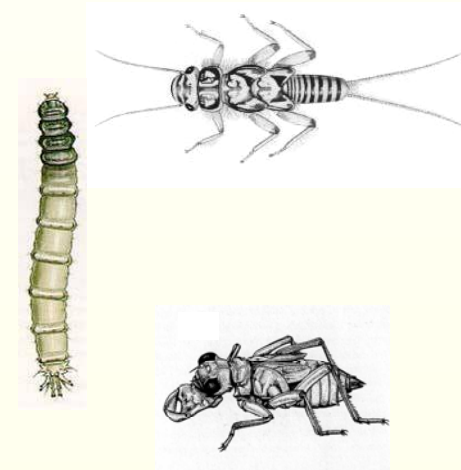


Propuesta y aplicación de criterios para la selección de estaciones de referencia en ríos mediterráneos en el contexto de la Directiva Marco del Agua



Departamento de Ecología e Hidrología, Universidad de Murcia
Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona
Departamento de Biología Animal, Universidad de Granada
Cimera Estudios Aplicados SL, Parque Científico de Madrid
Área de Ecología, Universidad de Vigo
División de Ecología de los Sistemas Acuáticos Continentales,
CEDEX, Madrid
Red-Control SL, Parque Tecnológico de Valencia

Sánchez-Montoya, M.M.; Suárez, M.L.; Vidal-Abarca, M.R.; Poquet, J.M.; Puntí, T.; Robles, S.; Álvarez, M.; Alba-Tercedor, J.; Prat, N.; Pujante, A.M.; Rieradevall, M.; Toro, M., & Zamora, C.

- ▶ Una parte central de la DMA está dedicada al establecimiento de las condiciones de referencia para cada tipo de masa de agua, que equivale al muy buen estado ecológico.
- ▶ Un paso fundamental, al diseñar una red espacial de estaciones de referencia, es llevar a cabo su *adecuada selección*, ya que éstas albergan la condición de referencia y establecen los valores umbrales entre el estado muy bueno y bueno.
- ▶ **Criterios de presiones, referencia o exclusión:** Este método se basa en la **elaboración** de unas **listas** que incluyen **impactos o presiones** derivados de la actividad humana que pueden afectar al estado ecológico de los ríos, y una serie de **características naturales** de los mismos que ayuda a reconocer y posteriormente seleccionar estaciones con ausencia de factores potenciales de perturbación y que, por tanto, podrán ser consideradas de referencia.

Elementos comunes:

Bosque de ribera

Especies introducidas (pesca y acuicultura)

Contaminación puntual

Contaminación difusa

Parámetros físico-químicos

Morfología del río

Estructura del hábitat

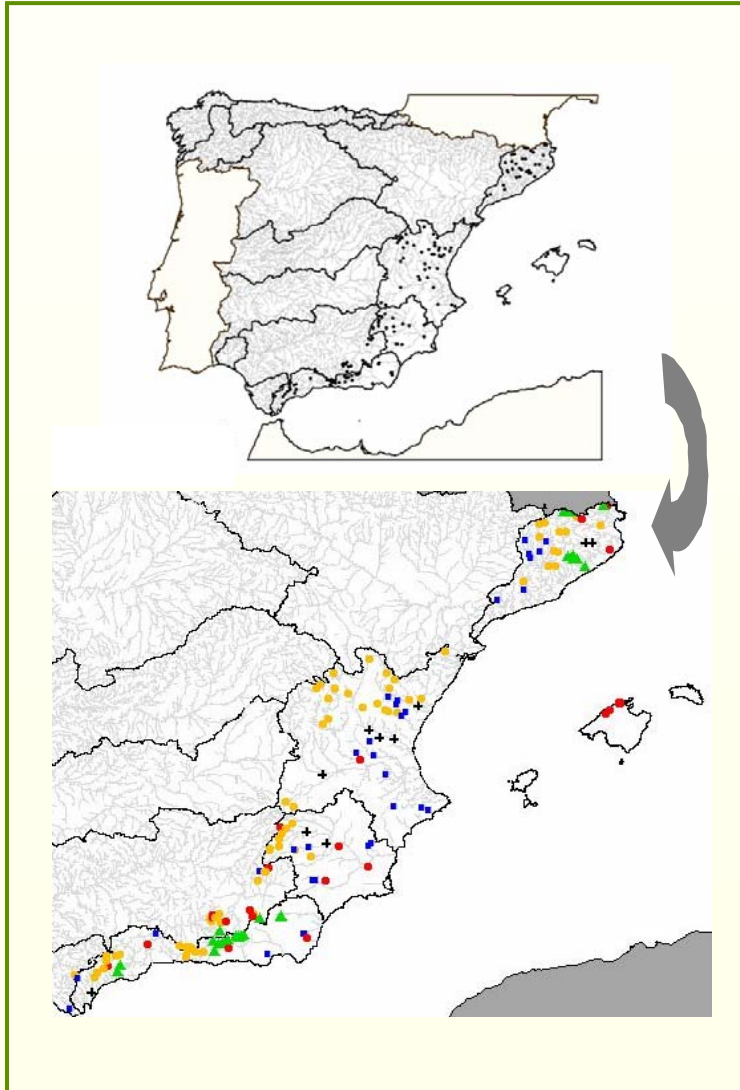
Hidrología y regulación

- ▶ Proyecto Guadalmed 1 (2002): 10 Criterios de referencia
- ▶ Proyecto Guadalmed 2: Modificado la lista de criterios

OBJETIVOS:

- ▶ Elaborar una **lista de criterios** para la selección de **estaciones de referencia** en ríos mediterráneos de acuerdo con la definición de “**estaciones no perturbadas o levemente perturbadas**” dada en la Directiva Marco del Agua.
- ▶ Aplicar y analizar la selección resultante de estaciones mediante el estudio de la **comunidad de macroinvertebrados** (Nº Total de Taxa, Nº Total EPT, IBMWP, IASPT), **características hidromorfológicas (IHF)** y **fisicoquímicas** .
- ▶ **Validación** de la selección final de **estaciones de referencia** mediante criterios de validación seleccionadas utilizando el **índice biótico IBMWP**.

▶ ÁREA DE ESTUDIO



- 34 cuencas de la vertiente mediterránea
- 187 estaciones
 - 162 estaciones en primavera, verano y otoño 2003
 - 25 estaciones en otoño 1999 y primavera y verano 2000
- **5 Tipos** (Punti et al, Congreso AEL, 2006)

Tipo	Símbolo	Descripción	nº estaciones
1	●	Temporales	29
2	■	Evaporíticas calcáreos media altitud	36
3	▲	Cabeceras Silíceas	25
4	●	Calcáreos alta y media altitud	87
5	+	Ejes principales	10

► **Recogida de muestras y métodos en laboratorio**

- Macroinvertebrados: Muestra semi-cuantitativa en un tramo de 100 m (Zamora & Alba-Tercedor, 1996). IBMWP, IASPT, N° Total Taxa, N° total EPT
- Características hidromorfológicas: IHF
- Fisico-química: 7 variables
 - oxígeno, % oxígeno disuelto: sonda
 - 1 L de agua: sólidos en suspensión, nitrato, nitrito, amonio y fosfato

► **Selección de estaciones de referencia**

- Observaciones de campo: vegetación de ribera, sustrato y pastoreo
- Mapas GIS Corine Land uses, 2000: % de usos de suelo
- Diversas fuentes: especies exóticas, fuentes de contaminación puntual, presas.

1. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



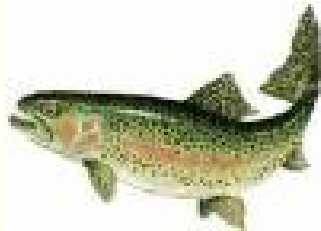
Atributos	Criterios	Escala
1. Zona de Ribera	1. Cobertura y composición de especies apropiada al tipo	Estación
	2. Ausencia de cultivos en la llanura de inundación	Estación
	3. Ausencia de áreas impermeables en la llanura de inundación (carreteras asfaltadas, grandes construcciones, etc)	Estación



1. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



Atributos	Criterios	Escala
2. Especies introducidas	4. Ausencia de impacto severo sobre la biota autóctona por especies introducidas	Estación



3. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



Atributo	Criterios	Escala
3. Contaminación puntual	5. No evidencias de vertidos urbanos	Cuenca
	6. No evidencias de vertidos industrial	Cuenca
	7. Ausencia de canales de retorno procedentes de riego	Cuenca



3. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



Atributo	Criterios	Escala
4. Contaminación difusa	8. Porcentaje total de agricultura < 30% (incluida secano y regadío)	Cuenca
	9. Porcentaje total de área impermeable < 5 %	Cuenca
	10. Ausencia de impactos severos por pastoreo	Estación
	11. Uso natural de cuenca > 70%	Cuenca



3. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



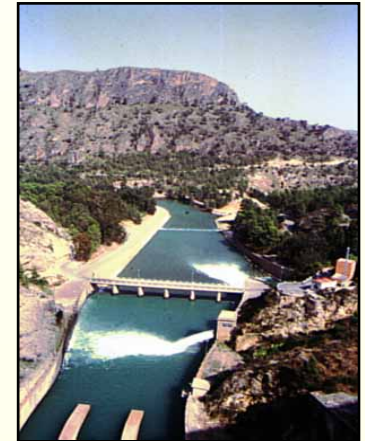
Atributo	Criterios	Escala
5. Morfología	12. Composición del sustrato apropiado al tipo	Estación
	13. Ausencia de canalizaciones (márgenes y fondos no fijados)	Estación
	14. Ausencia de estructuras transversales que provocan retención de sedimentos	Cuenca
	15. Ausencia de actividades extractivas de gravas y arenas	Cuenca



3. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



Atributo	Criterios	Escala
6. Condiciones hidrológicas y regulaciones	16. Ausencia de grandes derivaciones de agua (uso agrícola, urbano o industrial)	Cuenca
	17. Ausencia de embalses o presas (e.j: hidroeléctricas) que modifiquen significativamente el caudal natural	Cuenca
	18. Ausencia del efecto de trasvases entre cuencas	Cuenca



3. RESULTADOS: Criterios para seleccionar estaciones de referencia



Atributos	Criterios	Escala espacial
1. Zona de Ribera	1. Cobertura y composición de especies apropiada al tipo	Estación
	2. Ausencia de cultivos en la llanura de inundación	Estación
	3. Ausencia de áreas impermeables en la llanura de inundación (carreteras asfaltadas, grandes construcciones, etc)	Estación
2. Especies introducidas	4. Ausencia de impacto severo sobre la biota autóctona por especies introducidas	Estación
3. Contaminación puntual	5. No evidencias de vertidos urbanos	Cuenca
	6. No evidencias de vertidos industrial	Cuenca
	7. Ausencia de canales de retorno procedentes de riego	Cuenca
4. Contaminación difusa	8. Porcentaje total de agricultura < 30% (incluida secano y regadío)	Cuenca
	9. Porcentaje de área impermeable < 5 %	Cuenca
	10. Ausencia de impactos severos por pastoreo	Estación
	11. Uso natural de cuenca > 70%	Cuenca
5. Morfología	12. Composición del sustrato apropiado al tipo	Estación
	13. Ausencia de canalizaciones (márgenes y fondos no fijados)	Cuenca
	14. Ausencia de estructuras trasversales que provocan retención de sedimentos	Cuenca
	15. Ausencia de actividades extractivas de gravas y arenas	Cuenca
6. Condiciones hidrológicas y regulaciones	16. Ausencia de grandes derivaciones de agua (uso agrícola, urbano o industrial)	Cuenca
	17. Ausencia de embalses o presas (e.j: hidroeléctricas) que modifiquen significativamente el caudal natural	Cuenca
	18. Ausencia del efecto de trasvases entre cuencas	Cuenca

2. RESULTADOS: Aplicación de criterios propuestos



Estados de degradación	Nº de criterios cumplidos	Definición	Selección
1	18	levemente perturbado	Estación de referencia
2	15 - 17	Poco perturbado	No estación de referencia
3	10 - 14	Moderadamente perturbado	No estación de referencia
4	6 - 9	Bastante perturbado	No estación de referencia
5	1 - 5	Muy perturbado	No estación de referencia

Estados de degradación	Nº estaciones cada tipo					Total
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	
1	19	13	22	51	0	105
2	9	20	2	25	0	56
3	0	3	1	7	4	15
4	1	0	0	3	6	10
5	0	0	0	1	0	1
Total	29	36	25	87	10	187

Tipo 1: > 30% agrícola y natural

Tipo 2: > 30% agrícola, embalses, retención sedimentos y derivaciones de agua

Tipo 3: embalses, retención de sedimentos, vegetación de ribera

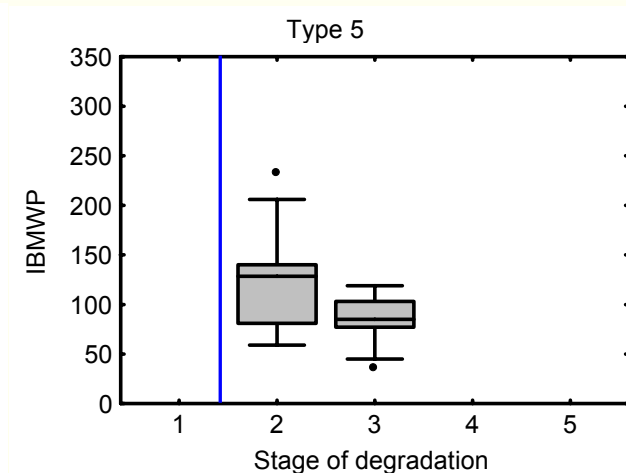
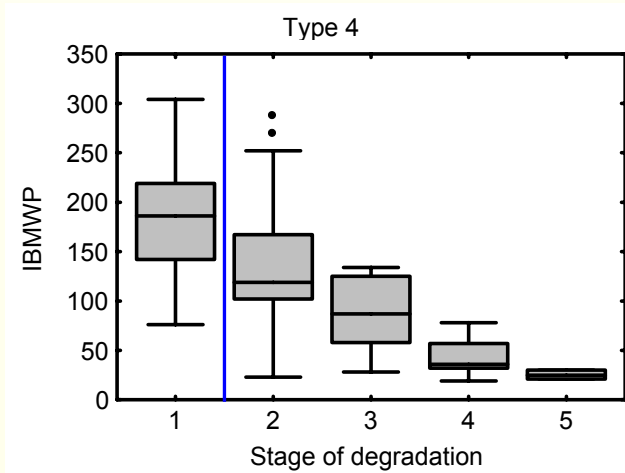
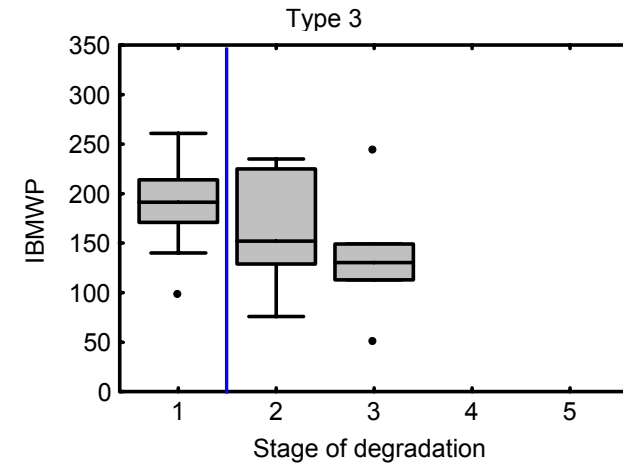
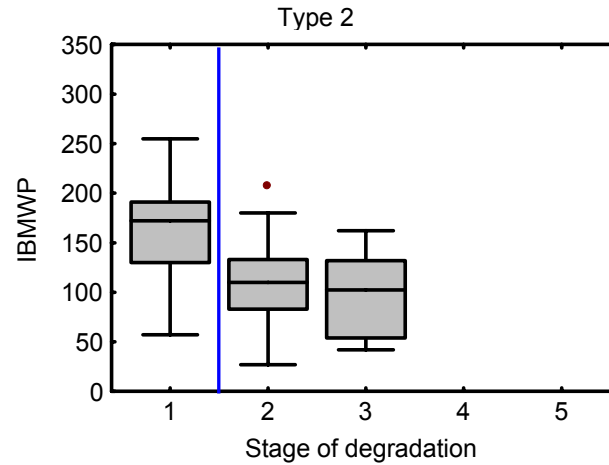
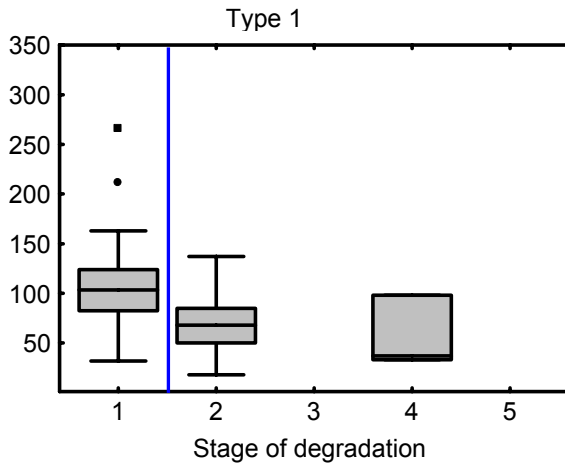
Tipo 4: embalses, retención de sedimento y vegetación de ribera

Tipo 5: embalses, retención de sedimento, > 30% agrícola y natural y vegetación de ribera y trasvase

2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



► IBMWP

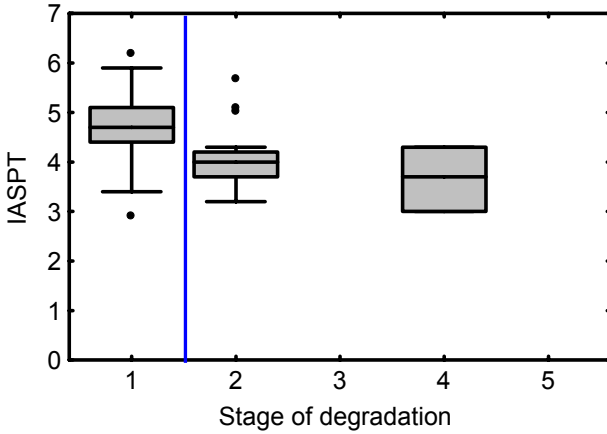


2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia

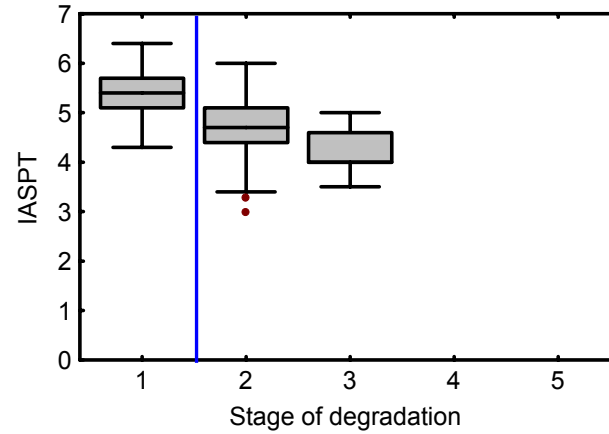


► IASPT

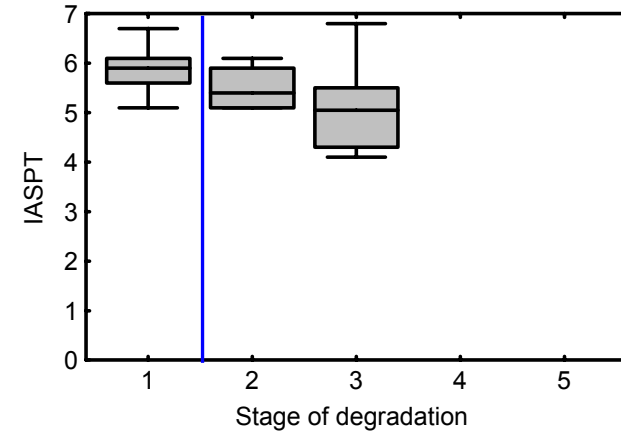
Type 1



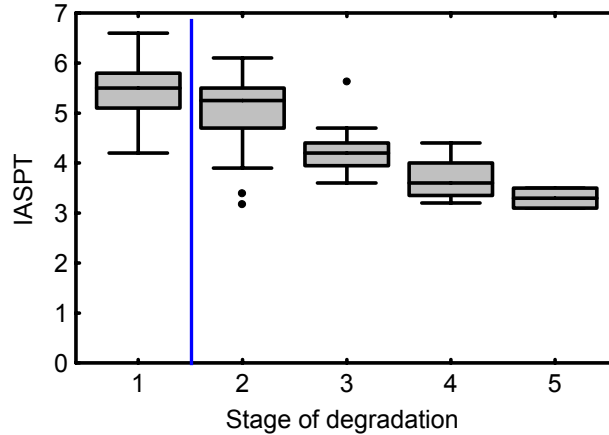
Type 2



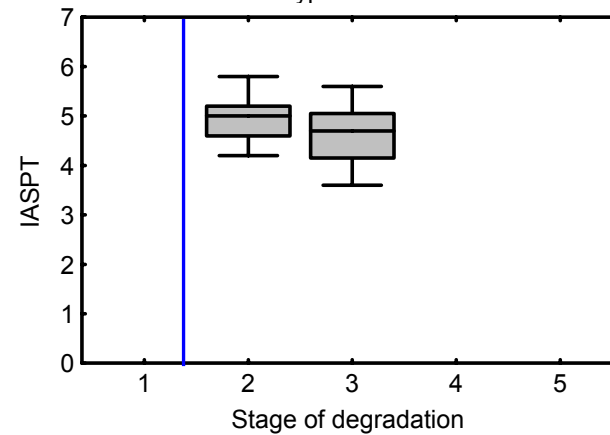
Type 3



Type 4



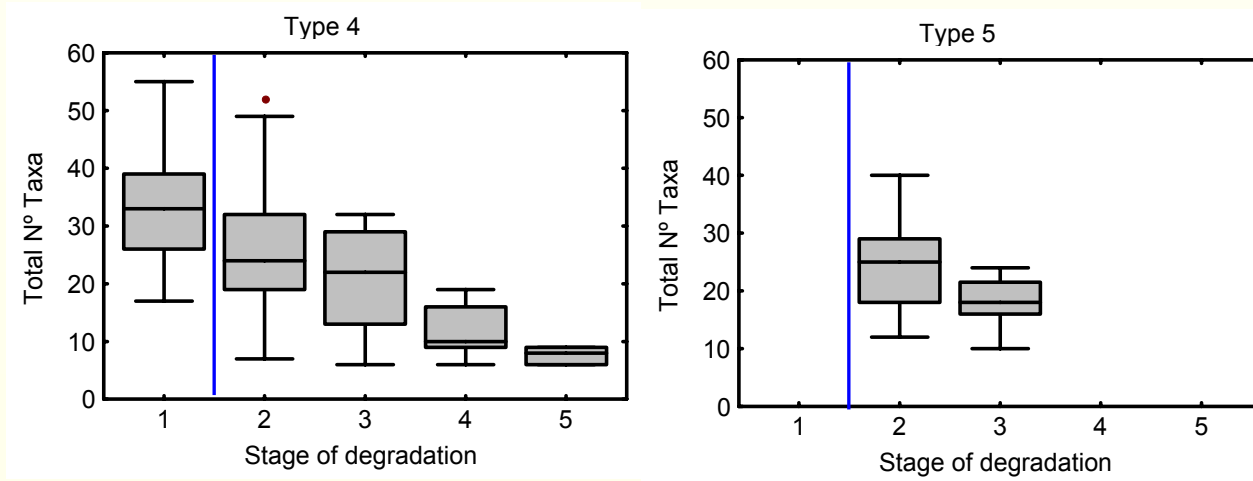
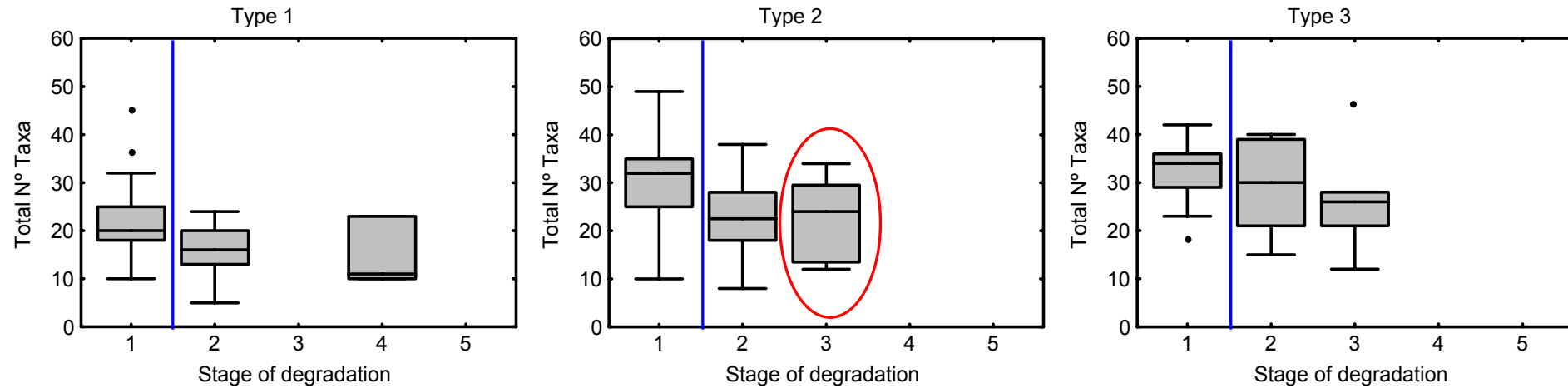
Type 5



2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



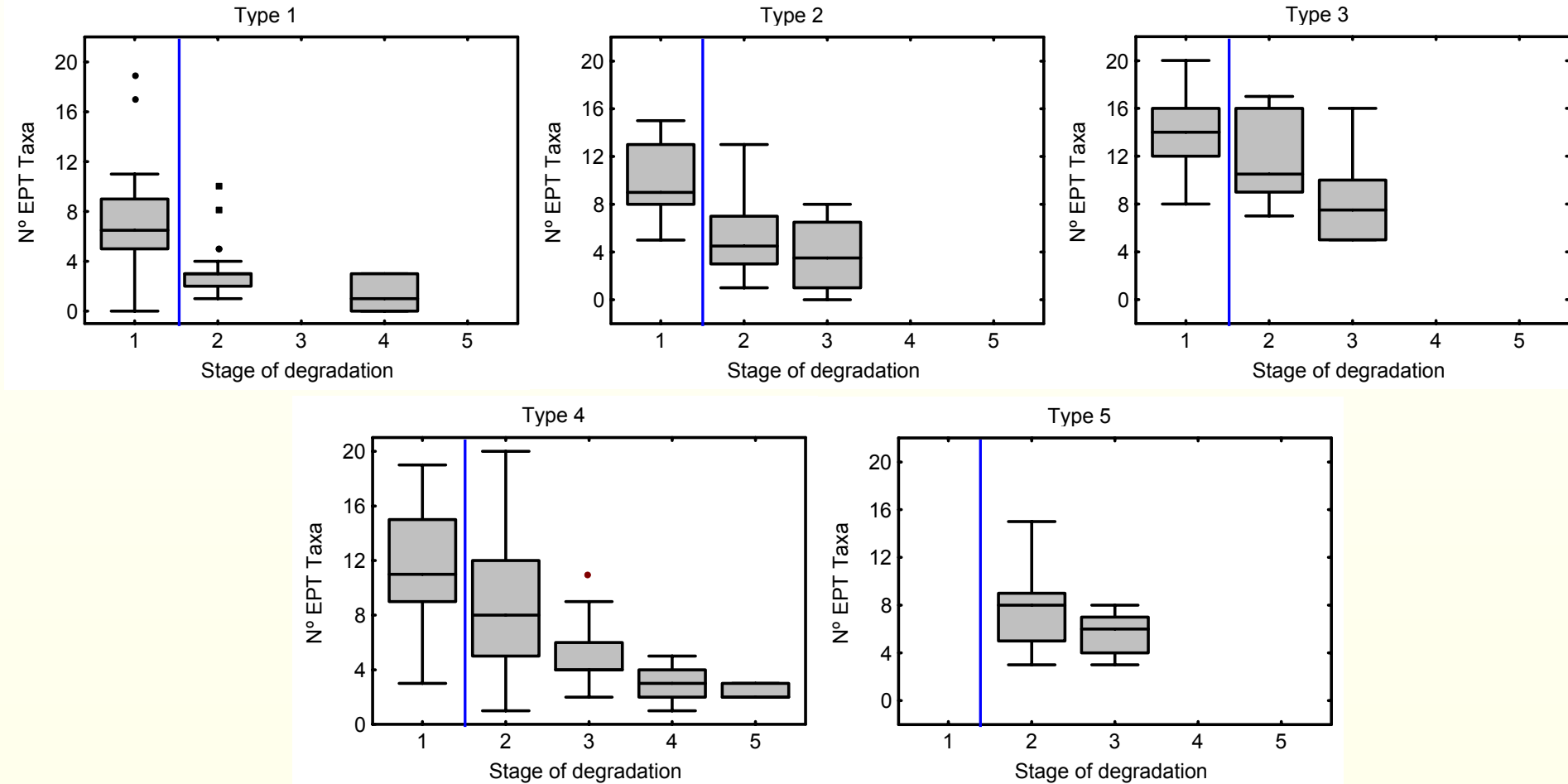
► N° Total de familias



2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



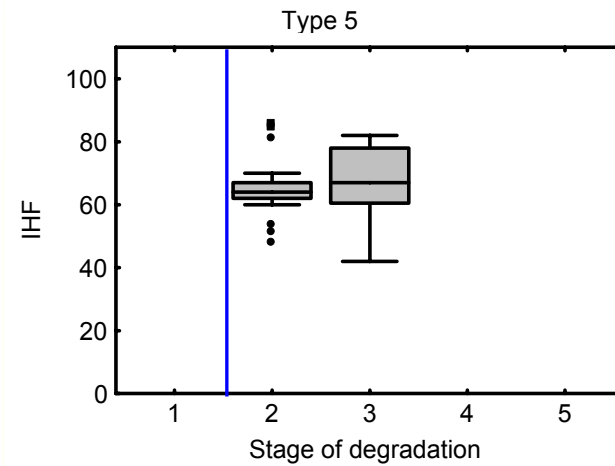
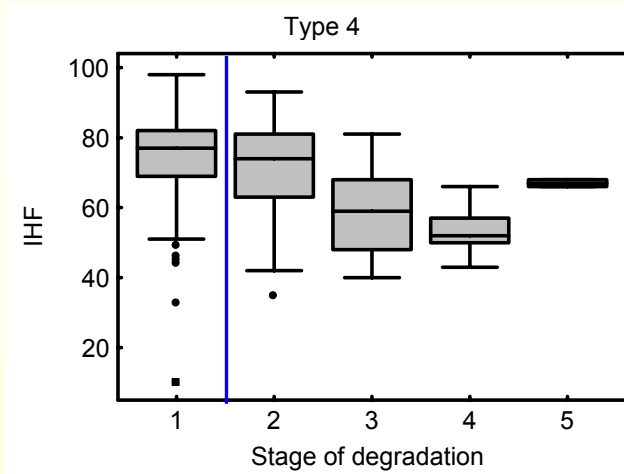
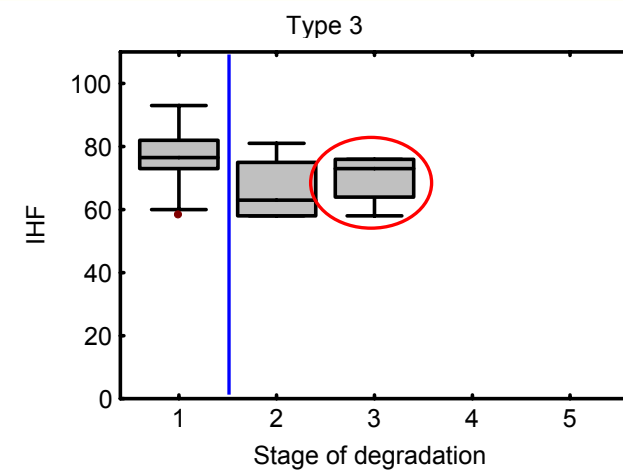
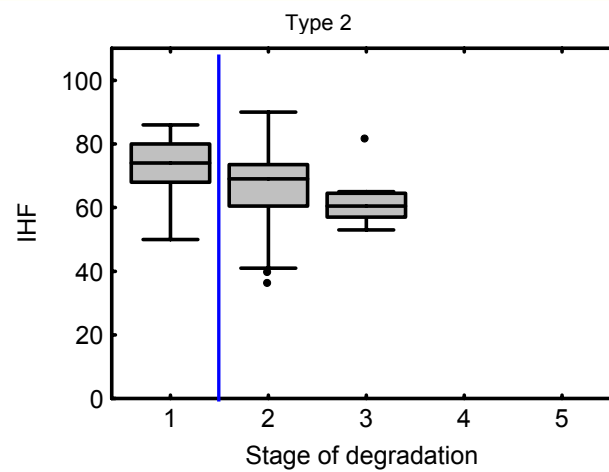
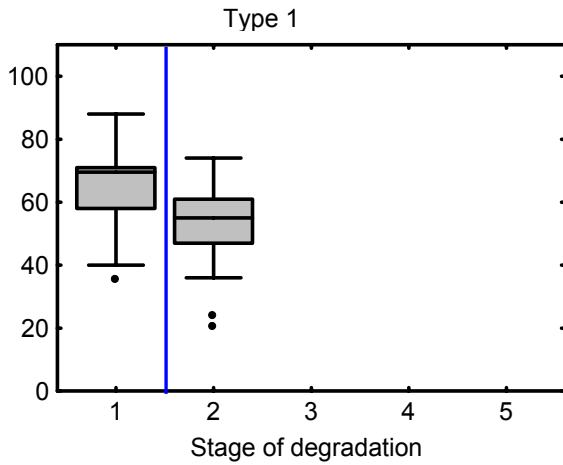
► N° Total de EPT



2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



► IHF



2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



Tipo	Parámetro	Estaciones de referencia					Estaciones no referencia				
		N	Media	Mediana	P25	DS	N	Media	Mediana	P25	DS
1	IBMWP	44	107.1	103.5	82.5	42.7	24	66.9	62.5	46.0	27.6
	IASPT	44	4.7	4.7	4.4	0.7	24	4.0	4.0	3.7	0.6
	NFAM	44	21.9	20.0	18.0	6.7	24	16.2	15.5	12.5	5.2
	EPT	44	7.0	6.5	5.0	3.6	24	3.0	2.5	2.0	2.2
	IHF	42	65.5	69.5	58.0	11.7	21	52.2	55.0	47.0	13.4
2	IBMWP	39	162.7	172.0	130.0	45.6	68	107.1	107.5	81.5	39.6
	IASPT	39	5.4	5.4	5.1	0.4	68	4.6	4.6	4.3	0.6
	NFAM	39	30.2	32.0	25.0	8.5	68	22.9	23.0	17.5	7.4
	EPT	39	10.1	9.0	8.0	2.8	68	5.1	4.0	3.0	2.9
	IHF	39	73.7	74.0	68.0	8.5	68	65.9	67.5	59.5	11.7
3	IBMWP	66	191.4	191.5	171.0	30.4	12	149.0	146.0	115.5	60.0
	IASPT	66	5.9	5.9	5.6	0.3	12	5.3	5.3	4.9	0.8
	NFAM	66	32.5	34.0	29.0	5.3	12	27.8	27.5	21.0	10.1
	EPT	66	14.1	14.0	12.0	2.2	12	10.1	10.0	6.0	4.3
	IHF	66	76.9	76.5	73.0	7.4	12	68.2	70.0	58.0	8.6
4	IBMWP	151	182.5	186.0	142.0	49.5	105	114.3	107.0	67.0	60.7
	IASPT	151	5.5	5.5	5.1	0.5	105	4.8	4.8	4.2	0.8
	NFAM	151	33.1	33.0	26.0	8.4	105	22.8	23.0	15.0	10.2
	EPT	151	11.4	11.0	9.0	3.9	107	7.5	6.0	4.0	4.4
	IHF	149	74.4	77.0	69.0	12.1	101	68.5	70.0	58.0	13.0
5	IBMWP	0					30	107.7	103.5	80.0	43.1
	IASPT	0					30	4.8	5.0	4.5	0.5
	NFAM	0					30	21.9	20.5	17.0	7.7
	EPT	0					30	7.0	7.0	5.0	2.8
	IHF	0					29	66.2	64.0	62.0	10.9

2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



Variables físico-químicas	Tipo 1 (n= 44)	Tipo 2 (n=39)	Tipo 3 (n=65)	Tipo 4 (n=151)
Oxígeno (mg/l)	9.70 (\pm 1.39)	9.50 (\pm 1.54)	9.52 (\pm 1.54)	9.74 (\pm 1.53)
Oxígeno disuelto (%)	99.62 (\pm 13.01)	97.96 (\pm 12.74)	100.48 (\pm 17.25)	102.87 (\pm 17.42)
Fosfato (mg/l)	0.10 (\pm 0.21)	0.15 (\pm 0.27)	0.05 (\pm 0.04)	0.11 (\pm 0.23)
Nitrato (mg/l)	1.64 (\pm 2.28)	1.72 (\pm 1.48)	1.1 (\pm 0)	1.62 (\pm 1.40)
Nitrito (mg/l)	0.03 (\pm 0.04)	0.02 (\pm 0.02)	0.02 (\pm 0.02)	0.03 (\pm 0.05)
Amonio (mg/l)	0.05 (\pm 0.09)	0.03 (\pm 0.02)	0.03 (\pm 0.02)	0.04 (\pm 0.06)

2. RESULTADOS: Análisis de la selección de estaciones de referencia



► Correlaciones Spearman

% Uso Agrario		IBMWP	IASPT	NFAM	EPT	IHF	Altitud
Tipo 1 (n=19)	R	-0,221	-0,215	-0,006	-0,282	-0,383	-0,295
	p	0,364	0,376	0,981	0,242	0,117	0,220
Tipo 2 (n= 13)	R	-0,376	0,116	-0,335	-0,034	-0,491	-0,070
	p	0,205	0,706	0,263	0,913	0,088	0,821
Tipo 3 (n=22)	R	0,049	-0,068	0,161	0,009	-0,273	-0,294
	p	0,830	0,764	0,474	0,970	0,219	0,185
Tipo 4 (n=50)	R	-0,193	-0,170	-0,149	-0,257	-0,119	-0,142
	p	0,180	0,239	0,302	0,072	0,415	0,324

3. RESULTADOS: Validación de la selección



Tipos	Umbral original IBMWP (Sánchez-Ortega & Alba-Tecedor, 1988)	Umbral Modificado IBMWP (Alba-Tecedor et al, 2002)
1	> 100	> 81
2	> 100	> 104
3	> 100	> 109
4	> 100	> 116

	Primavera		Verano		Otoño		% estaciones Referencia		
	R.	N. R.	R.	N.R.	R.	N. R.	Al menos en una campaña	Todas las campañas	
Tipo	Límite original IBMWP								
1	11	8	2	0	9	8	63.1	47.4	
2	13	0	11	2	13	0	100	84.6	
3	22	0	22	0	21	1	100	95.4	
4	51	0	51	0	48	3	100	96.1	
	Límite modificado IBMWP								
1	15	4	2	0	12	6	86.4	63.1	
2	13	0	11	2	10	3	100	69.2	
3	21	1	22	0	21	1	100	95.4	
4	49	1	46	4	39	11	100	72.5	

4. CONCLUSIONES:



- ▶ Mediante la aplicación de la lista de criterios propuesta fue posible seleccionar estaciones de referencia para todos los tipos de ríos, excepto en el caso del tipo 5 (grandes ejes principales) debido a la gran variedad de presiones que afectan a esta tipología.
- ▶ Los valores de los indicadores y métricas relacionadas con la comunidad de macroinvertebrados y características hidromorfológicas fueron mas elevados en la estaciones de referencia que en las perturbadas.
- ▶ Para el conjunto de estaciones de referencia, no existen correlaciones significativas entre el porcentaje de uso agrario y ninguna de las métricas estudiadas, indicando que el límite del 30% es adecuado.
- ▶ Los valores del percentil 25 del IBMWP de las estaciones de referncia en cada tipo son mayores que los definidos mediante la aplicación de criterios en la primera fase del proyecto.
- ▶ Aunque en este estudio no se ha abordado como influye la variabilidad estacional en las condiciones de referencia, los resultados apuntan que ésta es un factor importante a tener en cuenta a la hora de establecer dichas condiciones.