



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



Instituto de Ingeniería del  
Agua y Medio Ambiente

MÁSTER EN INGENIERÍA  
HIDRÁULICA Y MEDIO  
AMBIENTE

## Evaluación de efectos antrópicos directos e indirectos sobre la zonación de la vegetación de ribera en diferentes tramos de ríos mediterráneos españoles



Alicia García Arias ([algarar2@posgrado.upv.es](mailto:algarar2@posgrado.upv.es))



## Índice

1. Introducción
2. El modelo RibAV
3. Casos de estudio
4. Calibración y validación del modelo en los tramos de estudio
5. Análisis de afecciones antrópicas directas sobre la zonación de la vegetación de ribera
6. Análisis de escenarios de cambio climático sobre la zonación de la vegetación de ribera
7. Discusión y conclusiones
8. Líneas de investigación futuras





## Índice

### 1. Introducción

### 2. El modelo RibAV

### 3. Casos de estudio

### 4. Calibración y validación

### 5. Análisis de afecciones antrópicas directas

### 6. Análisis de escenarios de cambio climático

### 7. Discusión y conclusiones

### 8. Líneas de investigación futuras

## Riberas

Ecosistemas complejos adyacentes al río esenciales para mantener la vida de los ecosistemas fluviales

## Vegetación de ribera

- Gran densidad de biomasa, biodiversidad y complejidad estructural
- Estabilidad del cauce (retención de sedimentos)
- Retención/aporte de nutrientes
- Calidad del agua (regulación de temperatura)
- Diversidad de hábitats (fauna terrestre y acuática)

## Relación entre caudales y vegetación de ribera

La distribución y diversidad de la vegetación de ribera en zonas semiáridas vienen determinadas por el régimen hidrológico del cauce

La profundidad de la capa freática es el factor esencial de su desarrollo



## Índice

### 1. Introducción

### 2. El modelo RibAV

### 3. Casos de estudio

### 4. Calibración y validación

### 5. Análisis de afecciones antrópicas directas

### 6. Análisis de escenarios de cambio climático

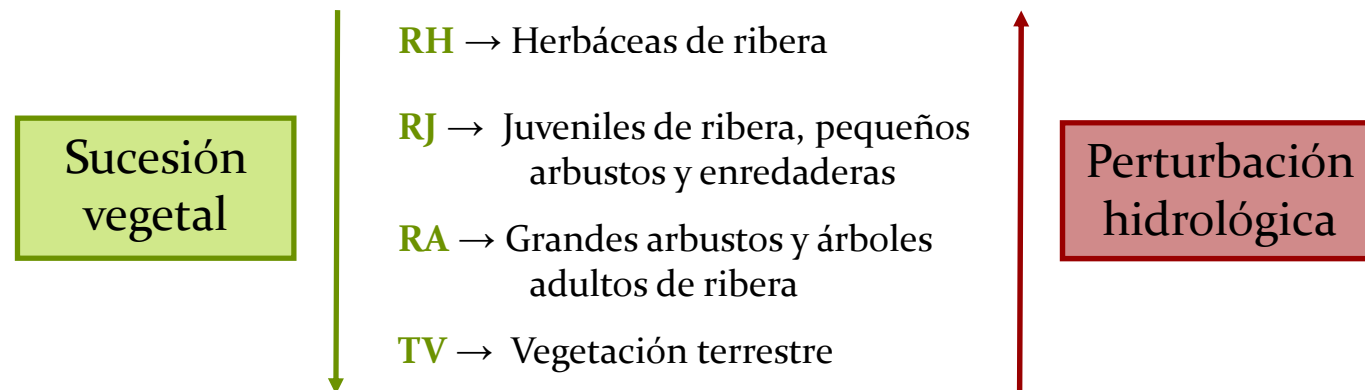
### 7. Discusión y conclusiones

### 8. Líneas de investigación futuras

## El estudio de las riberas

1977 - 1985	La ribera como recurso de materia y energía
1985 - 1998	Capacidad para amortiguar aportes (sedimentos, nutrientes)
1998 - 2002	Perturbaciones hidrológicas y climáticas
2002 - 2005	Zona de ribera y ecosistema fluvial: dinámicamente unidos por procesos hidrológicos y geomorfológicos
2005 - 2010	Impactos antrópicos (alteración del régimen de caudales)

## Tipos funcionales de vegetación (TFV)



## Índice

### 1. Introducción

### 2. El modelo RibAV

### 3. Casos de estudio

### 4. Calibración y validación

### 5. Análisis de afecciones antrópicas directas

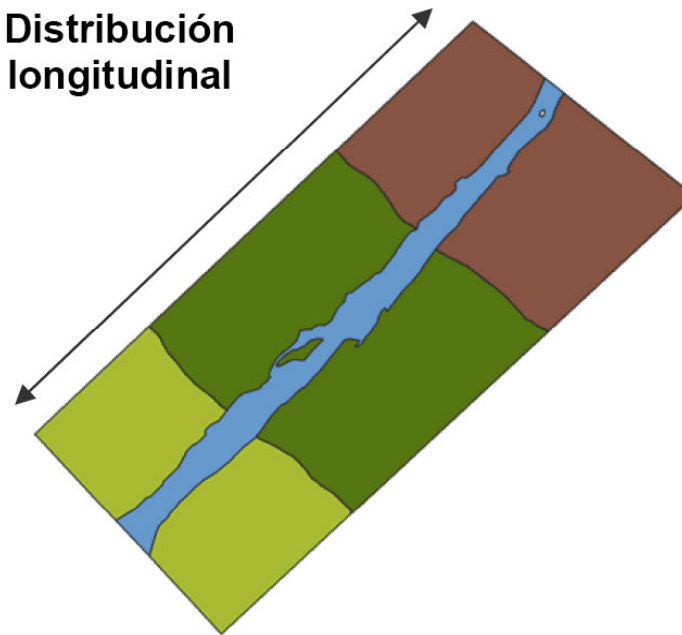
### 6. Análisis de escenarios de cambio climático

### 7. Discusión y conclusiones

### 8. Líneas de investigación futuras

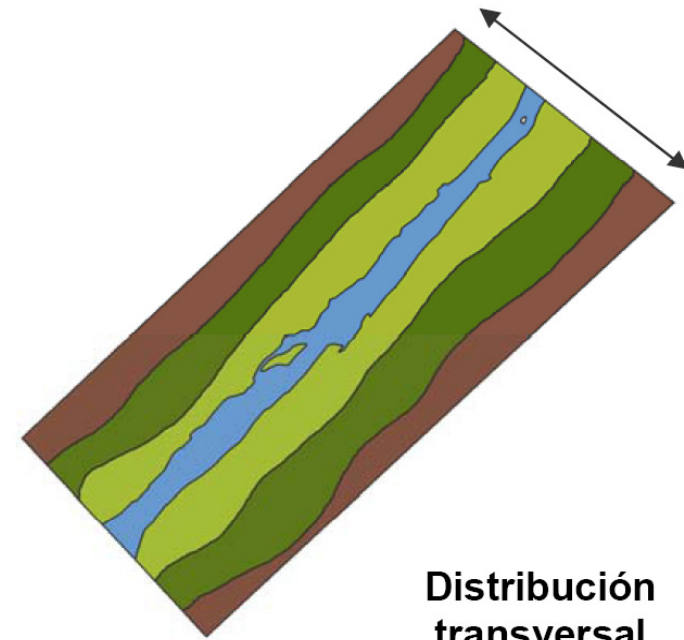
## Zonación de la vegetación de ribera

### Distribución longitudinal



Escala de río (km)  
Variables geomorfológicas

### Distribución transversal



Escala de tramo (m)  
Variables hidrológicas



## Índice

### 1. Introducción

### 2. El modelo RibAV

### 3. Casos de estudio

### 4. Calibración y validación

### 5. Análisis de afecciones antrópicas directas

### 6. Análisis de escenarios de cambio climático

### 7. Discusión y conclusiones

### 8. Líneas de investigación futuras

## Motivación y objetivos

- Trascendencia de los ecosistemas riparios: protección de cauces, valor natural y valor paisajístico
- Amenaza de degradación (actividades humanas)
- Necesidad de mayor conocimiento → gestión adecuada

Este TFM responde a la decisión de dar continuidad a una línea de investigación dentro del IIAMA (UPV), enfocada hacia la modelización de la vegetación de ribera

### Punto de partida

Análisis de las interrelaciones vegetación-flujo en tramos regulados de río (*Garófano, 2009*)

Desarrollo del modelo RibAV (*Morales, 2010; Morales y Francés, 2009*)

Desarrollo del software RibAV (*Real, 2010*)

Proyecto RIBERA (2008 – 2009)



### Objetivos

Revisión de antecedentes

Procesado de datos hidrometeorológicos

Calibración y validación del modelo RibAV

Planteamiento, elaboración y análisis de escenarios de modificación del régimen de caudales y de cambio climático

Discusión de resultados y extracción de conclusiones

### Índice

#### 1. Introducción

#### 2. El modelo RibAV

#### 3. Casos de estudio

#### 4. Calibración y validación

#### 5. Análisis de afecciones antrópicas directas

#### 6. Análisis de escenarios de cambio climático

#### 7. Discusión y conclusiones

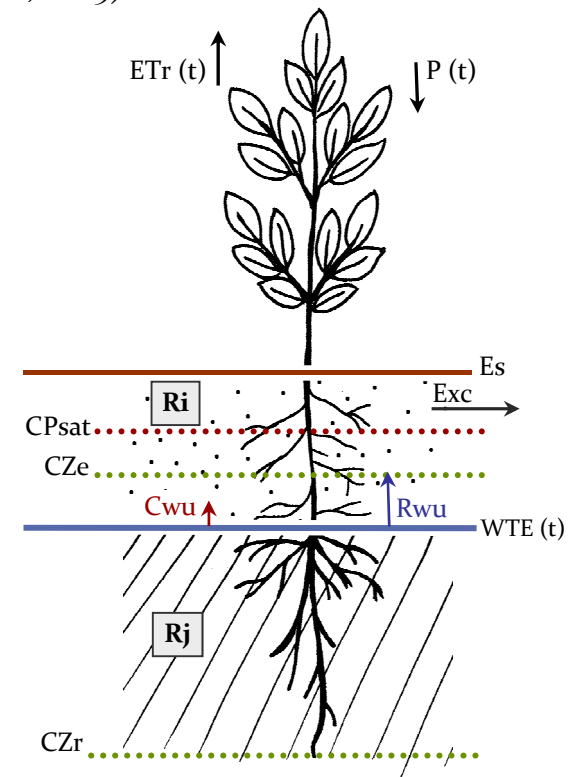
#### 8. Líneas de investigación futuras

## El Modelo RibAV (M. Morales y F. Francés, 2009)

Modelo matemático de **flujo de tanque estático** basado en la evapotranspiración de las plantas riparias

- **Inputs** más importantes de modelo:
  - Curvas de retención del suelo
  - Parámetros de los TFV
  - Datos hidrometeorológicos (escala diaria)
- Variable Output: **ET<sub>index</sub>**
- Tipos Funcionales de Vegetación: **RH, RJ, RA y TV**

Aplicable en gran variedad de condiciones en **ambientes semiáridos**





### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## El Programa RibAV v.01

(Real, 2010)

The screenshot displays the 'Vegetation Types' configuration window in the RibAV v.01 software. At the top, there are 'Daily Inputs' buttons: 'Load', 'Erase', and 'Save'. Below this is a table with columns for 'Date', 'Precipitation', 'Potential Evaporation', and 'Daily Flow'. The main area is titled 'Vegetation Types:' and contains a 'Description' field with 'Riparian Herbs' entered. Below the description are several input fields for parameters:

Maximum Root Depth [m]:	1.2	Transpirator Factor from Unsaturated Zone [ ]:	0.8	Maximum Soil-Root Water Conductance [mm Mpa-1 h-1]:	0.97
Effective Root Depth [m]:	0.6	Transpirator Factor from Saturated Zone [ ]:	0.6	Matrix Potential at Wilting Point [KPa]:	1500 <small>(Typical value=1500 KPa)</small>
Extinction Saturation [m]:	-0.75	Plant Cover Density [ ]:	1	Matrix Potential at Critical Point [KPa]:	95 <small>(Typical value=95 KPa)</small>

At the bottom of the window, there are several control buttons: 'Load', 'Default Data', 'Back', 'Save', 'Erase Data', and 'Next'.



## Índice

### 1. Introducción

### 2. El modelo RibAV

### 3. Casos de estudio

### 4. Calibración y validación

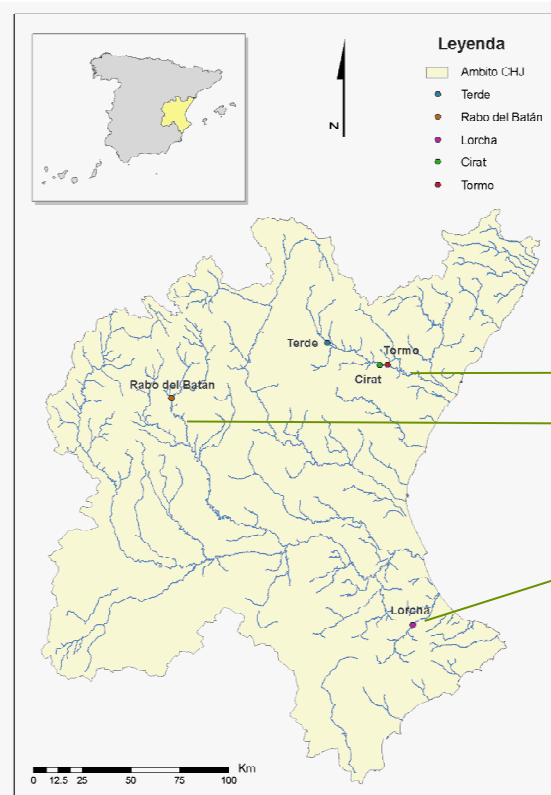
### 5. Análisis de afecciones antrópicas directas

### 6. Análisis de escenarios de cambio climático

### 7. Discusión y conclusiones

### 8. Líneas de investigación futuras

## La Cuenca Hidrográfica del Júcar es una de las más importantes de la región Mediterránea de España



- Escasez de RRHH
- Gran demanda: urbana (20%), agrícola (80%)
- Balance ajustado entre recursos disponibles y demandas (3,200 Hm<sup>3</sup>/año)
- Aguas subterráneas: la mitad de los recursos disponibles
- Embalses: regulación de aprox. 1,200 Hm<sup>3</sup>/año

Este sistema hidrográfico incluye:

- Río Mijares
- Río Cabriel
- Río Serpis

Se han seleccionado  
diferentes tramos como  
muestra representativa de  
la CHJ



## Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Calibración del modelo RibAV

- Función objetivo → **Matriz de Confusión**

		SIMULADOS								Total
		RH	RJ	RA	TV	RH+RJ	RH+RA	RJ+RA	RA+TV	
OBSERVADOS	RH					-	-	-	-	
	RJ					-	-	-	-	
	RA					-	-	-	-	
	TV					-	-	-	-	
	RH+RJ							-	-	
	RH+RA								-	
	RJ+RA									
	RA+TV									
Total unicas										Tot obs
Total todas										Tot sim

Grupo A
Grupo B
Grupo C

- Coeficiente de confiabilidad, **kappa** (Cohen, 1960)

$$k = \frac{\sum f_0 - \sum f_e}{n - \sum f_e}$$

Grado de acuerdo una vez corregido el efecto del azar

$$\sigma_x = \frac{\sqrt{\sum f_0 \left(1 - \frac{\sum f_0}{n}\right)}}{n - \sum f_e}$$

L. C. (95%) = k    1.96 · σx

L. C. (99%) = k    2.58 · σx

### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

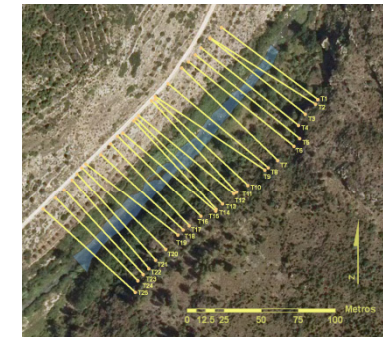
## Proceso de calibración

Parámetros de vegetación más relevantes para la calibración del modelo:

- **Zr** : profundidad máxima de raíces (m)
- **Ze** : profundidad efectiva de raíces (m)
- **Zsat** : profundidad de extinción por saturación (m)
- **Rj** : factor de transpiración de la zona saturada ( )
- **Ri** : factor de transpiración de la zona no saturada ( )

Criterios de selección del tramo de estudio:

1. Elevado número de puntos de simulación ✓
2. Presencia de todos los tipos funcionales de vegetación ✓
3. Ausencia de regulación de caudales ✗



Tramo seleccionado:

**Lorcha del Río Serpis**



### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

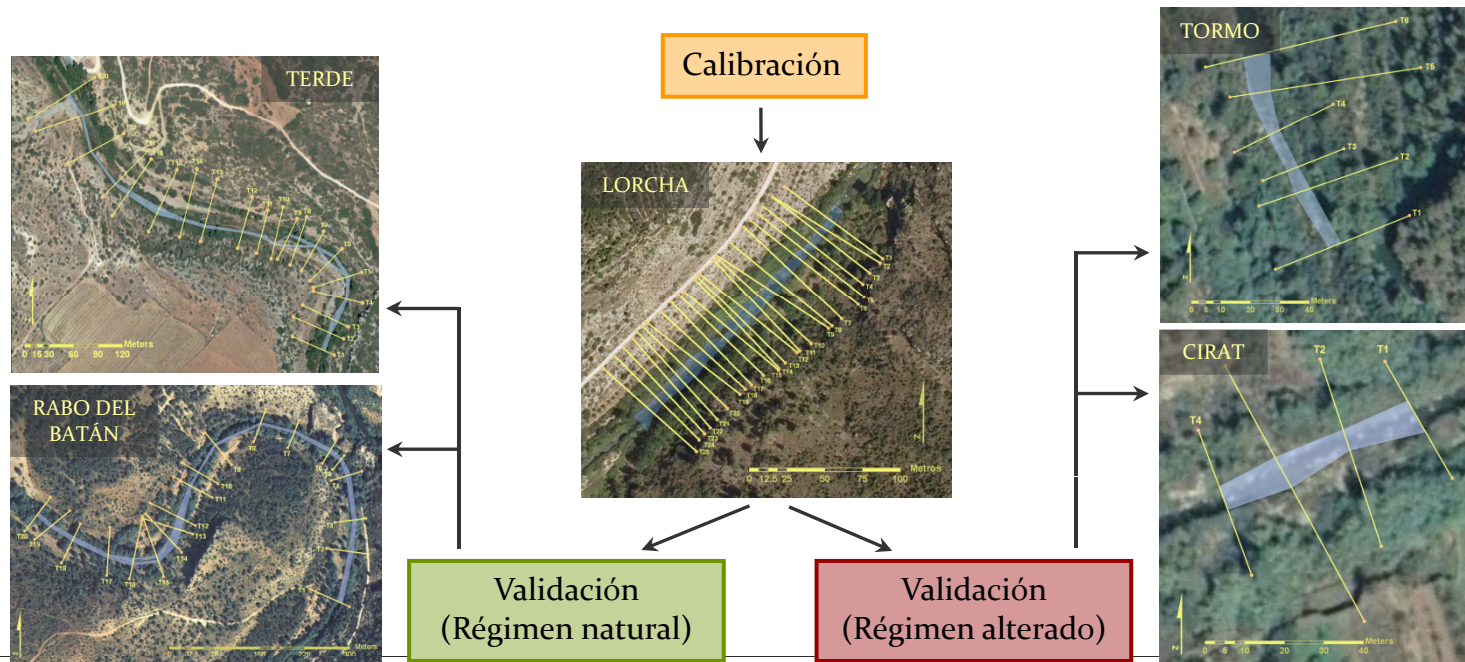
7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Validación del modelo RibAV

Simulación en tramos de estudio diferentes del tramo empleado para la calibración:

- Calibración : Lorcha del río Serpis
- **Validación en régimen natural** : Terde del río Mijares y Rabo del Batán del río Cabriel
- **Validación en régimen alterado** : Tormo y Cirat del río Mijares





# 4. Calibración y validación del modelo RibAV en los tramos de estudio

## Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Calibración en el tramo Lorcha

		SIMULADOS								
		RH	RJ	RA	TV	RH+RJ	RH+RA	RJ+RA	RA+TV	Total
OBSERVADOS	RH	44	0	20	6					70
	RJ	2	0	3	0					5
	RA	8	0	10	0					18
	TV	0	0	12	113					125
	RH+RJ	9	0	11	0	9				20
	RH+RA	8	0	9	0		17			17
	RJ+RA	5	0	25	54			25		84
	RA+TV	2	0	41	49				90	92
	Total unicas	54	0	45	119	9	17	25	90	431
Total todas	78	0	131	222					431	

BALANCE DE ACIERTOS EN LA DIAGONAL PRINCIPAL			
TIPO FUNCIONAL	SIMULADOS	OBSERVADOS	% ACIERTO
RH	44	70	62.86 %
RJ	0	5	0 %
RA	10	18	55.56 %
TV	113	125	90.4 %
RH+RJ	9	20	45 %
RH+RA	17	17	100 %
RJ+RA	25	84	29.76 %
RA+TV	90	92	97.83 %
<b>TOTAL</b>	<b>308</b>	<b>431</b>	<b>71.46 %</b>

$0.4 < k > 0.6 \rightarrow$  aceptable  
 $0.6 < k > 0.8 \rightarrow$  bueno  
 $0.8 < k > 1.0 \rightarrow$  excelente

$K_{4 \text{ tipos funcionales}} \rightarrow 0.604 \pm 0.125$   
 (límite de confianza 99%)

$K_{\text{ripario vs terrestre}} \rightarrow 0.833 \pm 0.097$   
 (límite de confianza 99%)



## 4. Calibración y validación del modelo RibAV en los tramos de estudio

### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

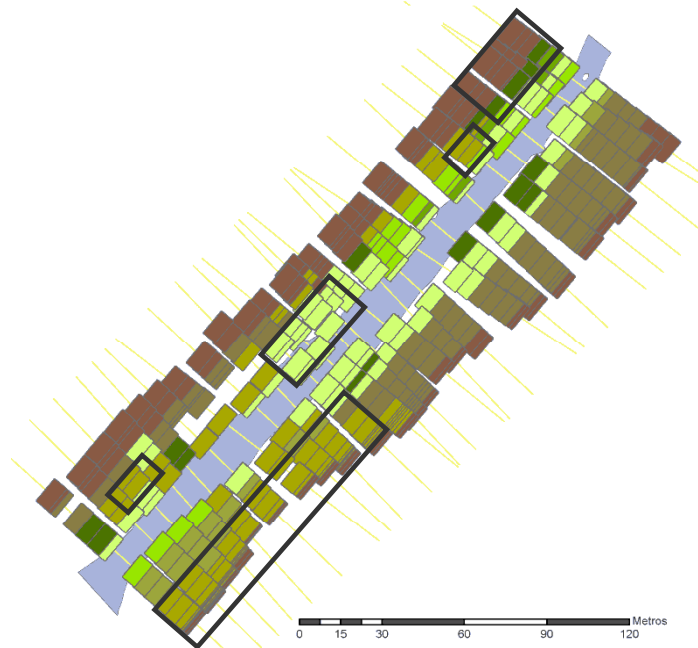
6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

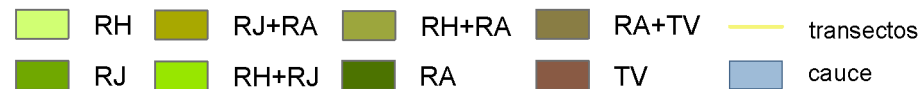
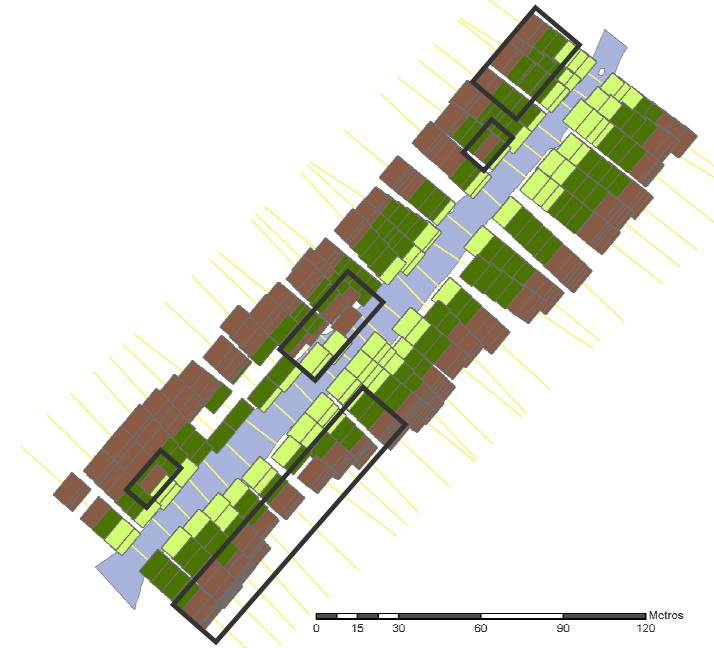
### Tramo Lorcha del río Serpis

Tipos funcionales de vegetación observados  
en el tramo en 2009



### Tramo Lorcha del río Serpis

Tipos funcionales de vegetación simulados  
en el tramo en régimen histórico de caudales





### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Parámetros de calibración

TIPO FUNCIONAL	PARÁMETRO								
	$Z_r$	$Z_e$	$Z_{sat}$	$R_i$	$R_j$	$CRT$	$P_{wp}$	$P_{crit}$	$Cov$
<i>RH</i>	1.25	0.7	-0.9	0.7	0.9	0.97	1500	500	0.7
<i>RJ</i>	1.3	0.8	-0.3	0.7	0.3	0.97	1500	350	0.7
<i>RA</i>	3.2	0.8	-0.3	0.7	0.3	0.97	1500	125	0.8
<i>TV</i>	1.9	1.6	1.6	1	0	0.97	1500	95	0.8

$Z_r$ : Precipitación	$Z_e$ : Evapotranspiración	$Z_{sat}$ : Zona saturada	$R_i$ : Resistencia a la infiltración	$R_j$ : Resistencia a la evaporación	$CRT$ : Conductividad hidráulica	$P_{wp}$ : Punto de marchitamiento	$P_{crit}$ : Punto crítico de humedad	$Cov$ : fracción de cobertura de las plantas
							Los grupos de plantas	
								RH → 0.7 - 1.0
								RJ → 0.5 - 1.0
								RA → 0.7 - 1.0
								TV → 0.7 - 1.0

## 4. Calibración y validación del modelo RibAV en los tramos de estudio

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

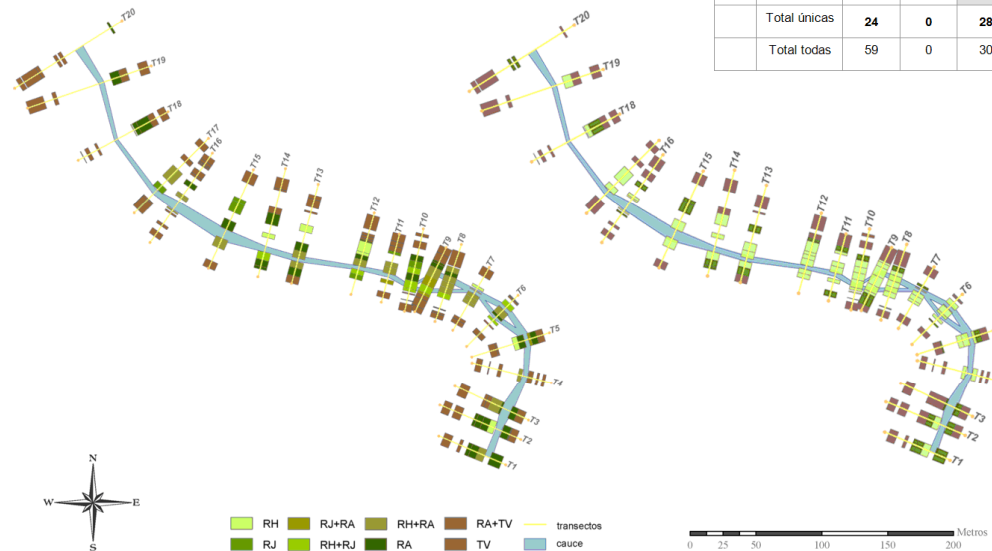
7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Validación en Terde del Río Mijares

BALANCE DE ACIERTOS EN LA DIAGONAL PRINCIPAL			
TIPO FUNCIONAL	SIMULADOS	OBSERVADOS	% ACIERTO
RH	7	9	77.78 %
RJ	0	6	0 %
RA	15	30	50 %
TV	68	78	87.18 %
RH+RJ	9	9	100 %
RH+RA	22	23	95.65 %
RJ+RA	0	4	0 %
RA+TV	5	6	83.33 %
<b>TOTAL</b>	<b>126</b>	<b>165</b>	<b>76.36 %</b>

		SIMULADOS									
		RH	RJ	RA	TV	RH+RJ	RH+RA	RJ+RA	RA+TV	Total	
OBSERVADOS	RH	7	0	2	0					9	
	RJ	4	0	2	0					6	
	RA	12	0	15	3					30	
	TV	1	0	9	68					78	
	RH+RJ	9	0	0	0	9				9	
	RH+RA	21	0	1	1		22			23	
	RJ+RA	4	0	0	0			0		4	
	RA+TV	1	0	1	4				5	6	
	Total únicas	24	0	28	71	9	17	25	90	165	Tot obs
Total todas	59	0	30	76					165	Tot sim	



$K_2 \rightarrow 0.780 \pm 0.113$   
 $K_4 \rightarrow 0.524 \pm 0.139$   
 (límite de confianza 95%)

$0.4 < k > 0.6 \rightarrow$  aceptable  
 $0.6 < k > 0.8 \rightarrow$  bueno  
 $0.8 < k > 1.0 \rightarrow$  excelente





## 4. Calibración y validación del modelo RibAV en los tramos de estudio

### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

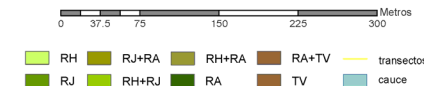
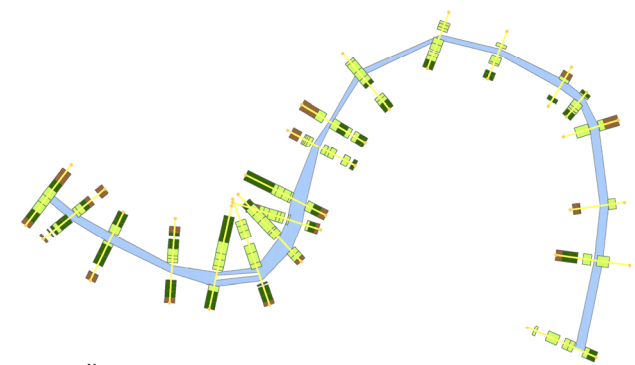
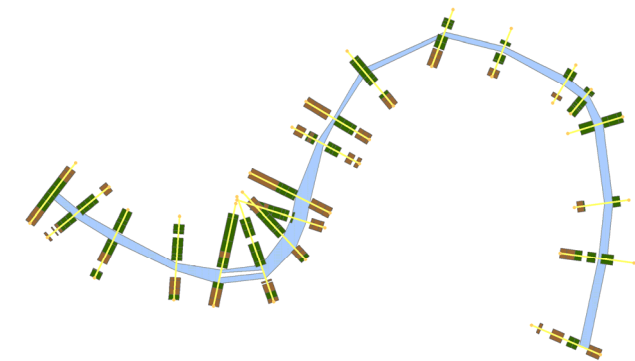
## Validación en Rabo del Batán del Río Cabriel

BALANCE DE ACIERTOS EN LA DIAGONAL PRINCIPAL			
TIPO FUNCIONAL	SIMULADOS	OBSERVADOS	% ACIERTO
RA	18	94	19.15 %
TV	11	31	35.48 %
RA+TV	17	30	56.67 %
RIPARIO	85	94	90.43 %
<b>TOTAL 4 tipos funcionales</b>	<b>46</b>	<b>155</b>	<b>29.68 %</b>
<b>TOTAL RIPARIO vs TERRESTRE</b>	<b>113</b>	<b>155</b>	<b>72.90 %</b>

		SIMULADOS						
		RH	RJ	RA	TV	RA+TV	Total	
OBSERVADOS	RA	67	0	18	9		94	
	TV	6	0	14	11		31	
	RA+TV	13	0	11	6	17	30	
	Total unicas	73	0	32	20	17	155	Tot obs
	Total todas	86	0	43	26		155	Tot sim

$K_2 \rightarrow 0.642 \pm 0.114$   
(límite de confianza 95%)

0.4 < k > 0.6 → aceptable  
0.6 < k > 0.8 → bueno  
0.8 < k > 1.0 → excelente



### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

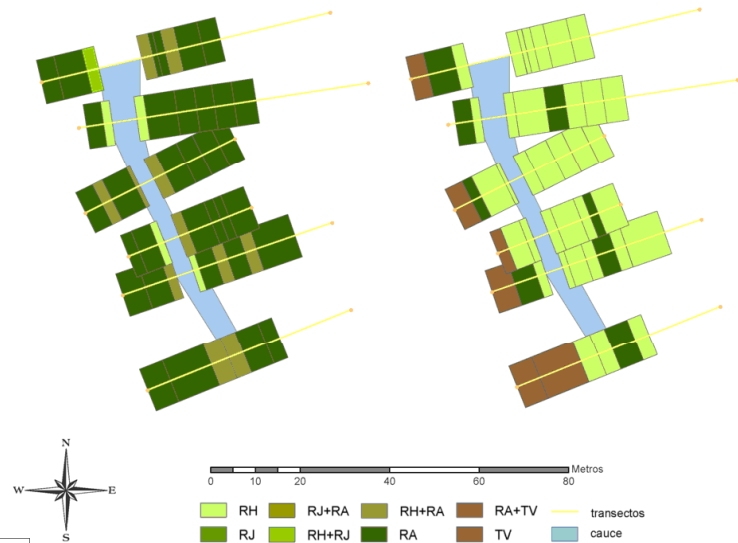
7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Validación en Tormo del Río Mijares

BALANCE DE ACIERTOS EN LA DIAGONAL PRINCIPAL			
TIPO FUNCIONAL	SIMULADOS	OBSERVADOS	% ACIERTO
RH	4	4	100 %
RA	7	33	21.21 %
RH+RJ	1	1	100 %
RH+RA	11	11	100 %
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>49</b>	<b>49.94 %</b>

		SIMULADOS							
		RH	RJ	RA	TV	RH+RJ	RH+RA	Total	
OBSERVADOS	RH	4	0	0	0			4	
	RA	20	0	7	6			33	
	RH+RJ	1	0	0	0	1		1	
	RH+RA	10	0	1	0		11	11	
Total unicas		24	0	7	6	1	11	49	Tot obs
Total todas		35	0	8	6	1	11	49	Tot sim



No es posible el cálculo del coeficiente *kappa*:

- No existe vegetación terrestre observada
- El número de puntos de simulación es muy escaso

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Validación en Cirat del Río Mijares

BALANCE DE ACIERTOS EN LA DIAGONAL PRINCIPAL			
TIPO FUNCIONAL	SIMULADOS	OBSERVADOS	% ACIERTO
RH	1	6	16.67 %
RJ	0	4	0.00 %
RA	0	7	0.00 %
RH+RJ	0	4	0.00 %
RH+RA	7	10	70 %
RJ+RA	1	3	33.33 %
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>34</b>	<b>26.46 %</b>



		SIMULADOS									
		RH	RJ	RA	TV	RH+RJ	RH+RA	RJ+RA	Total		
OBSERVADOS	RH	1	0	0	5				6		
	RJ	1	0	1	2				4		
	RA	2	0	0	5				7		
	RH+RJ	0	0	2	2	0			4		
	RH+RA	5	0	2	3		7		10		
	RJ+RA	0	0	1	2			1	3		
Total unicas		4	0	1	12	0	7	1	34	Tot obs	
Total todas		9	0	6	19				34	Tot sim	

No es posible el cálculo del coeficiente kappa:

- No existe vegetación terrestre observada
- El número de puntos de simulación es muy escaso



### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Versatilidad del modelo

- El modelo es útil en la diferenciación entre **vegetación terrestre** y de **ribera**. Los resultados considerando los cuatro tipos funcionales deben ser interpretados con cautela.
- La influencia de la agricultura provoca que la fiabilidad de las variables hidrológicas *input* disminuya considerablemente
- Se recomienda la recalibración del modelo en tramos en los que la validación no ofrezca buenos resultados

## Resumen de validación del modelo

- TERDE (régimen natural) ✓
- RABO DEL BATÁN (régimen natural) ✓
- TORMO (régimen alterado) ✓
- CIRAT (régimen alterado y fuerte influencia agrícola) ✗

Mejor  
resultado en  
régimen  
natural

Escenarios de  
regulación

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

**5. Análisis de afecciones antrópicas directas**

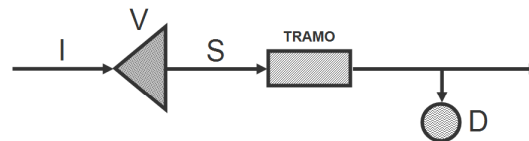
6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Planteamiento de escenarios

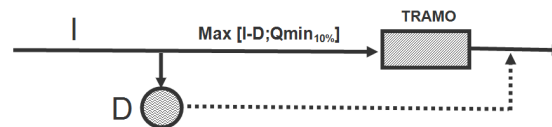
- Escenarios de regulación de caudales →



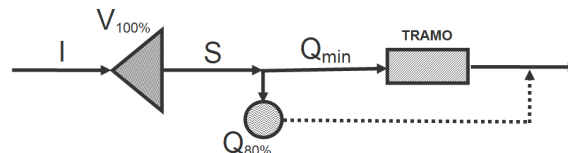
- Paso a régimen natural teórico

- Lorcha (Río Serpis)
- Tormo (Río Mijares)

- Escenarios de detracción de caudales →



- Escenarios de caudales mínimos medioambientales →



#### ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA

- hidroeléctrica (constante)
- urbana (+50% Jun.- Sep.)
- agrícola (variable mes a mes; maíz)

#### CAUDAL DE DEMANDA

- Q<sub>20</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>80</sub> y Q<sub>100</sub>

#### VOLUMEN DE EMBALSE

- V<sub>20%</sub>, V<sub>40%</sub>, V<sub>60%</sub>, V<sub>80%</sub> y V<sub>100%</sub>

#### ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA

#### ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA

- hidroeléctrica (constante)
- urbana (+50% Jun.- Sep.)
- hidroeléctrica (constante)
- agrícola (variable mes a mes; maíz)
- urbana (+50% Jun.- Sep.)

#### CAUDAL DE DEMANDA

- Q<sub>20</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>80</sub> y Q<sub>100</sub>

#### CAUDAL MÍNIMO

- Q<sub>min10%</sub> y Q<sub>min20%</sub>

#### ESTACIONALIDAD DEL CAUDAL MÍNIMO

- Sin estacionalidad
- Estival (inferiores entre Jul - Sep)
- Mensual

## 5. Análisis de afecciones antrópicas directas sobre la zonación de la vegetación de ribera

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

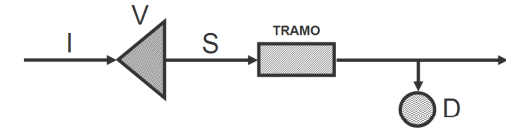
**5. Análisis de afecciones antrópicas directas**

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

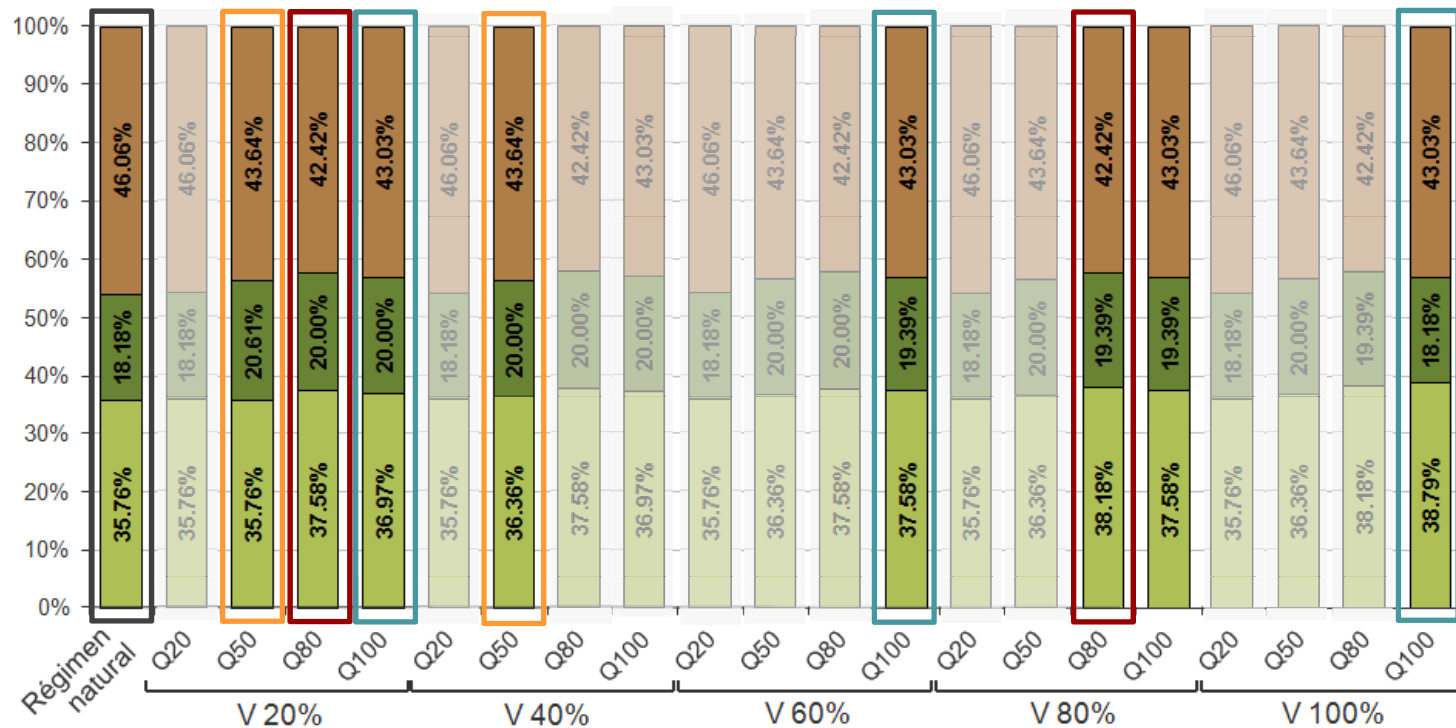
8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Regulación de Caudales



Demandas hidroeléctricas (constantes)

■ RH ■ RA ■ TV



## 5. Análisis de afecciones antrópicas directas sobre la zonación de la vegetación de ribera

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

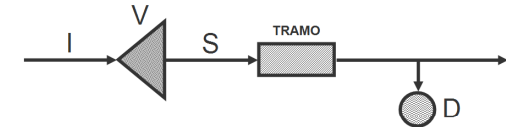
**5. Análisis de afecciones antrópicas directas**

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

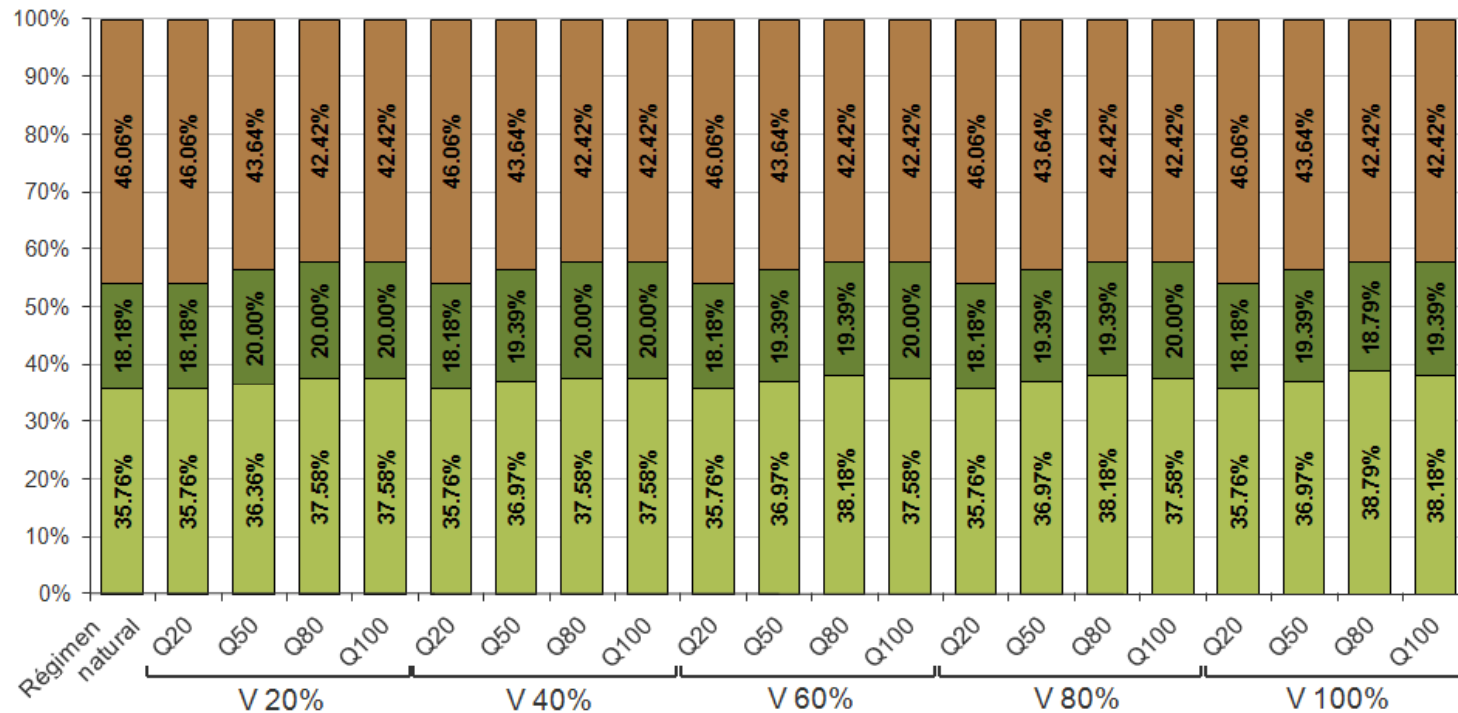
8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Regulación de Caudales



Demandas urbanas (incremento estival)

■ RH ■ RA ■ TV





## 5. Análisis de afecciones antrópicas directas sobre la zonación de la vegetación de ribera

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

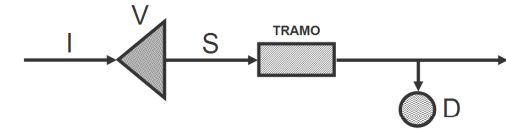
5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

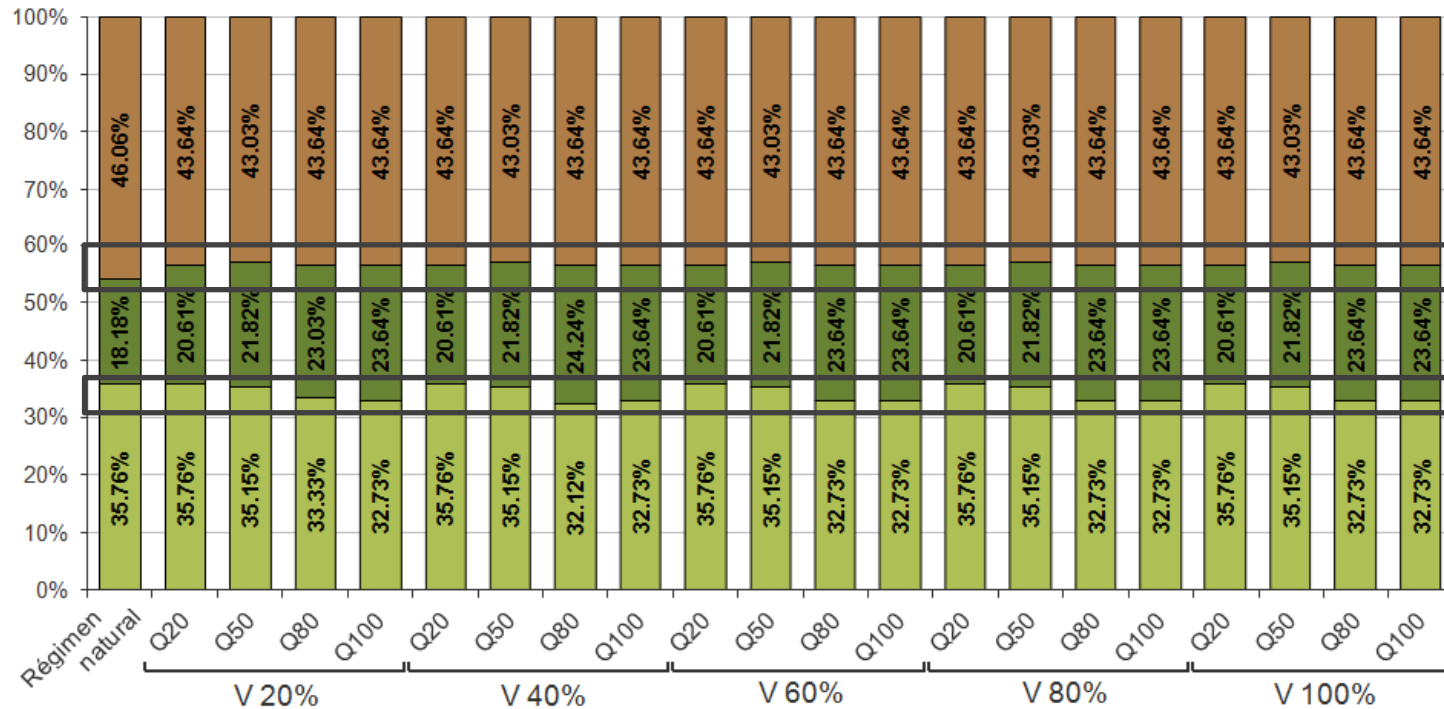
8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Regulación de Caudales



Demandas agrícolas (variabilidad mensual)

■ RH ■ RA ■ TV







## 5. Análisis de afecciones antrópicas directas sobre la zonación de la vegetación de ribera

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

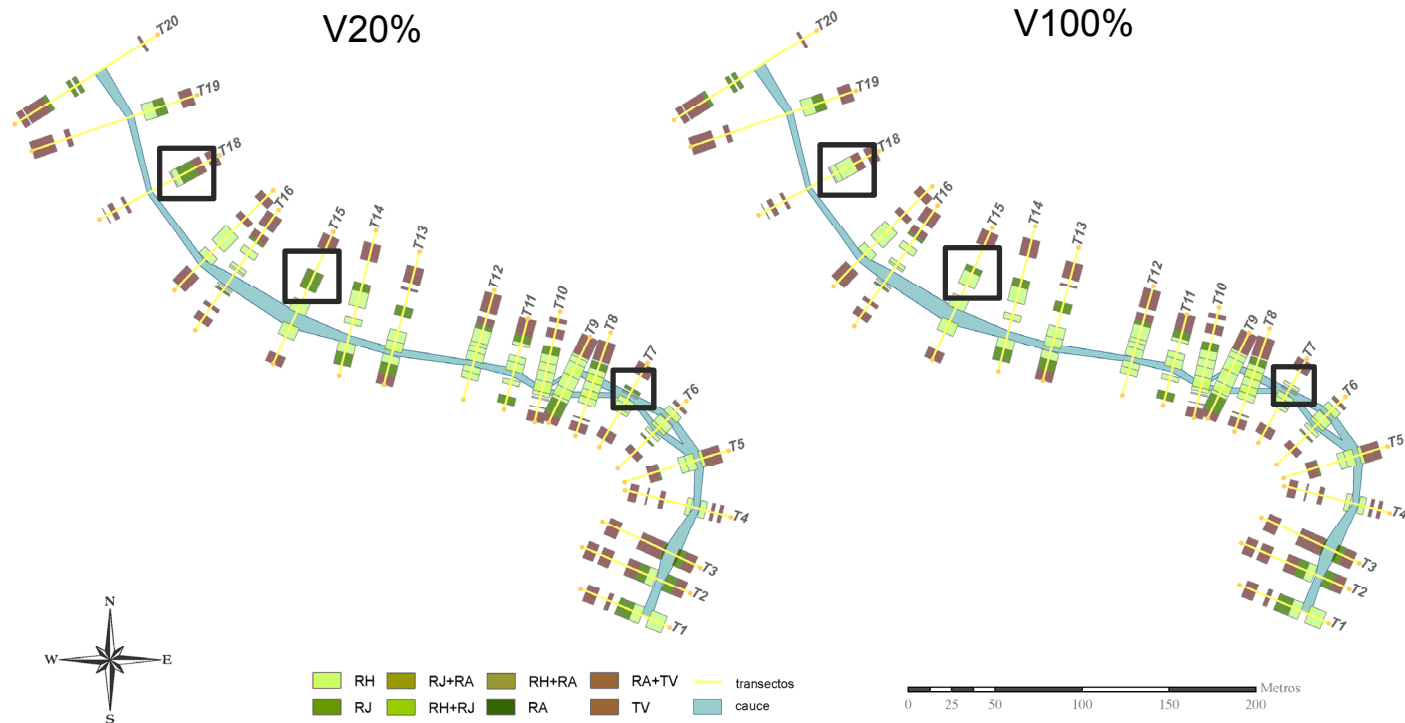
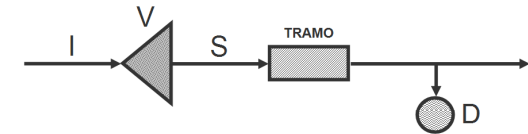
5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Regulación de Caudales



Demandas hidroeléctricas máximas (Q100%)

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

5. Análisis de afecciones antrópicas directas

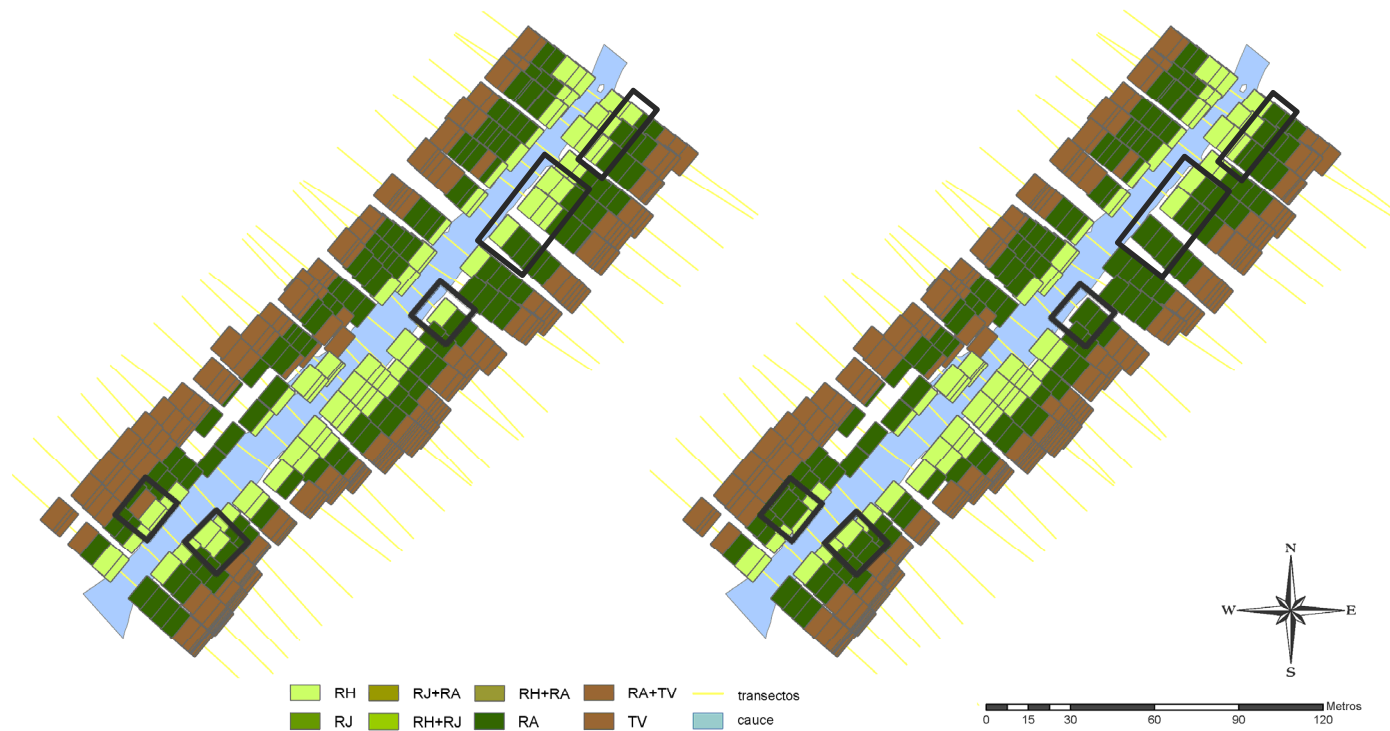
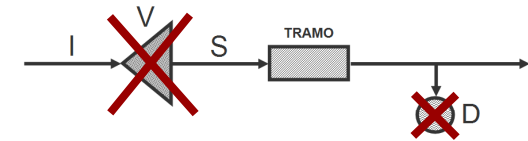
6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Paso a Régimen Natural

Lorcha (Río Serpis)



### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

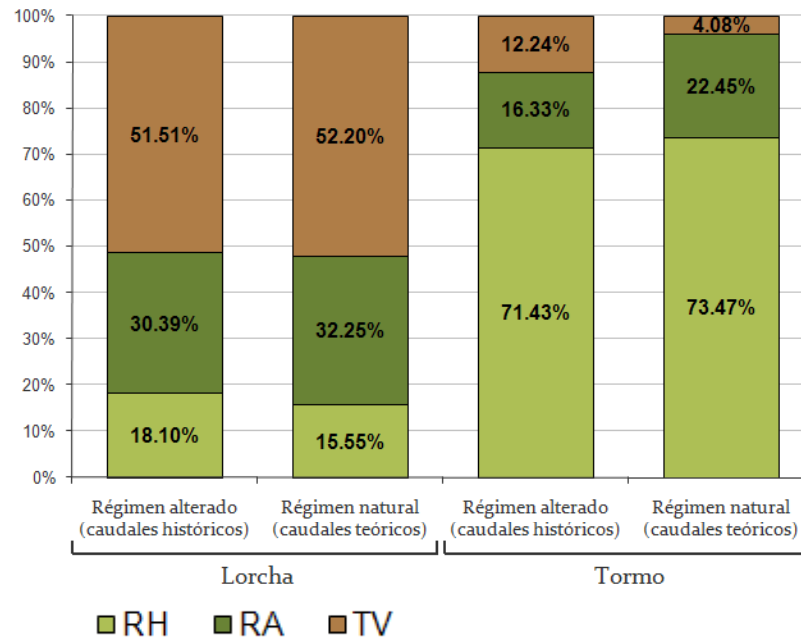
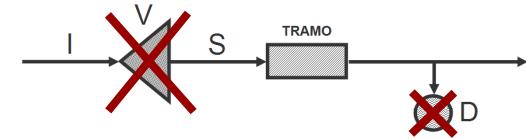
5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

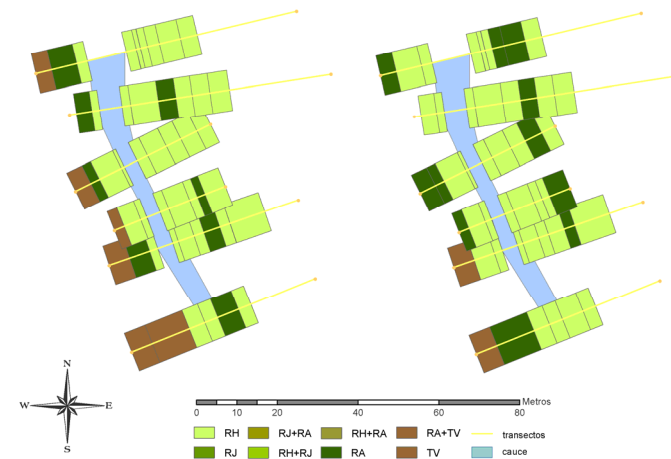
8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Paso a Régimen Natural



**En régimen natural**  
 Verde: RH↓ RA↓ TV↑  
 Lorcha: RH↓ RA↑ TV↑  
 Tormo: RH↑ RA↑ TV↓

**Resultados diferentes**  
 La regulación afecta distintivamente a cada tramo



### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

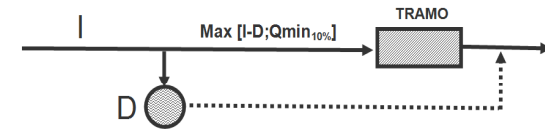
5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

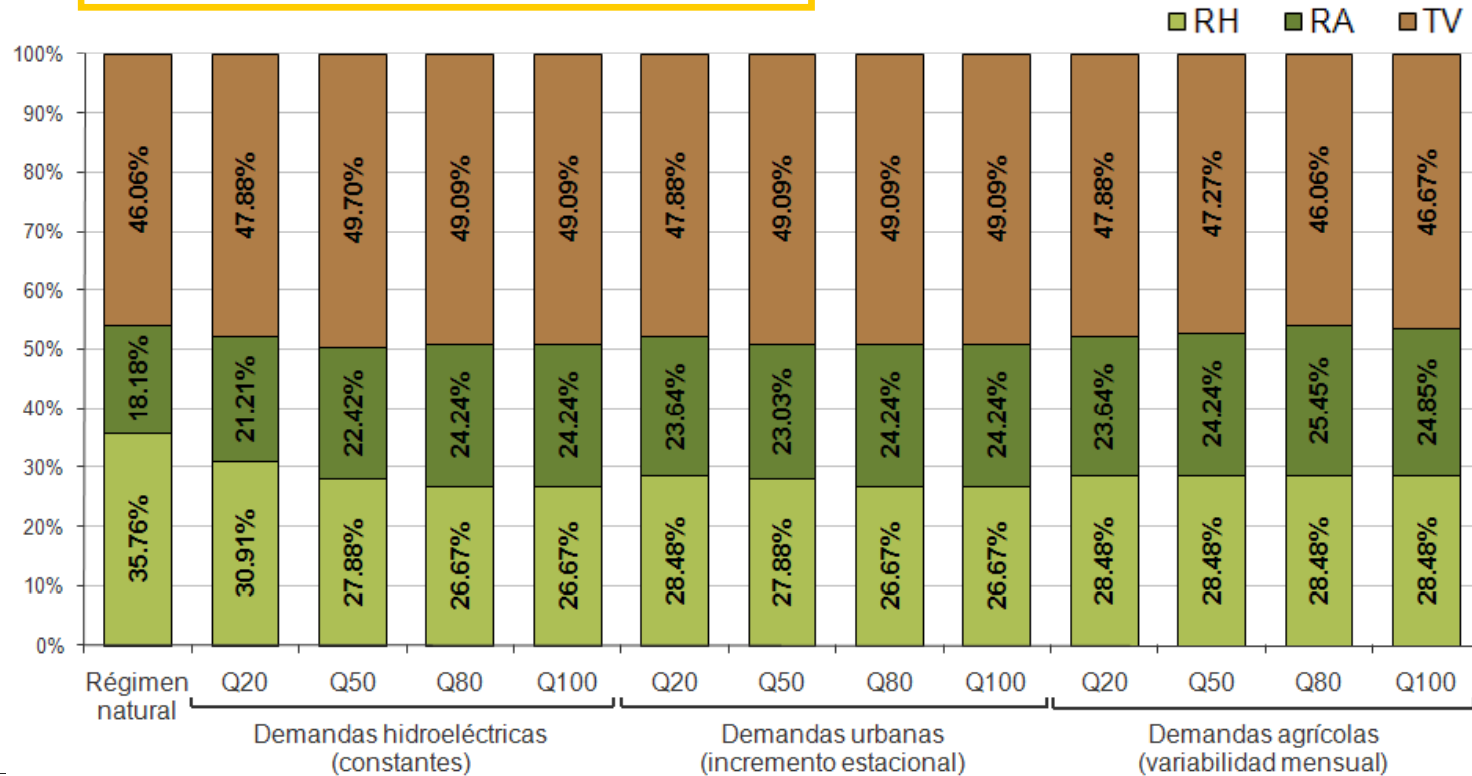
7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Detracción de Caudales



Reducción de la vegetación herbácea  
Incremento de vegetación terrestre



## 5. Análisis de afecciones antrópicas directas sobre la zonación de la vegetación de ribera

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

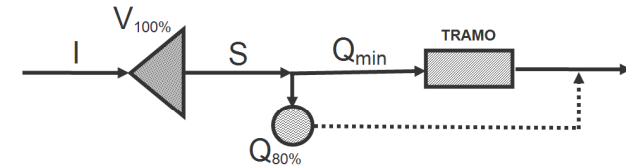
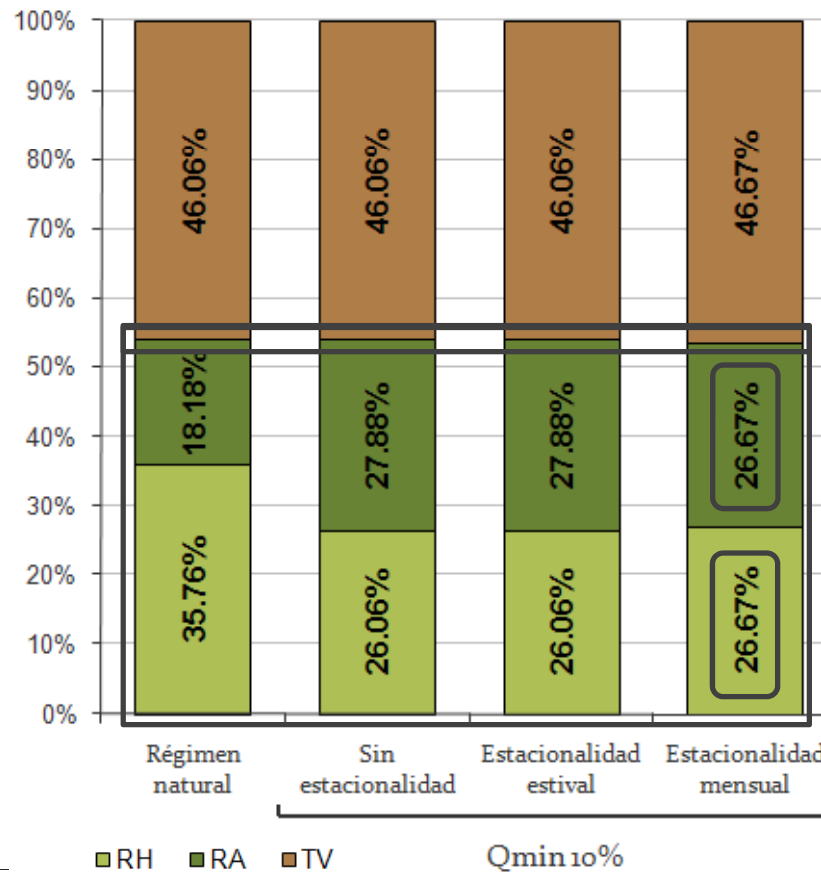
5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Caudales Mínimos



Los resultados fueron los mismos con diferentes demandas:

- hidroeléctricas (constantes)
- urbanas (incremento estacional)
- agrícolas (variabilidad mensual)

La vegetación herbácea de ribera es sustituida por grandes arbustos y árboles adultos de ribera

La estacionalidad mensual favorece ligeramente a la vegetación herbácea

Las proporciones entre Ripario y Terrestre se conservan

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

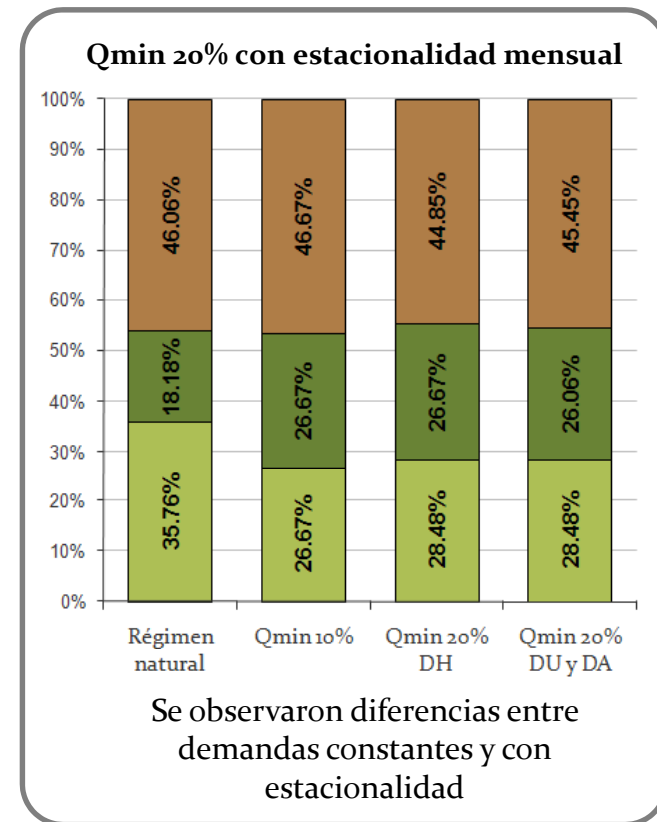
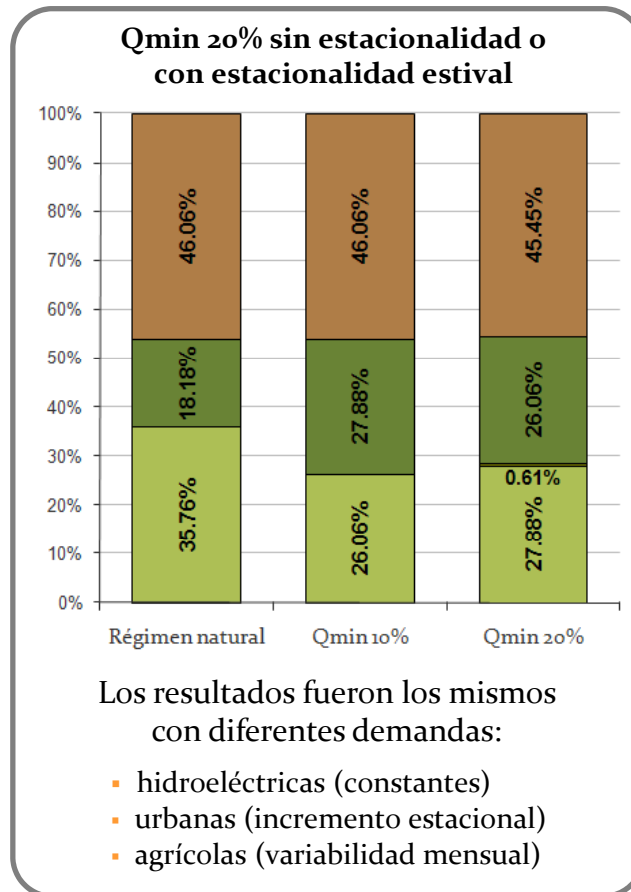
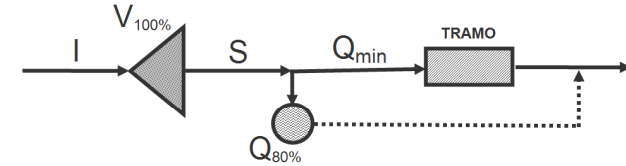
**5. Análisis de afecciones antrópicas directas**

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

### Escenarios de Caudales Mínimos





## 6. Análisis de escenarios de cambio climático sobre la zonación de la vegetación de ribera

### Índice

1. Introducción

2. El modelo RibAV

3. Casos de estudio

4. Calibración y validación

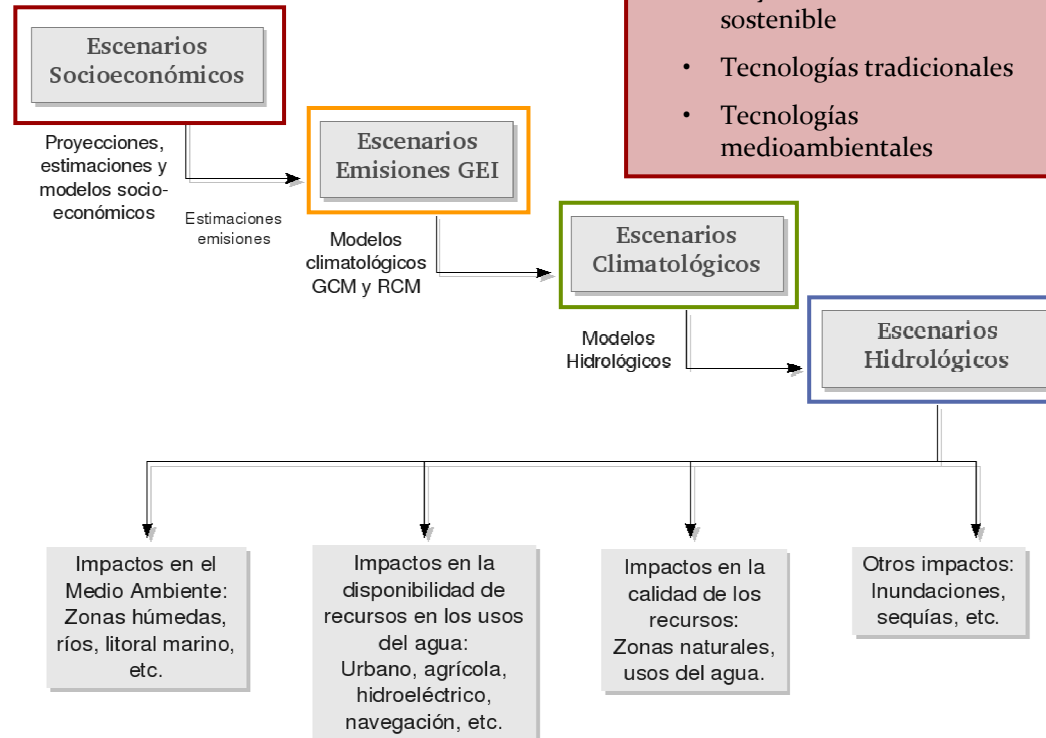
5. Análisis de afecciones antrópicas directas

6. Análisis de escenarios de cambio climático

7. Discusión y conclusiones

8. Líneas de investigación futuras

## Escenarios de cambio climático



### Políticas económicas basadas:

- En la globalización con mayor incidencia del transporte
- En la regionalización con mayor desarrollo local sostenible
- Tecnologías tradicionales
- Tecnologías medioambientales

### Escenarios GEI:

- IS92
- A2
- B2

### MCGOA:

- HadCM2
- HadCM3

### Regionalización:

- INM
- PROMES

Obtenidos para la CHJ con el modelo PATRICAL

(Hernández, 2007)



### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

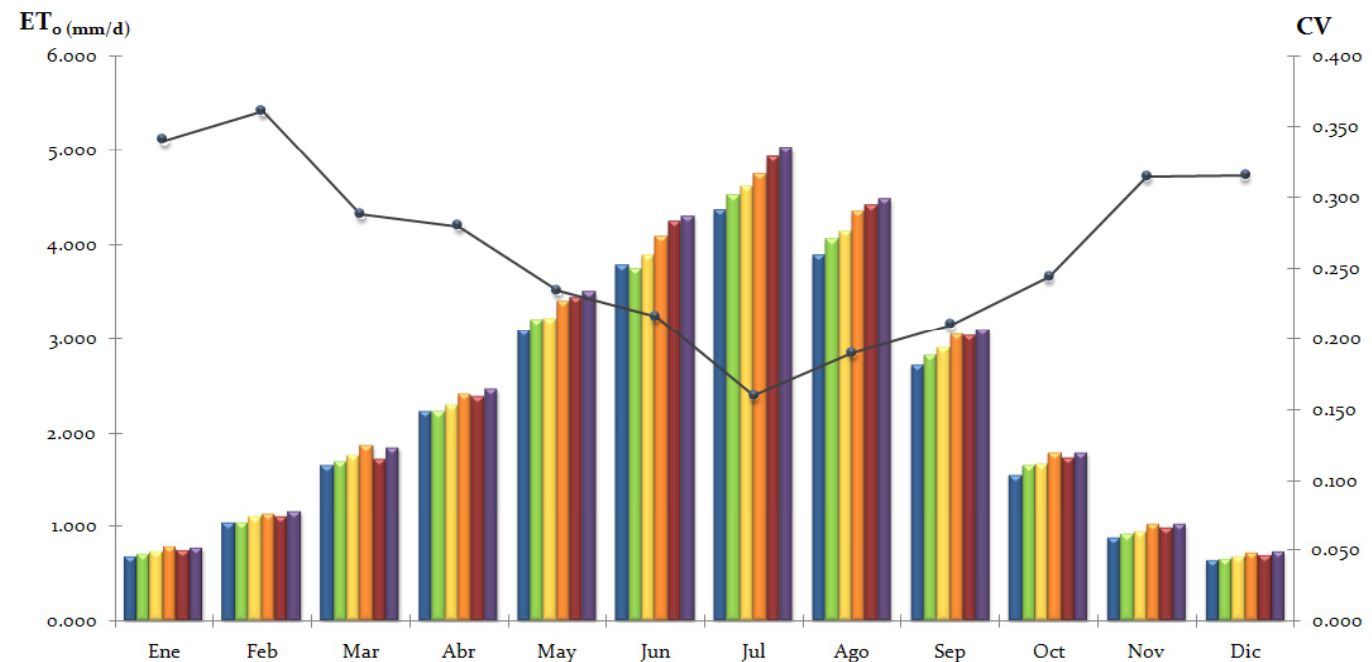
7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Casos de estudio

### • Escenarios de Cambio Climático

- Periodo de referencia: 1960 – 1990
- HadCM2-INM (IS92): 2010 – 2040; 2040 – 2070; 2070 – 2100
- HadCM3-PROMES (SRES A2, SRES B2): 2070 – 2100







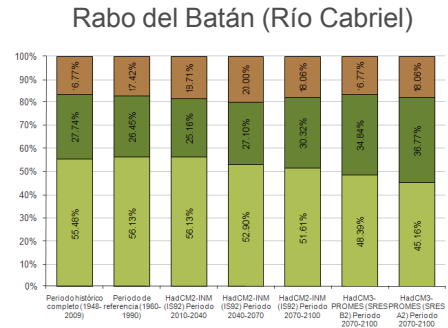
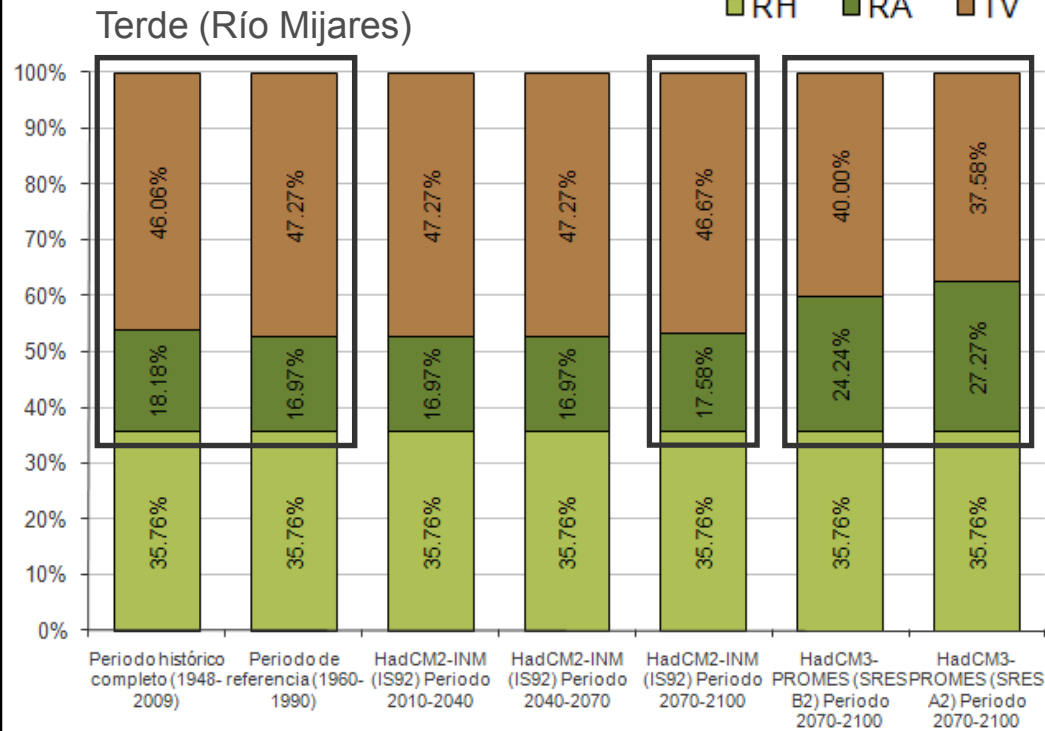
# 6. Análisis de escenarios de cambio climático sobre la zonación de la vegetación de ribera

## Índice

- 1. Introducción
- 2. El modelo RibAV
- 3. Casos de estudio
- 4. Calibración y validación
- 5. Análisis de afecciones antrópicas directas
- 6. Análisis de escenarios de cambio climático
- 7. Discusión y conclusiones
- 8. Líneas de investigación futuras

## Escenarios de Cambio Climático

$$\uparrow\downarrow P \quad \uparrow ET_0 \quad \downarrow Q$$



Los efectos del CC empiezan a ser evidentes (1990-2009)

HadCM3-PROMES 2070-2100  
 SRES B2 (optimista)  
**Incremento de RA = 7.27%**  
 SRES A2 (pesimista)  
**Incremento de RA = 10.3%**

HadCM2-INM (IS92) 2070-2100  
**Ligero incremento de RA (0.55%)**

**Excesivamente optimista**



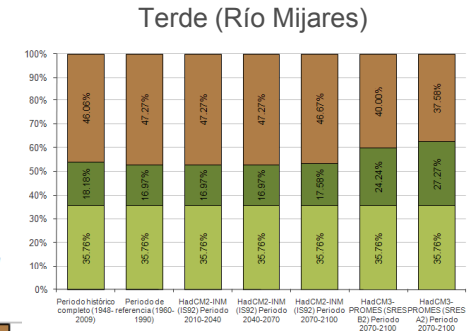
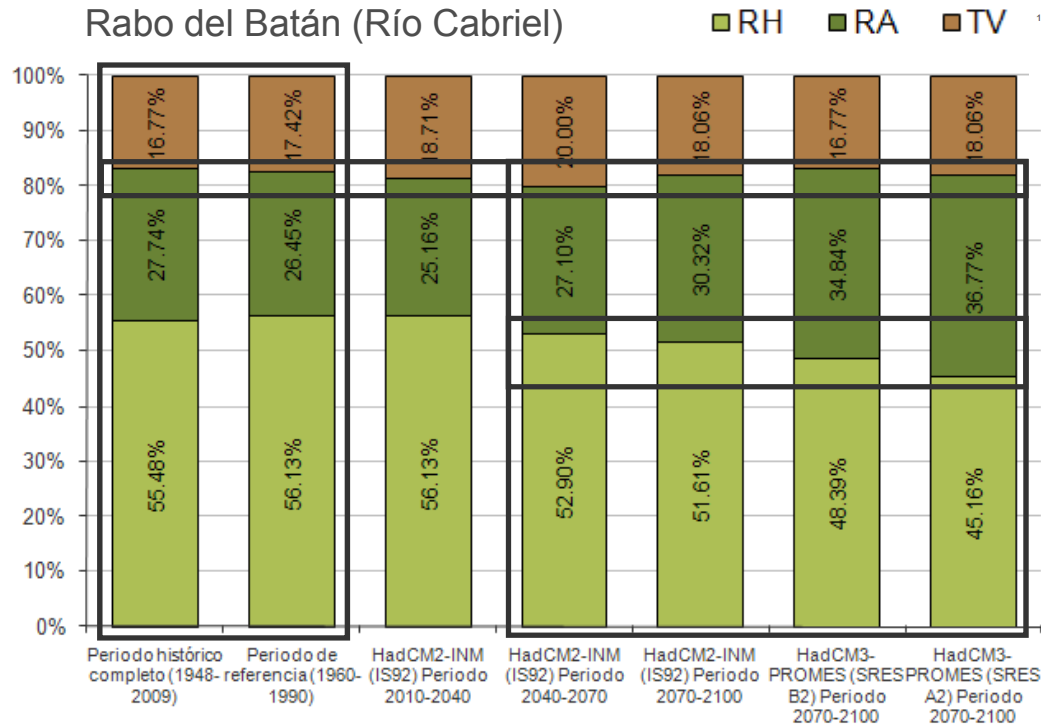
# 6. Análisis de escenarios de cambio climático sobre la zonación de la vegetación de ribera

## Índice

- 1. Introducción
- 2. El modelo RibAV
- 3. Casos de estudio
- 4. Calibración y validación
- 5. Análisis de afecciones antrópicas directas
- 6. Análisis de escenarios de cambio climático**
- 7. Discusión y conclusiones
- 8. Líneas de investigación futuras

## Escenarios de Cambio Climático

$$\uparrow\downarrow P \quad \uparrow ET_0 \quad \downarrow Q$$



Los efectos del CC empiezan a ser evidentes (1990-2009)

Escasa variabilidad RIPARIO vs TERRESTRE

**Incremento de RA**  
Comienza en 2040-2070  
Más acusado en escenarios más pesimistas

**Descenso de RH**  
Comienza en 2040-2070  
Más acusado en escenarios más pesimistas



### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Discusión y conclusiones

- El **Modelo RibAV** (Morales y Francés, 2009) y el **Programa RibAV v1.0** (Real, 2010), constituyen una herramienta útil para determinar la zonación de diferentes TFV en las riberas de entornos semiáridos.
- La calibración/validación del modelo requiere un **conocimiento previo de la zona de estudio** (información hidrometeorológica, hidráulica y vegetación).
- La **matriz de confusión** y el **coeficiente de acuerdo, kappa** (Cohen, 1960), han resultado útiles en la evaluación de la calidad de la calibración/validación.
- La calibración del modelo en Lorcha ofreció unos resultados altamente satisfactorios ( $k_4 = 0.604 \pm 0.095$ ;  $k_2 = 0.833 \pm 0.074$ ).
- La **validación** del modelo fue claramente **satisfactoria** en tramos naturales y buena en uno de los tramos con régimen alterado.
- La validación en tramos con diferentes condiciones hidrológicas y el variado abanico de escenarios propuestos demuestran la **gran versatilidad del modelo RibAV**.



### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Discusión y conclusiones

- La **regulación de caudales** no siempre tiene un efecto negativo.
  - La **variación de caudales y estacionalidad de la demanda** produjeron mayores variaciones. Con caudales elevados, el **volumen del embalse** gana peso.
  - El análisis del paso a régimen natural en los tramos regulados ofreció diferentes resultados, por lo que **las conclusiones no son extrapolables** a otros tramos de estudio.
- La **detracción de caudales** aguas arriba del tramo Terde tuvo un efecto negativo sobre la vegetación riparia en la ribera izquierda, mayor cuanto mayor era la detracción.
- Un **caudal mínimo** pequeño fue suficiente para mantener la vegetación existente, aún siendo constante a lo largo del año. Un caudal mínimo mayor demostró que la vegetación riparia se ve favorecida cuando éste tiene **estacionalidad mensual**.
- Los escenarios de **cambio climático** ofrecieron resultados variables, incrementándose en algunos casos la presencia de la vegetación de ribera en los tramos analizados. Es posible que estos efectos hayan empezado a producirse en la actualidad.



### Índice

1. Introducción

2. El modelo  
RibAV

3. Casos de  
estudio

4. Calibración y  
validación

5. Análisis de  
afecciones  
antrópicas  
directas

6. Análisis de  
escenarios de  
cambio climático

7. Discusión y  
conclusiones

8. Líneas de  
investigación  
futuras

## Líneas de investigación futuras

- Evaluación de afecciones sobre la zonación de la vegetación de ribera con **RibAV<sub>2D</sub>**
- Calibración y aplicación del Modelo **RIPFLOW v3**
  - Proyecto RIPFLOW (“RIPFLOW: Riparian vegetation modeling for the assesment of environmental flow regimes and climate changes impacts within the WFD”, Ref. CGL2008-03076-E/BTE) financiado por Era-NET IWRM Funding Initiative y Acciones complementarias del MEC.
- Modelación de la vegetación de ribera a **escala de cuenca**
  - Proyecto Consolider-Ingenio 2010 SCARCE (“Assessing and predicting effects on water quantity and quality in Iberian rivers caused by global change (2009-2014)” Ref: CSD2009-00065).
  - Tesis Doctoral (Director: Félix Francés García)



Proyectos de  
Investigación

Publicaciones

## Este trabajo ha formado parte de los siguientes Proyectos de investigación:

### Proyecto RIBERA

Ámbito: Nacional  
Financiado por: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Marino y Rural  
Duración: 2008-2009  
Participantes: UPV (IIAMA-IGIC)

### Proyecto “RIPFLOW: Riparian vegetation modelling for the assessment of environmental flow regimes and climate change impacts within the WFD”

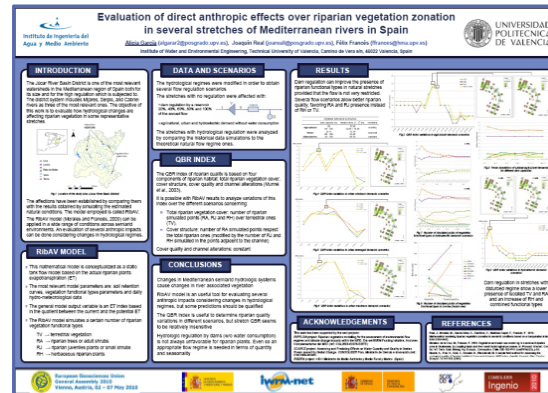
Ámbito: Europeo  
Financiado por: Era-NET IWRM Funding Initiative y Acciones complementarias del MEC  
Duración: 2009 – 2010  
Participantes: UPV (IIAMA-IGIC), T.U.Lisbon, Umweltbüro Klagenfurt



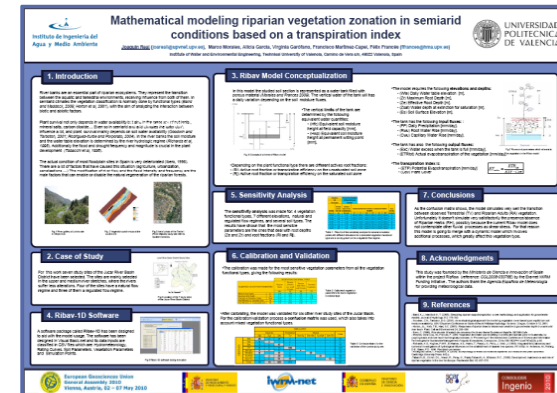
Proyectos de Investigación

Publicaciones

# Este trabajo se ha dado a conocer mediante:



García-Arias, A.; Real, J.; Francés, F. (2010). Evaluation of direct anthropic effects over riparian vegetation zonation in several stretches of Mediterranean rivers in Spain. EGU2010-12488. EGU General Assembly, Viena 2010.



Real, J.; Morales, M.; García-Arias, A.; Francés, F. (2010). Mathematical modelling riparian vegetation zonation in semiarid conditions based on a transpiration index. EGU2010-5482. EGU General Assembly, Viena 2010.

### OUTLINE

1. Introduction
2. RibAV model calibration
  - 2.1. Default vegetation parameters
3. RibAV model validation
  - 3.1. Validation in natural flow regime
  - 3.2. Validation in disturbed flow regime
  - 3.3. Versatility of the model
4. Cases of study
  - 4.1. Flow regulation scenarios
5. Results
6. Conclusions



Summer School “Advances in Ecohydrology” (Palermo, 2010)

Exposición oral - Workshop Advances in Ecohydrology (18/06/10)



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



Instituto de Ingeniería del  
Agua y Medio Ambiente

MÁSTER EN INGENIERÍA  
HIDRÁULICA Y MEDIO  
AMBIENTE

## Evaluación de efectos antrópicos directos e indirectos sobre la zonación de la vegetación de ribera en diferentes tramos de ríos mediterráneos españoles



Alicia García Arias ([algarar2@posgrado.upv.es](mailto:algarar2@posgrado.upv.es))