



**Adaptando el Mediterráneo
al Cambio Climático**

El proyecto LIFE MEDACC en las cuencas de la Muga, el Segre y el Ter: principales resultados y conclusiones

Xavier Aranda

Carme Biel

Gabriel Borràs

Gemma Cantos

Immaculada Funes

Diana Pascual

Eduard Pla

Javier Retana

Salvador Samitier

Robert Savé

Sergio M. Vicente-Serrano

Javier Zabalza



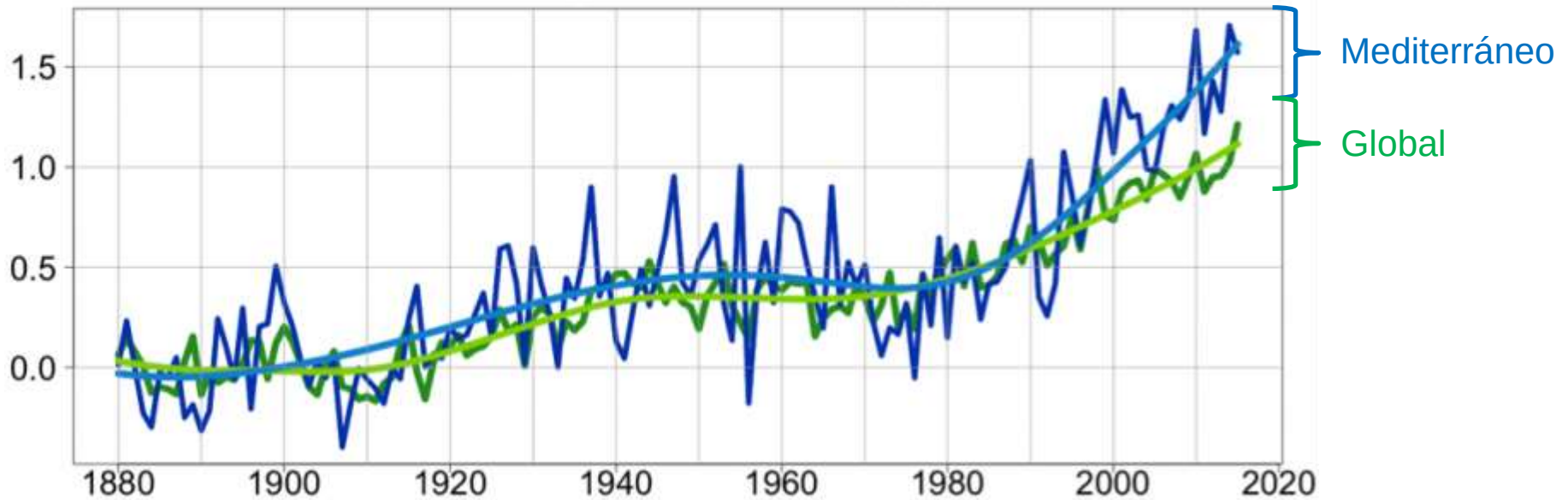
**Oficina Catalana
del Canvi Climàtic**



- Contexto
- El Proyecto
- Las Cuencas
- Metodología
- Análisis climático
- Acciones – Resultados – Adaptación
 - Bosques
 - Cultivos
 - Agua
- Participación
- Indicadores de vulnerabilidad actual

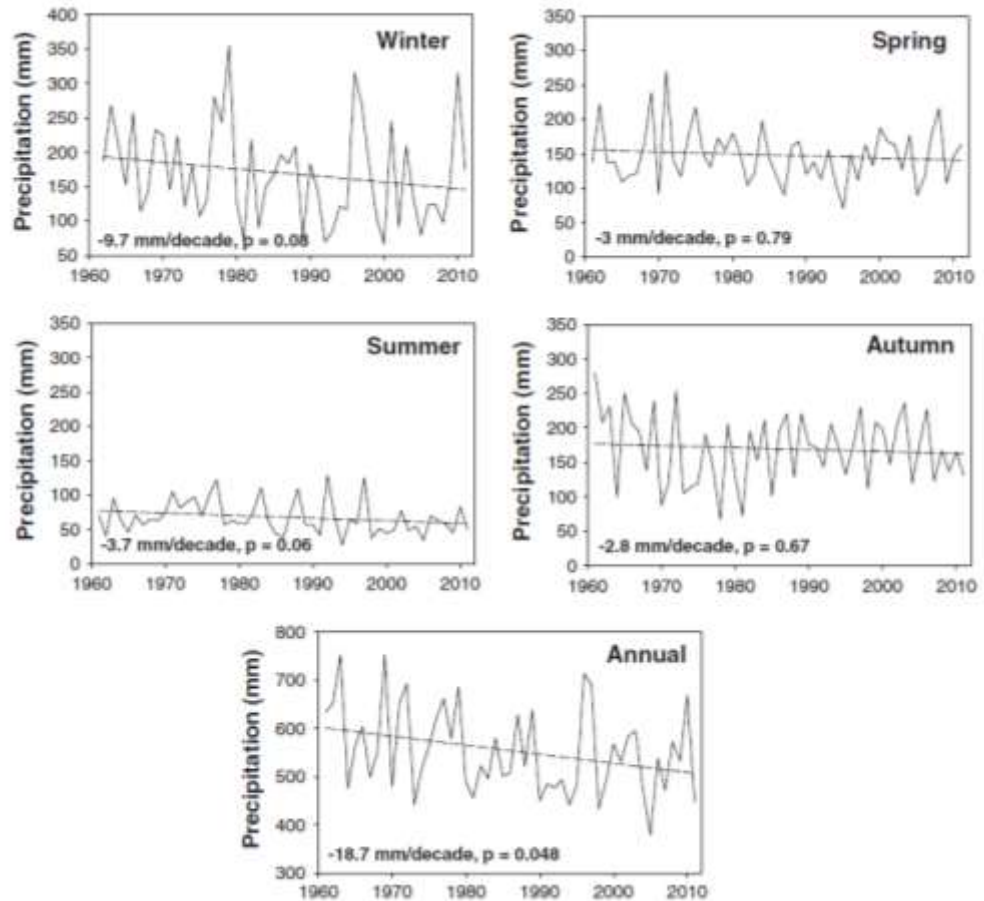
Contexto

Mean Temperature Anomalies (K)



Contexto

Evolución de las precipitaciones en España (1961-2011)



Contexto

Evolución mensual y anual de la
Demanda de Agua por parte de la
Atmósfera

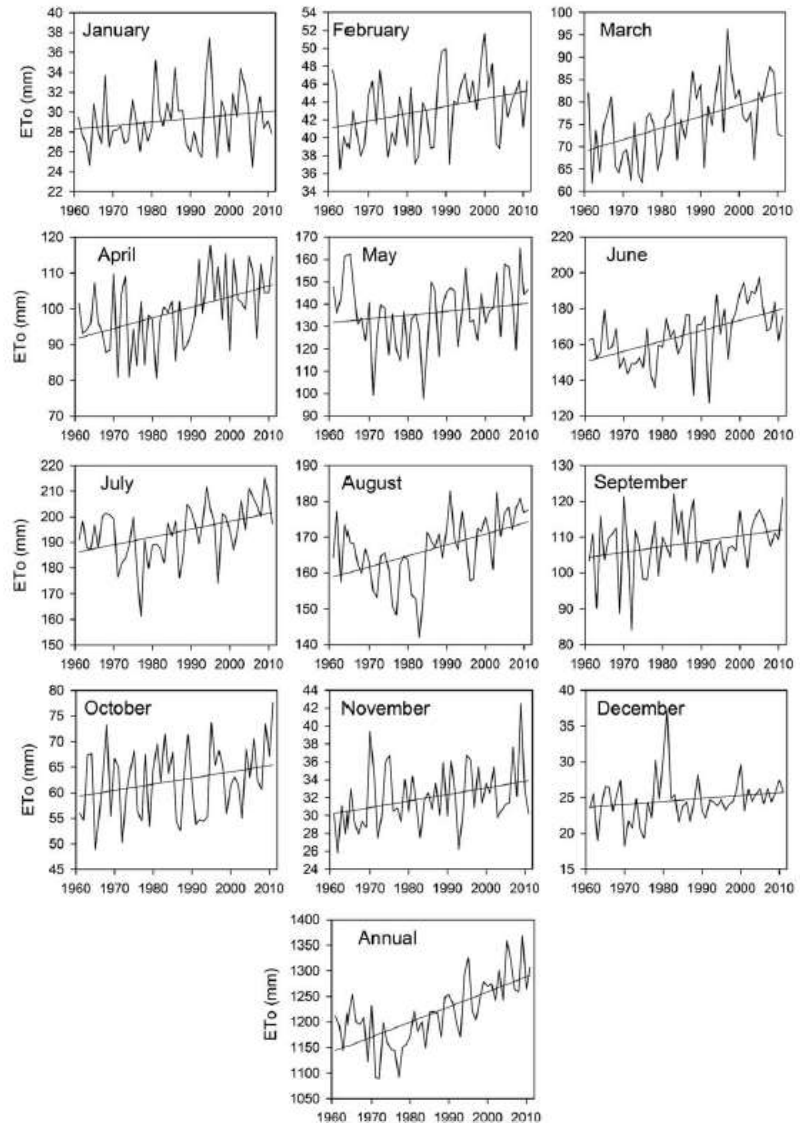
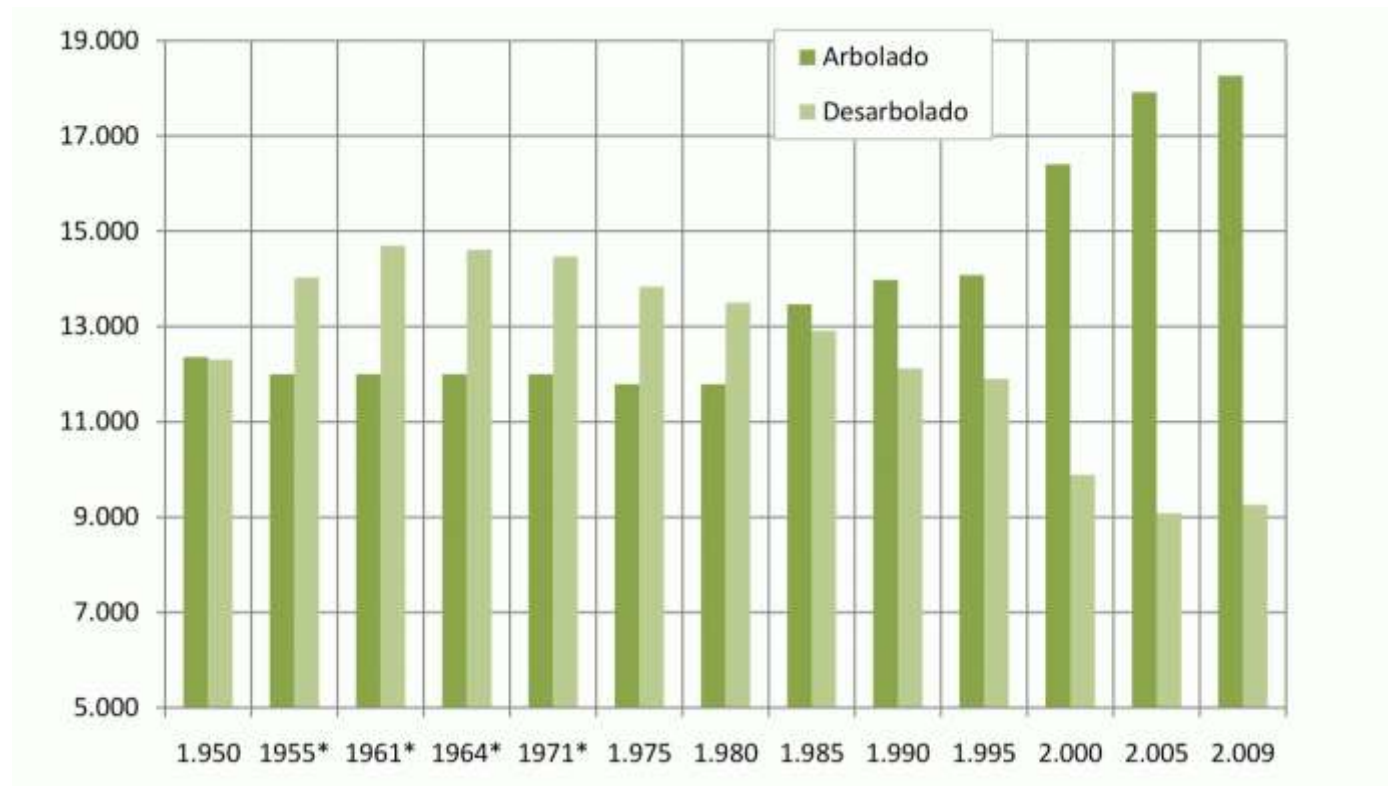


Figure 3. Evolution of monthly and annual ET₀ from the regional series of Spain from 1961 to 2011.

Contexto

Aumento de la superficie forestal.

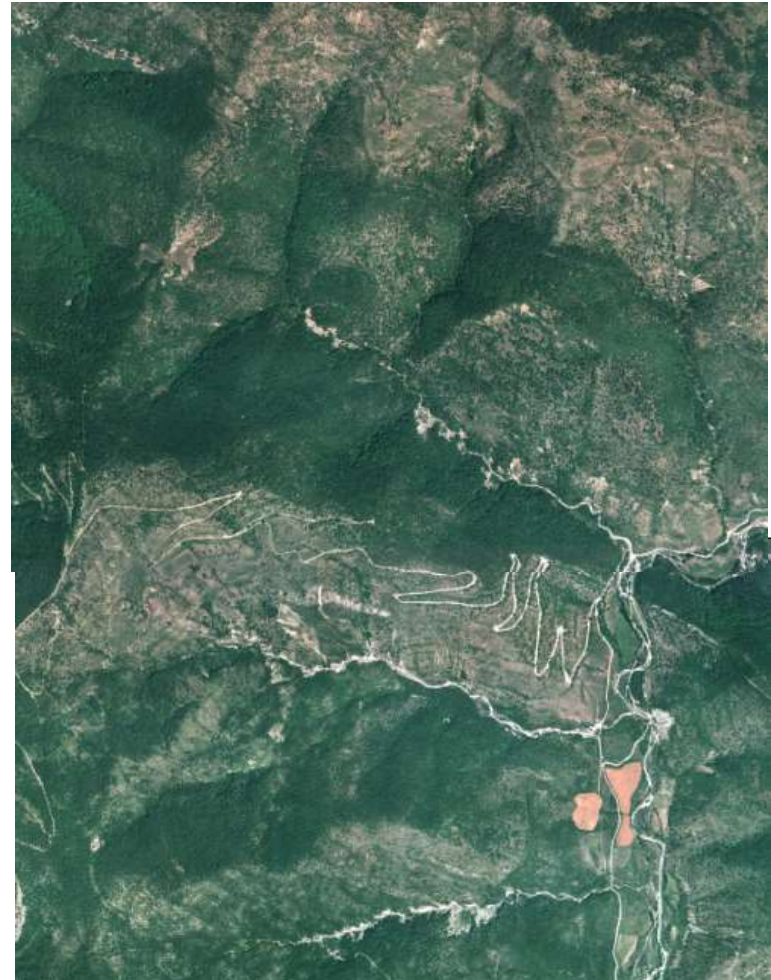


Contexto

Revegetación de antiguos campos abandonados



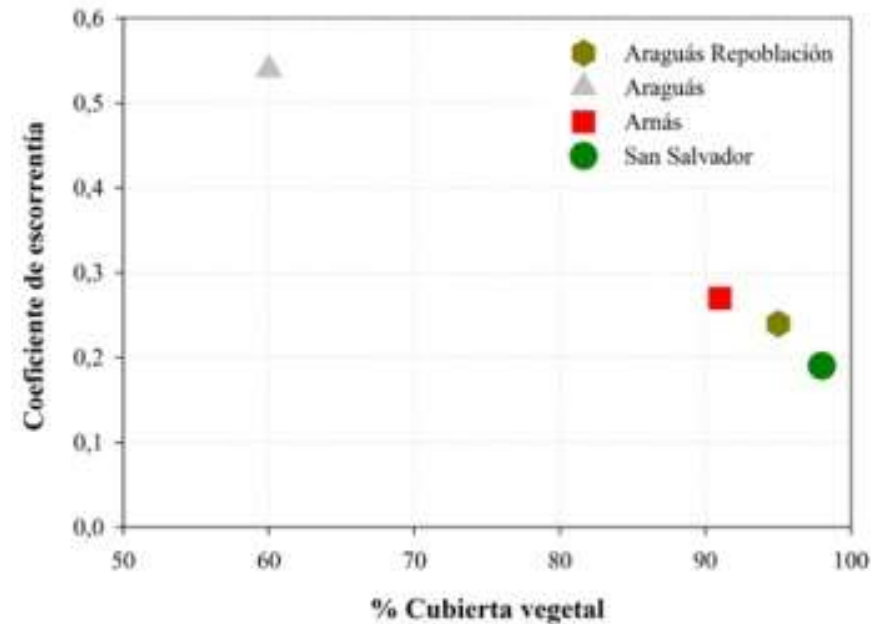
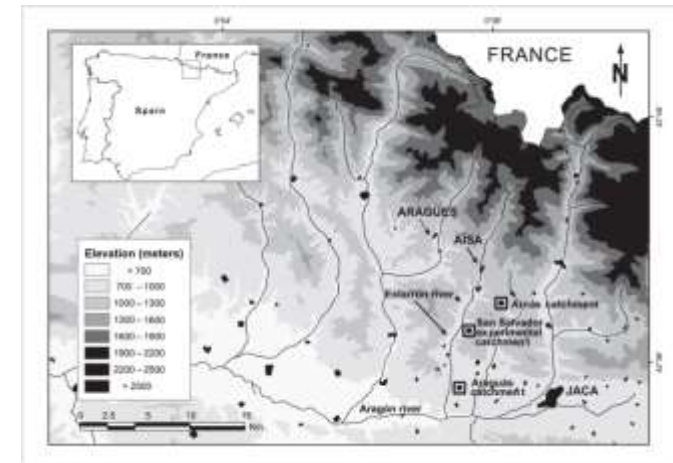
1957



2008

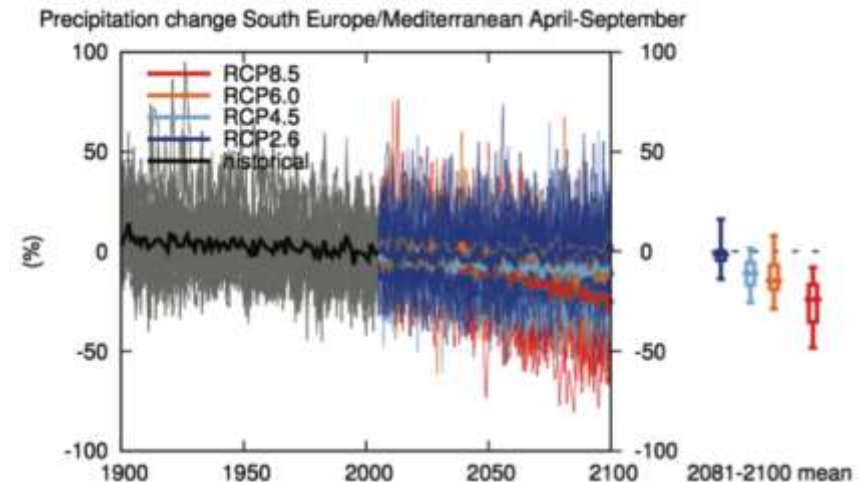
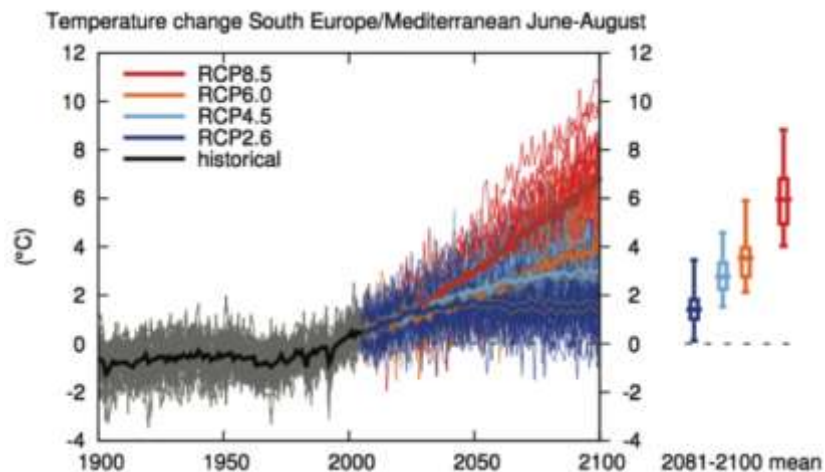
Contexto

Efectos de la revegetación sobre la
escorrentía



Contexto

Las proyecciones climáticas prevén un aumento de las temperaturas y un descenso de las precipitaciones en la región mediterránea.



Contexto

En Europa se han desarrollado varias políticas para hacer frente a los impactos del cambio climático.



ESCACC
2013-2020



Realiza un diagnóstico sobre la afección del cambio climático en el territorio proponiendo más de 100 medidas generales para reducir la vulnerabilidad de sus impactos.



Adaptando el Mediterráneo
al Cambio Climático

El proyecto

MEDACC nació con el objetivo de **probar** soluciones innovadoras orientadas a **adaptar** nuestros sistemas **agroforestales** y **urbanos** a los impactos del cambio climático. Para ello, se han desarrollado **actividades demostrativas** en tres cuencas representativas de Cataluña (la Muga, el Ter y el Segre).

MEDACC ha sido un proyecto de 5 años de duración (2013-2018), cofinanciado por el Programa **LIFE+** de la UE y desarrollado por **4 instituciones** diferentes.



MEDACC ha:

- Evaluado en detalle los **impactos y vulnerabilidades** al cambio climático y a los cambios en los usos del suelo de cuencas hidrográficas de diferentes características.
- Identificado y valorado las **medidas de adaptación** que ya han sido **aplicadas** en estas cuencas con anterioridad,
- Propuesto una **estrategia de adaptación** al cambio climático para cada una de estas cuencas a partir del desarrollo de un plan de acción,
- Implicado a los diferentes **actores** vinculados a las cuencas a partir de la creación de un **Comité de Seguimiento y gestión** y el desarrollo de actividades participativas.

Las principales acciones de **MEDACC** han sido:

- **Participación** de actores en diferentes fases del proyecto, aportando su conocimiento y experiencia.
- **Evaluación** de los principales impactos del cambio climático y las vulnerabilidades territoriales de las tres cuencas.
- **Identificación** de las áreas, sistemas y sectores económicos más sensibles al cambio climático.
- **Diagnosis** de qué Medidas de Adaptación se han aplicado previamente a las cuencas de estudio y qué efecto han tenido.
- **Definición** de nuevas Medidas de Adaptación (gestión del agua, cultivos y bosques) e implementación de algunas de ellas en pruebas piloto (agrícola y forestal).
- **Seguimiento** de los efectos de las pruebas piloto en las tres cuencas.
- **Difusión** de los resultados en diferentes redes y plataformas.



Las cuencas



El estudio se
ha realizado
a nivel de
**cuenca
hidrográfica**

 la Muga

 el Ter

 el Segre



Demandas de agua/presiones

Los cultivos representan el 75% de la demanda de agua de la cuenca, mientras los usos urbanos consumen el 20%, con una población de 140.000 habitantes y una presión estival muy elevada. Las extracciones de agua para riego afectan a la recarga del acuífero aluvial y los caudales del río. La cuenca se encuentra afectada por una elevada recurrencia de episodios de sequía hidrológica.



Demandas de agua/presiones

El río contribuye, conjuntamente con el río Llobregat, al suministro de agua de la Región Metropolitana de Barcelona, con más del 50% de los recursos hídricos transferidos cada año. La demanda de agua es principalmente para usos urbanos (74% en 2007). Esta situación implica, con demasiada frecuencia, el incumplimiento de los caudales mínimos definidos en el curso bajo del río.



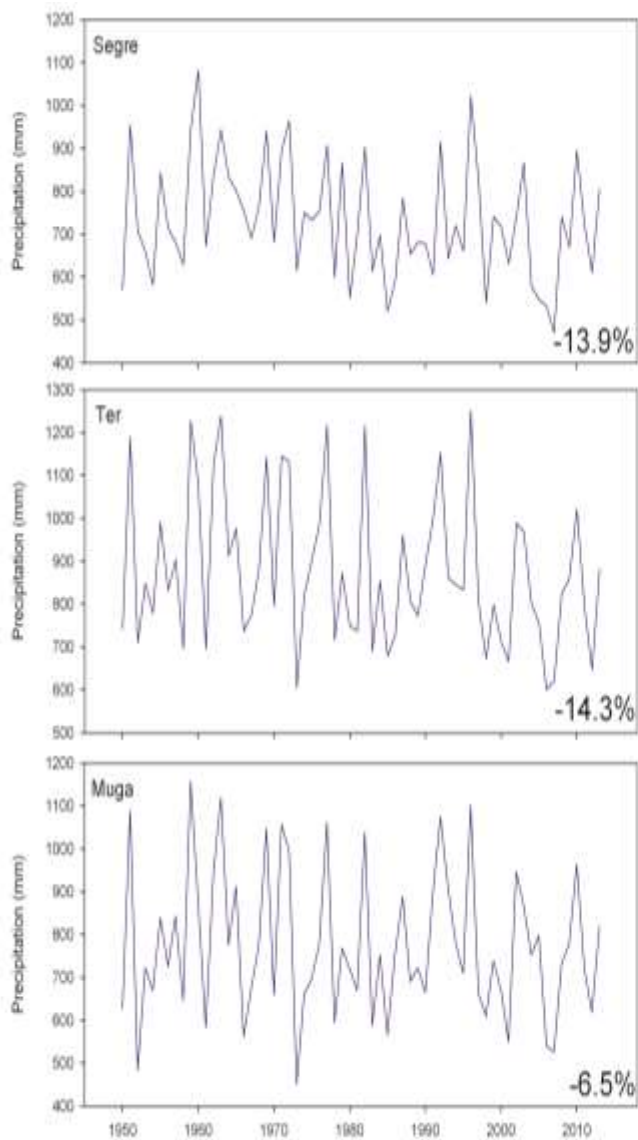
Demandas de agua/presiones

Esta cuenca presenta una fuerte presión sobre los recursos hídricos por las demandas agrícolas (aproximadamente el 95% de la demanda total de agua), con implicaciones sobre el estado ecológico del río y la calidad de las aguas subterráneas.

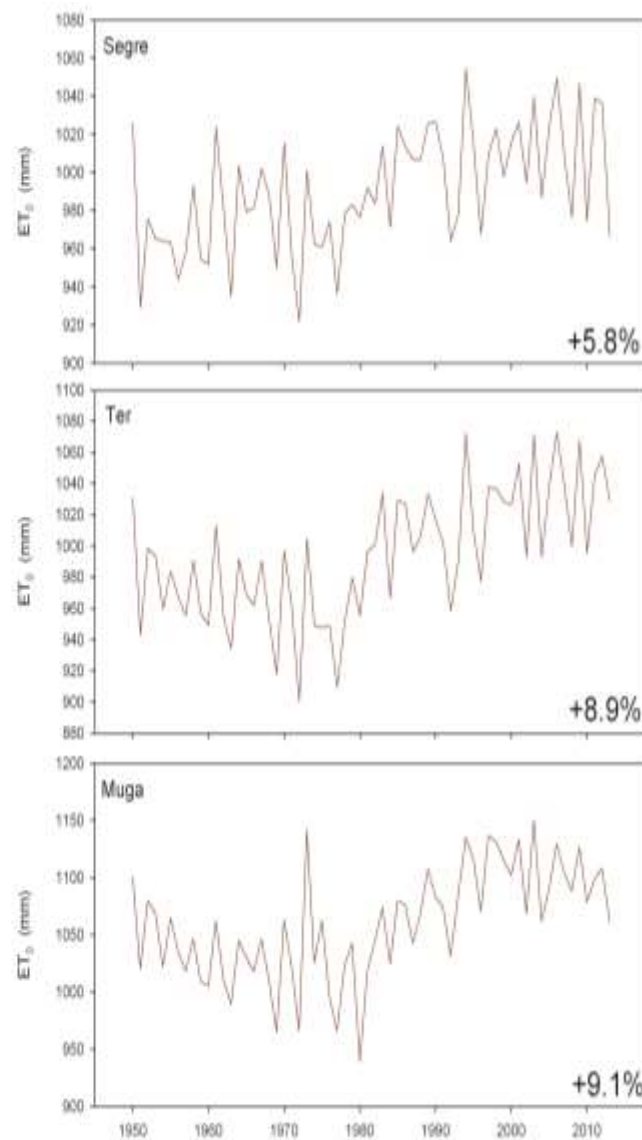
METODOLOGÍA

-  **Análisis histórico:**
 -  Clima
 -  Hidrología
 -  Usos del Suelo
 -  Necesidades Hídricas Netas (Cultivos)
-  **Modelización hidrológica**
-  **Escenarios**
 -  Cambio Climático
 -  Socioeconómicos: Cambios de usos del suelo y de demandas de agua
-  **Pruebas piloto**
 -  Bosques
 -  Cultivos
-  **Medidas de adaptación** (Identificación y propuesta), **planes de acción**
-  **Indicadores de vulnerabilidad**
-  **Procesos participativos**

Precipitación



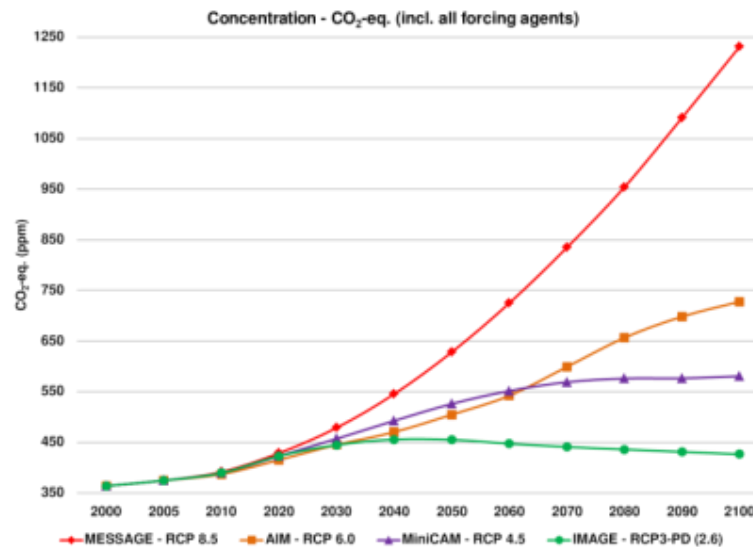
Demanda atmosférica (ET₀)



Proyecciones climáticas



El **RCP4.5** es un **escenario moderado** de estabilización que asume un máximo en las emisiones de gases hacia el año 2040 y un declive de las mismas desde entonces hasta final de siglo.

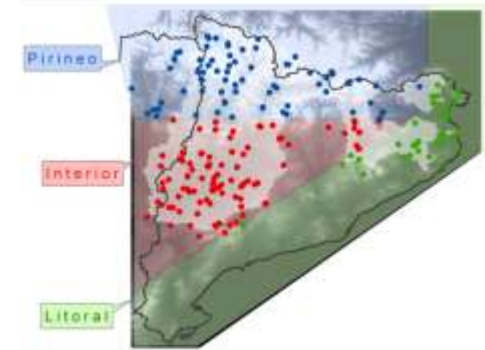


Proyecciones climáticas

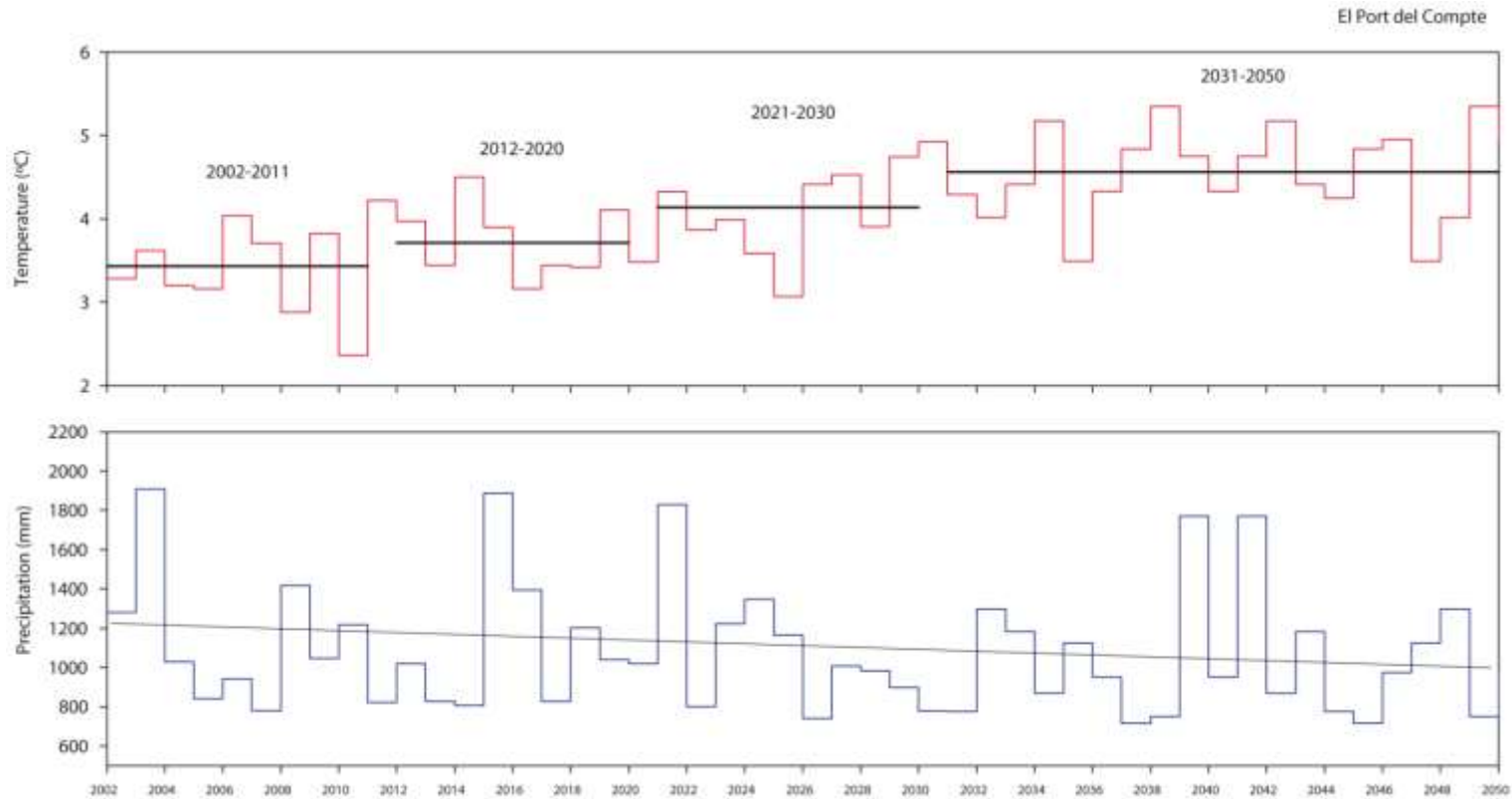


PRECIPITACION		Pirineo	Interior	Litoral
2012-2020	inv	2.7	2.1	-5.7
	prim	-1.3	-6.3	-6.9
	ver	-2.6	-1.6	-1.8
	oto	-3.1	-4.6	-8.2
2021-2030	inv	0.5	0.4	-6.0
	prim	-5.1	-9.1	-9.7
	ver	-5.8	-5.8	-6.7
	oto	-6.4	-6.9	-8.8
2031-2050	inv	-1.8	-1.3	-6.3
	prim	-8.9	-11.9	-12.5
	ver	-9.1	-9.9	-11.6
	oto	-9.7	-9.2	-9.4

TEMPERATURA		Pirineo	Interior	Litoral
2012-2020	inv	0.5	0.6	0.7
	prim	-0.1	0.1	-0.2
	ver	0.6	0.5	0.1
	oto	0.1	0.3	0.2
2021-2030	inv	0.9	0.9	1.0
	prim	0.2	0.3	0.1
	ver	1.1	1.0	0.6
	oto	0.7	0.8	0.7
2031-2050	inv	1.2	1.2	1.3
	prim	0.5	0.5	0.3
	ver	1.6	1.5	1.0
	oto	1.2	1.2	1.1



Proyecciones climáticas



Bosques

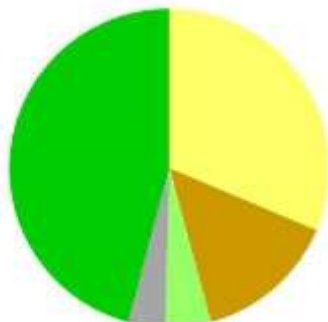


- **Cambios históricos en los usos del suelo y la superficie forestal**
- **Proyecciones futuras a partir de modelización 2050**
 - Crecimiento forestal (Modelo GOTILWA+)
 - Riesgo meteorológico de incendio (DC Índice Canadiense)
 - Idoneidad bioclimática (Bioclim)
- **Acciones de adaptación**
 - Prueba piloto en encinar en la cuenca de la Muga
 - Prueba piloto en pino silvestre en la cuenca del Ter
 - Prueba piloto en pino laricio en la cuenca del Segre
- **Gobernanza**
 - Indicadores de adaptación
- **Conclusiones**

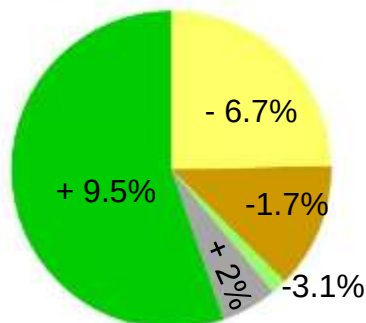
Los cambios observados en los usos del suelo entre 1970 y 2005 muestran procesos **de reforestación**, **abandono agrícola** y **expansión urbana**

La Muga

MCA 1970

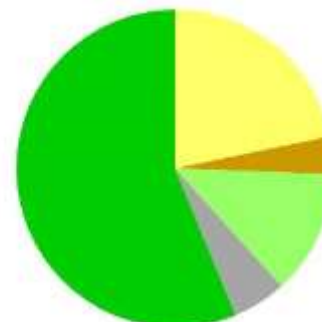


SIOSE 2005

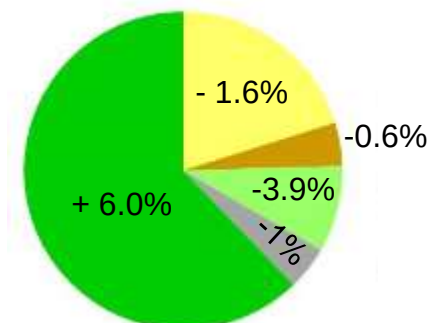


El Ter

MCA 1970

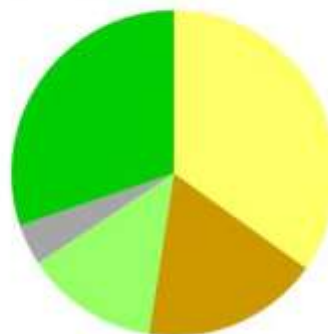


SIOSE 2005

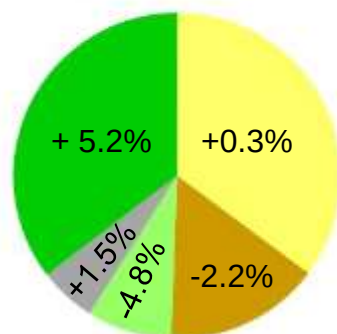


El Segre

MCA 1970



SIOSE 2005



- Conreus
- Matollar
- Prats - Past.
- Improductiu
- Boscos

Proyecciones futuras a partir de modelización 2050

- **Crecimiento forestal (Modelo GOTILWA+)**
 - Encinar en Requesens (Muga)
 - Pino silvestre en Montesquiú (Ter)
 - Pino laricio en el Solsonès (Llobera y Madrona, al Segre)

- **Riesgo meteorológico de incendio (DC Índice Canadiense)**
 - Las tres cuencas

- **Idoneidad bioclimática (Bioclim)**
 - Encina, alcornoque y pino carrasco (Muga)
 - Haya, roble, encina, pino silvestre y pino carrasco (Ter)
 - Pino negro, pino silvestre, pino laricio, pino carrasco, roble, encina (Segre)

Crecimiento forestal 2050

Model GOTILWA+

Biomasa aérea

Evapotranspiración
real

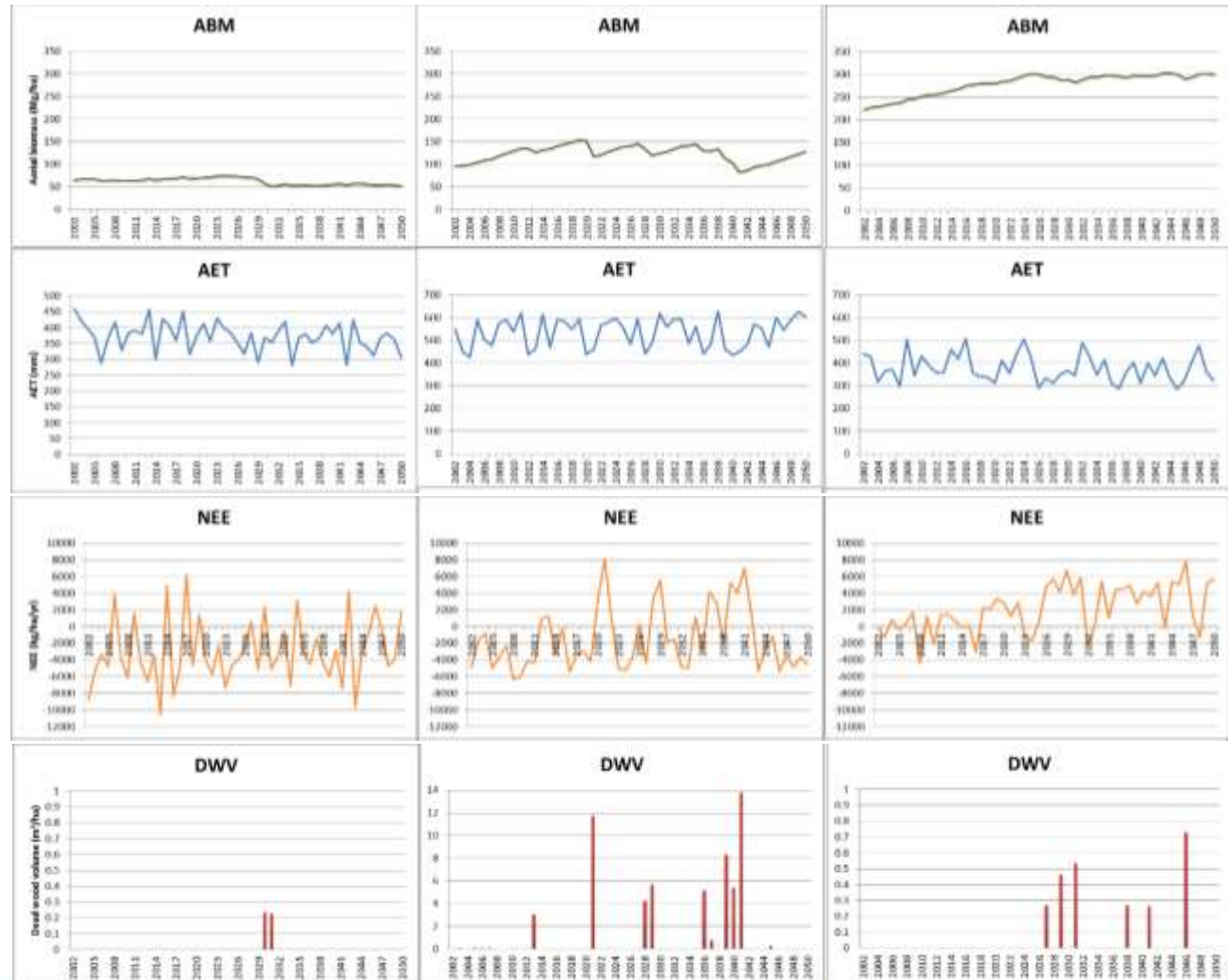
Intercambio neto
de C del bosque

Episodios de
mortalidad

Quercus ilex (Muga)

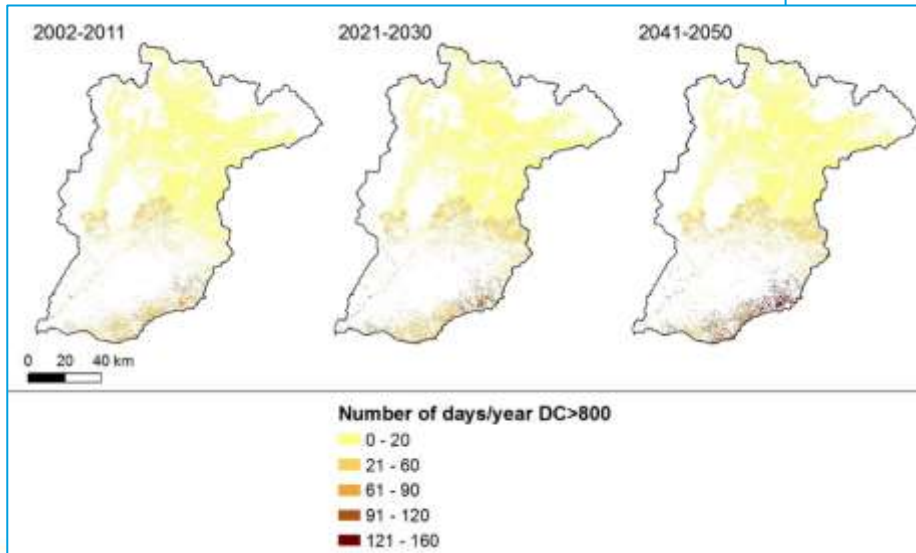
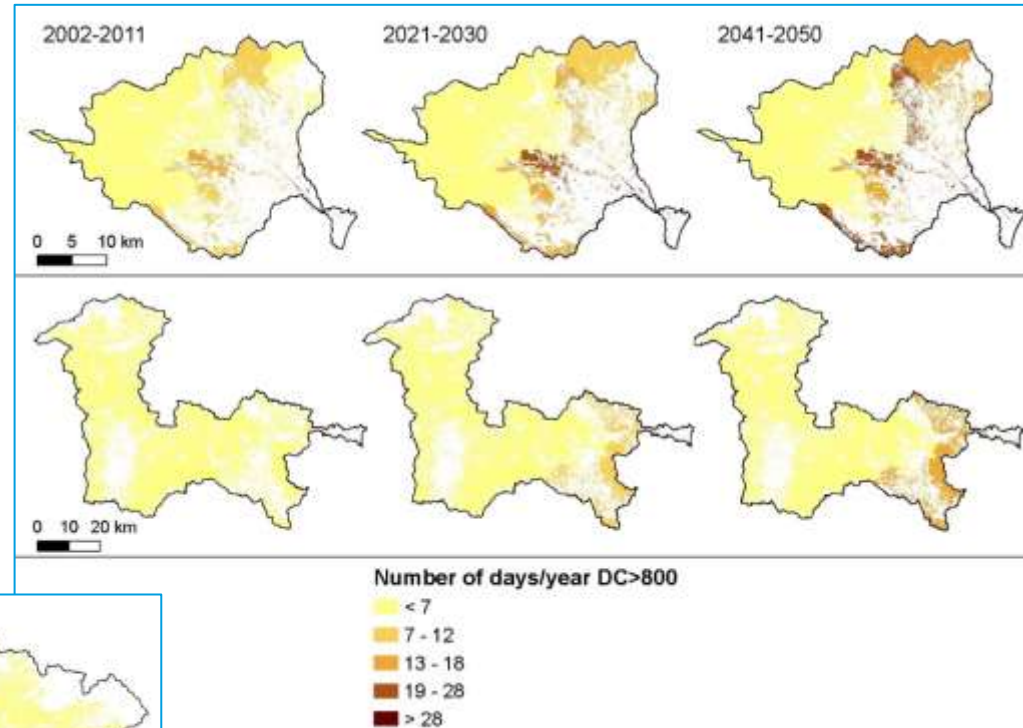
P. sylvestris (Ter)

P. nigra (Segre)



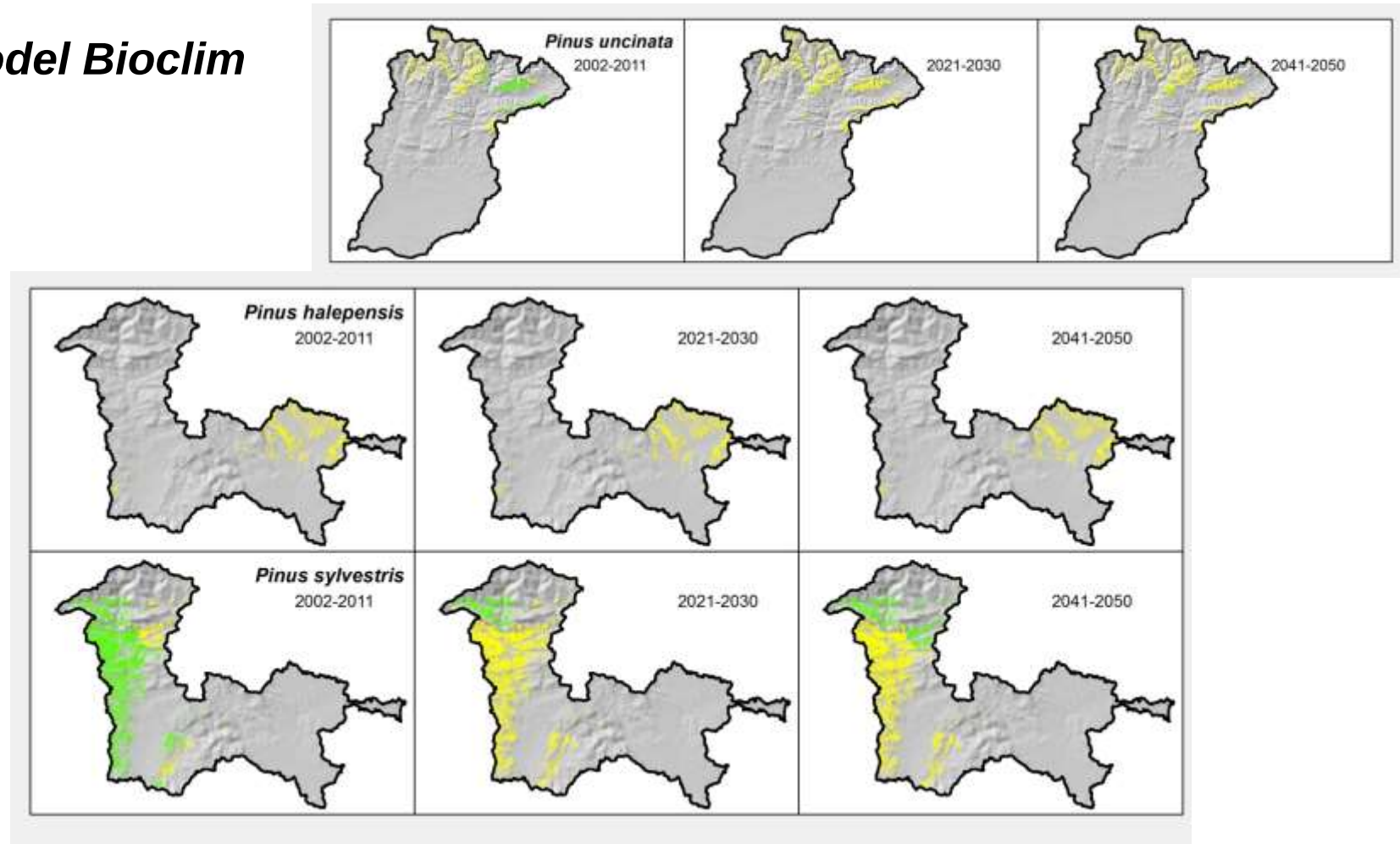
Riesgo meteorológico de incendio 2050

Drought Code Índice Canadiense



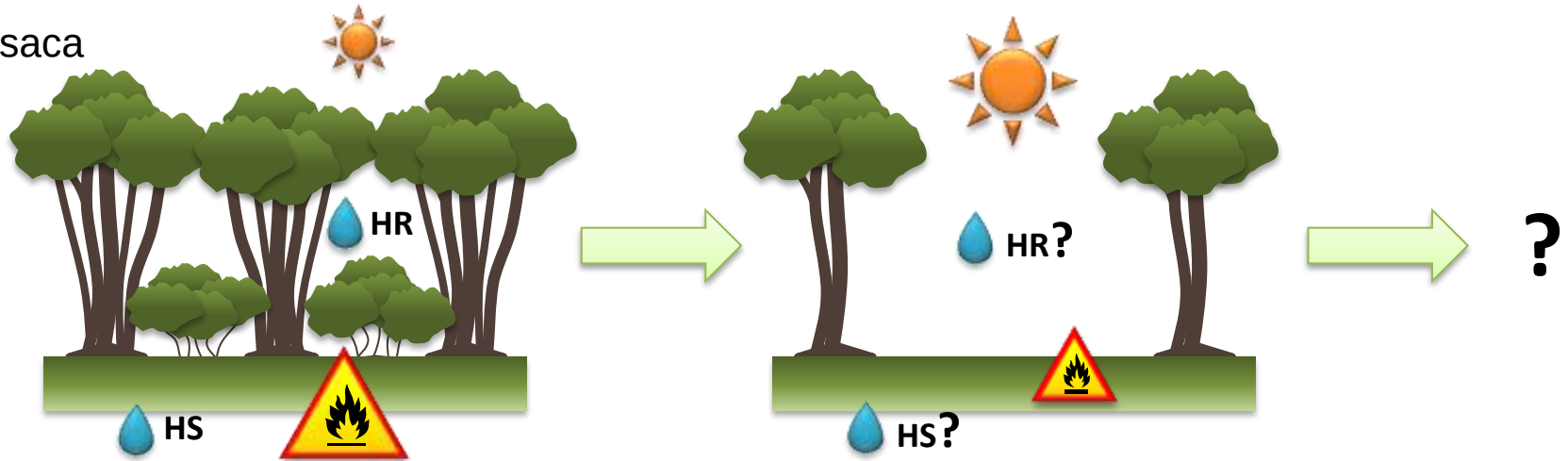
Idoneidad bioclimática de les especies forestales 2050

Model Bioclim



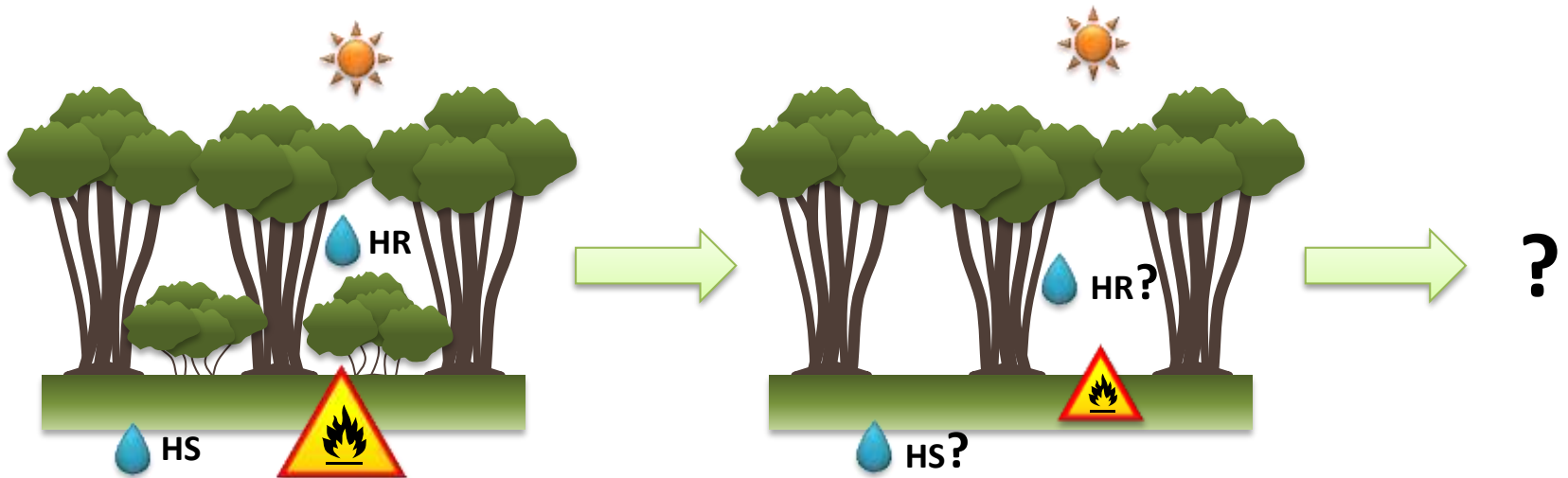
T1

Entresaca

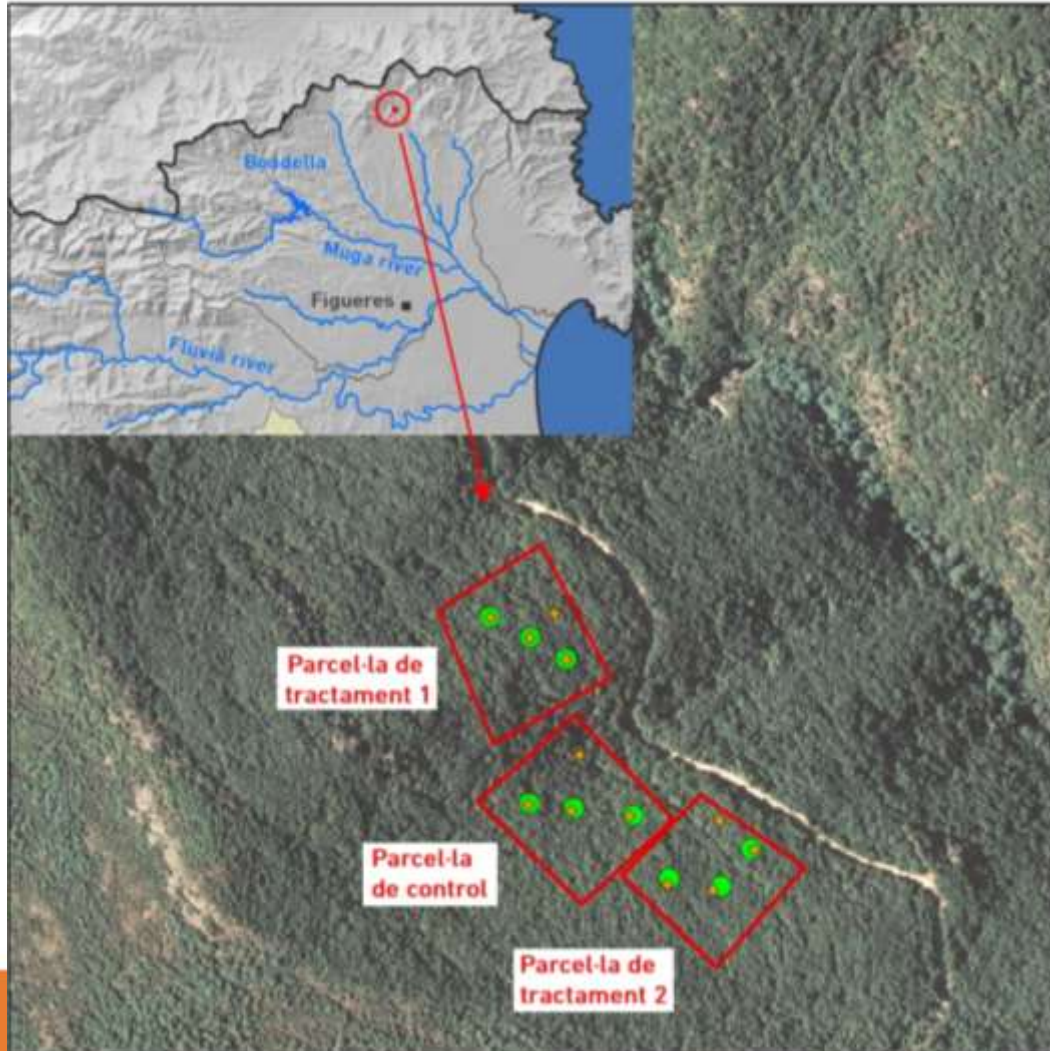


T2

Clara baja



Muga: Encinares (*Quercus ilex*) en la **finca Requesens** (PNIN l'Albera, Alt Empordà)



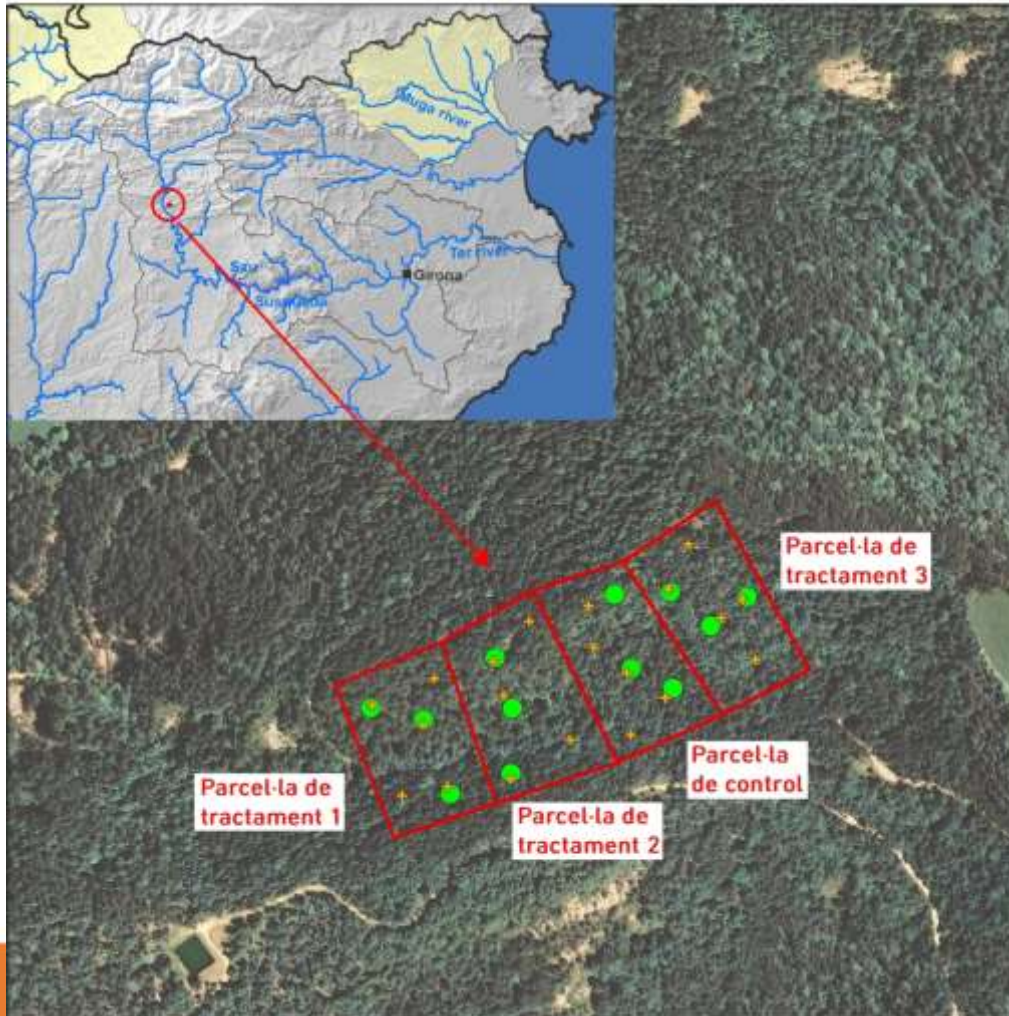
Objetivo

- Reducción del riesgo de incendio

Tratamiento

- Clara baja (T1): adaptación a bosque regular
- Entresaca (T2): adaptación a bosque irregular
- Control (C)

Ter: bosques de *Pinus sylvestris* con roble en el Parc del Castell de Montesquiu (Osona).



Objetivo

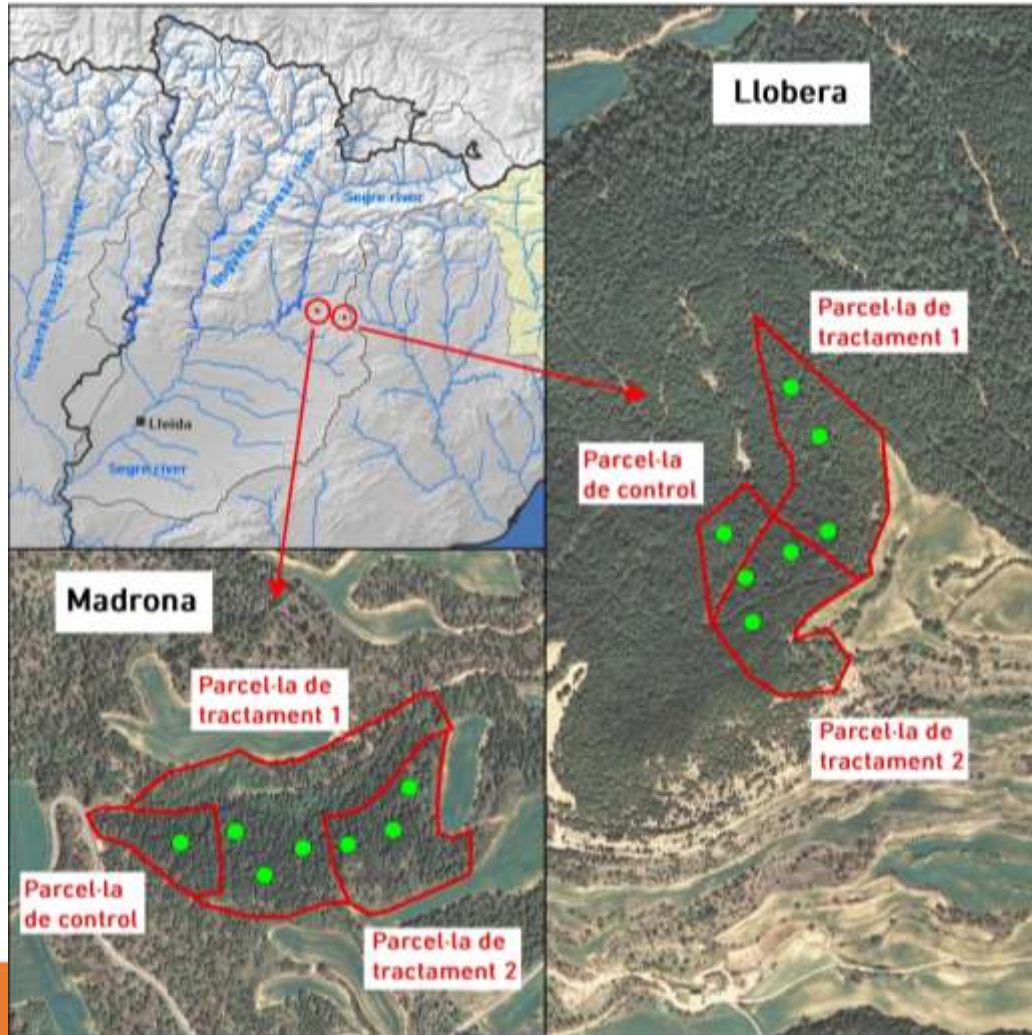
- Mejora del estado de salud del bosque y contención de la afectación per mortalidad
- Evaluar la respuesta competitiva del roble

Tratamiento

- Desbroce de sotobosque y clara baja de roble en dos niveles de intensidad (T1 i T2)
- Corte del *Pinus sylvestris* (T3)
- Control (C)

En colaboración con
la **Dip. de Barcelona**

Segre: bosques de *Pinus nigra* en el **Solsonès**, en dos zonas de estudio: Madrona y la Llobera (Puntos Estratégicos de gestión, PEGs)



Objectivo

- Reducció del risc de incendi
- Efecte sobre el creixement

Tratamiento

- Desbroce de sotobosque y clara baja con dos niveles de intensidad (T1, T2)
- Control (C)

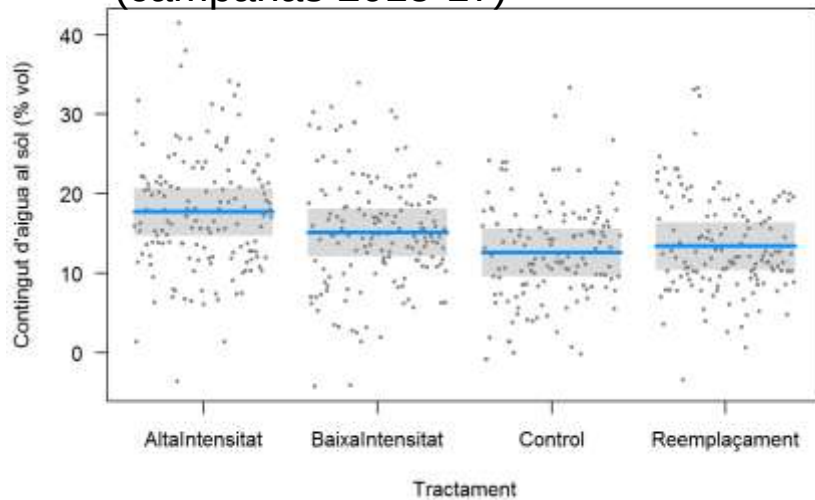
En col·laboració amb el projecte
Life DEMORGEST

Seguiment	Muga	Ter	Segre
Estructura del bosque	✓	✓	✓
Continuidad del combustible	✓		✓
Estado de salud		✓	✓
Humedad del combustible	✓		✓
Regeneración		✓	
Recuperación del sotabosque		✓	
Humedad del suelo	✓	✓	✓
Humedad y temperatura ambiental del rodal	✓	✓	✓
Meteorología: Temperatura y precipitación de la zona	✓	✓	✓



➔ Instalación de estación meteorológica al Castell de Requesens (abril 2015)

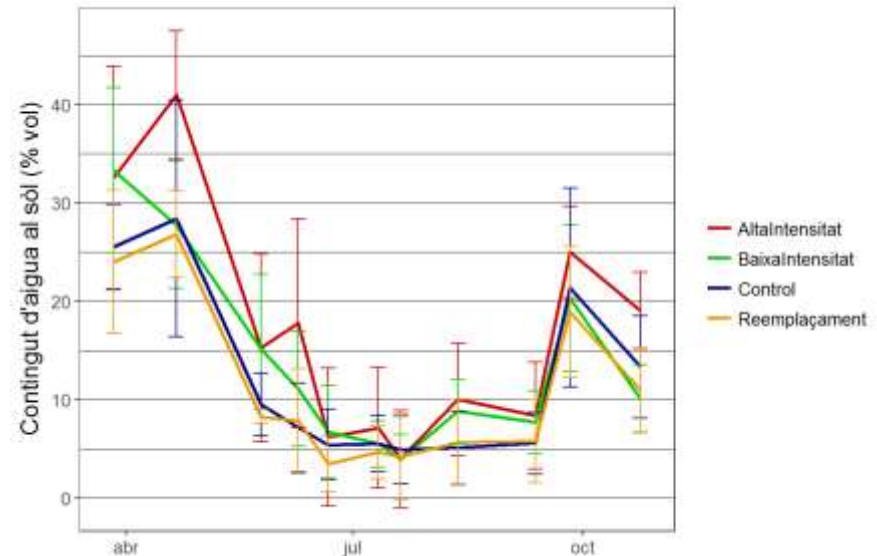
Agua en el suelo en el bosque de pino silvestre de Montesquiú, Osona (campañas 2015-17)



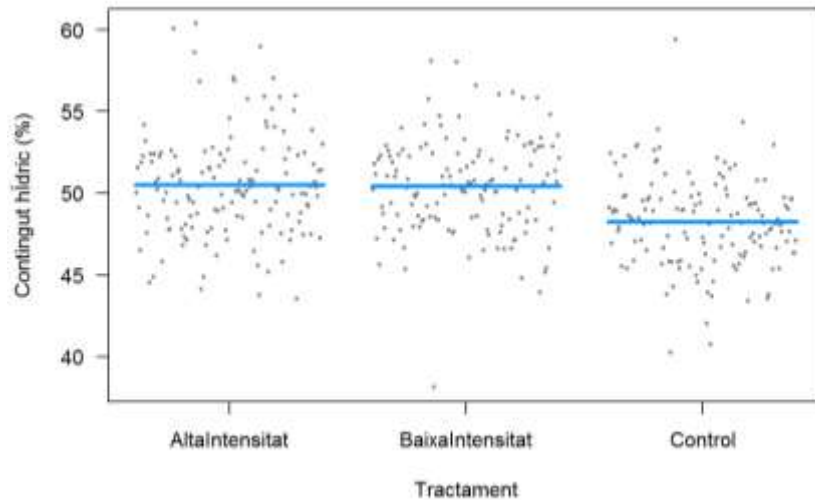
Y se acentúan estas diferencias cuando observamos periodos cortos

Efectos sobre el agua en el suelo

Evolución del contenido de agua en el suelo en el bosque pino silvestre de Montesquiú, Osona (campaña 2017)



Contenido hídrico del boj en el bosque de *Pinus nigra* de Llobera, Solsonès (campañas 2015-17)

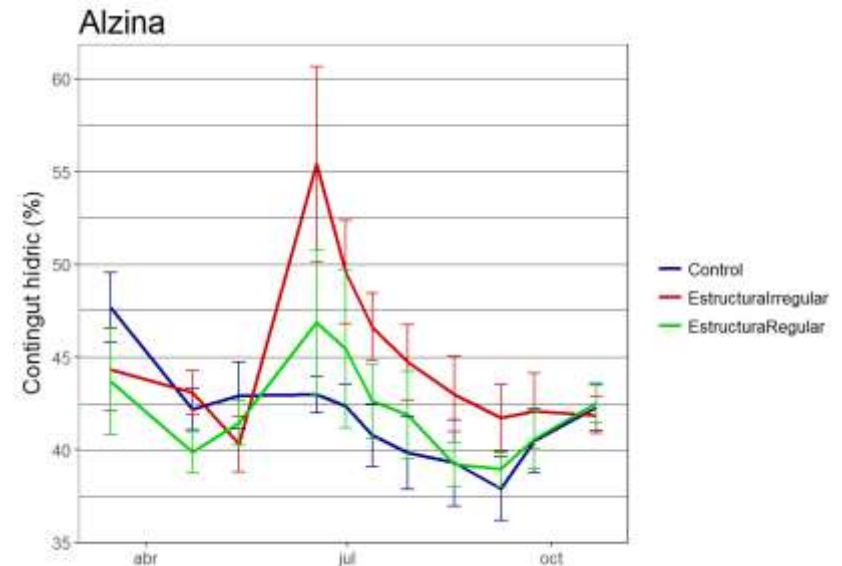


Y estas diferencias se acentúan en periodos de sequía importantes

Contenido hídrico de la vegetación

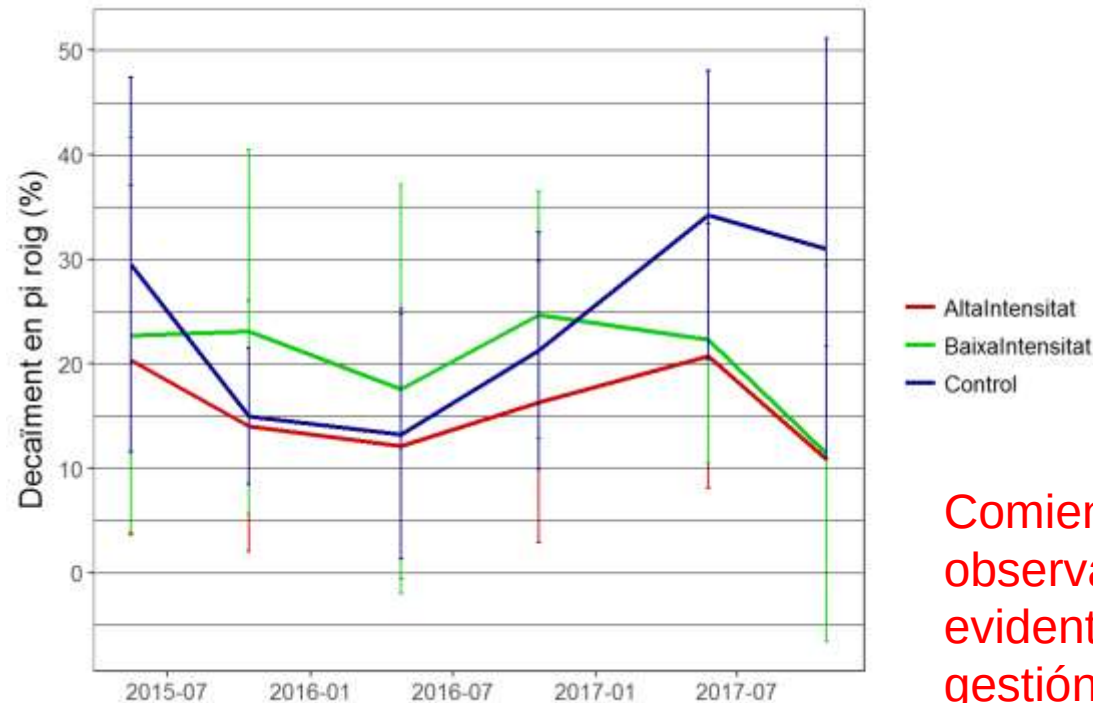
En general, se observa un mayor contenido hídrico de la vegetación (árboles y sotobosque) en las zonas gestionadas

Evolución del contenido hídrico de la encina en Requesens (campaña 2016)



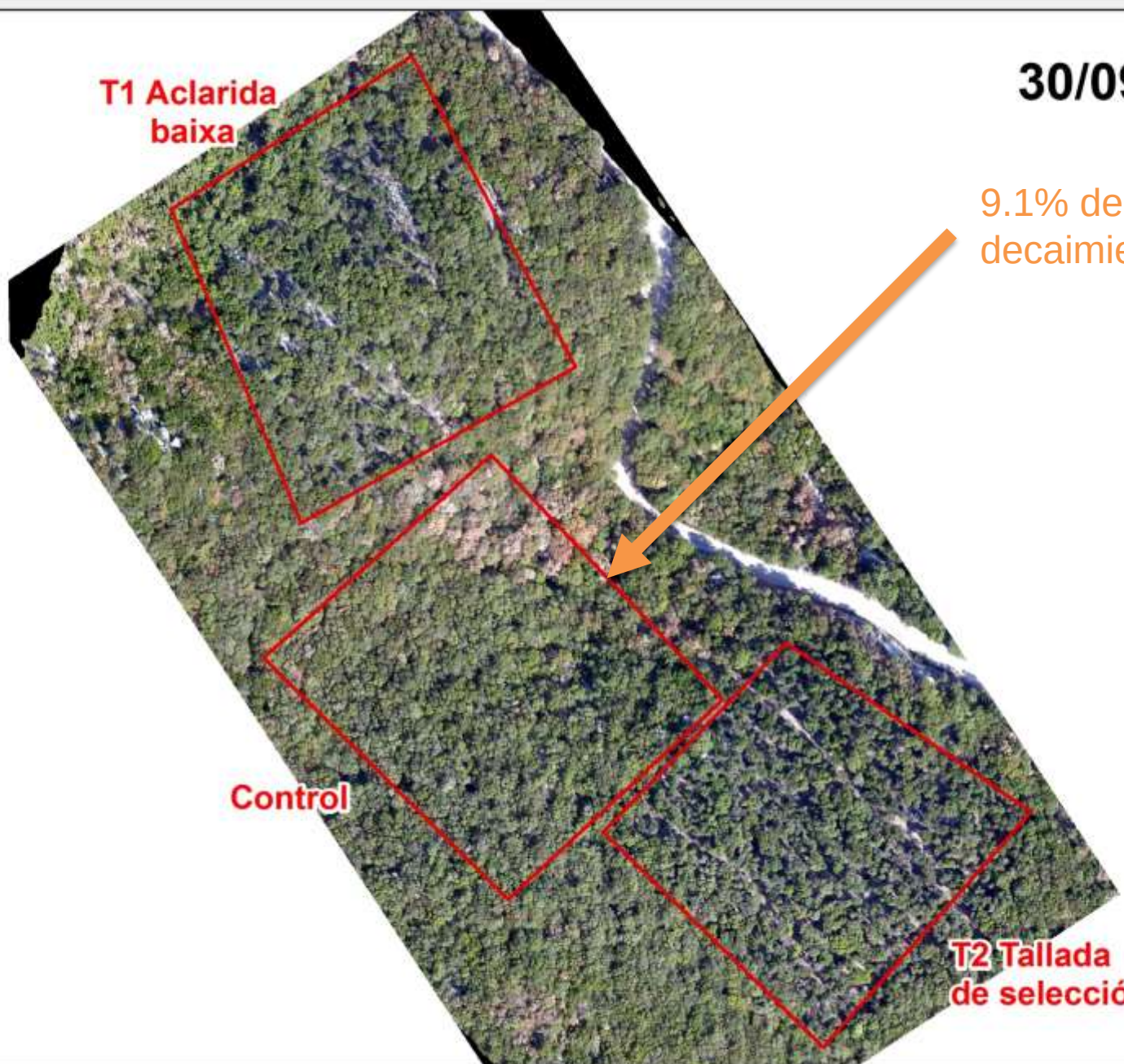
Decaimiento de pino silvestre en Montesquiú,
Osona (campañas 2015-17)

Efectos sobre la salud del bosque



Comienzan a observarse efectos evidentes de la gestión en la resistencia de los individuos a la sequía

30/09/2016



Adaptación

	Anem bé
	Sense tendència significativa
	Anem malament

Indicadores de adaptación al cambio climático en la gestión forestal.

Conca	Indicadors	Sector	Unitats indicador	Temporalitat	Anys dades	Tendència desitjada	Tendència real	Anem bé?
General	Pla general de Política Forestal de Catalunya 2014-2024	Gestió forestal	--					
Muga	Superfície amb instrument d'ordenació forestal (IOF) en finques privades	Gestió forestal	ha	Anual	2007-2014	Augment	Disminució	
	Relació entre la superfície forestal on s'han executat actuacions de gestió forestal i la superfície total ordenada en finques privades	Gestió forestal	%	Anual	2007-2014	Augment	Sense tendència	
	Superfície de tallades executades en finques privades	Gestió forestal	ha	Anual	2007-2014	Augment	Sense tendència	
	Aprofitaments del bosc (fusta) en finques privades	Gestió forestal	tones	Anual	2001-2014	Augment	Augment	
	Aprofitaments del bosc (llenya) en finques privades	Gestió forestal	tones	Anual	2001-2014	Augment	Augment	
	Aprofitaments del bosc (fusta) en finques públiques	Gestió forestal	m ³	Anual	2006-2015	Augment	Sense tendència	
	Densitat	Gestió forestal	peus/ha	Decennal	IFN2 (1986- 1996) IFN3 (1997-2008)	Estabilitat	Sense tendència	
	Volum amb escorça aprofitat	Gestió forestal	m ³ /ha	Decennal	IFN2 (1986- 1996) IFN3 (1997-2008)	Augment	Sense tendència	
	Superfície cremada per incendi	Gestió forestal	ha	Anual	2004-2014	Disminució	Sense tendència	
	Caps de bestiar d'oví i cabrum	Gestió forestal	número d'individus	Anual	1999- 2007, 2009	Augment	Disminució	

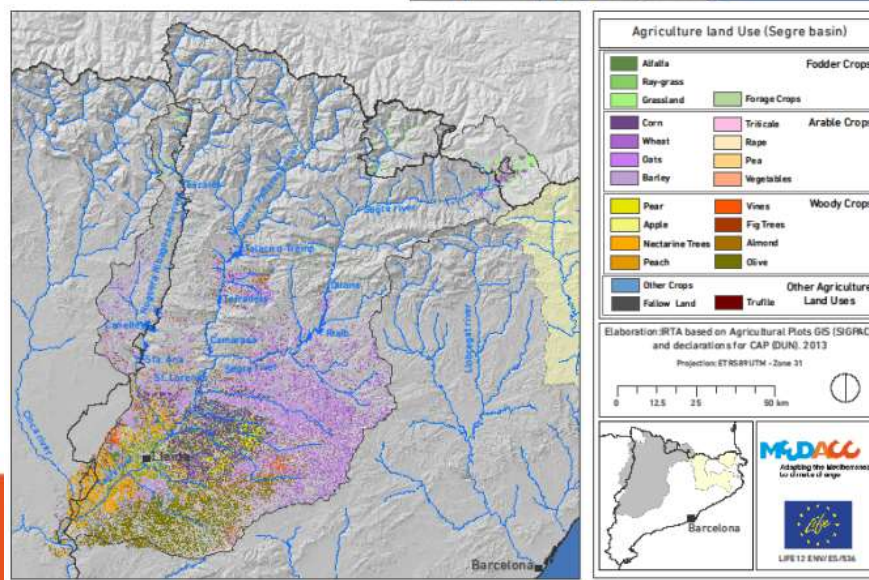
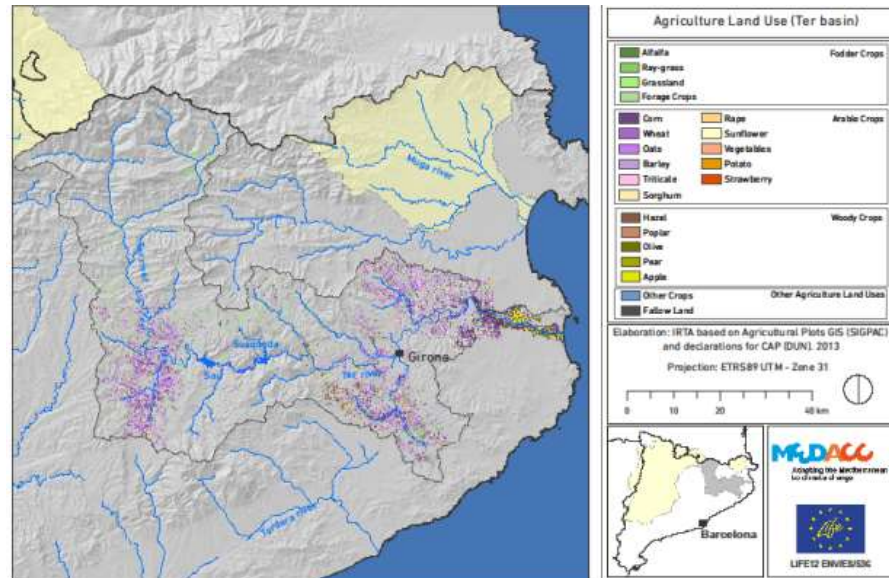
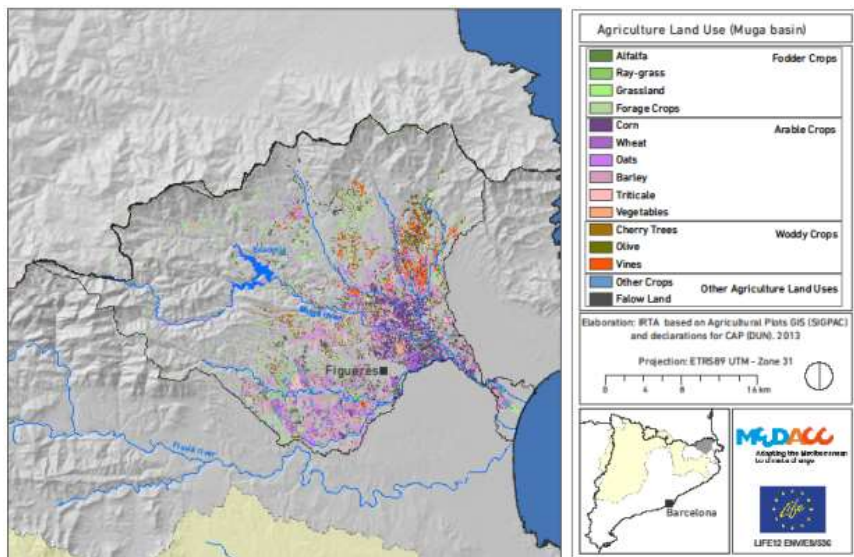
- ✓ La **gestión** modifica el régimen microclimático de las zonas estudiadas.
- ✓ En general, aumenta transitoriamente la **temperatura** y disminuye la **humedad relativa** en las zonas gestionadas. Habrá que ver como evoluciona esta tendencia a medida que el bosque alcanza una nueva **estructura**
- ✓ En general, **el agua del suelo** no muestra una tendencia clara con la gestión.
- ✓ Al contrario, la gestión forestal **incrementa** el contenido de agua de la vegetación. Este hecho tiene una traducción directa en la reducción de su inflamabilidad.
- ✓ La gestión hace **aumentar** la resistencia del bosque en los episodios de sequía.
- ✓ Les **proyecciones futuras** del estado de los bosques (2050) apuntan hacia un aumento de su **vulnerabilidad**, ya sea por los cambios en su **crecimiento** y **salud**, como por el aumento al **riesgo de incendio** y los cambios en la **idoneidad** de algunas especies.

Cultivos



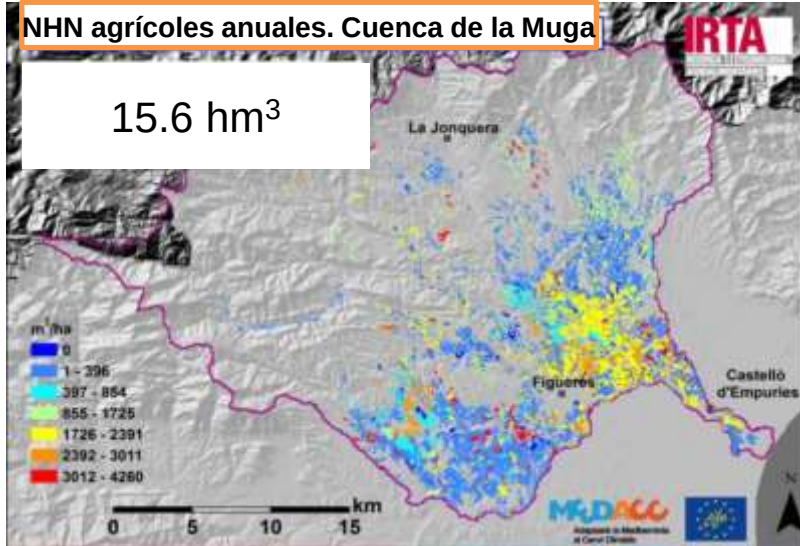
- **Descripción del suelo agrícola actual**
- **Cálculo de las Necesidades Hídricas Netas (actuales)**
- **Proyecciones climáticas**
- **Pruebas piloto**
 - Mulching
 - Desplazamiento de cultivos
 - Gestión avanzada de riego
- **Soluciones**
 - Colaboración con el estudio "Adaptación al cambio climático del sector agrícola del Alt Pirineu y Aran".
- **Gobernanza**
 - Indicadores de adaptación

Usos agrícolas



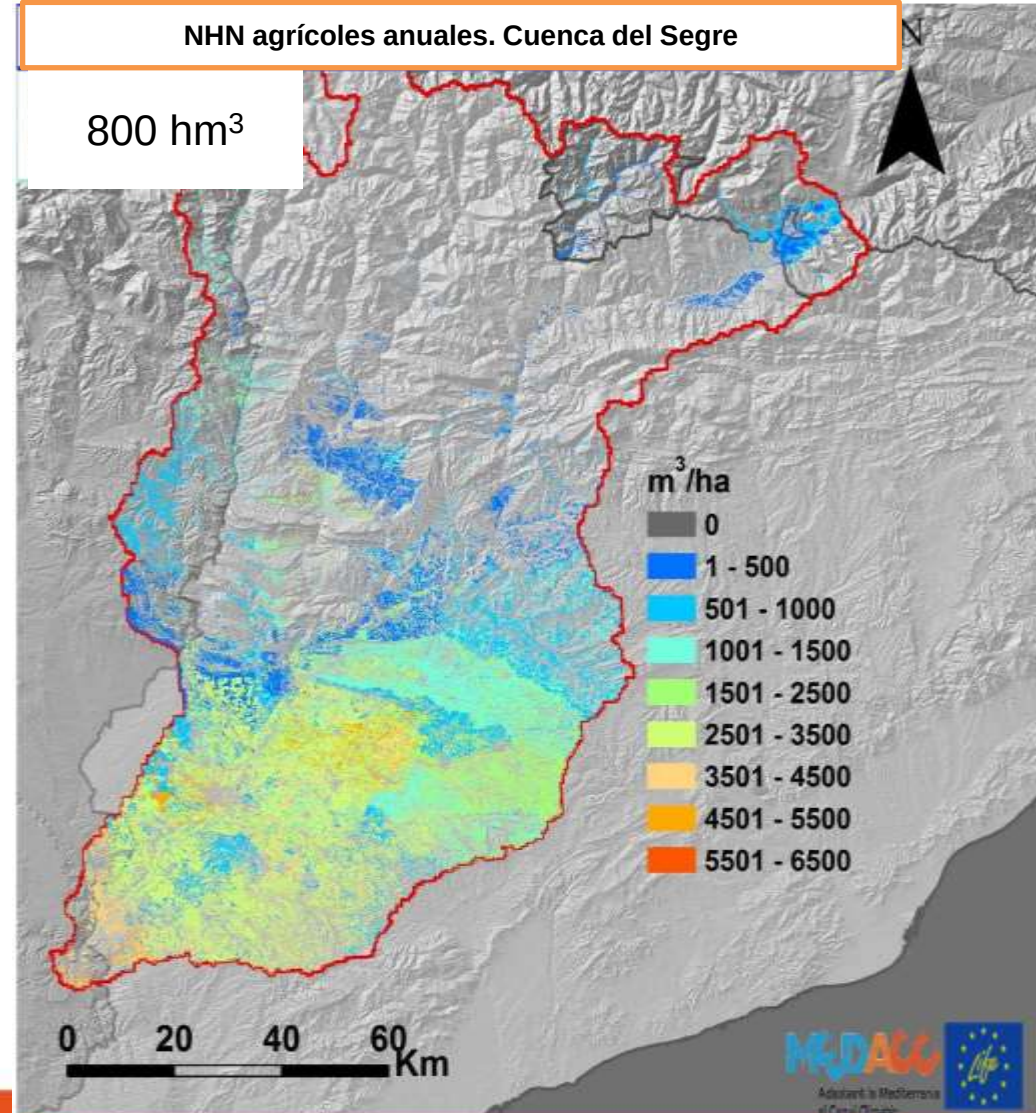
NHN agrícolas anuales. Cuenca de la Muga

15.6 hm³



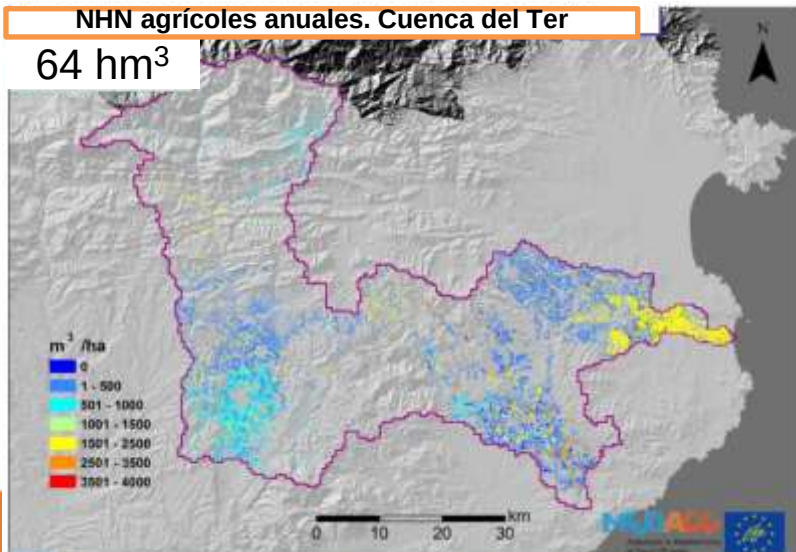
NHN agrícolas anuales. Cuenca del Segre

800 hm³



NHN agrícolas anuales. Cuenca del Ter

64 hm³



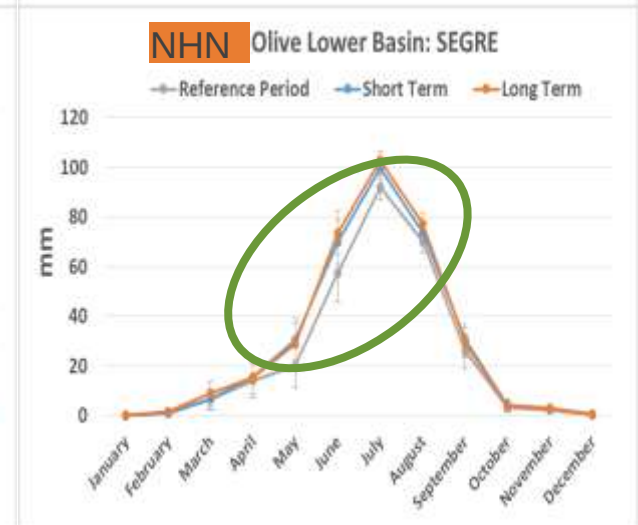
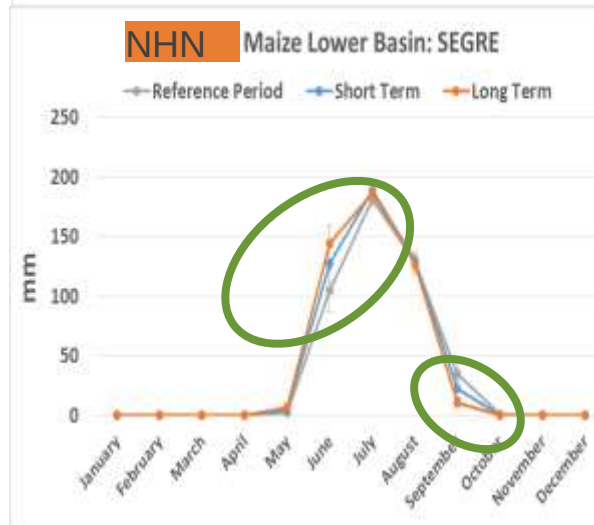
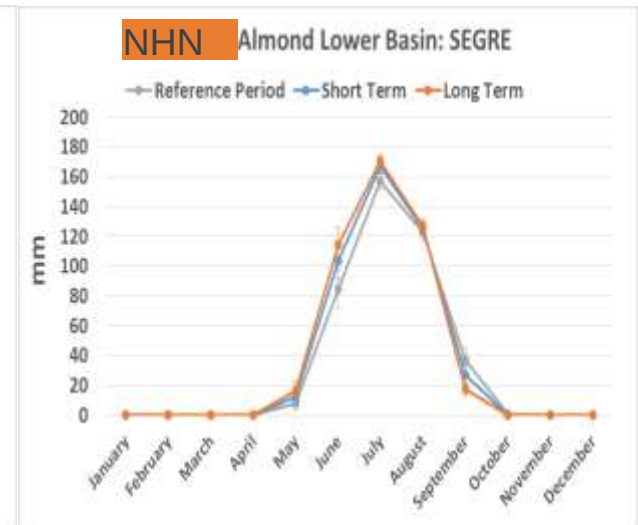
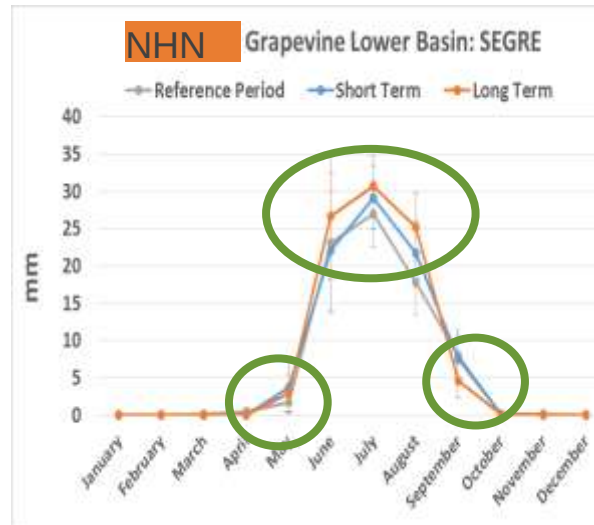
Cultivos: Proyecciones



Valores medios anuales de las Necesidades Hídricas Netas (**NHN**) de cada cuenca y sus tramos (alto, medio, bajo) a partir de los cultivos mayoritarios (regadío y secano) por **Período de Referencia (2002-2011)** y dos períodos futuros bajo el escenario de cambio climático **RCP4.5**: corto plazo (**2021-2030**) y largo plazo (**2030-2050**). Cambio relativo respecto del período de referencia.

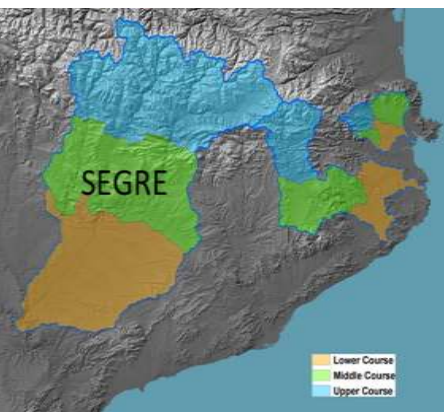
Conca	Tram	NHN (hm ³)			% canvis*	
		Període de Referència	Curt Termini	Llarg Termini	Curt Termini	Llarg Termini
Muga	Baix	10.7	10.6	10.9	-0.4	1.9
	Mig	4.6	4.7	5.0	1.6	9.0
	Alt	0.28	0.27	0.28	-4.2	-0.5
	Total	15.6	15.6	16.2	0.1	3.9
Ter	Baix	36.2	36.7	39.0	1.3	7.6
	Mig	24.2	24.8	27.1	2.4	12.1
	Alt	3.6	4.1	4.4	13.5	23.2
	Total	64.0	65.6	70.6	2.4	10.2
Segre	Baix	695.8	739.6	742.8	6.3	6.8
	Mig	98.9	109.1	106.8	10.3	8.1
	Alt	4.98	3.89	3.88	-21.8	-22.1
	Total	799.7	852.5	853.6	6.6	6.7

Cultivos: Proyecciones



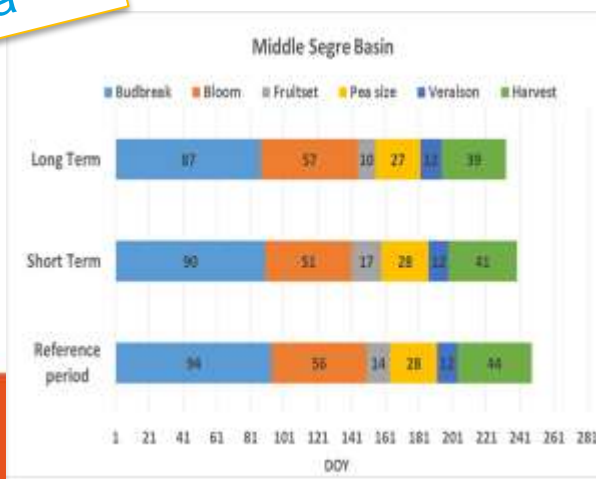
Riesgo de heladas, período vegetativo, olas de calor

Cultivos: Proyecciones



	Upper Basin			Middle Basin			Lower Basin		
	Reference Period	Short term	Long term	Reference Period	Short term	Long term	Reference period	Short term	Long term
Number of days $T_{min} < 0^{\circ}C$									
March	19.6	19.2	18.2	13.3	12.7	11.5	5.4	5.0	4.0
April	19.6	11.8	11.0	4.6	4.1	3.6	0.4	0.3	0.2
Number of days $T_{max} > 30^{\circ}C$									
July	0.7	1.3	1.6	13.6	16.5	18.5	22.1	24.8	26.1
August	0.7	1.1	1.5	11.5	14.2	16.3	19.2	22.3	23.6
Number of days $T_{max} > 35^{\circ}C$									
July	0.01	0.03	0.03	2.4	3.9	5.6	5.1	8.4	10.7
August	0.00	0.02	0.03	2.4	3.3	4.8	4.2	6.1	8.0
Day of Year (DOY) $T_{mean} > 10^{\circ}C$									
	150	148	145	108	104	101	82	77	71

Fenología
Viña



Impactos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas: evaluación y acciones adaptativas.

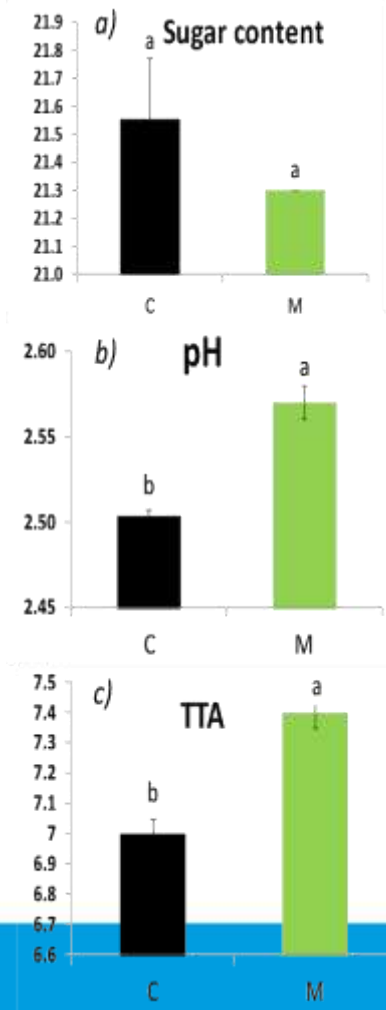
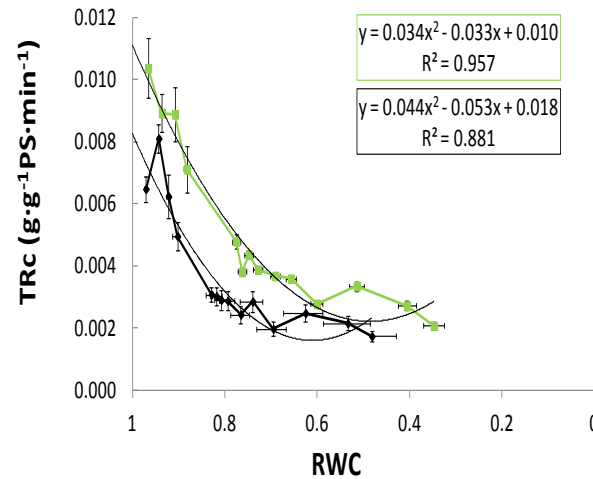
**Pilots: Mulching
(RAIMAT): Plastic
biodegradable y
mulching organico**

Tratamientos fallidos: problemas de instalación



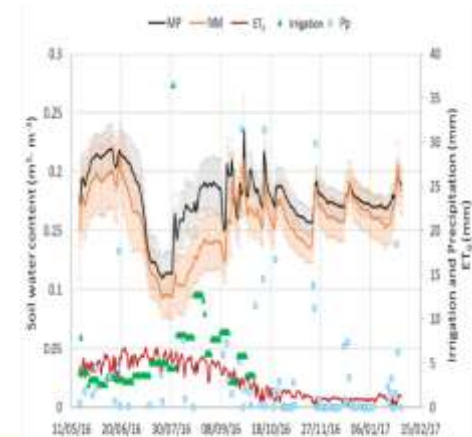
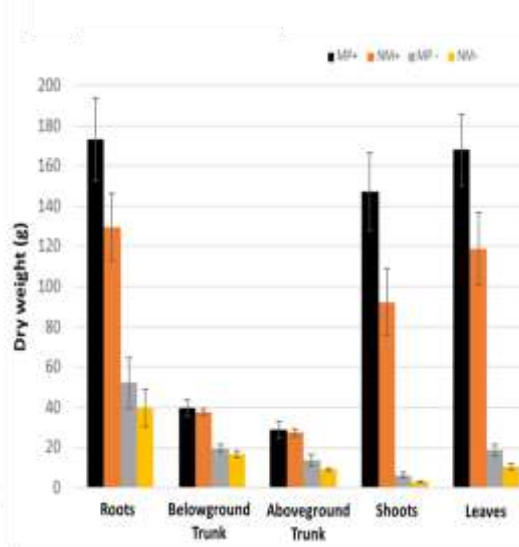
Impactos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas: evaluación y acciones adaptativas.

**Pilots: Mulching
(RAIMAT): Plástico
biodegradable y
mulching organico**



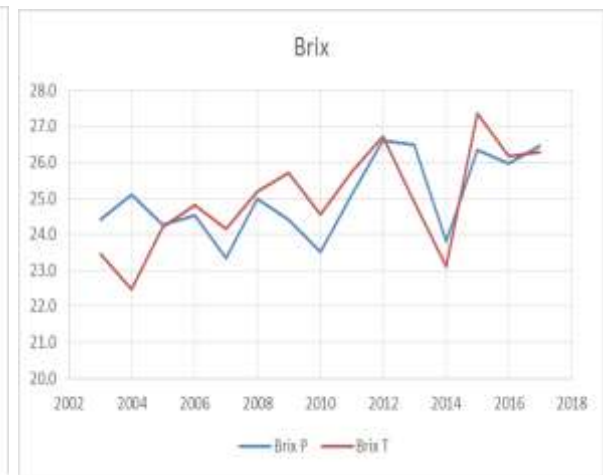
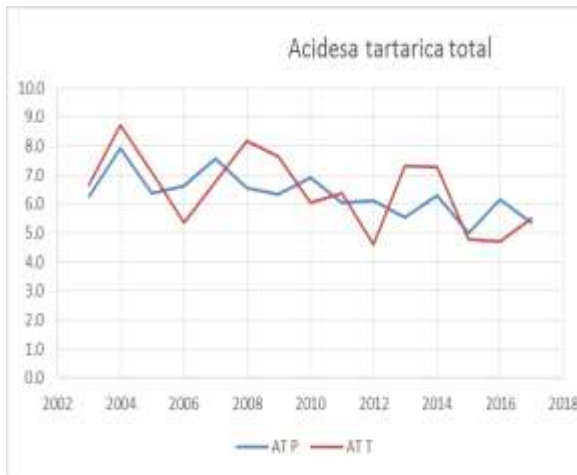
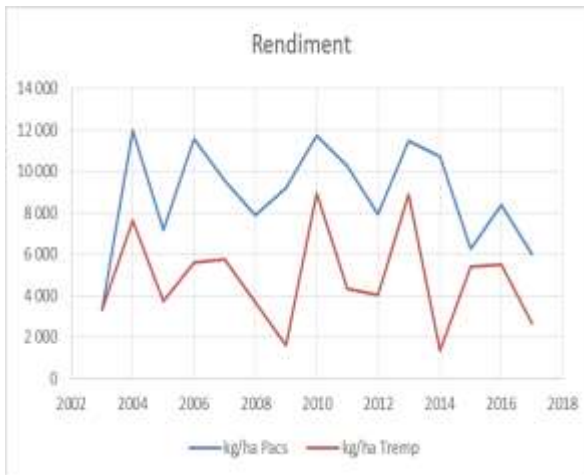
Impactos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas: evaluación y acciones adaptativas.

Repetición de tratamientos de mulching plástico biodegradable en IRTA Torre Marimon



Impactos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas: evaluación y acciones adaptativas.

Pilot: desplazamiento de cultivos en altura (TREM). Bodegas Miguel Torres

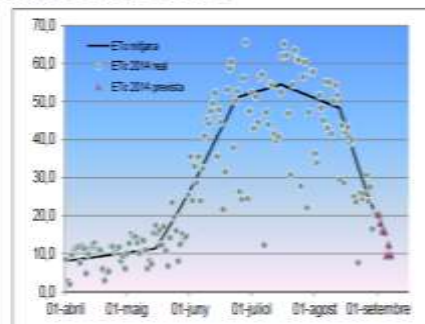


Ensayos de eficiencia en el riego en diferentes fincas colaboradoras (Supervisión: Fundació Mas Badia-IRTA)



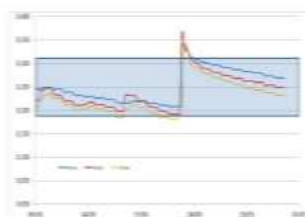
Nº 18 Setmana del 1 al 7 de setembre de 2014

Les necessitats tècniques d'aigua pel blat de moro sembrat al mes d'abril s'estan reduint significativament. La majoria dels camps ja tenen un dues tercers parts del gra fentis pel que ja seria apte/agrofitament per ensaïjar. Aquesta setmana, els pronòstics meteorològics preveuen que a partir de dimecres es produiran sàlcs per la tarda, de forma dispersa en el territori amb quantitats molt variables.



En el gràfic, s'observa en un traç les necessitats d'aigua diàries mitjanes del blat de moro calculades segons el mètode Penman desat per FAO 56, al Baix Ter al llarg de tota la campanya. Els dades mitjanes del darrer 25 anys. Els punts rodons verds són les necessitats reals diàries d'aquest any 2014 mesurades i els triangles vermells, les necessitats previstes per aquesta setmana, segons els pronòstics meteorològics.

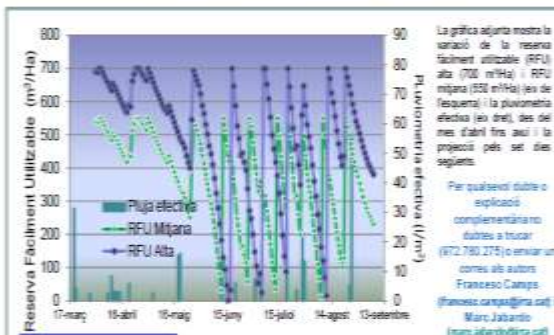
Les necessitats hídriques del blat de moro aquesta època de l'any són baixes i les sondes d'humitat col·locades en les finques de seguiment indiquen, que hi ha suficient aigua al sòl per cobrir les necessitats.



En el gràfic de l'esquerra es mostra l'evolució del contingut d'aigua al sòl a tres fondàries (15,30 i 45 cm) en blat de moro regat amb degoteig. Les pluges de fins d'agost van emplenar la reserva d'aigua del sòl.

Les baixes necessitats que té el blat de moro sembrat a l'abril, juntament amb la previsió de descansos de la Evapotranspiració d'aquesta setmana i la possibilitat de pluja fan assegurar que no caldrà fer més regis per aquesta campanya.

Pla d'acció per a l'eficiència de reg a les comarques gironines



Com regar?

En reg localitzat per degoteig: és un reg d'alta freqüència i per tant cal restituir l'aigua que necessita el cultiu (ET) cada pocs dies (de 1 a 3 dies). Per iniciar el reg, no caldrà esgotar la Reserva Fàcilment Utilitzable del sòl, però tenim que ser prou hàbils com per aprofitar l'aigua present al sòl i a disposició del blat de moro, fruit de les pluges hivernals i primaverals.

Cada vegada que reguem cal fer-ho amb la quantitat d'aigua que la planta ha consumit. D'aquesta manera mantindrem el sòl amb una quantitat d'aigua constant i evitem riscos que poden reduir la producció del cultiu.

Necessitats de reg previstes per aquesta setmana

En reg a regues: cal saber de cada camp si té una RFU alta o mitjana, i regar quan s'esgoti la reserva (s'aproximi a zero), mesurada a partir de les recomanacions de fer pel primer reg (gràfic anterior). Un cop fet el primer reg, tornem a tenir la reserva plena (700 mm), en sòl alta RFU i 500 mm en sòl de mitjana RFU. Per determinar quan caldrà fer el següent reg, cal sumar els valors ET, i restar els valors de pluja efectiva, des de la data del darrer reg. Quan aquest valor s'aproximi a zero serà la data on caldrà tornar a regar.

Taula de necessitats d'aigua (ET) del blat de moro al Baix Ter				
	ET	Pluja elect	càlcul	
	(mm)	(mm)		
Dates mesurades	25-08-14 dilluns	25,8	0	
	26-08-14 dimarts	30,7	0	
	27-08-14 dimecres	23,8	0	
	28-08-14 dijous	27,6	0	
	29-08-14 divendres	16,5	0	
Dates previstes	30-08-14 dissabte	20,6	0	
	31-08-14 diumenge	20,2	0	
	01-09-14 dilluns	20,4		
	02-09-14 dimarts	16,2		
	03-09-14 dimecres	16,2		
Dates previstes	04-09-14 dijous	15,9		
	05-09-14 divendres	9,7		
	06-09-14 dissabte	12,5		
Dates previstes	07-09-14 diumenge	9,7		

**Ensayos de
eficiencia en el
riego en diferentes
fincas
colaboradoras
(Supervisión:
Fundació Mas
Badia-IRTA)**

GIROREG:

- Cálculo para el maíz y manzano.
- Reducciones **20 - 30%** agua utilizada.

Finca	Varietat	Malla/No Malla	Localització	Setmanes de reg	Total reg (m³/ha)	Recomanacions
La Llona	Gala	Sense Malla	Alt Empordà	23	2842	3283
Granny 1	Granny	Malla	Alt Empordà	23	2354	2457
Gala	Gala	Sense Malla	Alt Empordà	23	3400	3283
Camp d'en Creus	Gala	Malla	Baix Empordà	23	3978	2506
Pont	Golden	Malla	Baix Empordà	23	2783	2506

Any	zona	CRAD del sol	nombre de regs	reg m³/ha	No giroreg / Giroreg m³/ha
2014	Baix Ter	Mitjana	6	3300	150%
2014	Baix Ter	Alta	5	3500	167%
2014	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	7	3850	140%
2014	Plana Litoral de la Muga	Alta	6	4200	150%
2015	Baix Ter	Mitjana	8	4400	114%
2015	Baix Ter	Alta	8	5600	133%
2015	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	8	4400	133%
2015	Plana Litoral de la Muga	Alta	7	4900	140%
2016	Baix Ter	Mitjana	8	4400	114%
2016	Baix Ter	Alta	6	4200	120%
2016	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	8	4400	114%
2016	Plana Litoral de la Muga	Alta	7	4900	117%
2017	Baix Ter	Mitjana	9	4950	113%
2017	Baix Ter	Alta	8	5600	133%
2017	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	9	4950	129%
2017	Plana Litoral de la Muga	Alta	7	4900	140%
	Baix Ter	Mitjana		4263	123%
	Baix Ter	Alta		4725	138%
	Plana Litoral de la Muga	Mitjana		4400	129%
	Plana Litoral de la Muga	Alta		4725	137%

- ✓ **Mulching.** Efecto positivo en el crecimiento de la viña, relacionado con un incremento de la temperatura en las fases iniciales de crecimiento más que con el incremento de la retención de agua en el suelo.
- ✓ **Desplazamiento de la viña en altura.**
 - ✓ Pérdidas importantes de productividad, en comparación con zonas tradicionalmente vitivinícolas.
 - ✓ Mejoras en las características organolépticas.
 - ✓ Opción a futuro a pesar del mayor riesgo de heladas o grandes tormentas.
- ✓ **Gestión avanzada del riego.** Incremento de la eficiencia en el uso del agua (GIROREG). Reducciones de -20/-30% [maíz y manzano]



Soluciones en el ambito de la AGRICULTURA



En colaboración con la consultoría **Espigall** se ha realizado el estudio "**Adaptación al cambio climático del sector agrícola del Alt Pirineu y Aran: riesgos y oportunidades**". Este trabajo demuestra que la adaptación al cambio climático puede ser el desatascador para iniciar una modificación a fondo de la economía agraria de las comarcas del Pirineo catalán y occitano que debería basarse en un **incremento del pastoreo extensivo a los prados alpinos y en las zonas no agrícolas de los valles** como garantía para liberar presión sobre el suelo agrícola -destinado básicamente a producciones para la alimentación animal.

Los **ingresos brutos del sector agrícola** en el escenario futuro podrían llegar a los **181.1 M €** frente a los 84.3 M € actuales o los 76.7 M € previstos para el mismo escenario 2030-50 si todo siguiera como hasta ahora.

Indicadores de adaptación al cambio climático de los sistemas agrícolas.

Conca	Indicadors	Sector	Unitats Indicador	Temporalitat	Anys dades	Tendència desitjada	Tendència real	Anem bé?
Muga	Rendiment del conreus	Agricultura	Kg/ha	anual	2008-2014	No Disminuir	Augment	
	Diversitat de conreus	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Augmentar moderadament	Augment	
	Alimentació animal VS alimentació humana	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Disminuir	Augment	
	Superfície Bosc VS Agrícola	Agricultura	adimensional	anual	2001-2013	No Augmentar	No hi ha tendència	
	Productivitat hídrica	Agricultura	Kg/ m ³	anual	2008-2014	Augmentar	Augment	
	Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Agricultura	hm ³ .Tg	anual	2011-2014*	Mantenir-se o augmentar	No hi ha tendència	
Segre	Rendiment del conreus	Agricultura	Kg/ha	anual	2008-2014	No Disminuir	Augment	
	Diversitat de conreus	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Augmentar moderadament	No hi ha tendència	
	Alimentació animal VS alimentació humana	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Disminuir	Augment	
	Superfície Bosc VS Agrícola	Agricultura	adimensional	anual	2001-2013	No Augmentar	Augment marginal	
	Productivitat hídrica	Agricultura	Kg/ m ³	anual	2008-2014	Augmentar	Augment	
	Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Agricultura	hm ³ .Tg	anual	2011-2014*	Mantenir-se o augmentar	No hi ha tendència	
Ter	Rendiment del conreus	Agricultura	Kg/ha	anual	2008-2014	No Disminuir	Augment	
	Diversitat de conreus	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Augmentar moderadament	Augment	
	Alimentació animal VS alimentació humana	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Disminuir	No hi ha tendència	
	Superfície Bosc VS Agrícola	Agricultura	adimensional	anual	2001-2013	No Augmentar	No hi ha tendència	
	Productivitat hídrica	Agricultura	Kg/ m ³	anual	2008-2014	Augmentar	Augment	
	Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Agricultura	hm ³ .Tg	anual	2011-2014*	Mantenir-se o augmentar	No hi ha tendència	

*Els càlculs (nivell municipal) d'aquests indicadors no poden mostrar tendències significatives ja que només hi ha dades de 4 anys

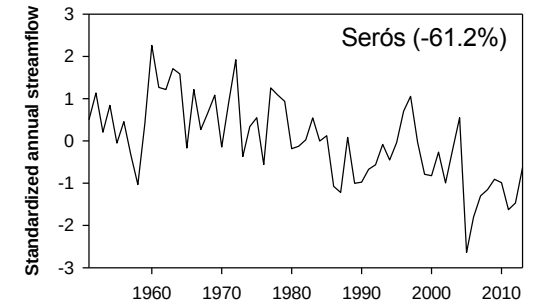
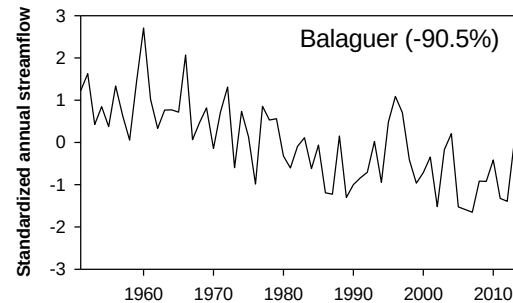
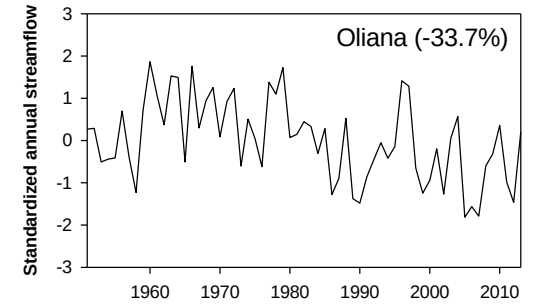
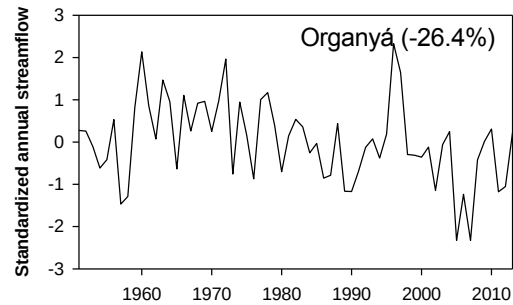
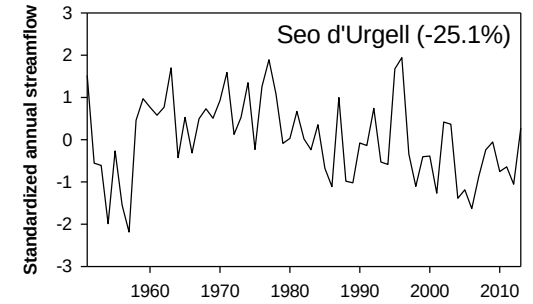
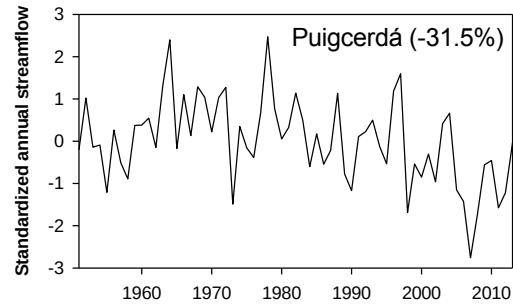
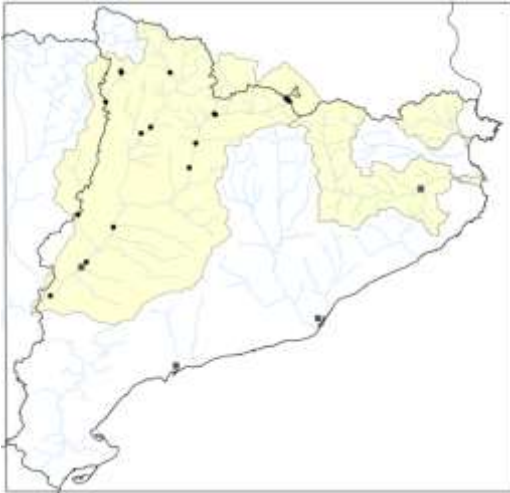
Agua



- **Análisis histórico climático e hidrológico**
- **Proyecciones futuras**
 - Con escenarios climáticos
 - Con escenarios de cambios de usos del suelo
- **Soluciones**
 - Colaboración con el LIFE PLETERA
- **Gobernanza**
 - Indicadores de adaptación

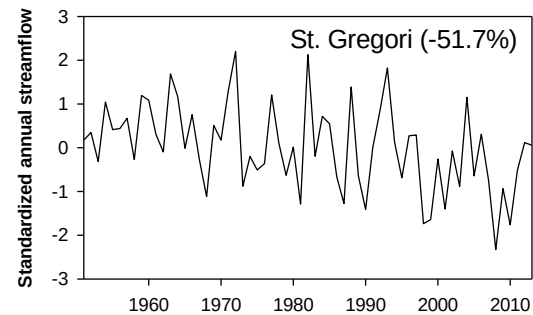
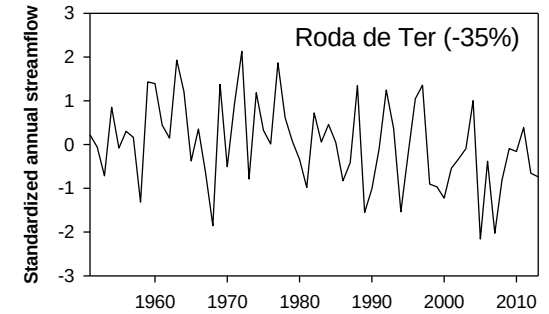
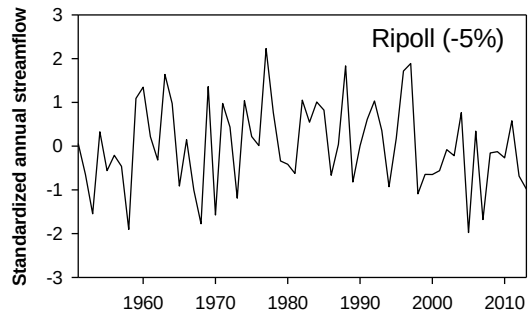
Cambios en el caudal

El Segre



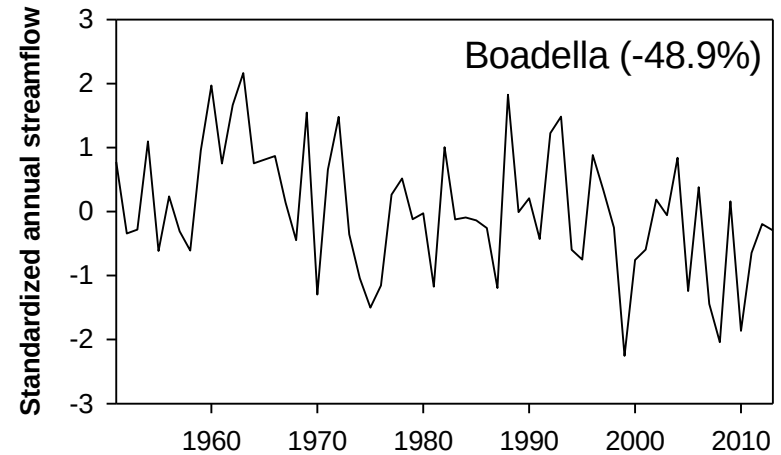
Cambios en el caudal

El Ter



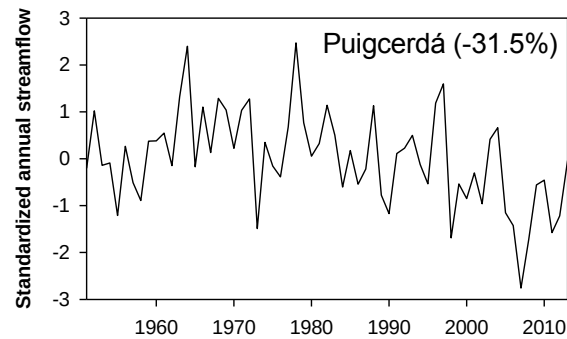
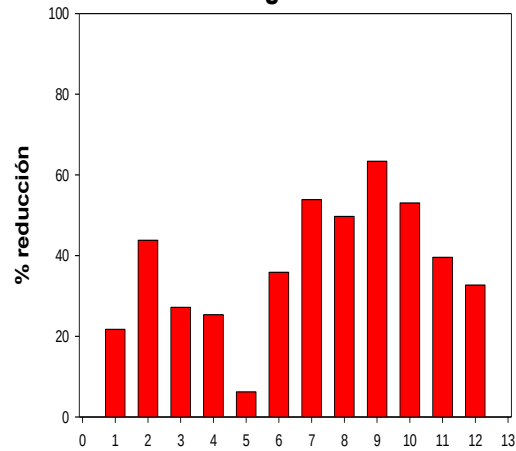
Cambios en el caudal

La Muga

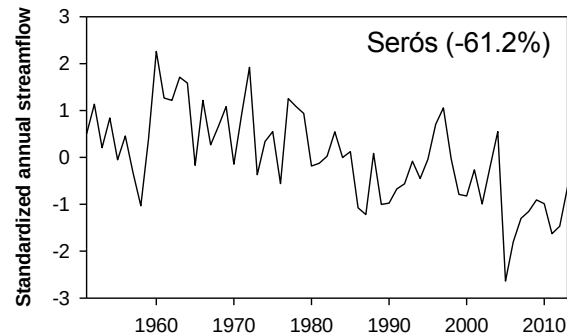
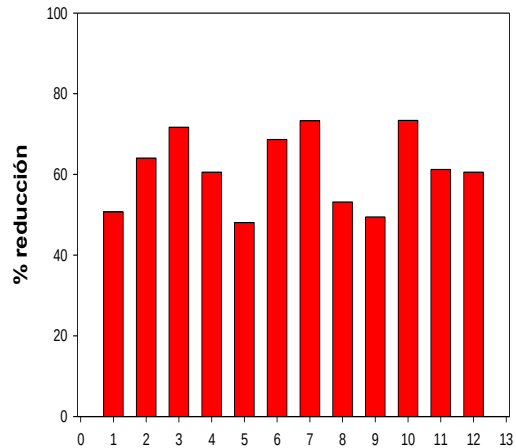


- Notables diferencias entre las cabeceras y los cursos medios

Puigcerdá

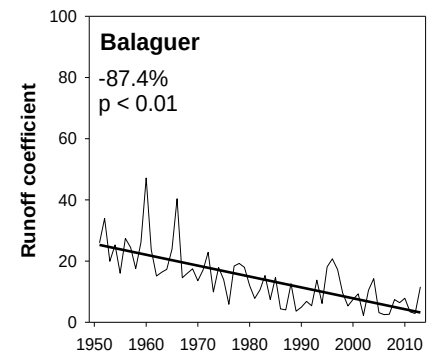
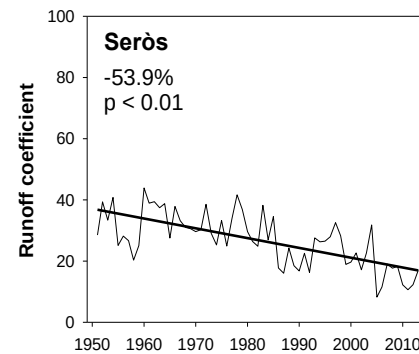
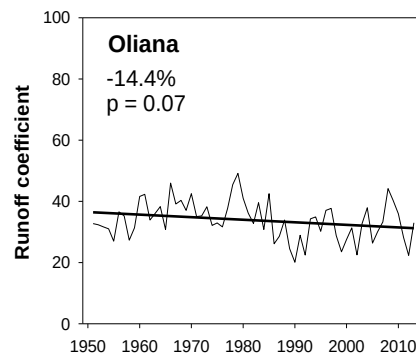
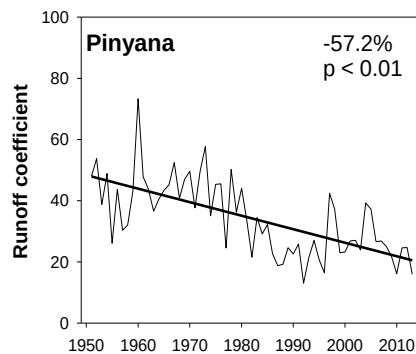
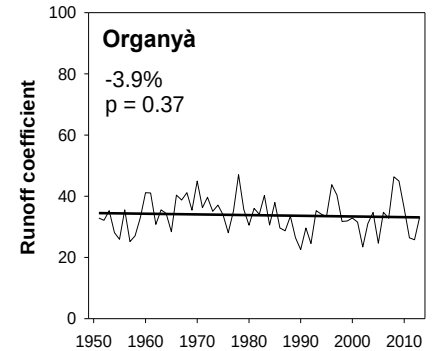
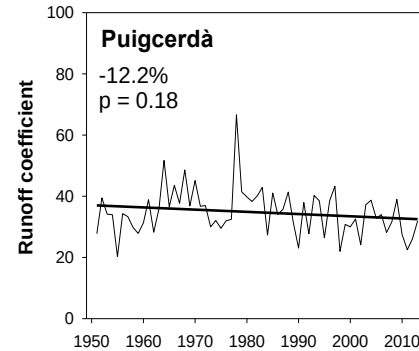
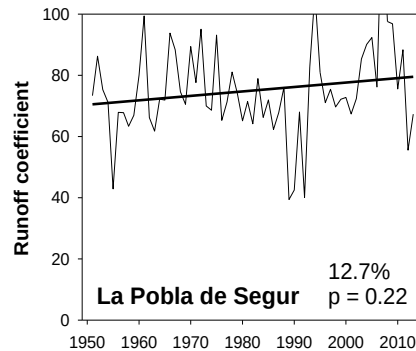
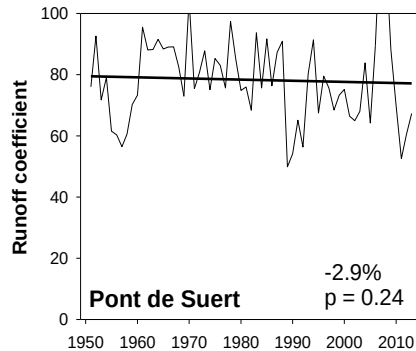


Serós



El Segre

Cambios en la relación clima-caudal



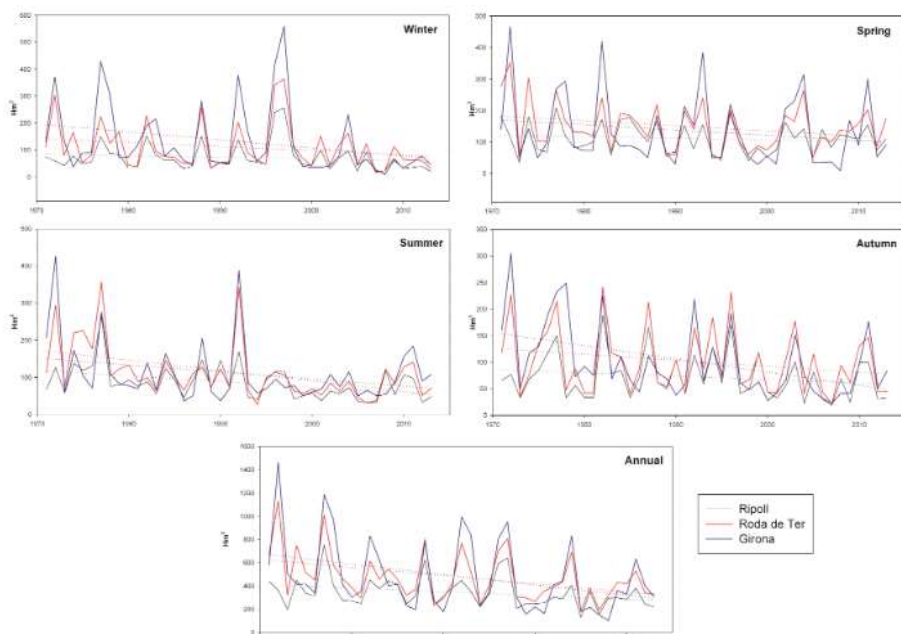


Figure 21: Evolution of seasonal and annual streamflow in three gauging stations of the Ter basin (1971-2013)

Annual	Streamflow	Precipitation	Eto
Ripoll	-41.7	-37.5	19.7
Roda de Ter	-57.2	-31.8	16.3
Girona	-65.7	-23.8	15.2
Winter	Streamflow	Precipitation	Eto
Ripoll	-37.5	-22.6	15.8
Roda de Ter	-55	-10.1	13.2
Girona	-72.6	0.5	11.9
Spring	Streamflow	Precipitation	Eto
Ripoll	-22.2	-31.8	28.6
Roda de Ter	-46.5	-29.1	24.3
Girona	-51.3	-23.7	22.9
Summer	Streamflow	Precipitation	Eto
Ripoll	-63.3	-68.1	18.4
Roda de Ter	-76	-65.8	15
Girona	-62.6	-62.6	13.8
Autumn	Streamflow	Precipitation	Eto
Ripoll	-40.9	5.2	13.9
Roda de Ter	-47.3	16.3	11
Girona	-75.9	27.1	10.4

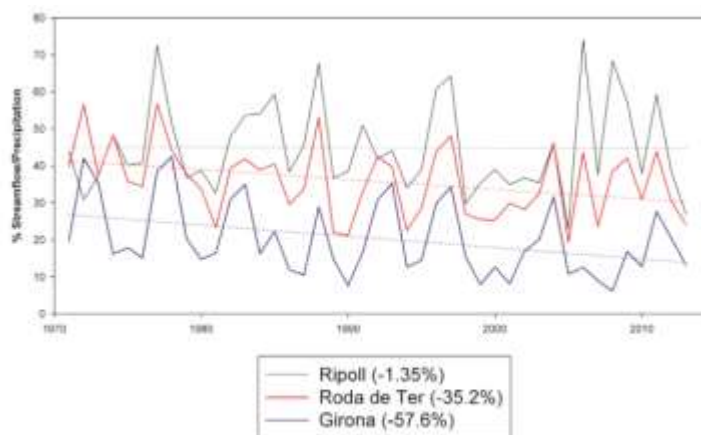
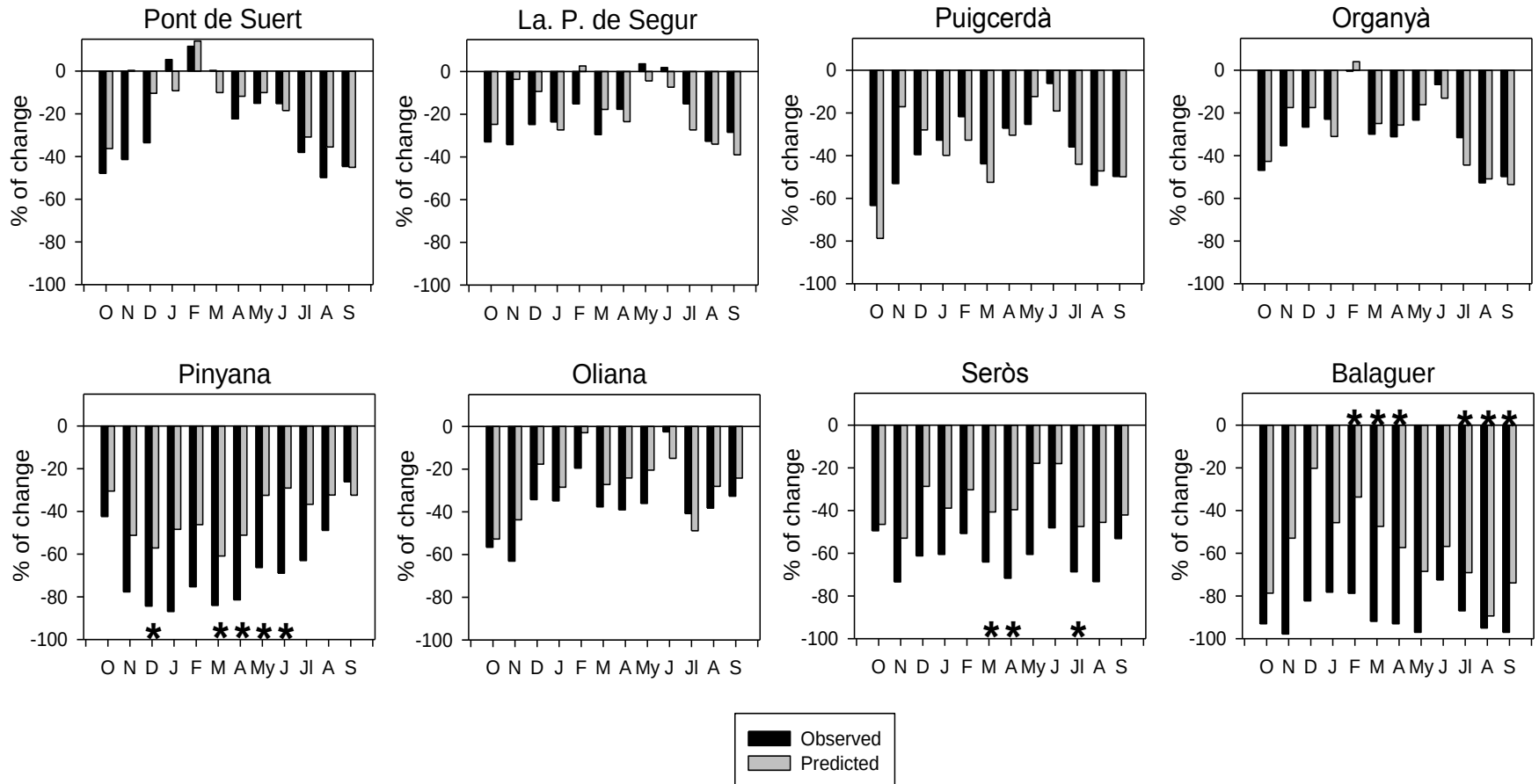


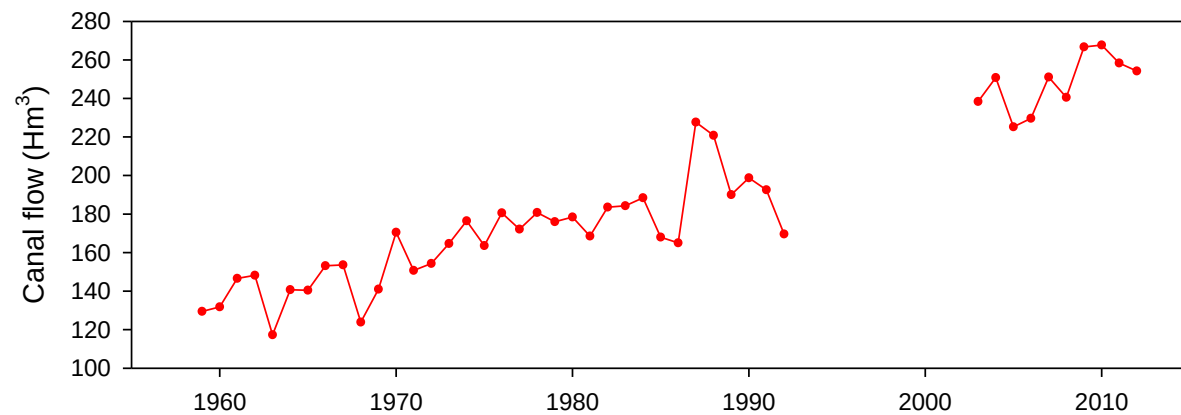
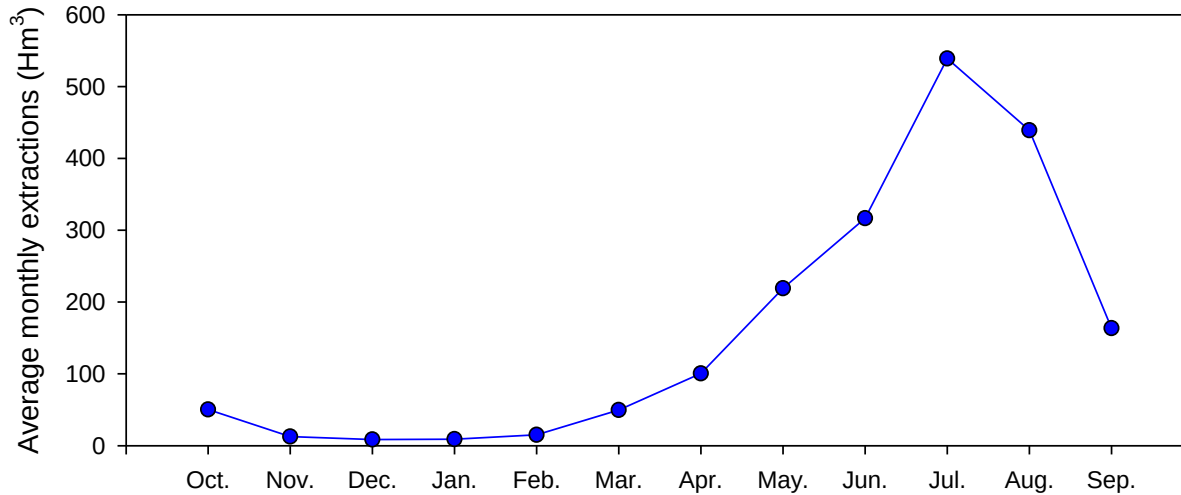
Figure 22: Evolution of annual runoff coefficients in Ripoll, Roda de Ter and Girona

El Segre



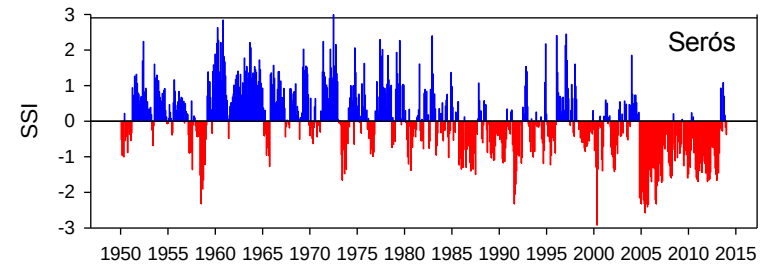
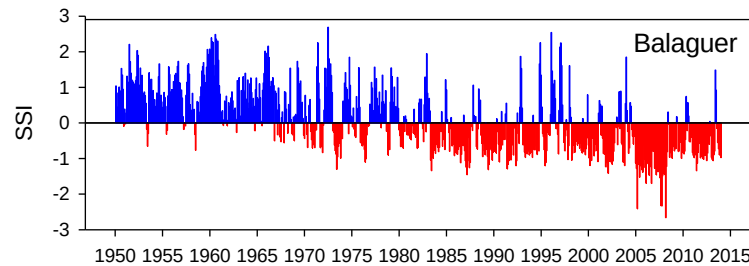
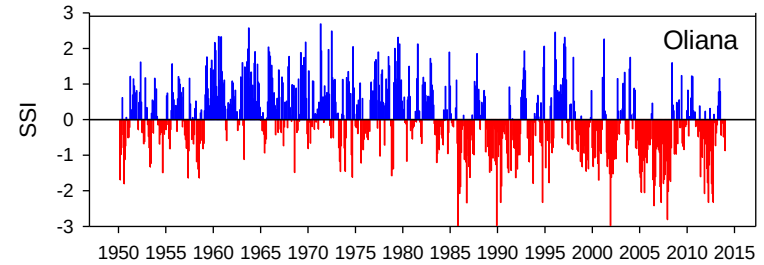
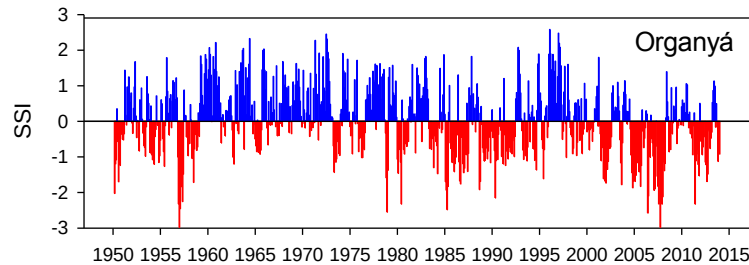
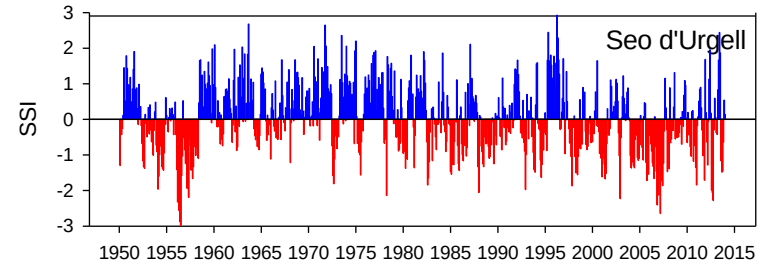
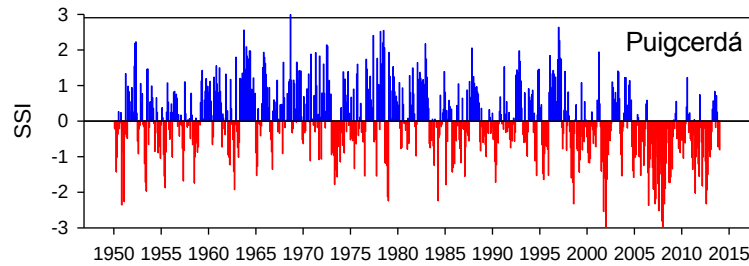
Demanda de agua

El Segre



Sequías

El Segre

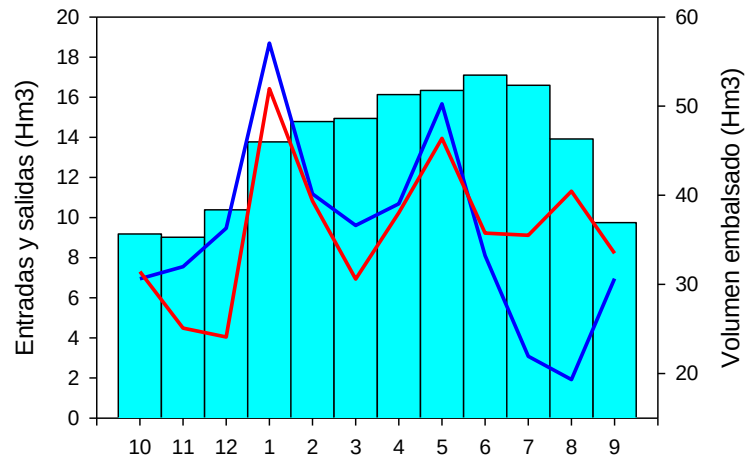


Gestion del agua

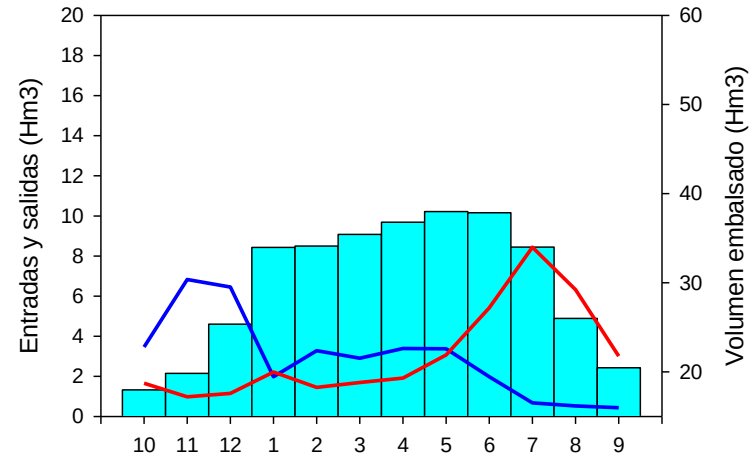
La Muga

Comparación del régimen medio del embalse de Boadella en tres situaciones de sequía diferentes.

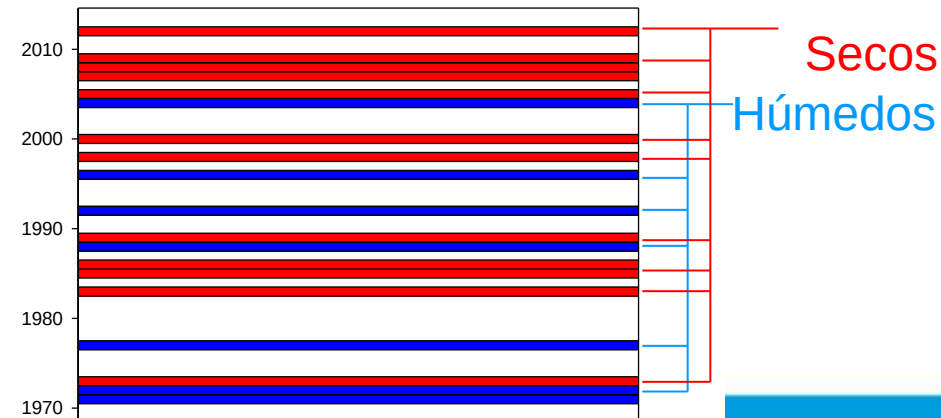
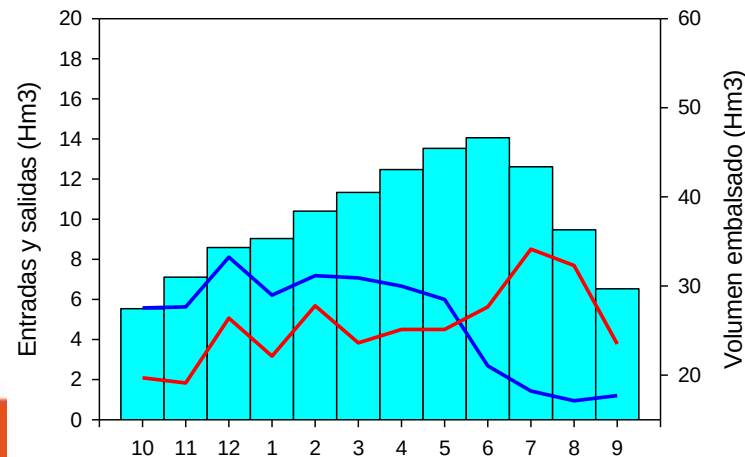
Húmedos



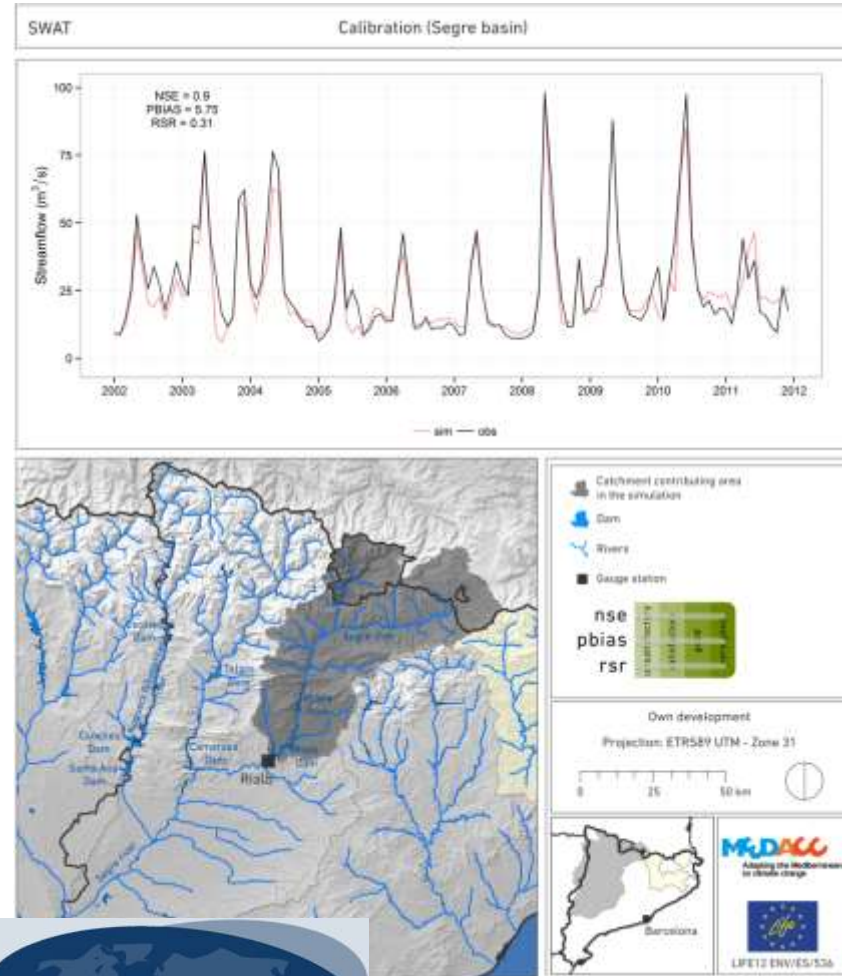
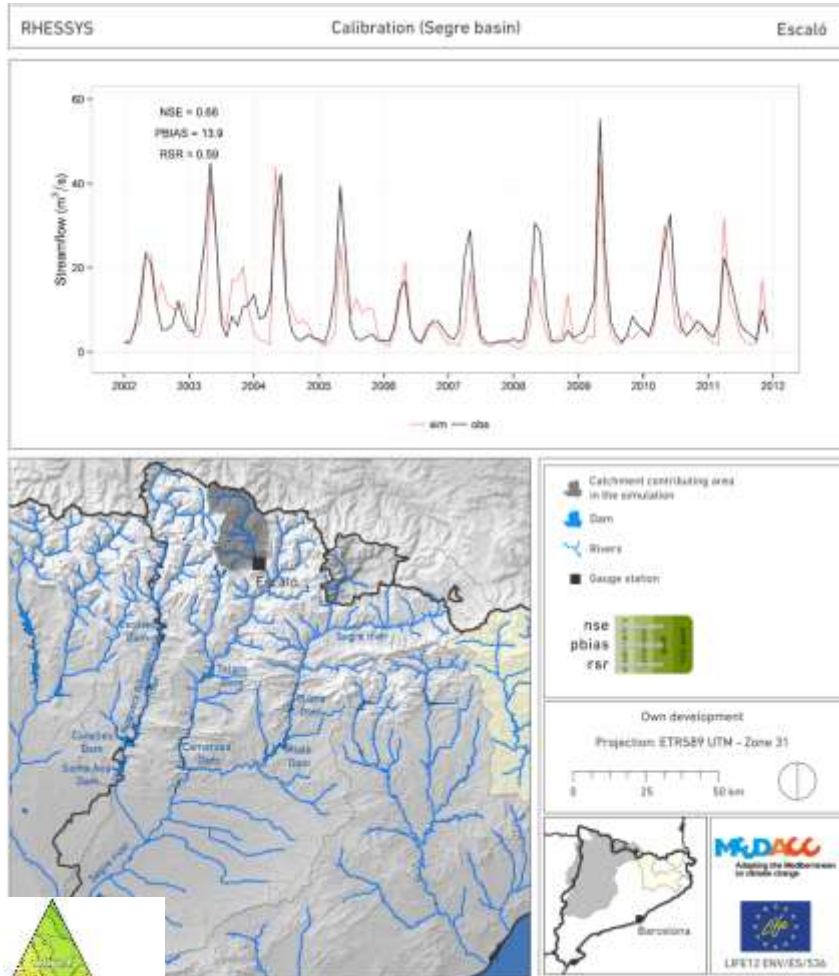
Secos



Normales



Modelización hidrológica



Modelización hidrológica + Escenario cambio climático

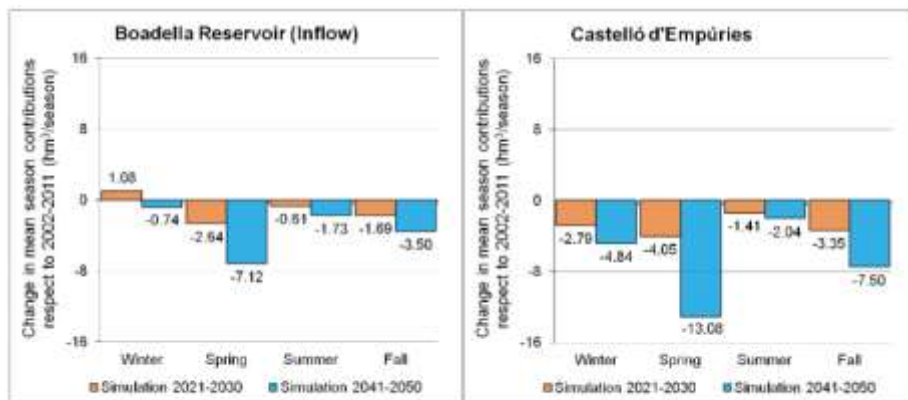


Figure 10. Expected changes in mean contribution per season (hm³/season) for period and location compared to the reference period (2002-2011).

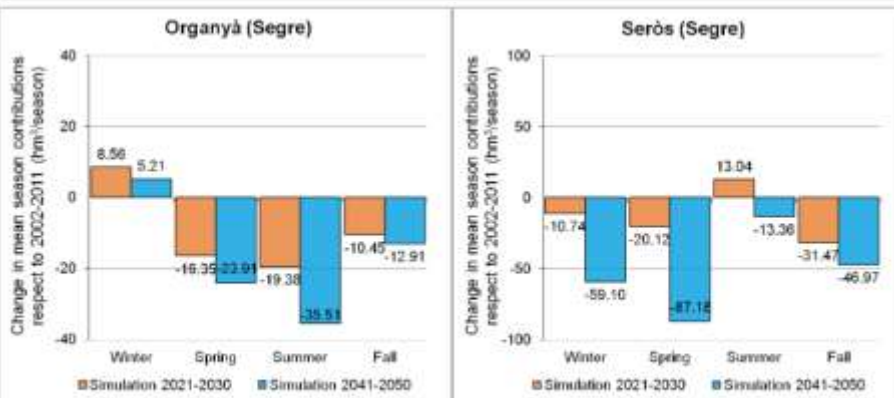
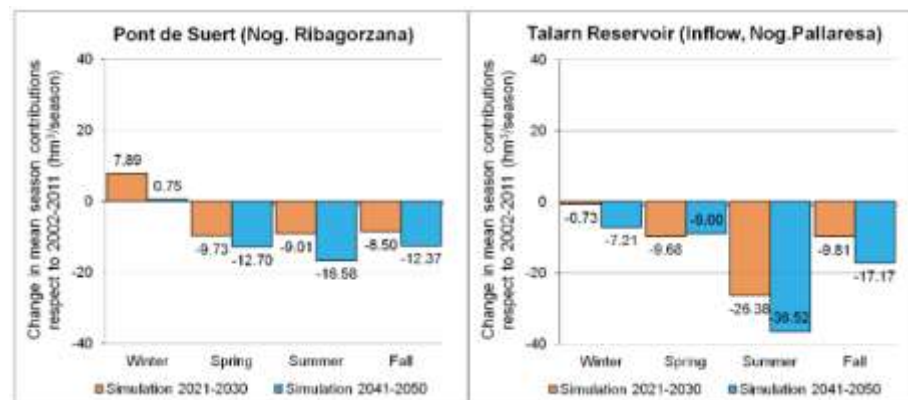


Figure 21. Expected changes in mean contribution per season (hm³/season) for period and location compared to the reference period (2002-2011).

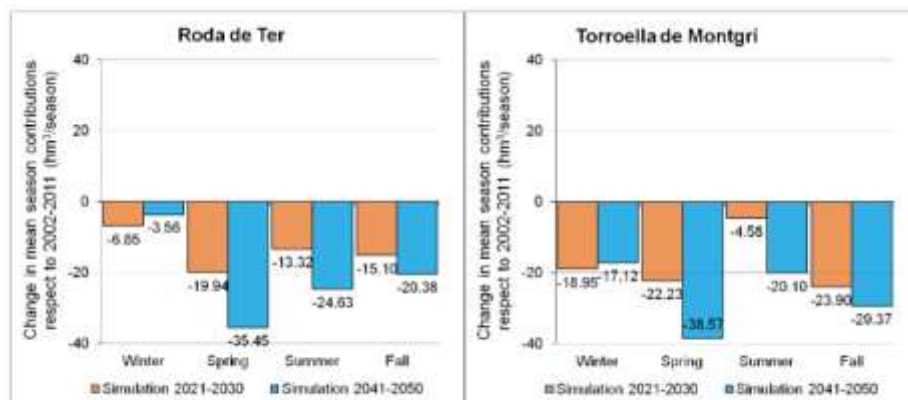
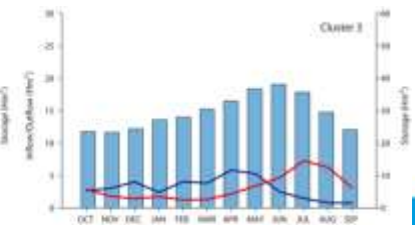
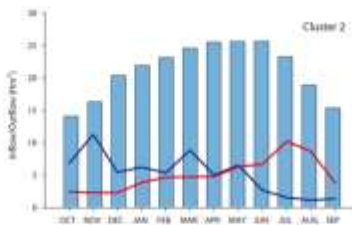
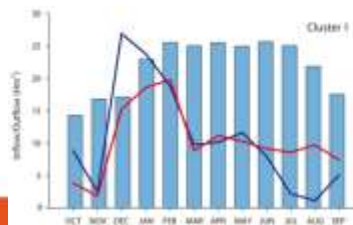
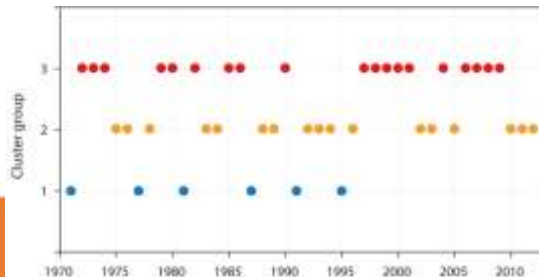
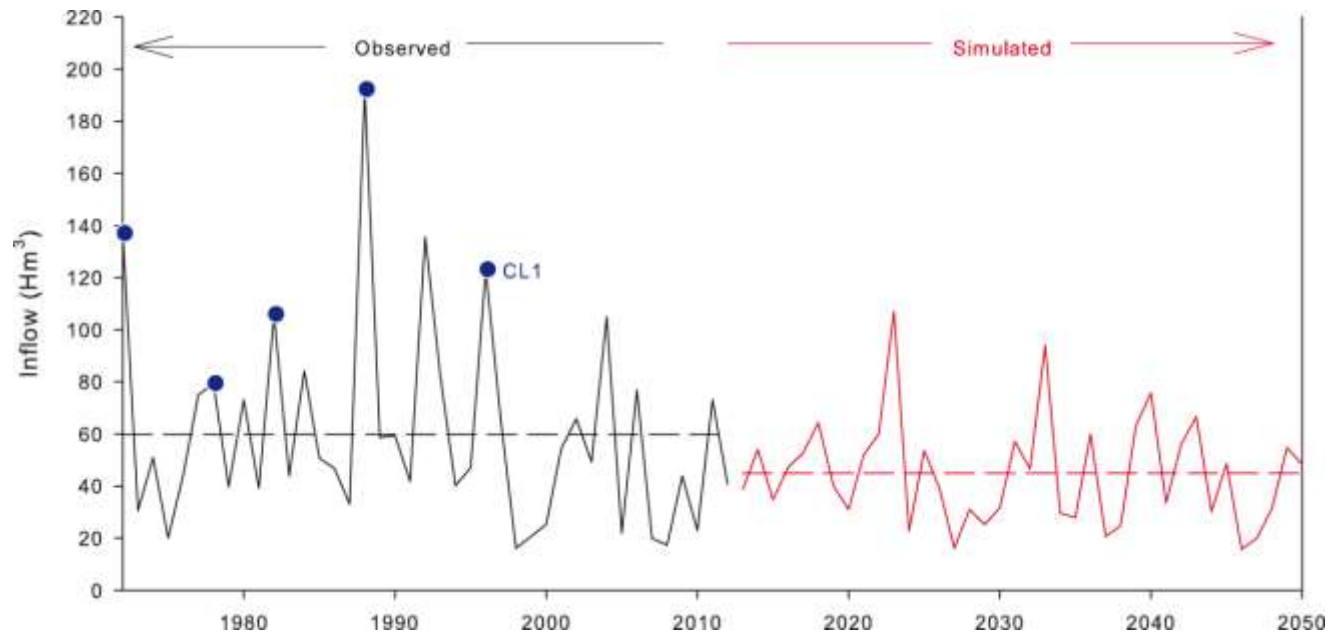


Figure 16. Expected changes in mean contribution per season (hm³/season) for period and location compared to the reference period (2002-2011).

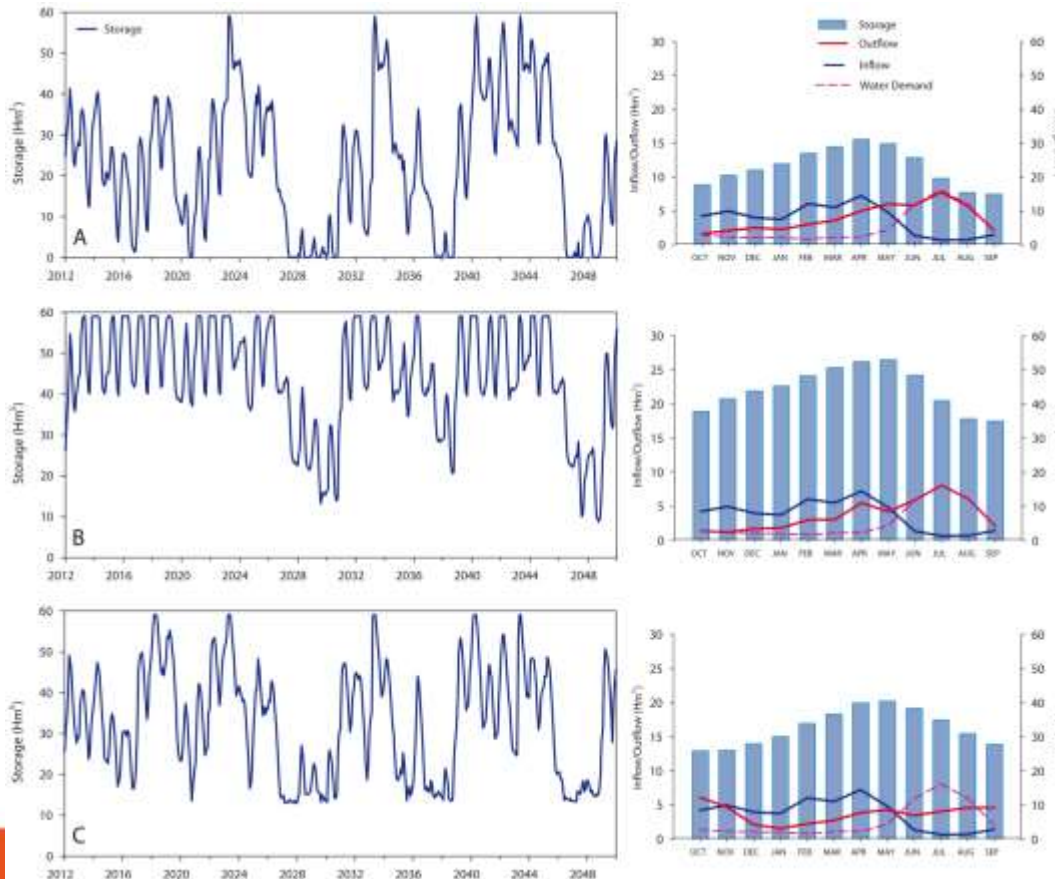
La Muga

■ Cambio climático: Embalse Boadella-Darnius (Simulación)



La Muga

■ Cambio climático: Embalse Boadella-Darnius (Simulación)



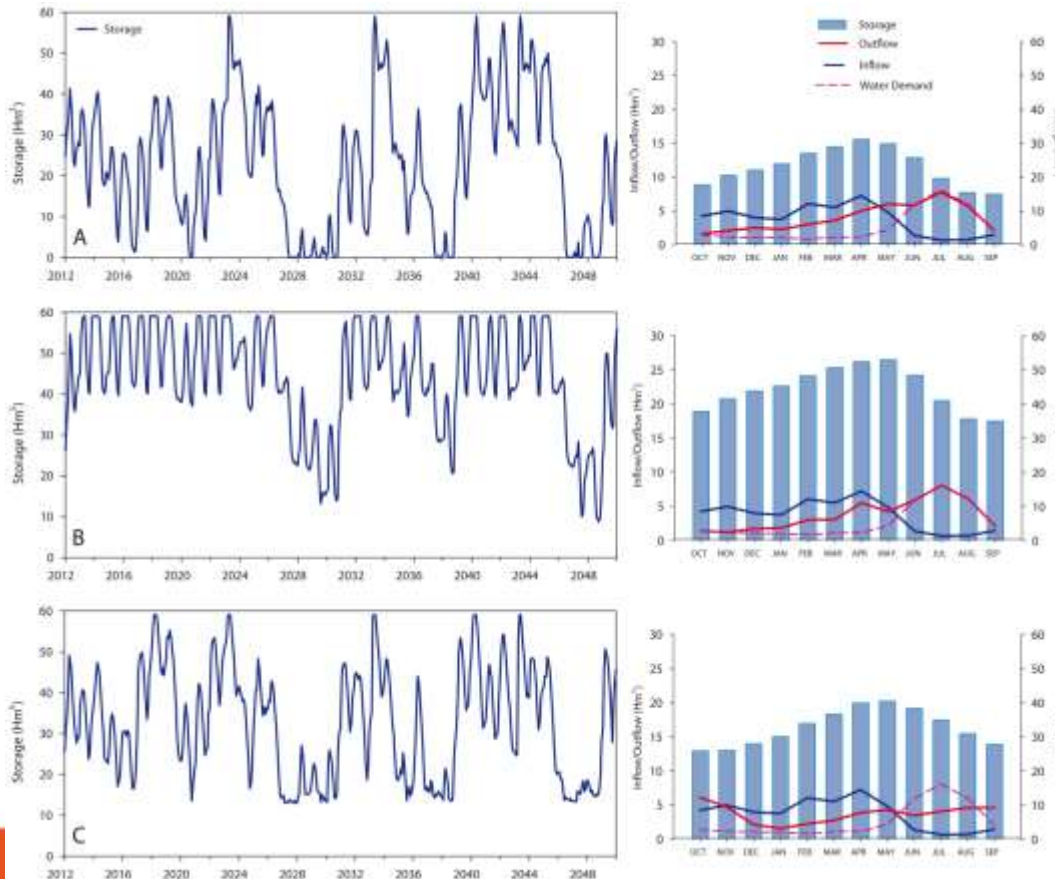
- Manteniendo salidas
- Caudal ecológico

- Manteniendo salidas
- Limitando un mínimo embalsado

- Manteniendo el embalsado
- Caudal ecológico

La Muga

■ Cambio climático: Embalse Boadella-Darnius (Simulación)



- Embalse seco
- Mantenimiento de las demandas

- No Caudal Ecológico
- Río seco

- No Mantenimiento de las demandas

Este escenario prevé un cambio en la estructura forestal debido, principalmente, a la gestión del bosque. El objetivo del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación **es incrementar el actual 28% de superficie forestal de Cataluña bajo gestión hasta el 50%.** Haciendo nuestro este objetivo: el 50% de la superficie forestal actual de las cabeceras será gestionada, actuando primero en los bosques más densos **[descenso del 50% en la densidad de ocupación]**

Modelización hidrológica + CC + LUC

La Muga

El Ter

El Segre



Resultados

- Se espera un **calentamiento general** en Cataluña.
- **Reducción** general de la **precipitación** anual [-9%].
- La **temperatura** media puede **aumentar** aproximadamente **+0.38°C** por década [2012-2050].
 - Tendencia más elevada en el Pirineo e Interior [+1.12°C/década] que en la costa [+0.94°C].
- Episodios de **sequía más frecuentes y severos**
- **Aumento** de la **demanda de agua** por parte de la atmósfera
- **Reducción** generalizada de los **caudales** para la mitad del siglo XXI (sobre todo en el Ter)
 - En **cabecera**: 9.5 - 32.0 %, reducciones más grandes que las atribuidas solo a factores climáticos.
 - En **zonas bajas**: 12.2 - 36%, los caudales se ven altamente condicionados por la gestión de los embalses
- La **gestión de los embalses** como medida de adaptación clave. En el caso de La Muga los resultados muestran que no existe ninguna gestión posible que permita garantizar las demandas futuras y el cumplimiento de los caudales ecológicos sin una gestión de la demanda.



Soluciones en el ámbito del agua



En la cuenca del Ter, en coordinación con el **LIFE Pletera y GeoServei S.L.**, se ha realizado un **estudio de modelización hidráulica del sistema de drenaje litoral del margen izquierdo del Baix Ter.**

La desurbanización de La Pletera supone que la franja de afección de la inundación tierra adentro **pasa de los 600 a los 350 m** y la **cota absoluta de agua sería 0.24 m inferior**. Por lo tanto, un impacto positivo en la **adaptación** del territorio **al incremento del nivel del mar y la mayor recurrencia de episodios meteorológicos extremos** como son las situaciones de levante (Ilevantades).

Adaptación

	Anem bé
	Sense tendència significativa
	Anem malament

Indicadores de adaptación al cambio climático en la gestión del agua.

Conca	Indicadors	Sector	Unitats indicador	Temporalitat	Anys dades	Tendència desitjada	Tendència real	Anem bé?
General	Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya (2016-2021)	Gestió de l'aigua	--					
	Dotació d'aigua per a reg agrícola a Catalunya	Gestió de l'aigua	m ³ /ha/any	Quinquennal	2007-2012	Disminució	Sense tendència	
Muga	Dotació domèstica en baixa	Gestió de l'aigua	l/hab/dia	Anual	2008-2014	Disminució/Estable	Disminució	
	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Gestió de l'aigua	hm ³ /any	Anual	2008-2014	Disminució	Disminució	
	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Gestió de l'aigua	Nombre i %	Sexennal	2008-2013	Augment (compliment objectius)	Disminució	
Segre	Dotació domèstica en baixa	Gestió de l'aigua	l/hab/dia	Anual	2008-2014	Disminució/Estable	Sense tendència	
	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Gestió de l'aigua	hm ³ /any	Anual	2008-2014	Disminució	Sense tendència	
	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Gestió de l'aigua	Nombre i %	Sexennal	2008-2013	Augment (compliment objectius)	Augment	
Ter	Dotació domèstica en baixa	Gestió de l'aigua	l/hab/dia	Anual	2008-2014	Disminució/Estable	Disminució	
	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Gestió de l'aigua	hm ³ /any	Anual	2008-2014	Disminució	Disminució	
	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Gestió de l'aigua	Nombre i %	Sexennal	2008-2013	Augment (compliment objectius)	Sense tendència	

■ Participación



■ 5 Reuniones del Comité de Seguimiento

- Interacción MEDACC-actores: Conocimiento y experiencia.
- Información sobre el progreso del proyecto.
- Recopilación de medidas de adaptación, evaluación y propuesta de nuevas medidas

- **Web – Plataforma de datos.** Línea de vida, actividades, documentos, datos, cartografía, resultados, etc.

- **7 Grupos de discusión** [4 en 2014 – 3 en 2018]
 - Debate focus group durante 2.5 horas entre 7-10 actores por cuenca
 - Cuestionario de opinión sobre cambio climático y medidas de adaptación
 - 34 actores en total, 96% de participación
 - Análisis del efecto del proyecto en su percepción sobre la adaptación al cambio climático

- **9 visitas guiadas a las pruebas piloto**

- **Actividades de difusión.**
 - Más de 30 notas de prensa.
 - Asistencia y organización de más de 40 conferencias y seminarios.
 - 3 Ferias/Exhibiciones.
 - 4 artículos científicos.

- **Workshop.** 24.04.2018

Networking



Participación de la **OCCC** en el **Workshop** sobre **Adaptación al cambio climático [20.04.2017]**

<https://masteradapt.eu/?lang=en>



Imdroflood.csic.es

ECOHIPRO

desemon

} MEDACC-Life proporciona resultados relacionados con las sequías climáticas e hidrológicas.



Participación del IRTA y del CREAM en la Jornada de presentación del proyecto Life CLINOMICS **[24.11.2016]**



Diagnosis sobre el clima, los usos del suelo y la hidrología de la cuenca del Segre.



Participación en la reunión final **[14.12.2016]**. Colaboración a través de ensayos piloto a lo largo de 2017.



CREAF es miembro del *Comité Técnico de Seguimiento del Proyecto ECTAdapt*.

Networking



CREAF participó en la Conferencia Internacional final del proyecto NET-SCARCE.



CREAF, IRTA, OCCC e IPE participan en el Comité Asesor y como actores locales clave en la cuenca de la Tordera.



Realización conjunta de pruebas piloto.



Realización de un diagnóstico de la capacidad actual de desagüe del sistema litoral de la llanura situada al margen izquierdo del río Ter y, en consecuencia, el análisis de alternativas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de este ámbito.

LIFE MEDACC ha jugado un papel clave en:

- La constitución de la **Comunidad de Usuarios de Aguas de la Plana Litoral de la Muga** -donde están presentes todos los usuarios del acuífero salinizado de la zona costera con el objetivo de consensuar e implementar medidas que reviertan la situación actual- .

- La concepción y la puesta en marcha del **Pla Gavarres 2025** liderado por el Consorcio de las Gavarres, en la cuenca del Ter, con el objetivo de hacer más resiliente este macizo corchero ante los impactos ya observados del cambio climático.



Las cuencas, ¿se adaptan a los impactos del cambio climático?



INDICADORES de la vulnerabilidad actual de las cuencas

AGRICULTURA	AIGUA	BOSCOS
Rendiment dels conreus	Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya (2016-2021)	Pla general de Política Forestal de Catalunya 2014-2024
Diversitat de conreus	Dotació d'aigua per a reg agrícola a Catalunya	Superfície amb instrument d'ordenació forestal (IOF) en finques privades
Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Relació entre la superfície forestal on s'han executat actuacions de gestió forestal i la superfície total ordenada en finques privades
Alimentació animal vs alimentació humana	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Superfície de tallades executades en finques privades
Productivitat hídrica	Dotació domèstica en baixa	Aprofitaments del bosc (fusta) en finques privades
Superfície Bosc vs Agrícola		Aprofitaments del bosc (fusta) en finques públiques
		Aprofitaments del bosc (llenya) en finques privades
		Densitat
		Volum amb escorça aprofitat
		Superfície cremada per incendi
		Caps de bestiar d'oví i cabrum

El LIFE MEDACC ha **propuesto 22 indicadores para evaluar las medidas de adaptación** en la agricultura y ganadería, la gestión del agua y la gestión forestal. Para cada indicador se ha hecho una valoración de la **tendencia real**, la **tendencia deseada** y la **valoración de si vamos bien en términos de adaptación**.

	Indicadors agricultura	Indicadors aigua	Indicadors boscos
Primera	TER	TER	TER
Segona	MUGA	SEGRE	SEGRE
Tercera	SEGRE	MUGA	MUGA



**Adaptando el Mediterráneo
al Cambio Climático**

**MOLTES GRÀCIES
MUCHAS GRACIAS
THANK YOU VERY MUCH**