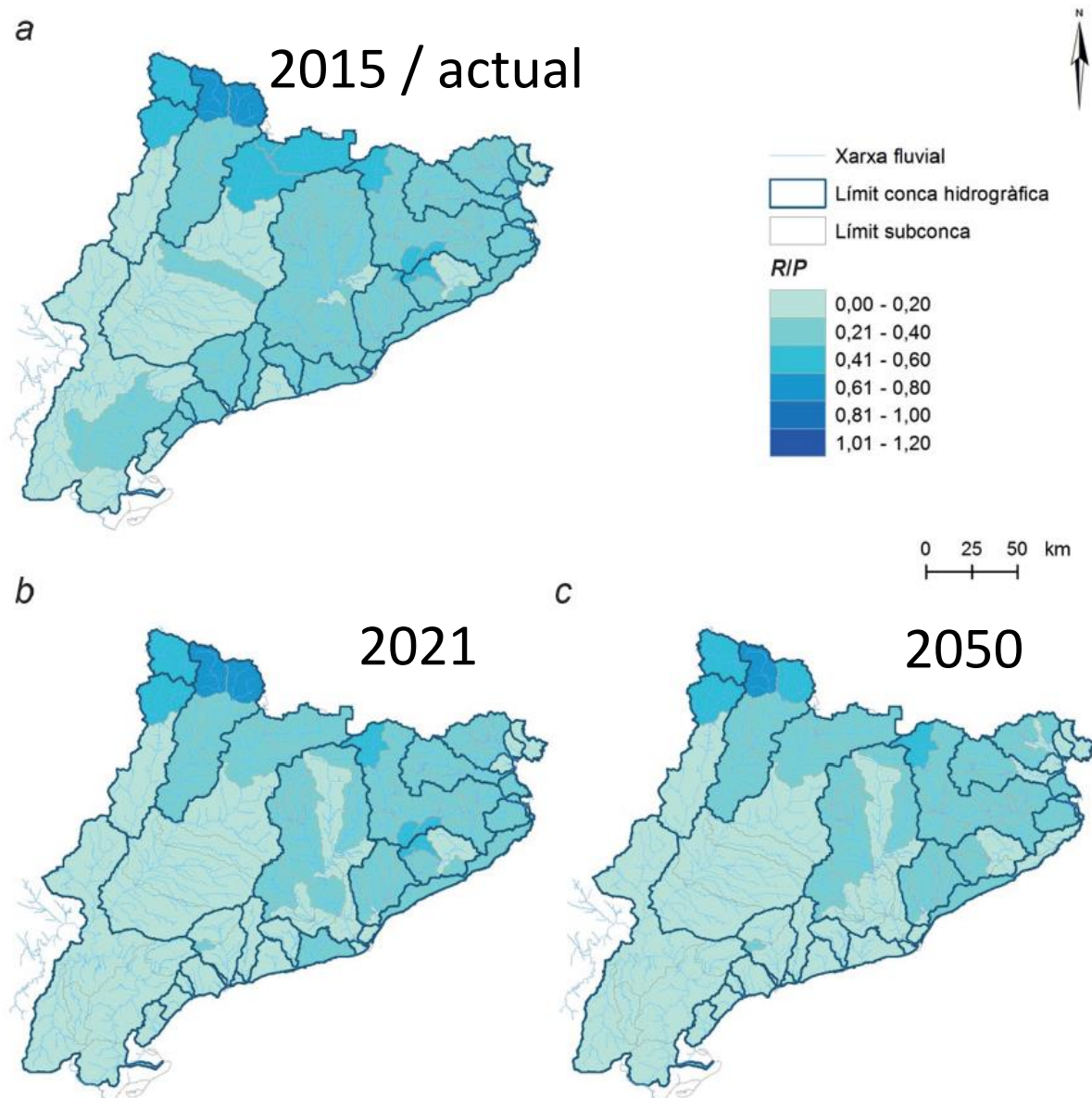
Resultats

TAULA 7.2. Valors dels quocients R/P actuals (2015) i per a les projeccions climàtiques per als escenaris del 2021 i del 2051, i dels quocients entre els valors de R/P projectats per a aquests anys amb el valor actual. S'inclouen les dades de superfície i precipitació.

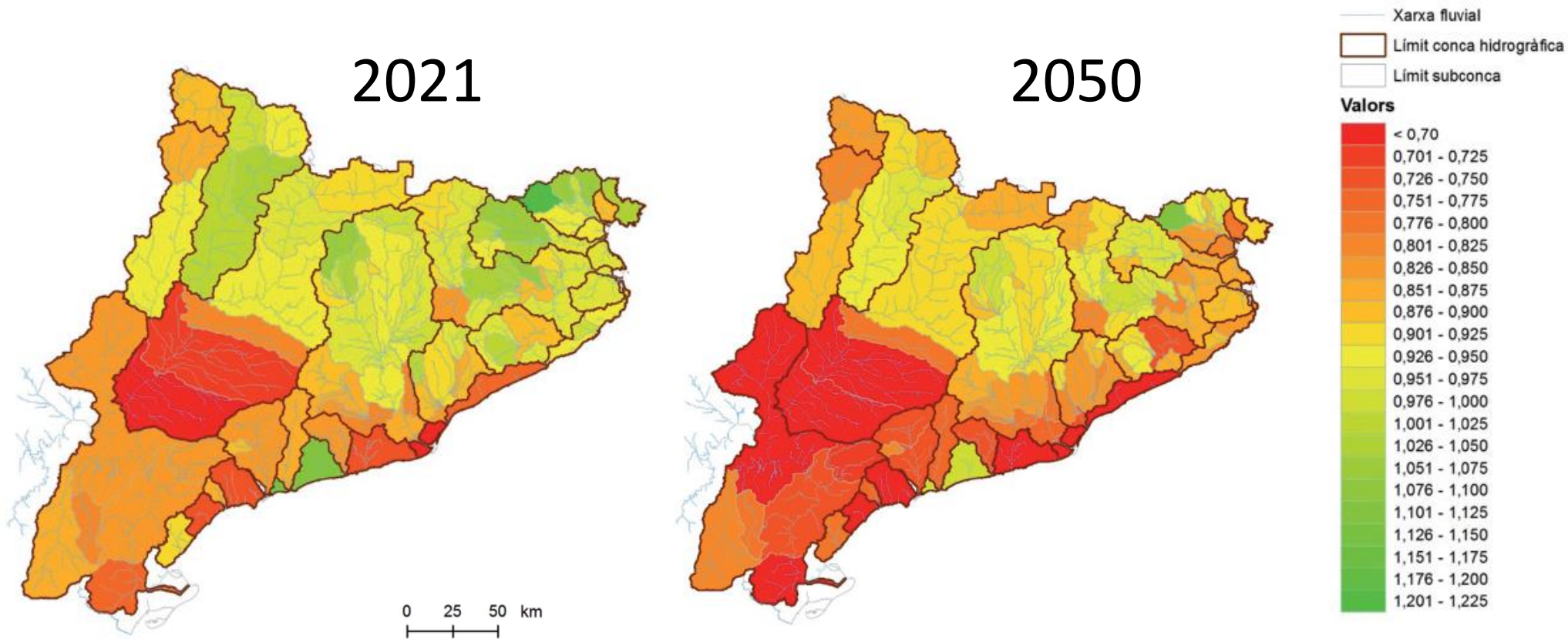
Els valors mitjans al peu de la taula estan ponderats amb el valor de la superfície de cada zona i es tenen en compte segons la ubicació: Pirineus (P), Interior (I) i Litoral (L). n : nombre de subconques a cada zona

Conques internes	Zona	n	Àrea (km ²)	Àrea (%)	Precipitació (mm)	R/P (actual)	R/P 2021	Quocient $(R/P)_{2021} / (R/P)_{act}$	R/P 2051	Quocient $(R/P)_{2051} / (R/P)_{act}$
Besòs	P*	1	28,7	2,6	887,0	0,406	0,398	0,981	0,377	0,928
	L	8	1.088,3	97,4	683,0	0,406	0,250	0,888	0,228	0,805
Fluvià	P	2	235,9	21,1	875,0	0,345	0,335	0,977	0,317	0,924
	L	4	827,6	77,8	683,0	0,406	0,228	1,000	0,206	0,900
Foix	L	1	311,3	100,0	543,0	0,233	0,194	0,834	0,172	0,739
Francolí	L	3	837,4	100,0	533,0	0,242	0,209	0,861	0,186	0,765
Gaià	L	1	422,9	100,0	516,0	0,205	0,178	0,868	0,156	0,761
Llobregat	P	4	735,1	14,8	642,0	0,266	0,272	1,024	0,254	0,955
	I	14	3.621,7	72,9	586,0	0,242	0,218	0,904	0,212	0,878
	L	4	608,7	12,3	532,0	0,236	0,186	0,805	0,164	0,710
<i>Mitjana ponderada Llobregat:</i>					<i>587,7</i>	<i>0,245</i>	<i>0,222</i>	<i>0,909</i>	<i>0,213</i>	<i>0,869</i>

Distribució territorial de la relació entre els recursos hídrics i la precipitació (R/P)



Distribució territorial de la relació dels recursos hídrics en relació amb els valors actuals



Resultats: valors mitjans

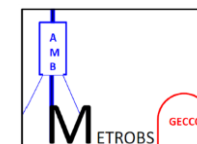
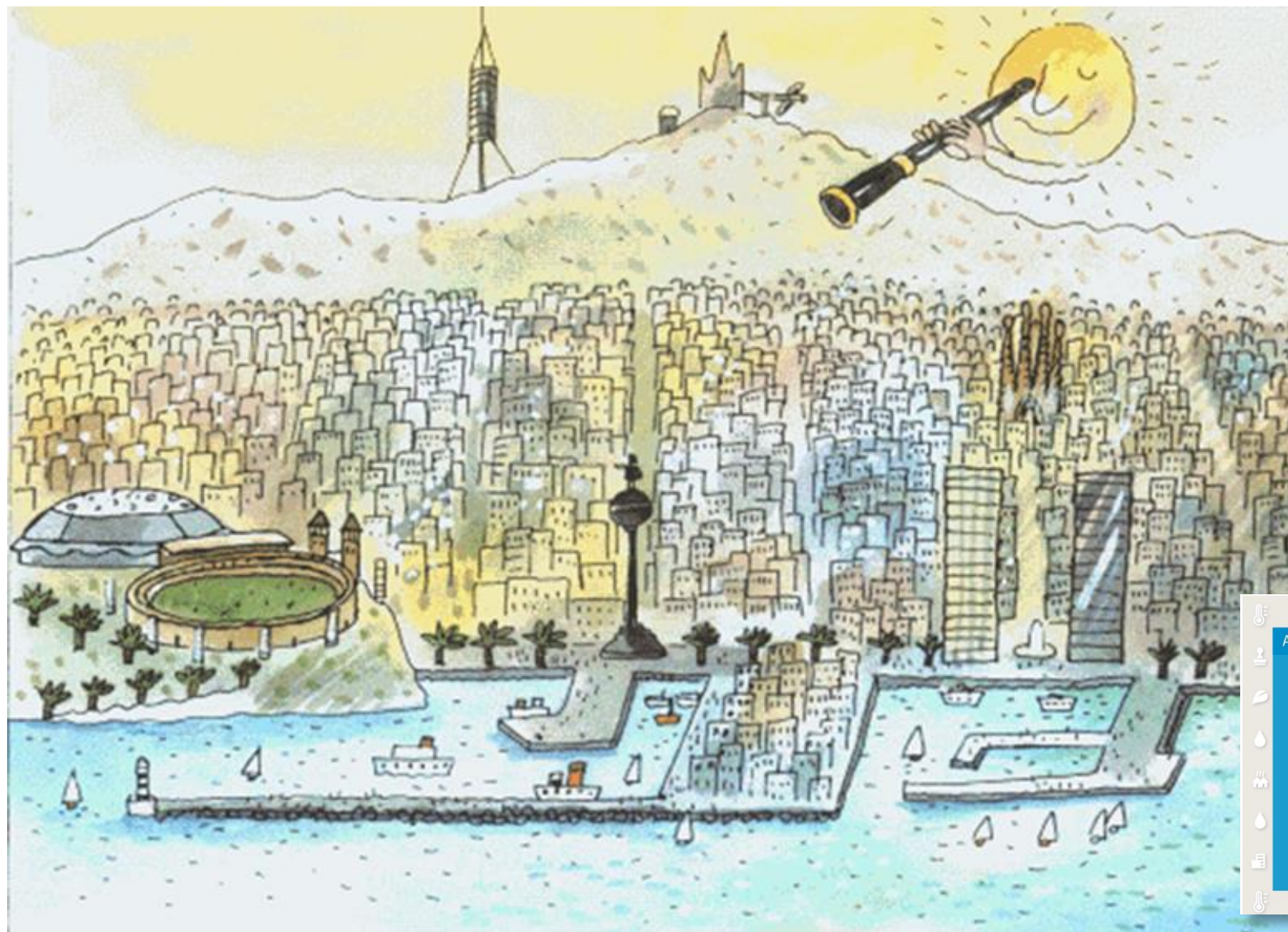
<i>Valors mitjans</i>	Zona		Àrea (km ²)	Àrea (%)	Precipitació (mm)	<i>R/P</i> (actual)	<i>R/P</i> 2021	Quocient (<i>R/P</i>) ₂₀₂₁ / (<i>R/P</i>) _{act}	<i>R/P</i> 2051	Quocient (<i>R/P</i>) ₂₀₅₁ / (<i>R/P</i>) _{act}
	P		7.837,5	22,57	883	0,434	0,413	0,963	0,389	0,906
	I		12.476,1	35,92	482	0,194	0,167	0,850	0,161	0,818
	L		14.416,4	41,51	556	0,241	0,196	0,885	0,174	0,780
Total			34.730,0		603	0,268	0,235	0,890	0,218	0,822

1. A nivell català, hom espera una reducció del quocient R/P del 11% per a 2021, i del 17.8% pel 2050,
2. Emfasitzar la importància dels canvis dels usos del sòl a les properes dècades,
3. Pel cicle hidrològic: importància dels canvis estacionals,
4. Importància de les zones de capçalera: Ebre > Ter > Llobregat.

Comparativa de resultats (R/P)

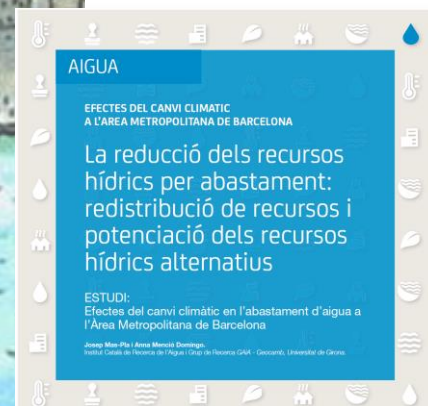
	Àrea	Precipitació	Aportació	R/P ACA	R/P* f(àrea) 2015 (actual)	R/P* f(àrea) 2021	R/P* f(àrea) 2050	Ratio R/P* "2021/ 2015"	Ratio R/P* "2050/ 2015"	Variació aport. 2021	Variació aport. 2050	Variació aport. 2021	Variació aport. 2050
	DADES ACA – PGDCFC 2016-2021				Aquest estudi – Annex 3 *.- Els valors R/P de l'Annex 3 s'han <u>ponderat</u> en funció de l'àrea acumulada de les subconques, per calcular els valors R/P* anotats en aquesta taula					Relació dels quocients R/P amb l'aportació mitjana extreta del PGDCFC			
	km ²	mm	hm ³	--	--	--	--	--	--	%	%	hm ³	hm ³
LLOBREGAT													
Llobregat a La Baells	503	905	202	0.443	0.331	0.330	0.311	0.997	0.940	0.30	6.04	0.61	12.21
Llobregat complet	4957	675	676	0.201	0.214	0.202	0.189	0.944	0.884	5.59	11.59	37.82	78.34
TER													
Ter a Roda de Ter	1386	933	480	0.371	0.333	0.312	0.301	0.938	0.906	6.19	9.40	29.72	45.14
Ter a Girona	2265	921	695	0.333	0.310	0.298	0.283	0.963	0.915	3.72	8.51	25.85	59.14
Ter complet	2955	885	816	0.312	0.293	0.282	0.265	0.963	0.906	3.73	9.45	30.45	77.08
BESÒS													
Besòs a La Garriga	146	735	23	0.218	0.242	0.236	0.213	0.975	0.880	2.48	11.98	0.57	2.76
Besòs complet	1020	659	126	0.188	0.215	0.186	0.164	0.868	0.765	13.18	23.50	16.60	29.61
TORDERA													
Tordera a St. Celoni	125	820	35	0.341	0.355	0.334	0.311	0.941	0.875	5.88	12.52	2.06	4.38
Tordera complet	876	799	170	0.243	0.173	0.159	0.137	0.918	0.789	8.25	21.08	14.02	35.84

Efectes en l'abastament a Barcelona

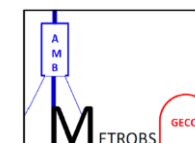


Àrea Metropolitana
de Barcelona

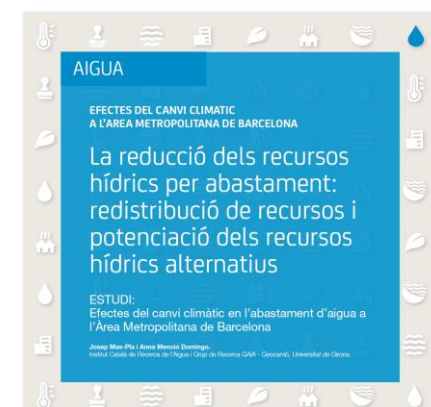
AMB



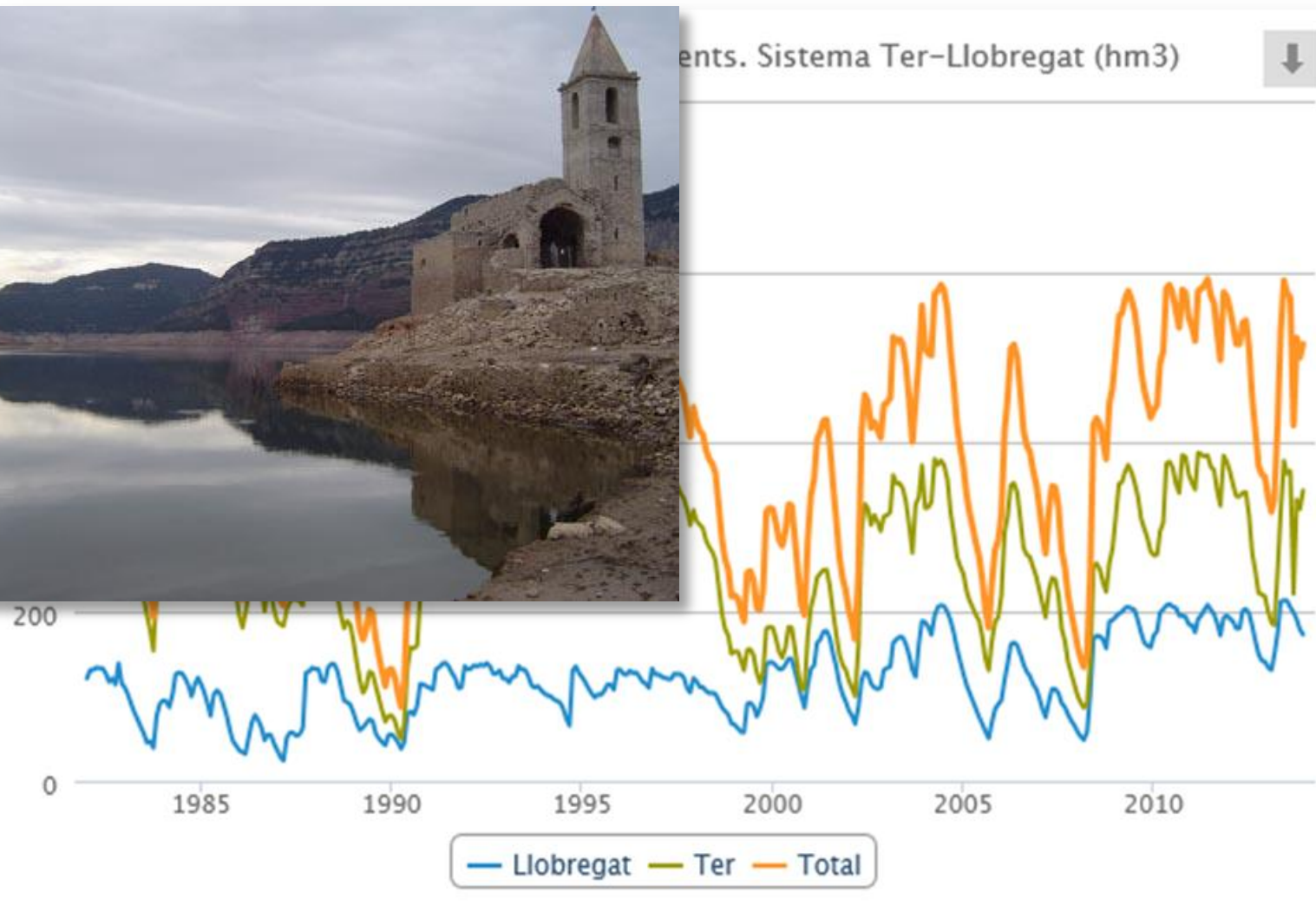
Efectes en l'abastament a Barcelona



Àrea Metropolitana
de Barcelona
AMB



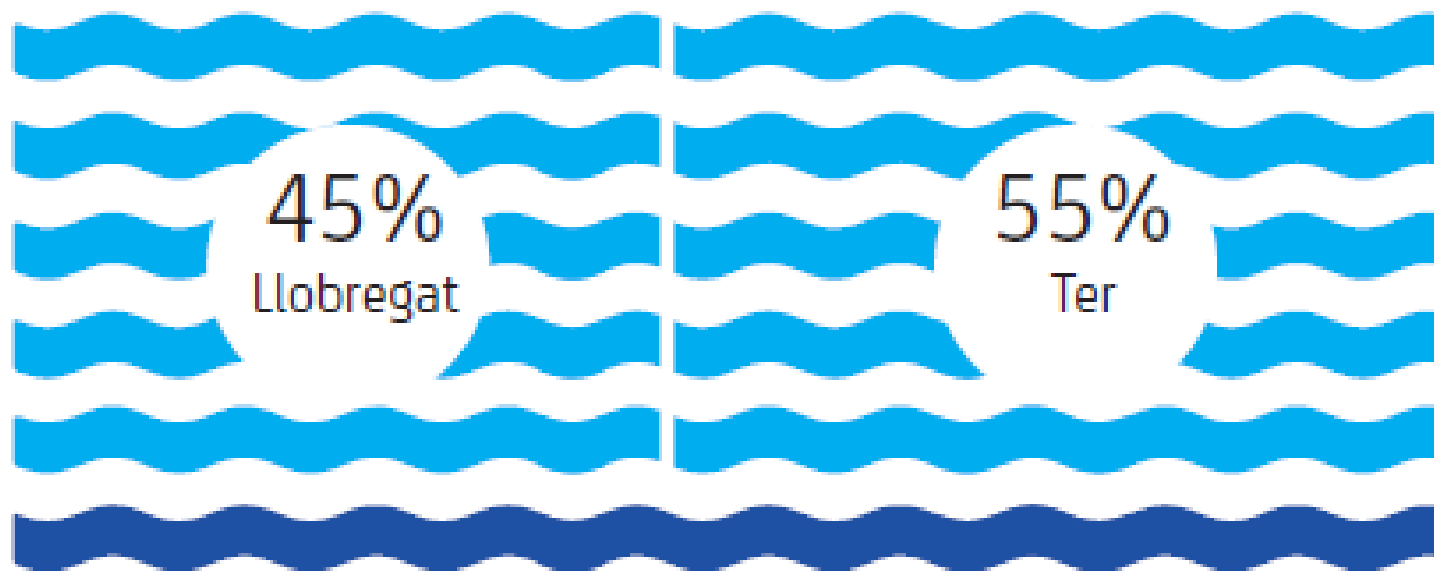
Origen de l'abastament a l'AMB



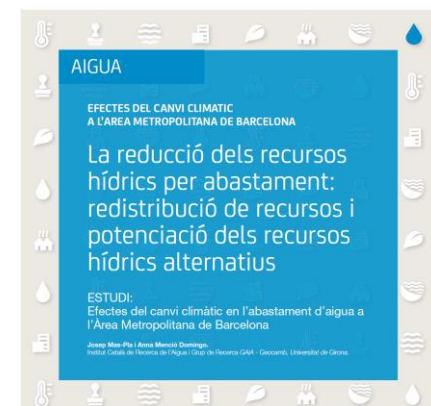
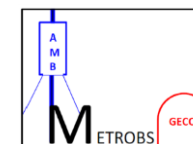
Source: <http://www.aiguesdebarcelona.cat>

Origen de l'abastament a l'AMB

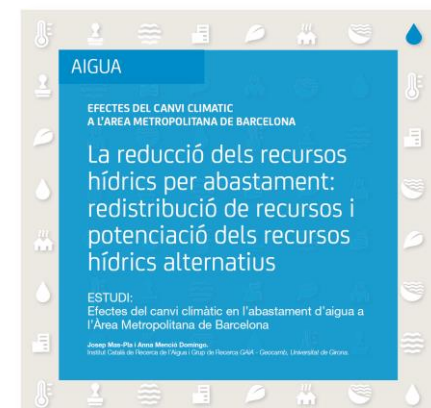
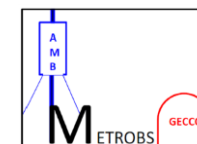
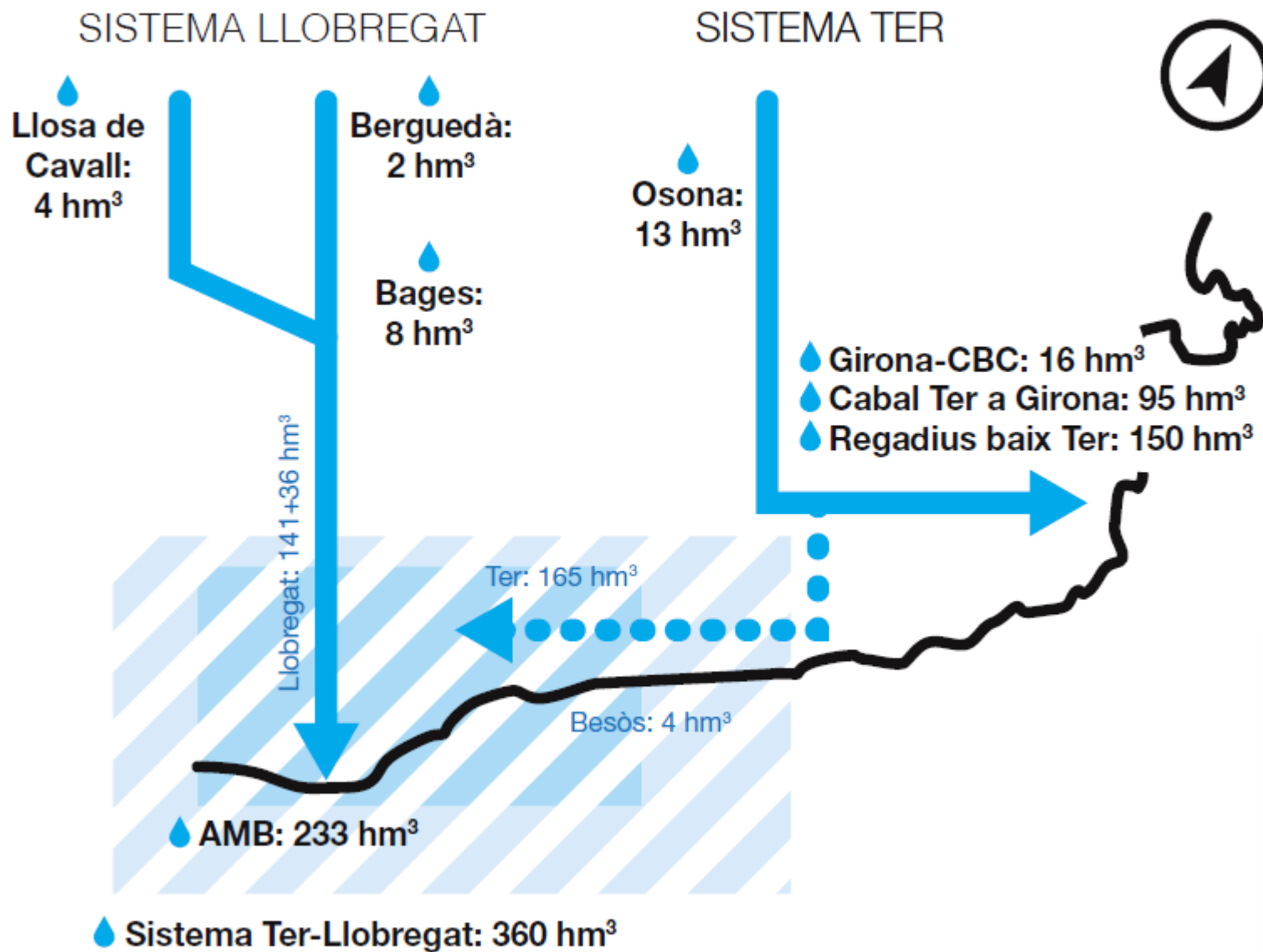
85% de les conques del Llobregat i Ter



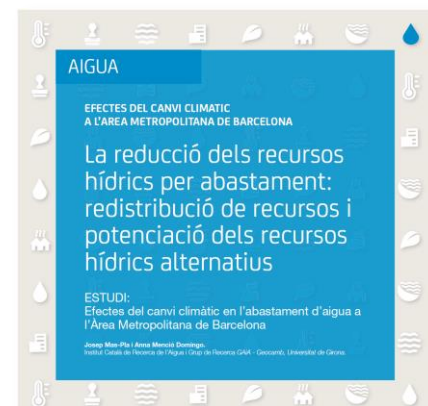
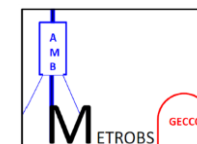
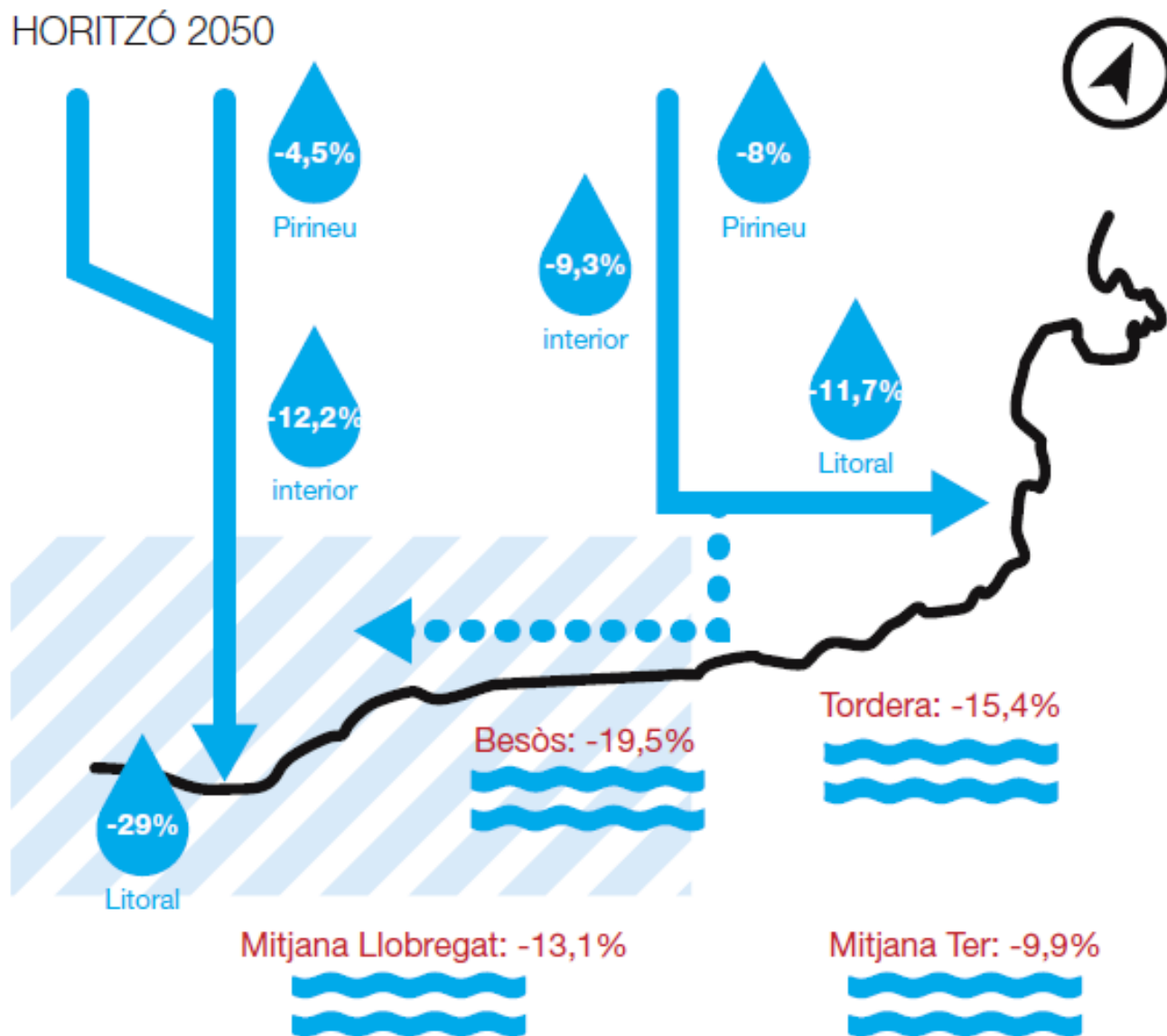
15% dels aquífers dels deltes del Llobregat i del Besòs



L'abastament a l'AMB en context



Previsió de recursos al 2050



Conclusions

- 1 Es disposa d'un **coneixement avançat** que “progressa adequadament” en els aspectes fenomenològic, hidrològic i de gestió,
- 2 L'estudi recursos hidrològics del 3r Informe del Canvi Climàtic quantifica a nivell de subconca **la variació de la disponibilitat d'aigua**, segons les prediccions climàtiques als escenaris de 2021 i 2050, amb els resultats exposats.
- 3 Els càlculs (amb *valors mitjans anuals*) mostren un canvi **més sever per 2021** que per 2050!!! Ens els creiem?
- 4 ... Cal adequar els estudis a la variabilitat estacional i interpretar-los en funció de la **idiosincràsia local**. Es proposa la metodologia i uns resultats generals de referència, orientatius i contrastats.

Recomanacions en recursos hídrics

- 1 Davant de la reducció de recursos hídrics: **adaptació** basada en el control del medi i en la reducció de la demanda. Millora en l'eficiència d'ús, en tots els àmbits: agrícola, industrial, domèstic, ...
- 2 Disminuir la dependència dels recursos superficials: potenciar **fonts locals alternatives** i l'ús d'**aigua regenerada**. Alliberar pressió als ecosistemes! Repensar infraestructures i xarxes; connectivitat!!!
- 3 Importància estratègica dels **aqüífers profunds** davant dels aqüífers superficials. Assolir una explotació sostenible dels recursos subterranis.
- 4 Començar a **internalitzar el cost d'adaptació** ara mateix, abans que la urgència no els converteixi en unes externalitats difícils de gestionar.

Moltes gràcies!!!



**TERCER INFORME SOBRE
EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA**
RECURSOS HIDROLÒGICS



**Generalitat
de Catalunya**
cads.gencat.cat



**Institut
d'Estudis
Catalans**

**Universitat
de Girona**

ICRA
Institut Català
de Recerca de l'Aigua

Moltes gràcies!!!