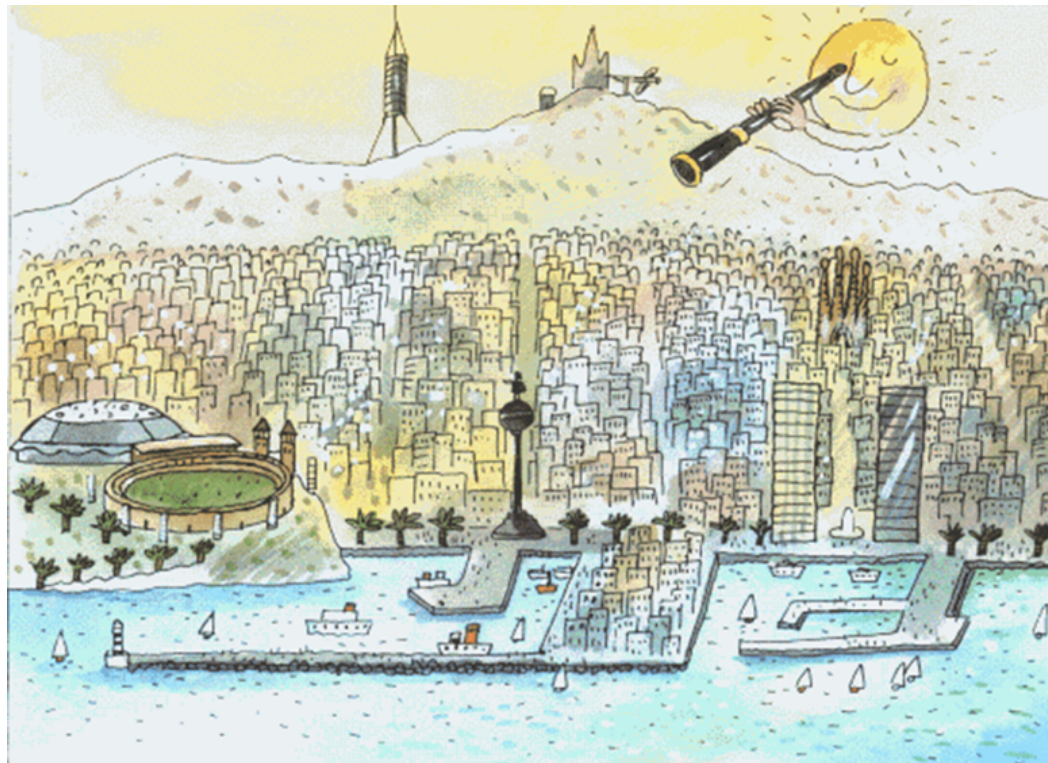


Project METROBS | Aigua

Generation of knowledge related to future climate: water resources



Josep Mas-Pla
Anna Menció Domingo

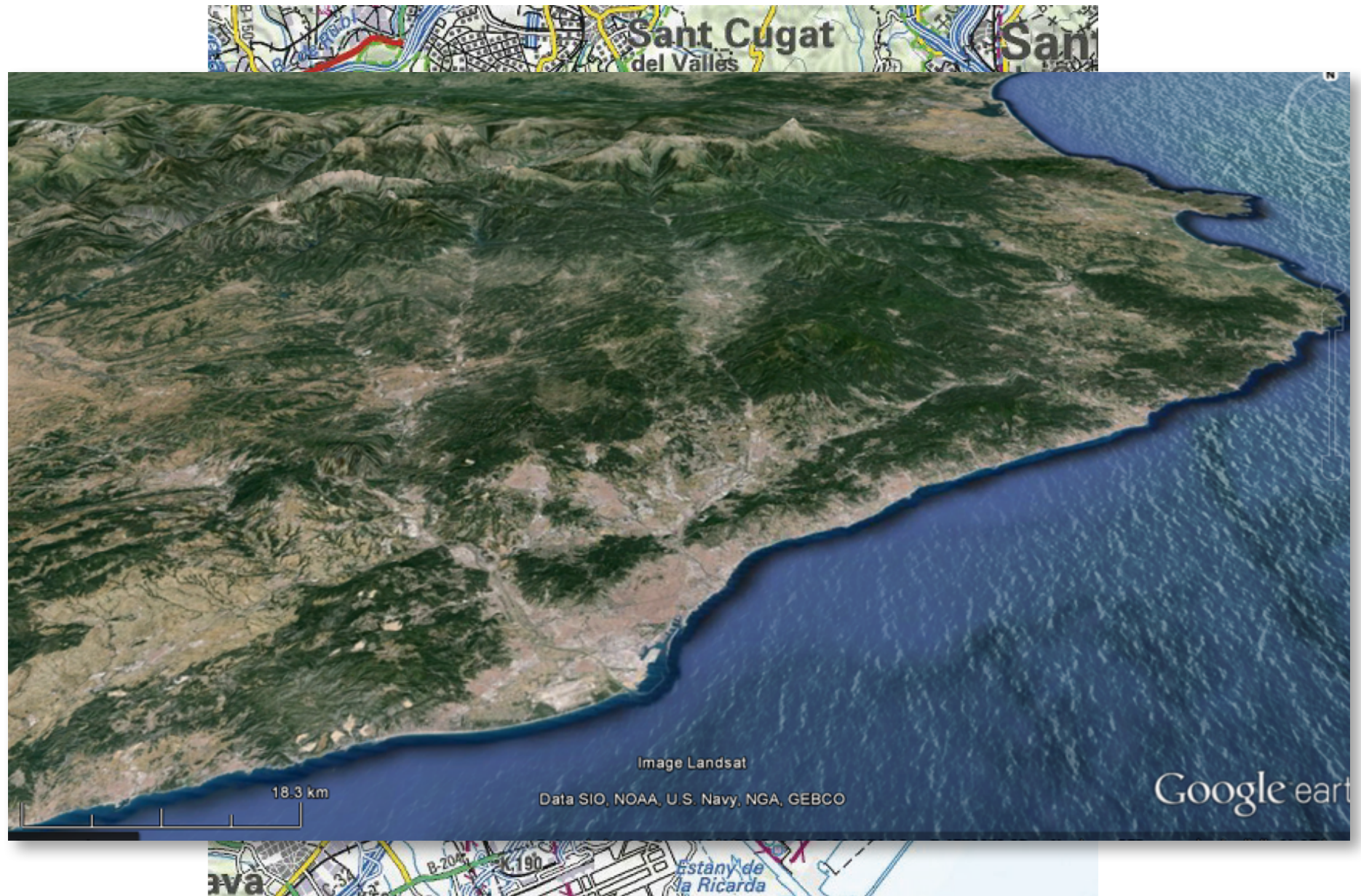


Generation of knowledge: an approach

- i. Define context: regional & climate features; human & environmental uses*
- ii. Get data: Hydrological (resources), social-economic (demand), “environmental” (sustainability criteria)*
- iii. Analyze: so many tools ...*
- iv. Get conclusions >> generate recommendations*
- v. Discuss them with stakeholders/actors*
- vi. Take decisions*



The METROBS/Aigua project

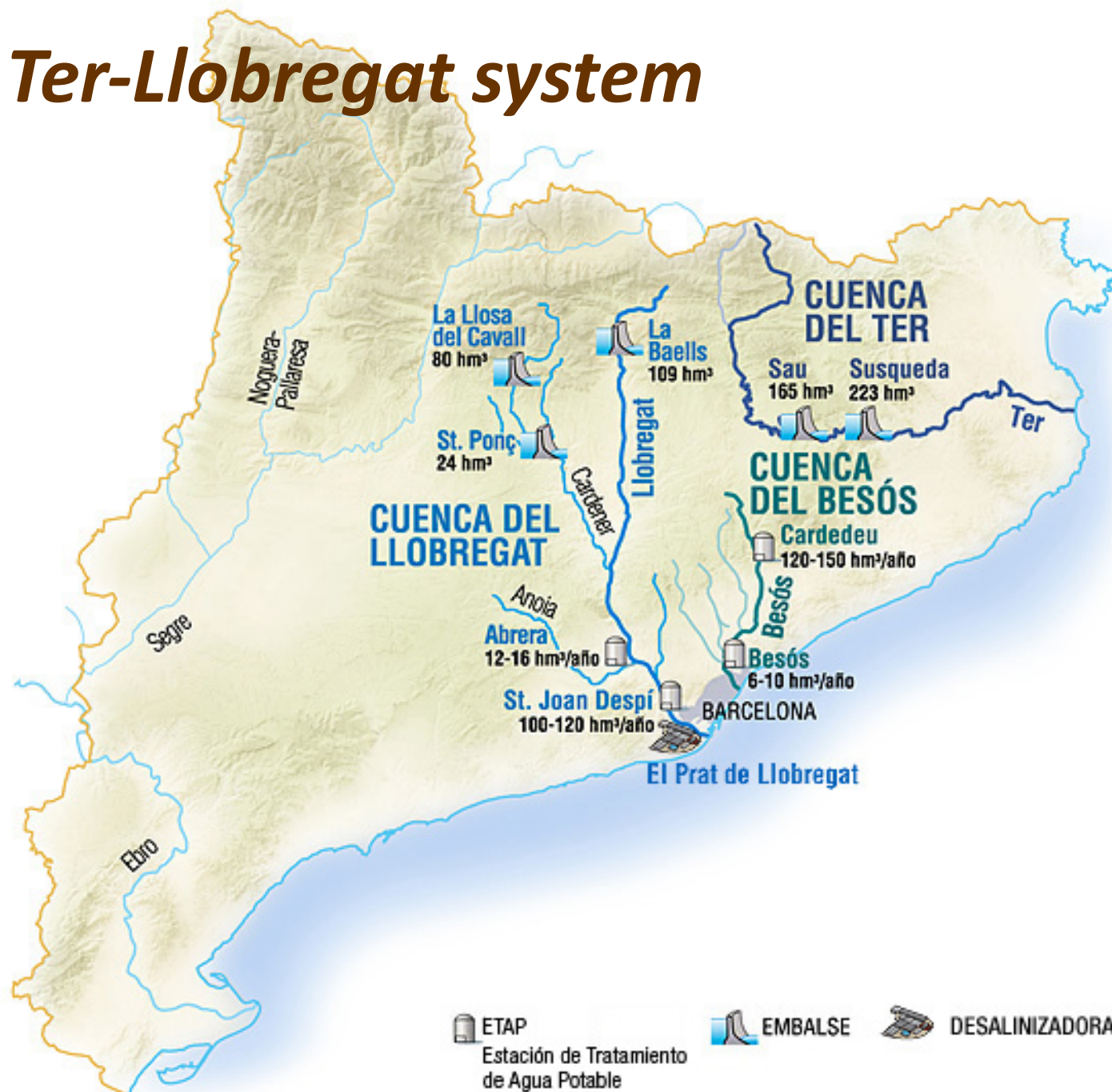


METROBS/Aigua: study content

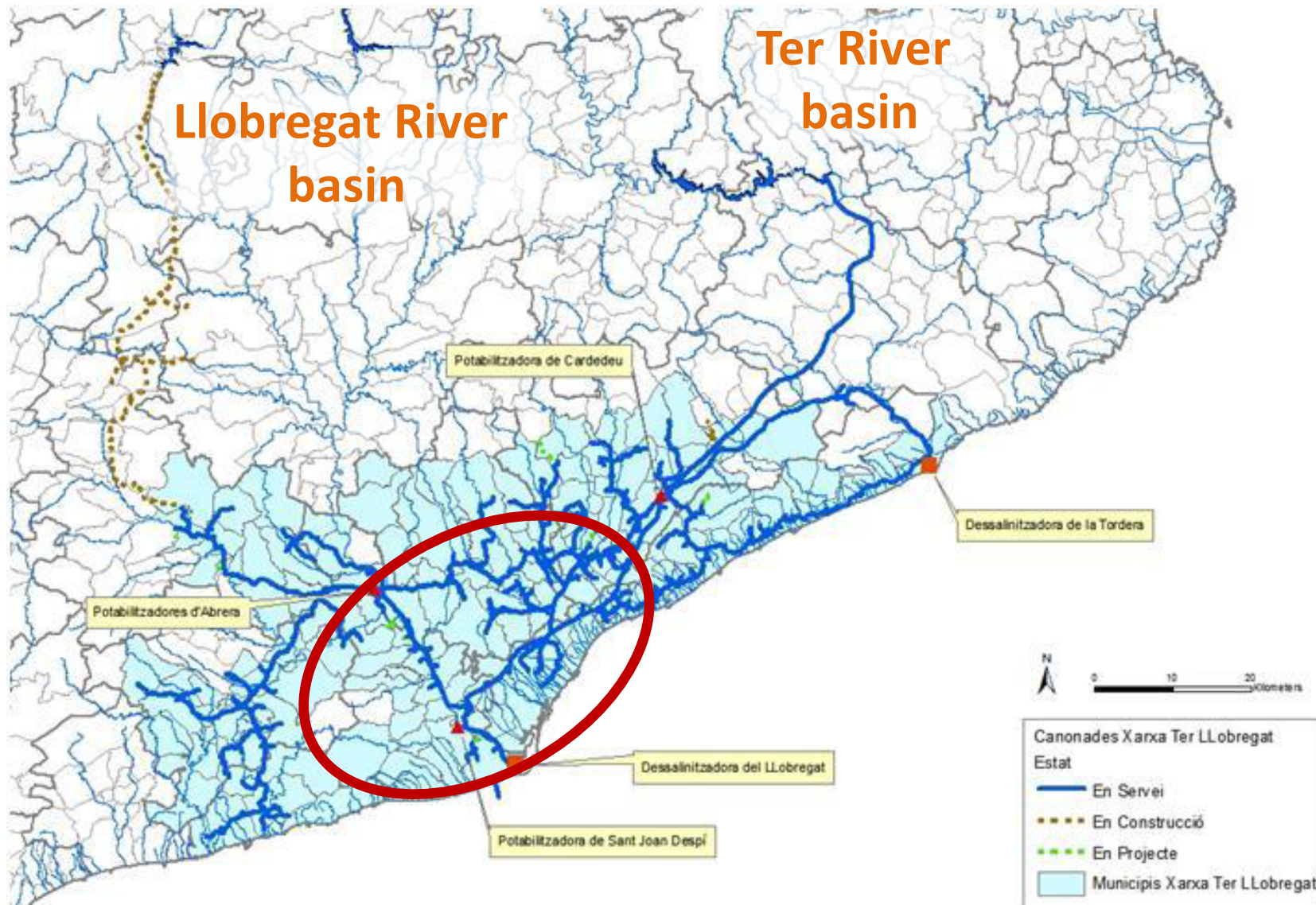
- i. Water needs in the Ter-Llobregat system,*
- ii. Climate change projections in the Ter and Llobregat catchments,*
- iii. Effects on the Barcelona Metropolitan Area water supply,*
- iv. Conclusions,*
- v. Recommendations*



The Ter-Llobregat system



The Ter-Llobregat system



Source: ACA – PGDCFC 2016-2021, p. 131

Water demand in Barcelona

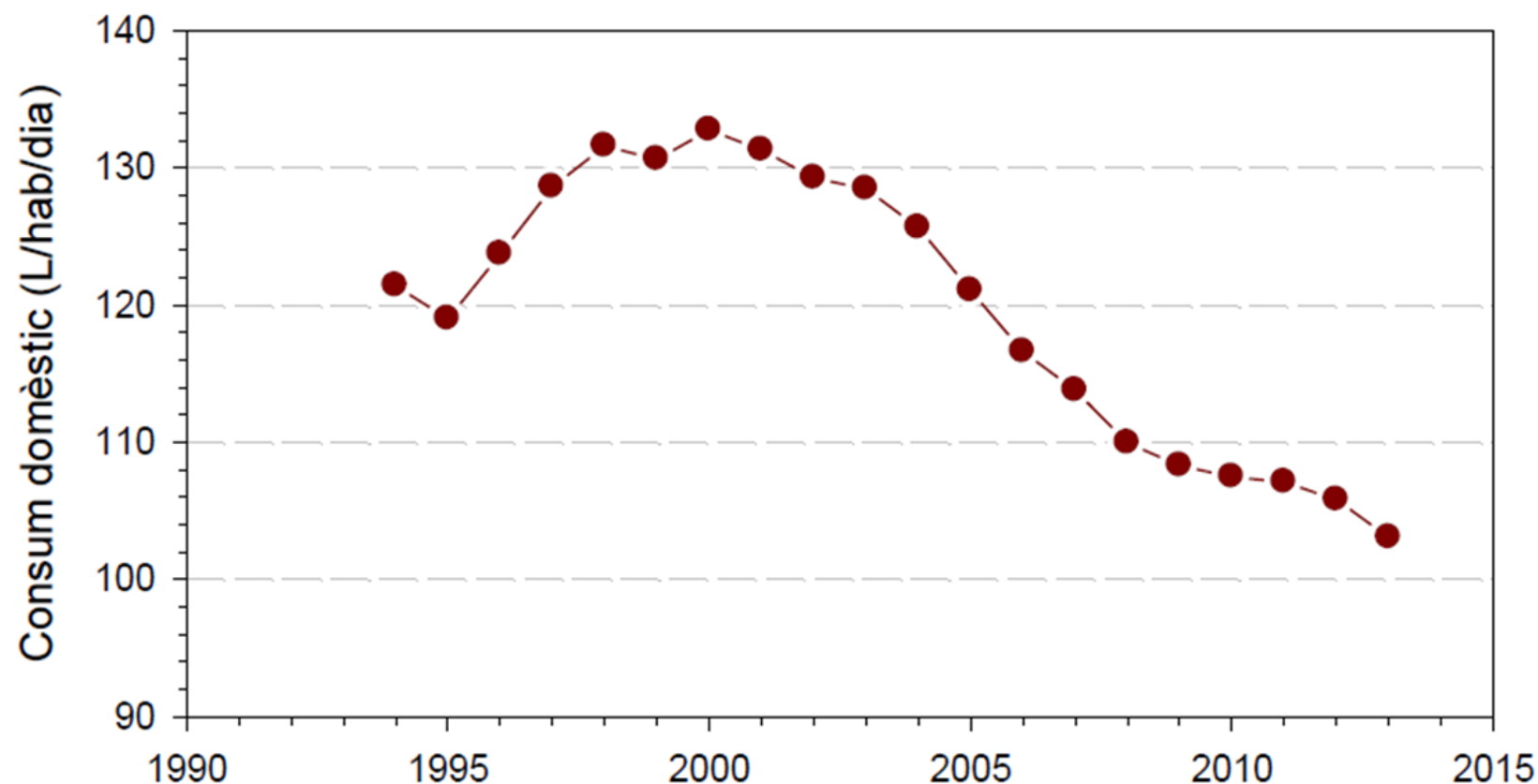


Figura 5.- Evolució del consum domèstic a l'àrea metropolitana de Barcelona (1994-2013)¹³.

La dada de 2013 s'ha estimat amb el mateix quocient volum/hab que per a 2012.

¹³ AMB - <http://www.amb.cat/web/area-metropolitana/dades-estadistiques/medi-ambient/aigua>

Taula 1.- Origen de l'aigua la xarxa Ter-Llobregat.

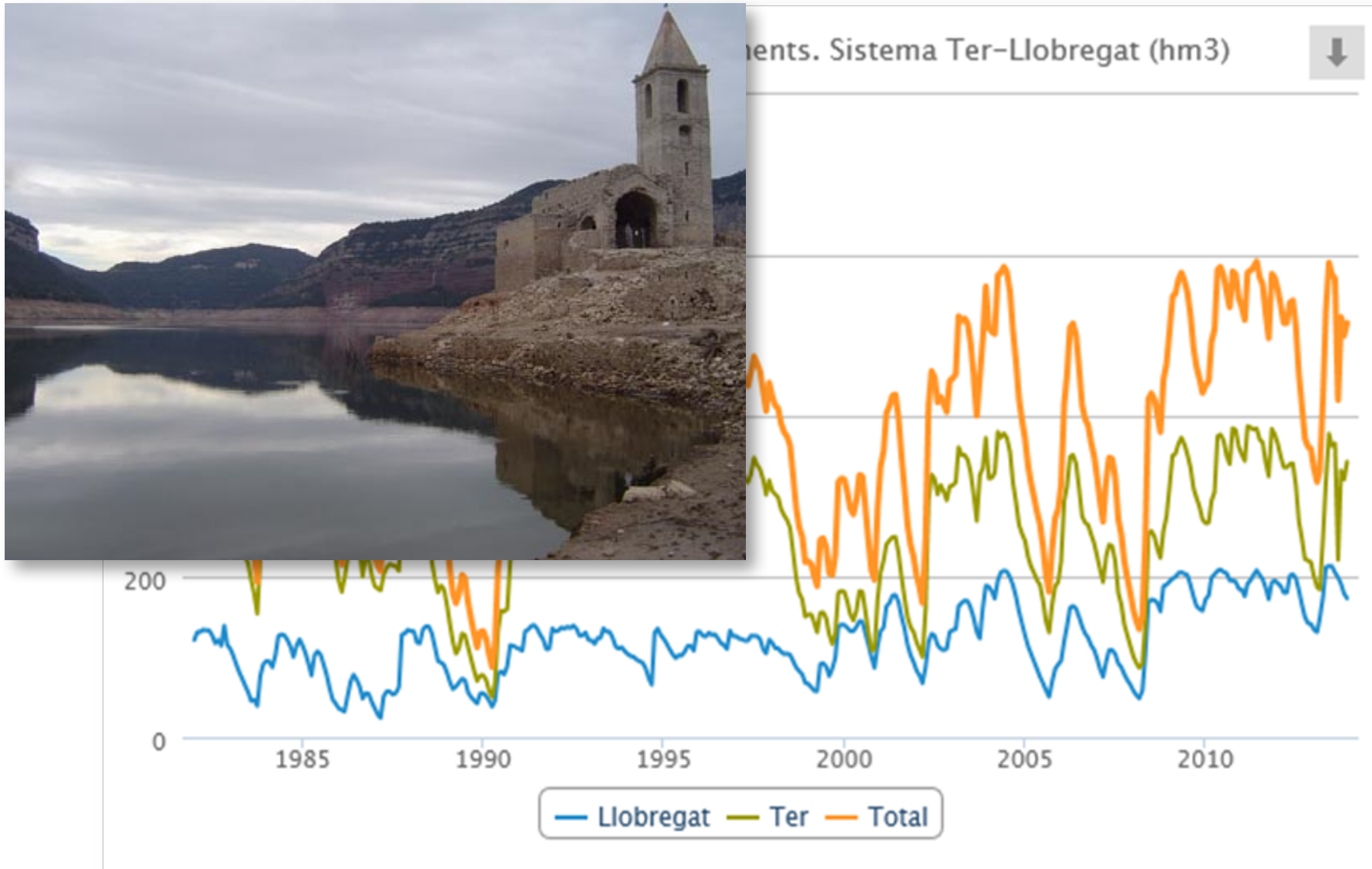
Conca	Procedència	Aportació xarxa Ter-Llobregat		Aportació als municipis de l'AMB	
		(hm ³)	(%)	(hm ³)	(%)
Llobregat	Sant Joan Despí - Superficial	84.3	23.42	70.73	30.37
Llobregat	Sant Joan Despí - Subterrània	25.2	7.00	25.12	10.78
Llobregat	Abrera - Superficial	57.1	15.86	18.60 ^①	7.99
Llobregat	Abrera - Subterrània	11.1	3.08	10.04 ^②	4.31
Ter	Cardedeu - Superficial	163.6	45.44	106.45	45.7
Besòs	Subterrània	4.0	1.11		
ITAM	Dessalinitzadora	12.2	3.39	1.98 ^③	0.85
Altres recursos		2.5	0.69		
	Total:	360.0	100.00	232.92	100.00

①.- Inclou els cabals de l'ITAM de Barcelona que es tracten a l'ETAP d'Abrera

②.- Inclou els cabals bombats a l'aquífer del Besòs

③.- Aquest valor correspon a l'ITAM de la Tordera, a Blanes.

Where does Barcelona get its water from?



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

Water uses in Catalonia

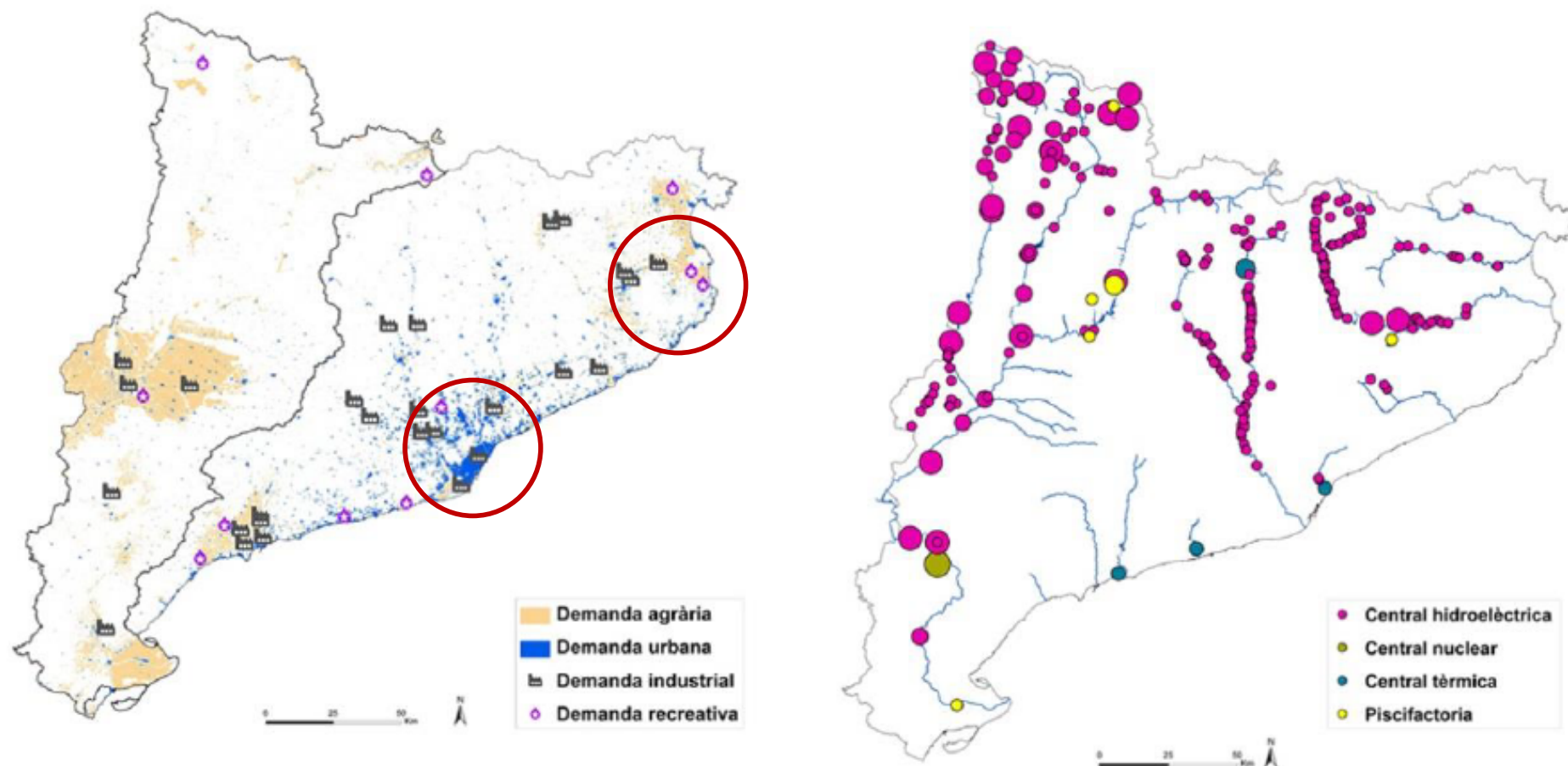
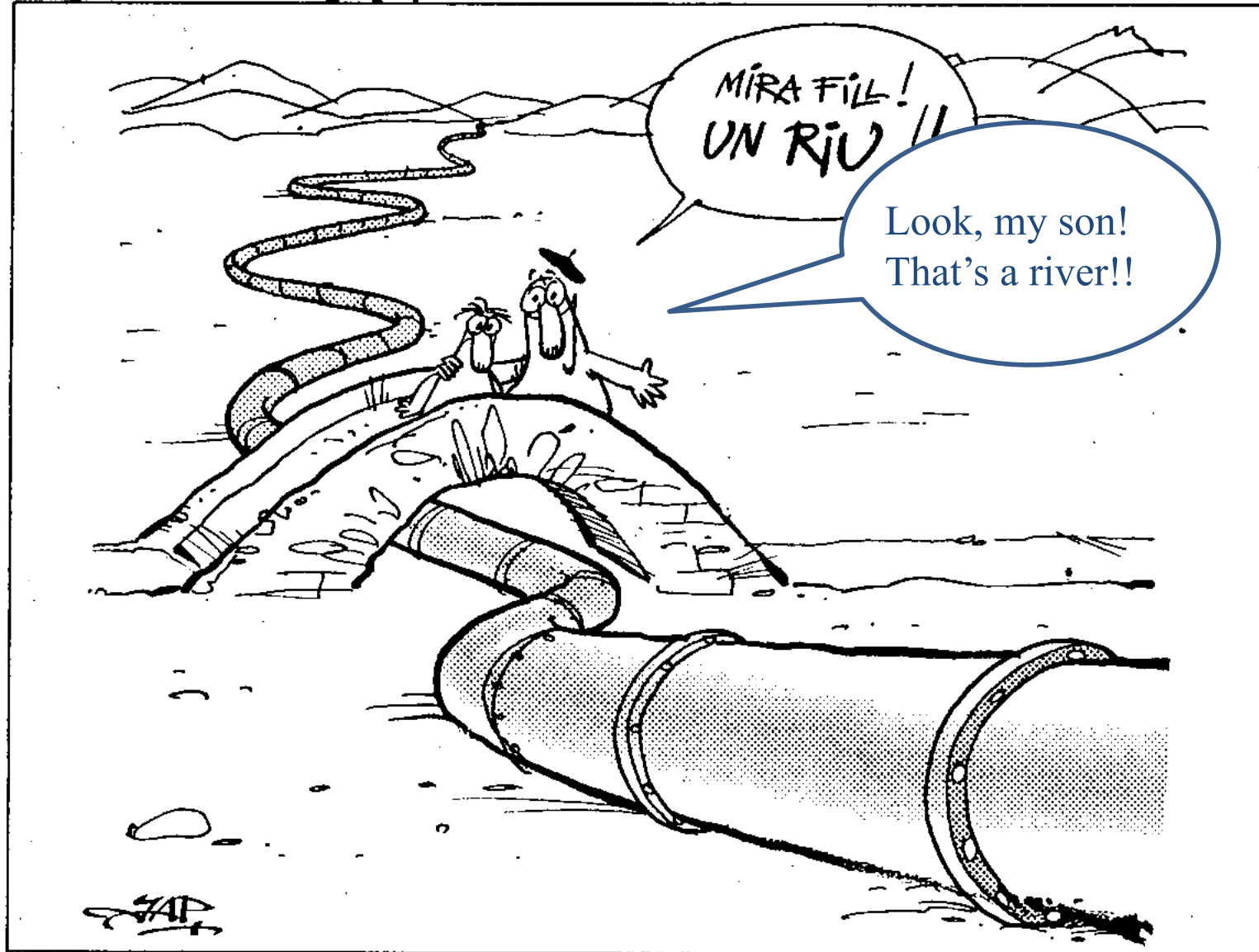


Figura 7.- Distribució geogràfica dels usos consumptius (esquerra) i no consumptius (dreta) a Catalunya, segons ACA.

Environmental impacts / costs

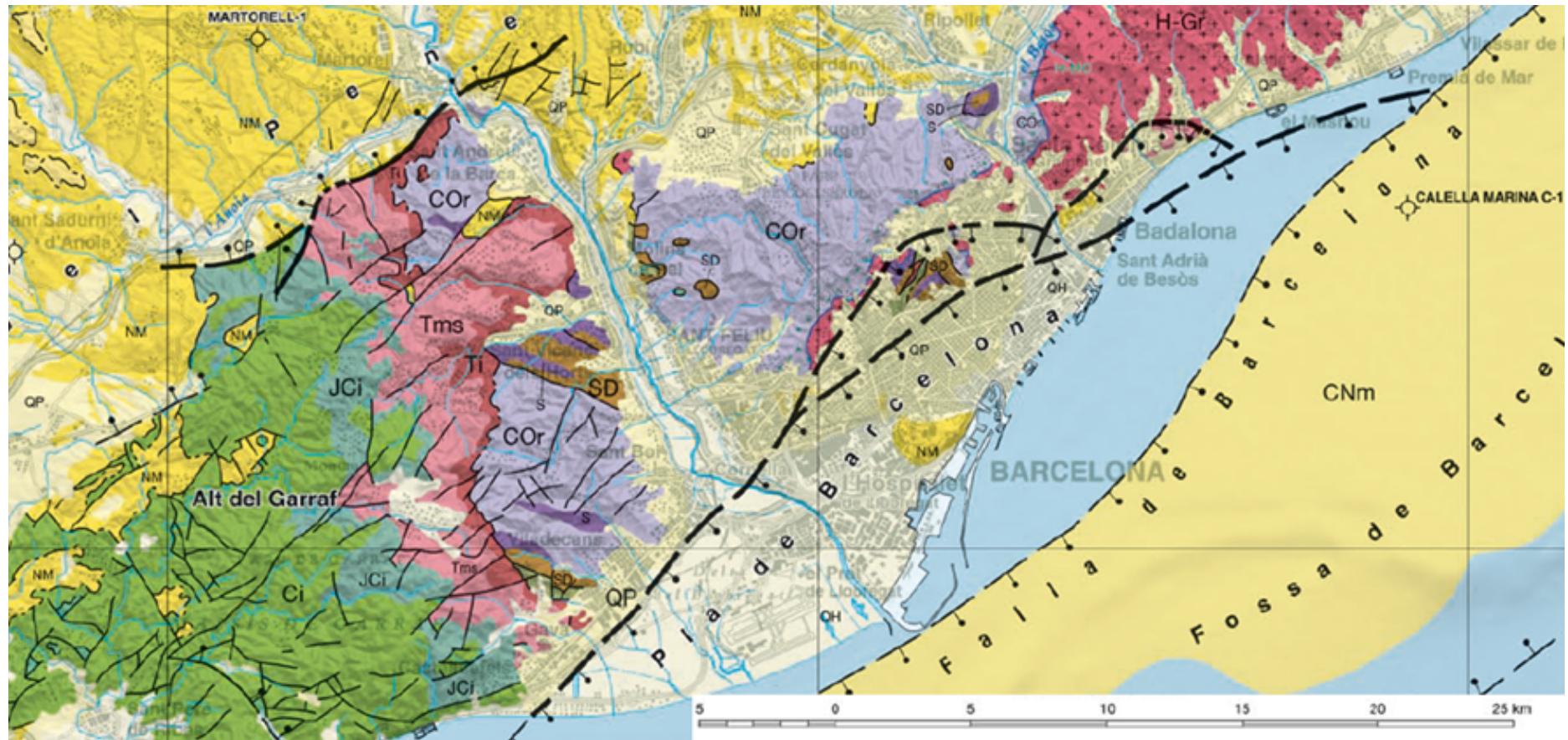
la punxa d'en jap | JOAN ANTONI POCH



Environmental impacts / costs



Groundwater resources



Source: ICGC (2014). Mapa estructural de Catalunya.

Water demand in the Ter-Llobregat system

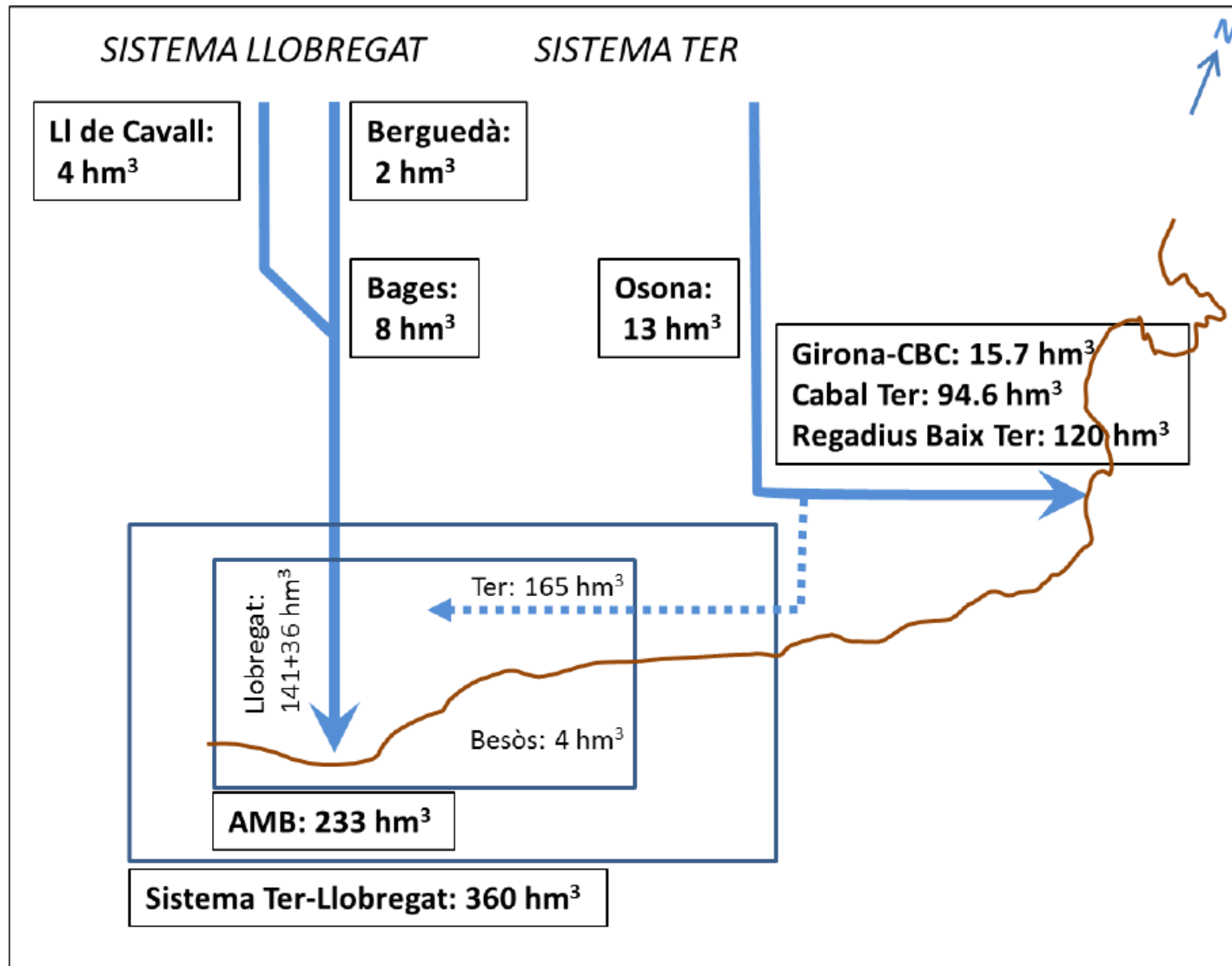
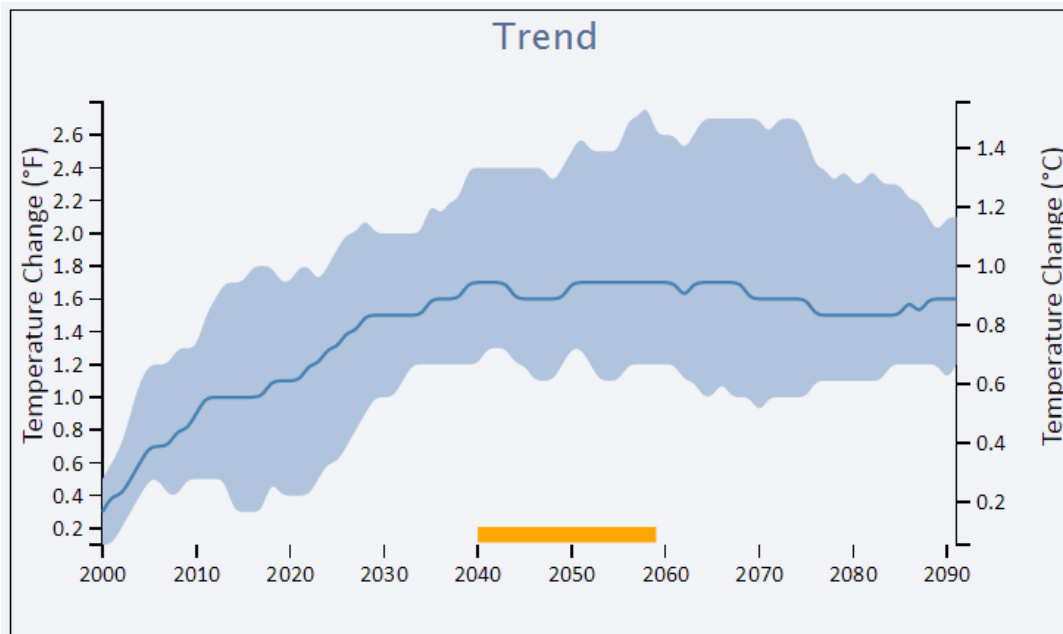


Figura 8.- Síntesi de les demandes al sistema Ter-Llobregat, amb els cabals anuals procedents de les principals fonts de subministrament: el sistema Ter, el sistema Llobregat (diferenciant la contribució d'aigua superficial i subterrània) i aqüífer del Besòs. No es consideren les fonts pròpies que completen l'abastament.

... However, resources will change!!!

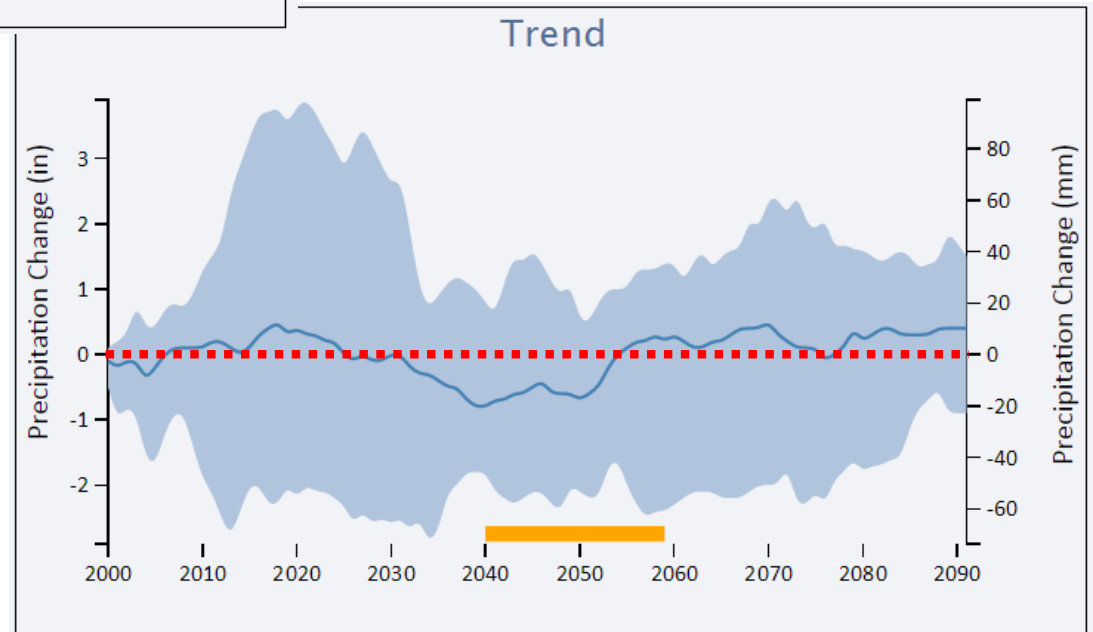


Climate change projections: general, ...

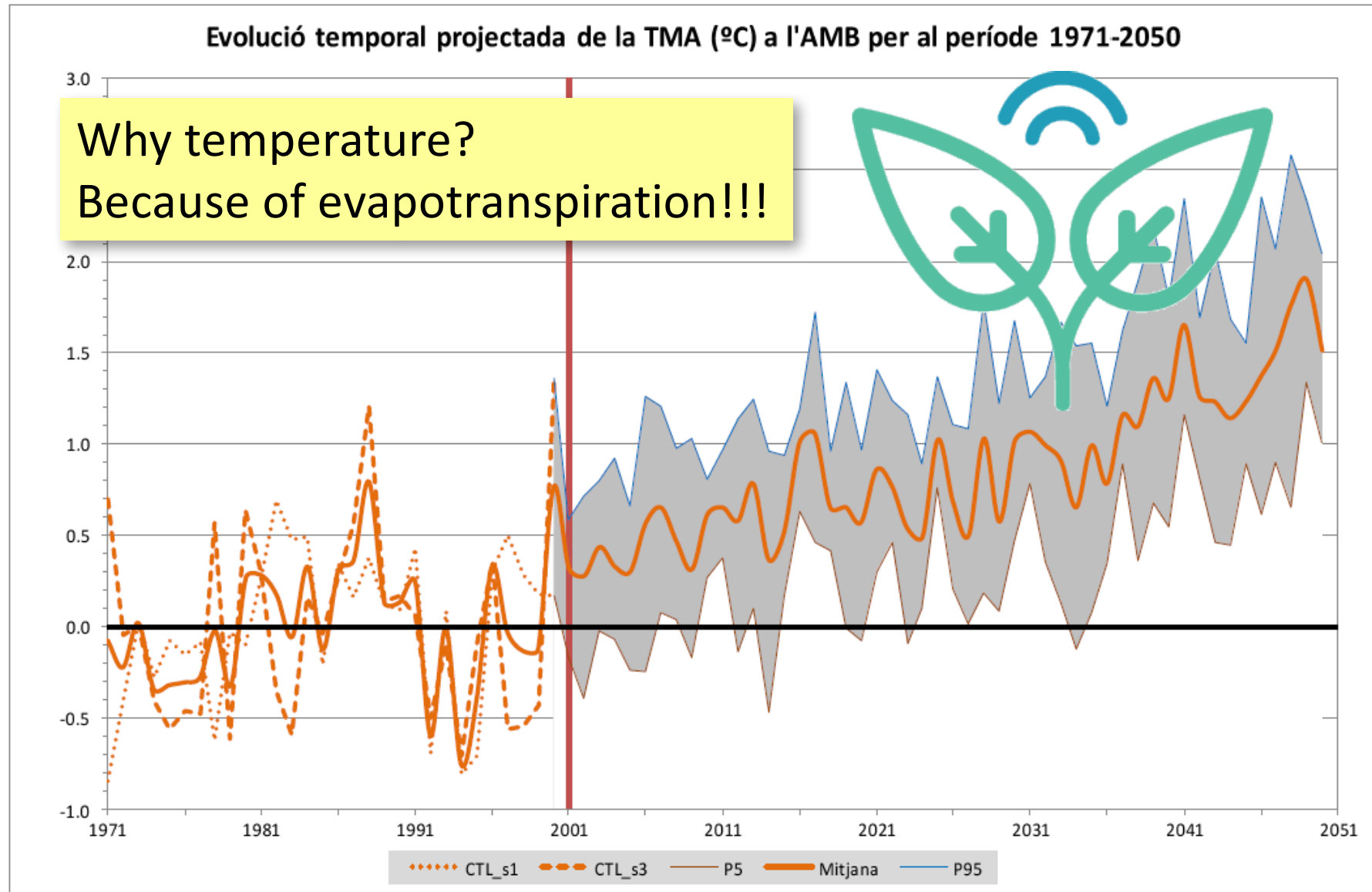


**20-year running mean of annual
Temperature and Precipitation
Change for emission trajectory:
Low (RCP 2.6) at 41.9°N 2.8°E.**

<http://gisclimatechange.ucar.edu/inspector>

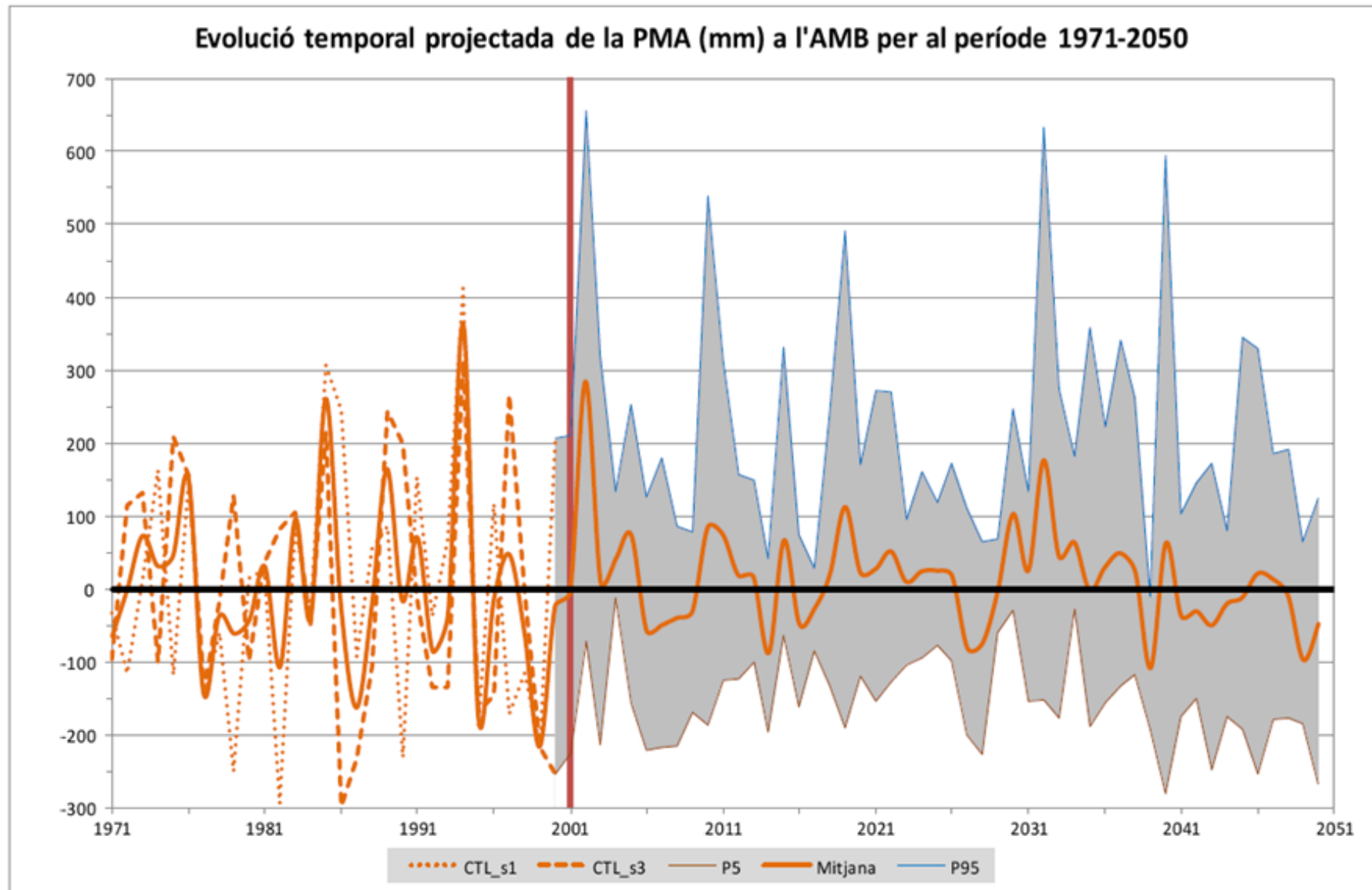


... and in the Barcelona area: temperature



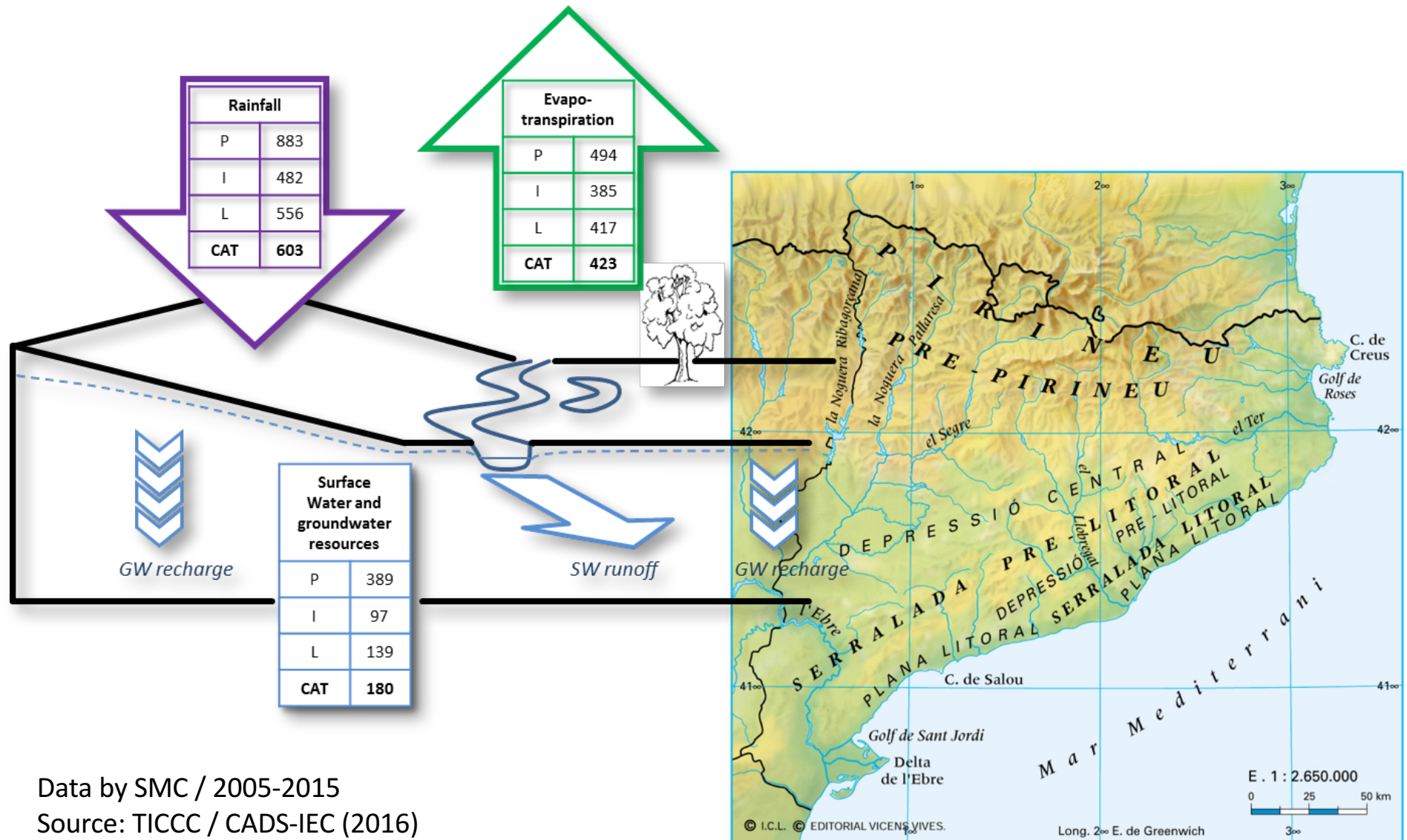
Source: SMC (2015)

... and in the Barcelona area: rainfall



Source: SMC (2015)

The water balance concept



Data by SMC / 2005-2015

Source: TICCC / CADS-IEC (2016)

Climate projections

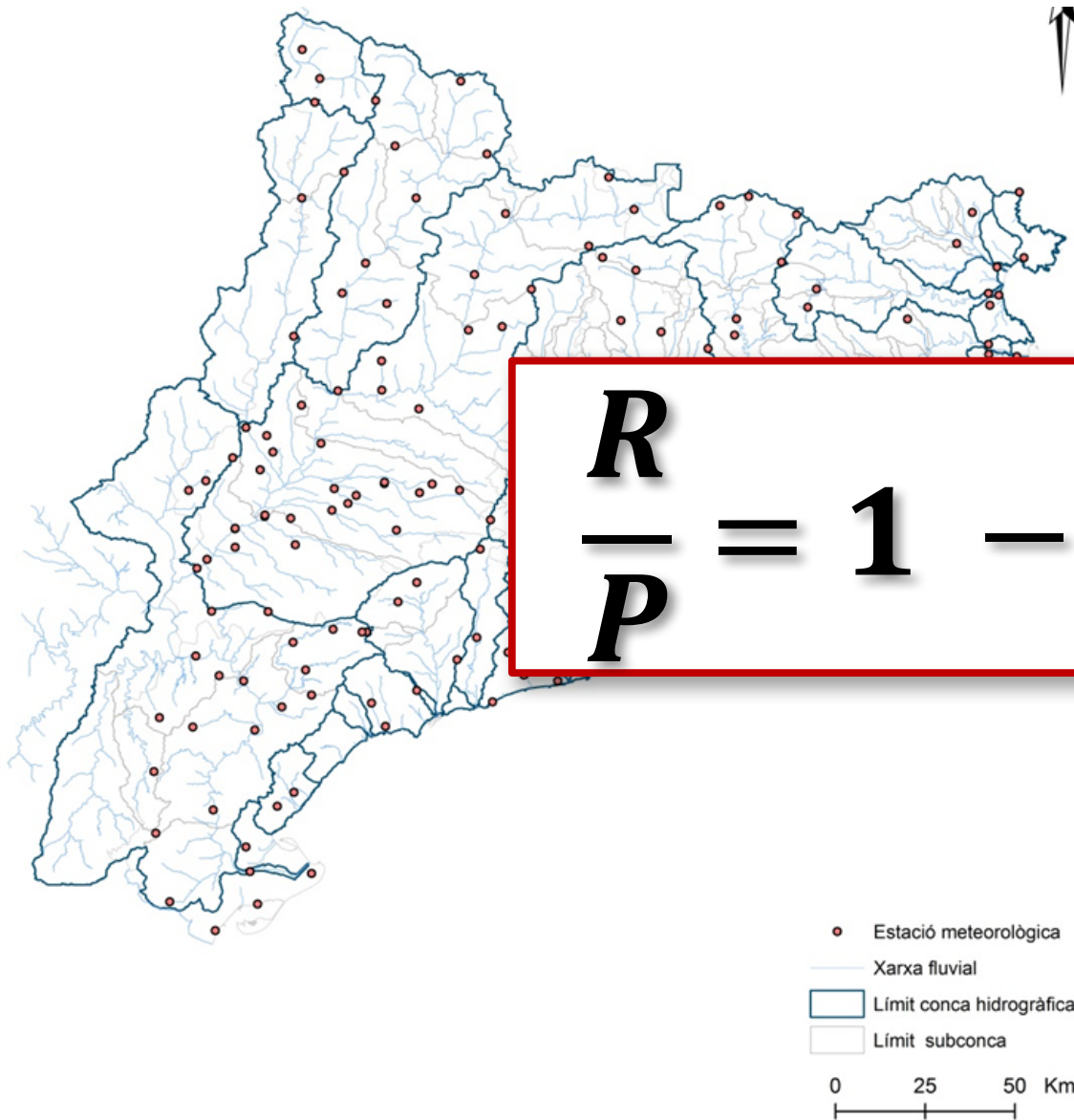
Taula 4.- Estimacions de la variació de temperatura i precipitació a les diverses zones geogràfiques de Catalunya (Calbó et al., 2016).

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

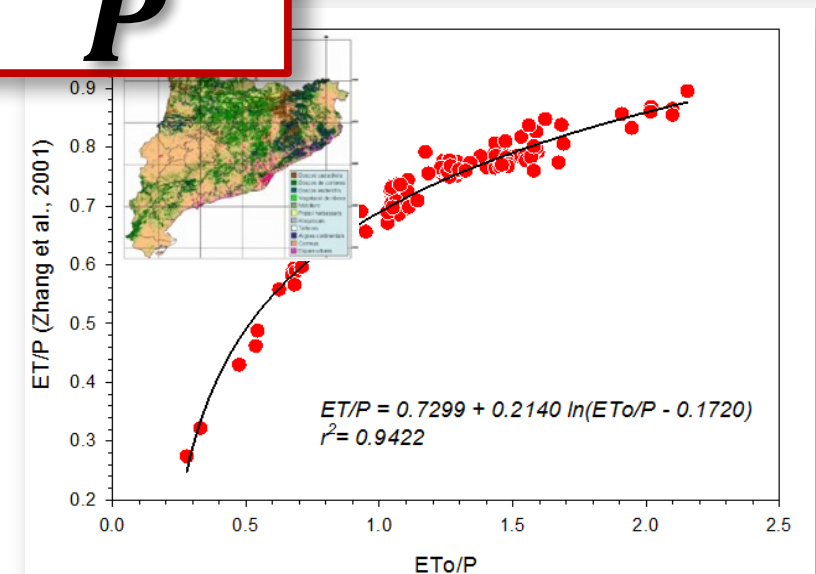
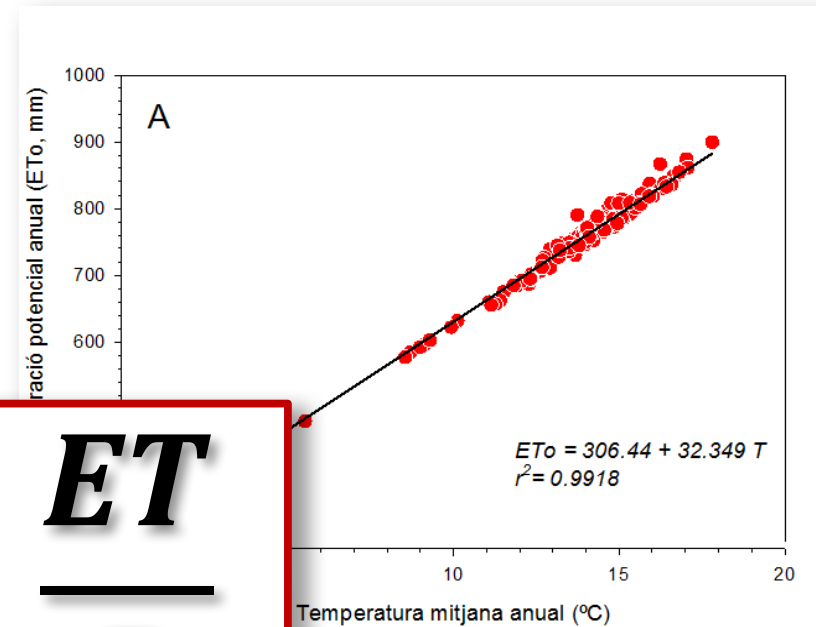
2012-2021 vs 1971-2000		Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Anual
LITORAL	temperatura(°C)	0.6(0.0/1.2)	0.7(0.2/1.3)	0.9(0.4/1.3)	0.8(0.4/1.2)	0.7(0.5/1.0)
	precipitació(%)	-5.4(-26.7/17.6)	-6.4(-28.9/18.4)	-1.9(-21.8/15.8)	-7.9(-27.6/23.4)	-2.4(-20.7/6.0)
INTERIOR	temperatura(°C)	0.6(0.1/1.1)	0.8(0.2/1.4)	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: TICCC / CADS-IEC (2016)

Estimate water budget variations



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



Ratio Resources/Precipitation (R/P)

Taula 7.- Valors dels quocients R/P actuals (2015) i per a les projeccions climàtiques pels escenaris de 2021 i 2051, i de les ratios entre els valors de R/P projectats per 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, considerant-les segons la seva ubicació: Pirineu (P), Interior (I) i Litoral (L). n: nombre de subconques.

	Zona		Àrea	Àrea	Precipitació	R/P	R/P	Ratio	R/P	Ratio
Conques Internes	n		km ²	(%)	mm	actual	2021	(R/P) ₂₀₂₁ /(R/P) _{act}	2051	(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
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
Mitjana ponderada Llobregat:					587.7	0.245	0.222	0.909	0.213	0.869
Ter	P	5	1,184.9	36.3	905.0	0.394	0.380	0.973	0.359	0.920
	I	4	704.7	21.6	663.0	0.288	0.267	0.930	0.261	0.907
	L	8	1,371.6	42.1	689.0	0.273	0.264	0.969	0.241	0.883
Mitjana ponderada Ter:					761.9	0.320	0.307	0.962	0.288	0.901
Tordera	P	2	154.5	17.7	930.0	0.430	0.413	0.960	0.391	0.910
	L	4	719.7	82.3	577.0	0.226	0.217	0.956	0.195	0.846

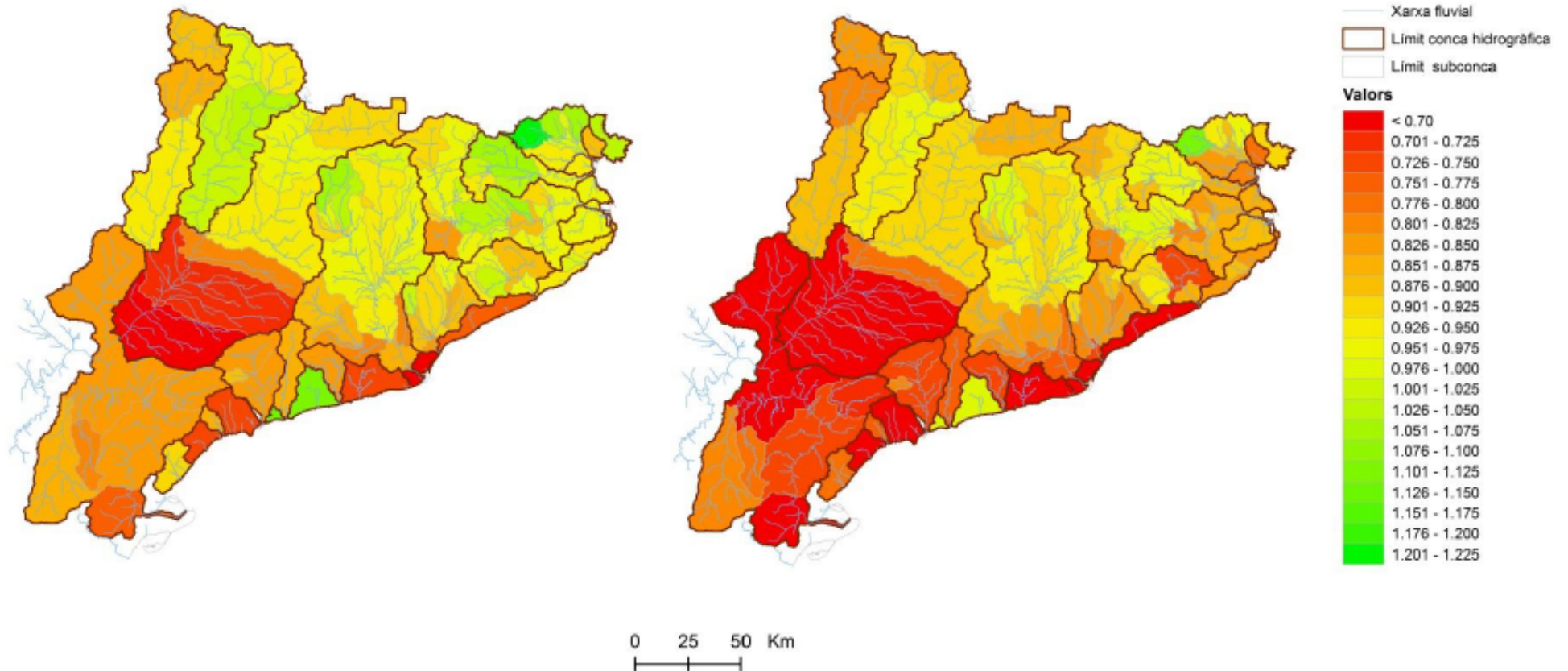
Valors mitjans a Catalunya:

	Àrea	Àrea	Precipitació	R/P	R/P	Ratio	R/P	Ratio
	km ²	(%)	mm	actual	2021	(R/P) ₂₀₂₁ /(R/P) _{act}	2051	(R/P) ₂₀₅₁ /(R/P) _{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

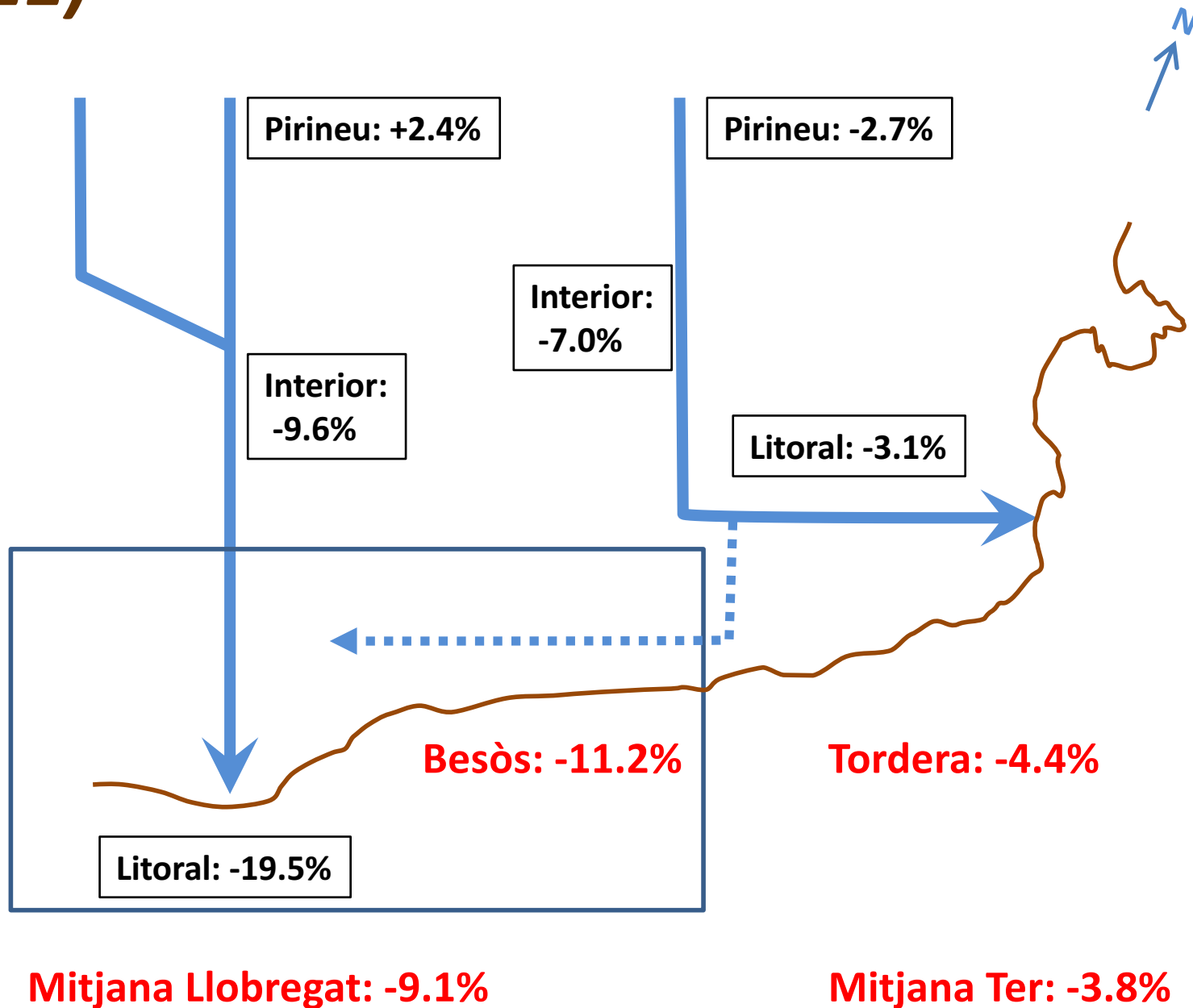
Mapping R/P ratios in Catalonia

R/P (2021/Actual)

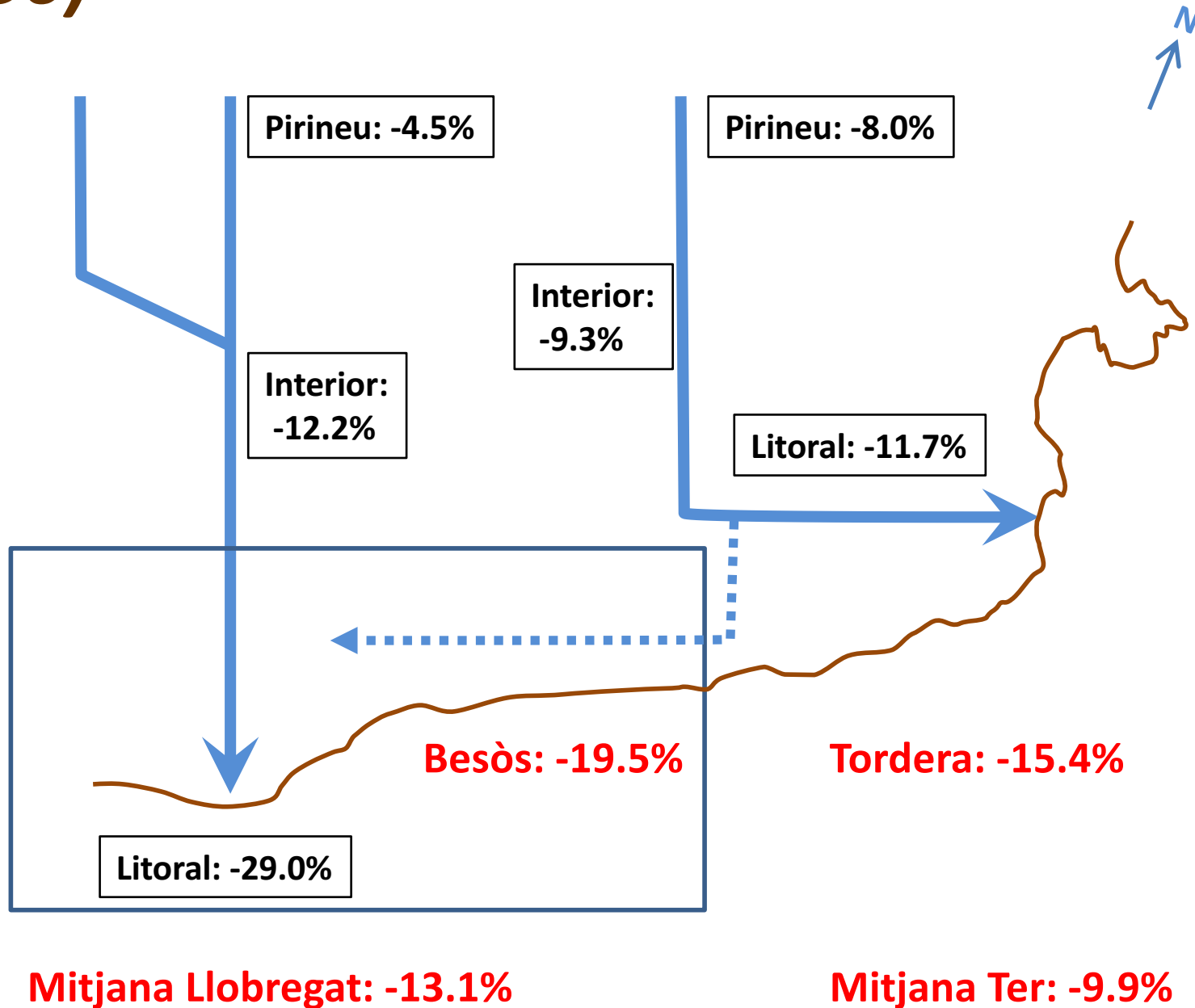
R/P (2050/Actual)



Climate influences on water resources (2021)



Climate influences on water resources (2050)



	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 ponderat 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

	Àrea	Preci- pitaci ó	Apor- tació	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"	Variaci ó aport. 2021	Variaci ó aport. 2050	Variaci ó aport. 2021	Variaci ó 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

Conclusions

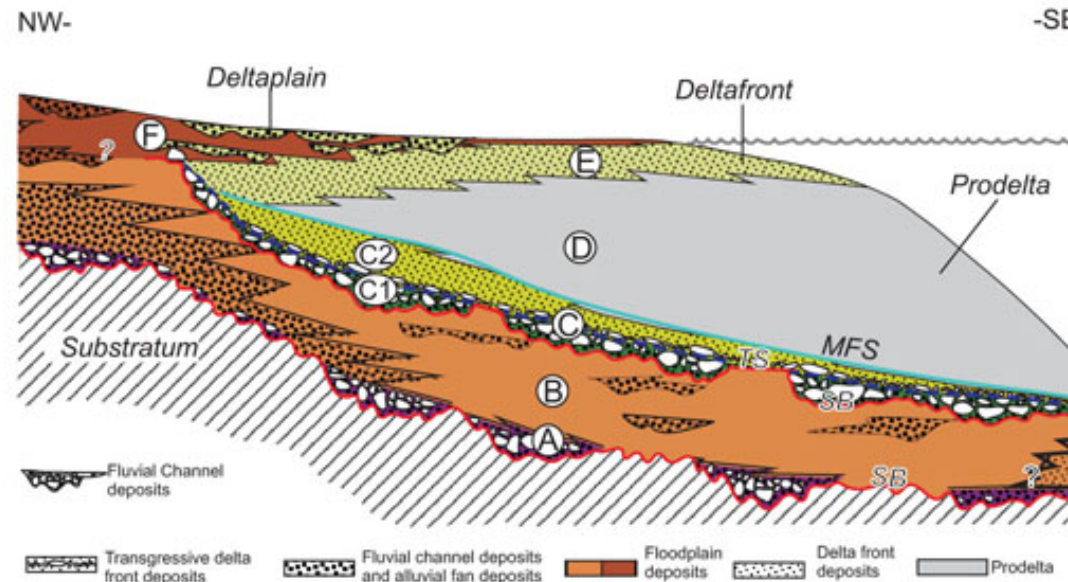
- i. *AMB water supply: SUP (85%), SUB (15%)
Ter (55%), Llobregat (45%)*
- ii. *Water resources projection: –16%; in detail, 12 hm³ at Llobregat & 45 hm³ at Ter headwaters in 2050,*
- iii. *Major vulnerability at Ter headwaters; yet even larger at the overall Llobregat basin,*
- iv. *AMB depends on external resources, so other basins should be considered when planning supply*
- v. *Put alternative resources into value.*

Recommendations

i. Get your resources known: invest on knowledge!

a) Explore local resources availability and water reuse potential.

b) Figure out which will be the costs: monetary & non-monetary.



Recommendations

- ii. *Promote water saving and wastewater treated water reuse; bet for desalination. This will mean an additional cost to users of the AMB; however, this cost is presently paid by the donor-basins.*

Define regional hydrological relationships based on a “mutual commitment”, rather than “solidarity”.



Recommendations

- iii. *Promote a bottom-up governance, and encourage a transversal team with people from all interested basins.*

Sustainability criteria must be followed!



**JUNTA CENTRAL D'USUARIS
D'AIGÜES DEL BAIX TER**



Recommendations

iv. Educate citizenship in the value of water, ... not its price!

Warrant access to water resources to everyone using social policies.

Tax commercial and luxury water uses.



Recommendations

v. *Citizens must be aware that:*

1) *Climate change is neither a chance nor the outcome of a random process; its causes are well-known and measureable.*

2) *Its consequences are known based on scientific knowledge (climate projections, modeling, ...)*

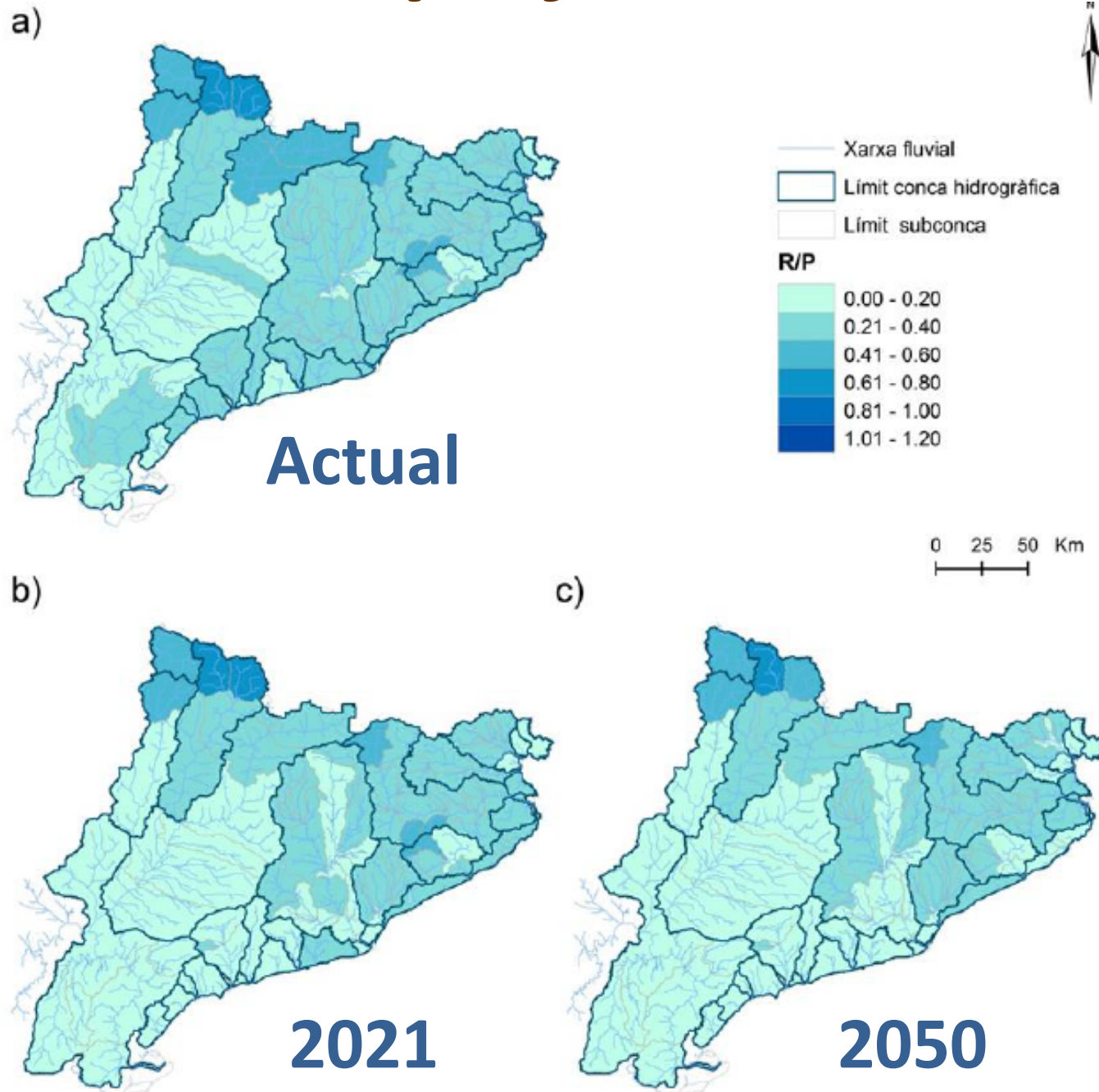
3) *Despite uncertainties (and Mr. Trump as well), mitigation and adaptation are urgent. Water resources stand as one of the most vulnerable elements. **Action!!!***



Thank you!!!



Relació R/P: projeccions



Futures línies de treball

i. Considerar la capacitat a nivell municipal,

Fitxa # 14|12|15 v4

Projecte METROBS | Aigua

Fitxa tècnica

BARCELONA

Població (2014) 1,602,386 hab

Demanda aigua (2012; x 10³ m³)

	Domèstic	No domèstic	Municipal	Total	Subministre:	SGAB
Superficial:	63,127	28,070	5,345	96,542	Origen	
Subterrània			1,337	1,337	Ter-Llobregat	
Fonts (alta):	Superficials	Subterrànies	Compra	Total	Venda	Rend. %:
	--	--	--	0		--
Consum	167.4 L/hab/dia					

Origen (2012; x 10³ m³)

TER LLOB-ABR LLOB-SJD Subterrànies Altres

Dades hidrogràfiques/climàtiques

Conca hidrogràfica: Llobregat **Subconca:** Barcelona

Temperatura mitjana:	16.42 °C	Obs. SMC:	BCN-Raval
Precipitació mitjana:	577.0 mm/any		BCN-Fabra
Evapotranspiració (ET ₀):	840.0 mm/any		
Evapotranspiració real (ET):	391.0 mm/any	(segons fórmula de Zhang et al., 2001).	
Relació R/P:	0.322		

Projeccions climàtiques (TICCC)

Zona: Litoral

	2021	2051		2021	2051
Δ T (°C):	0.7	1.4	T (°C):	17.12	17.82
Δ P (%):	-2.4	-8.3	P (mm/any):	533.9	501.6
			ET ₀ (mm/any):	860	883
			Relació R/P:	0.186	0.164
			Ratio vs 2015:	0.577	0.509

Afeccions climàtiques als recursos

	Occurrència	Magnitud	Impacte
Règim de cabals:			
Recàrrega subterrània aq.s.:			
Impacte qualitat R Sup.:			
Impacte qualitat R sub.:			

Actuacions/propostes d'adaptació