

Sesión III: Machine learning para modelizar el efecto de medidas de gestión



Modelizar el efecto de medidas sobre el estado del ecosistema en la cuenca del Tajo

Carlotta Valerio^{1,2}, Alberto Garrido^{2,3}, Gonzalo Martínez-Muñoz⁴, Lucia De Stefano^{1,2}

- Objetivo de la **Directiva Marco del Agua** de la UE: **buen estado** de todas las masas de agua para el año 2027.
- Solo el 40% de las masas superficiales europeas alcanzan el buen estado ecológico.

**Respuesta:
medidas de
mitigación**



Presiones

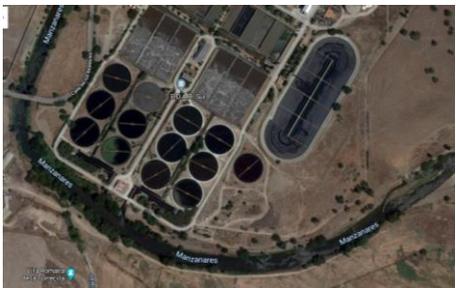


Estado ecológico



- Objetivo de la **Directiva Marco del Agua** de la UE: **buen estado** de todas las masas de agua para el año 2027.
- Solo el 40% de las masas superficiales europeas alcanzan el buen estado ecológico.

**Respuesta:
medidas de
mitigación**

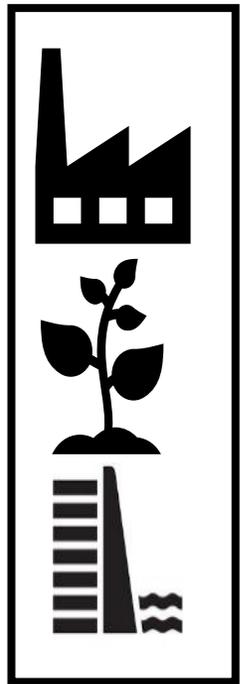


Presiones

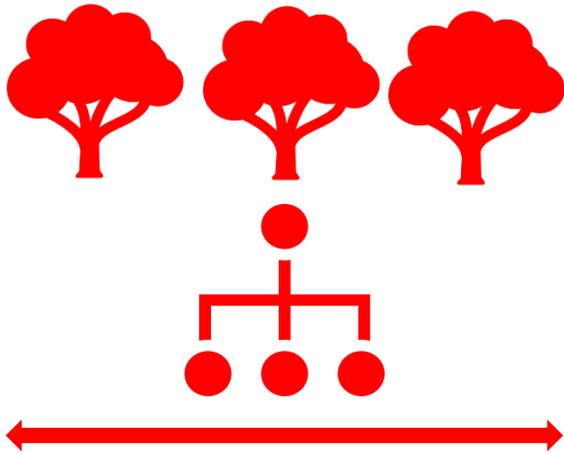


Estado ecológico

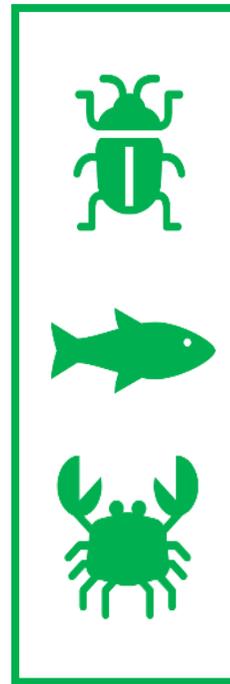




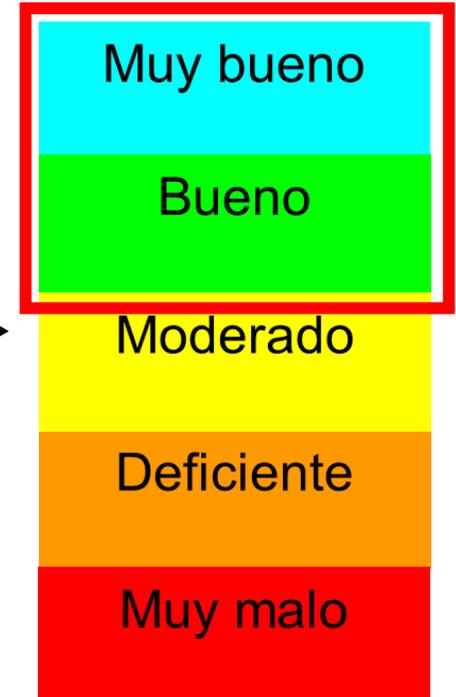
Presiones



Machine learning



Estado ecológico



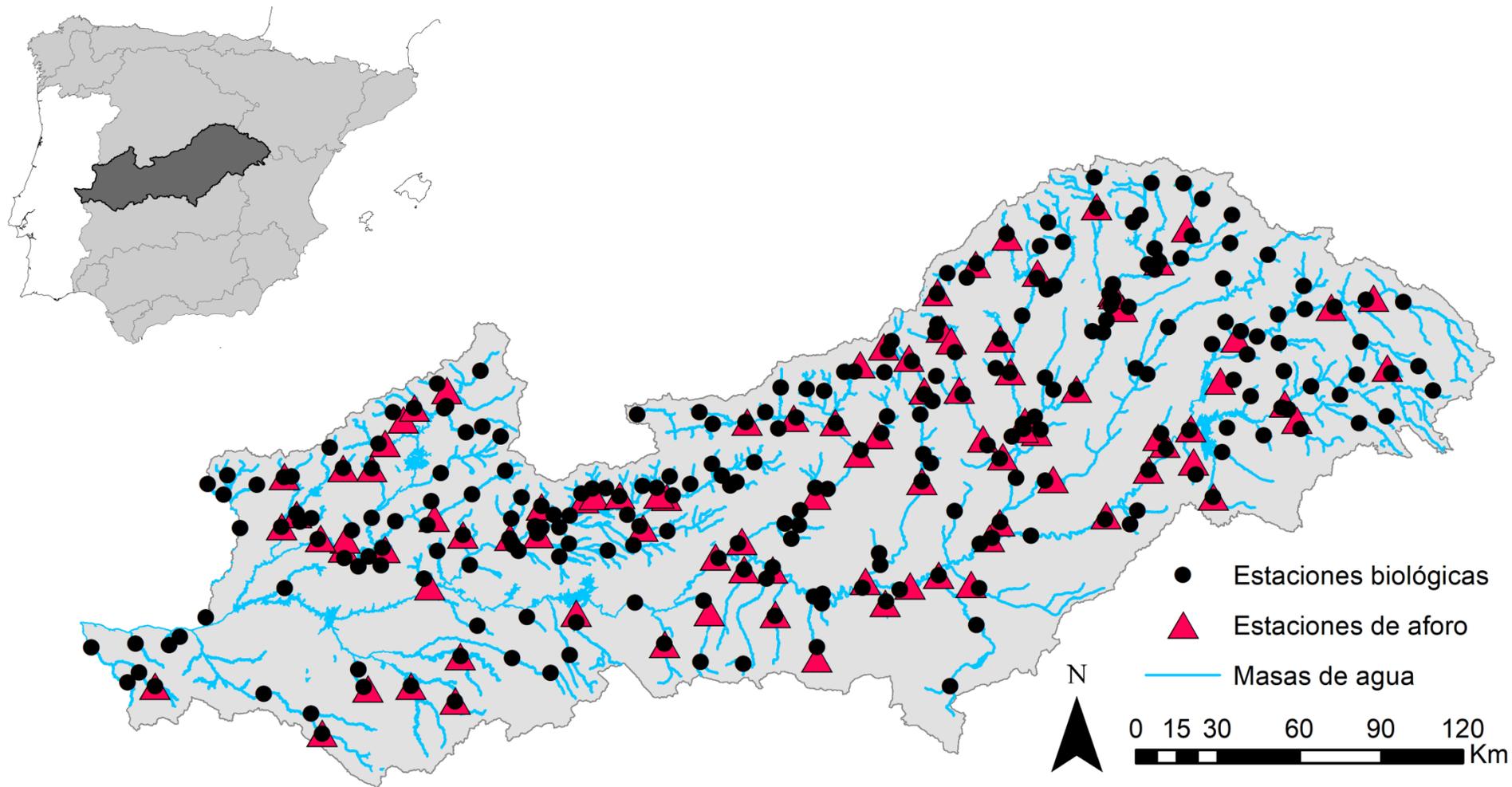
Muy bueno

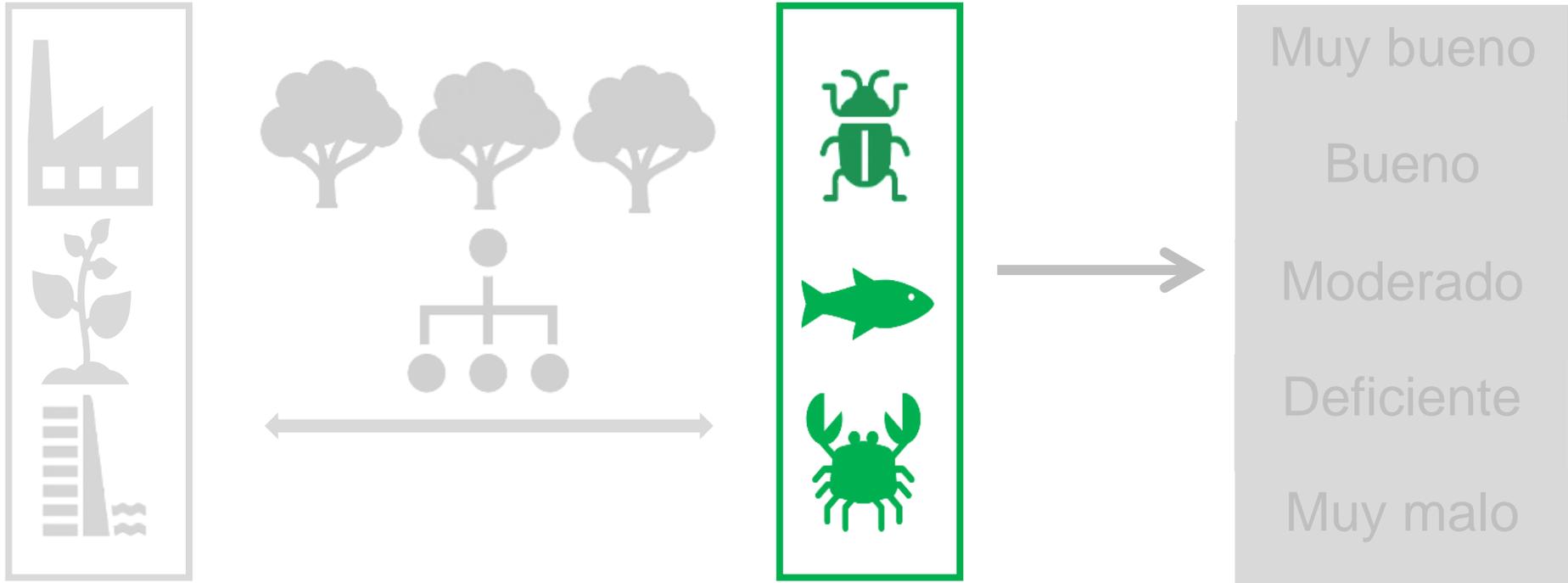
Bueno

Moderado

Deficiente

Muy malo





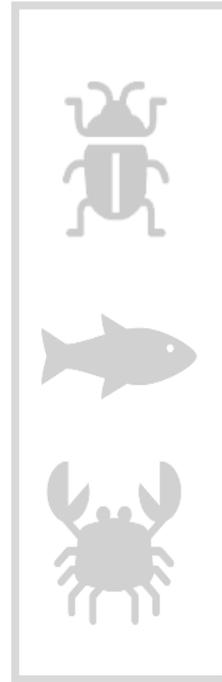
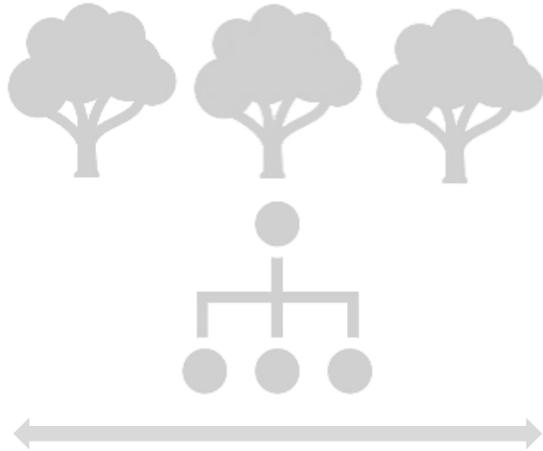
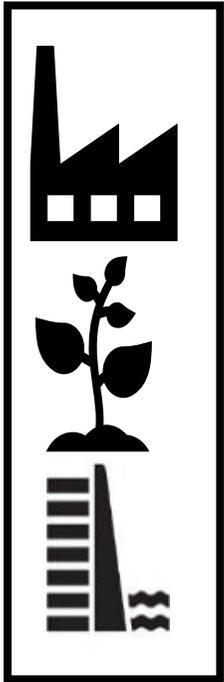
Los elementos de calidad biológica y los respectivos indicadores nacionales usados por la Confederación Hidrográfica del Tajo son:

- **Macroinvertebrados** (índice IBMWP)
- **Diatomeas** (índice IPS)
- **Micrófitos** (índice IBMR)

Los parámetros se miden una vez al año (en primavera) y el periodo de datos disponible es 2006-2018.

Ejemplo para el ecotipo “Grandes ejes en ambiente mediterráneo”

Estado	IBMWP	IPS
Muy bueno	>117	>16
Bueno	117-71	12-16
Moderado	42-71	8-12
Deficiente	18-42	4-8
Malo	<18	<4



Muy bueno

Bueno

Moderado

Deficiente

Muy malo

Las presiones pertenecen a las siguientes categorías:

Fisicoquímica



- Conductividad
- Ph
- Oxígeno disuelto
- Amonio
- Fosfato
- Nitrato

Uso del suelo



- % área agrícola
- % área urbana
- % área forestal

Degradación hidromorfológica



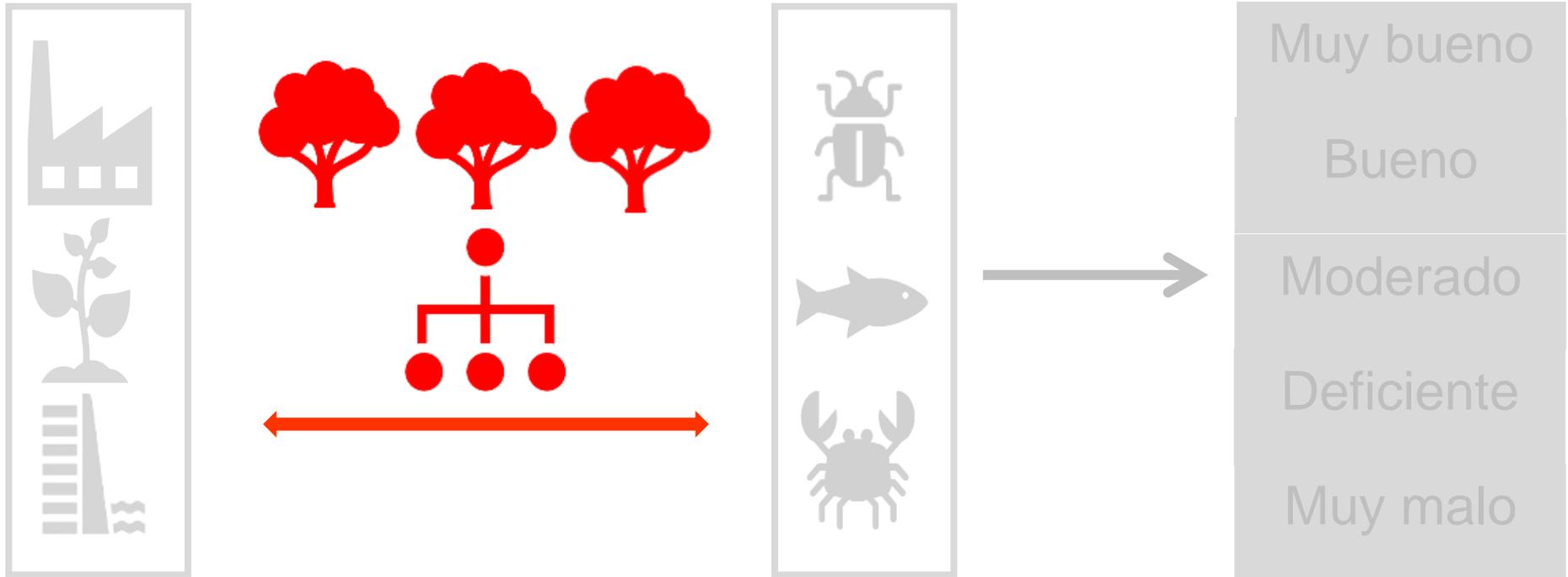
- Estructura del hábitat: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)
- Indicadores de impacto por presencia de presas y azudes
- Impactos de los ríos tributarios

Alteración régimen hidrológico

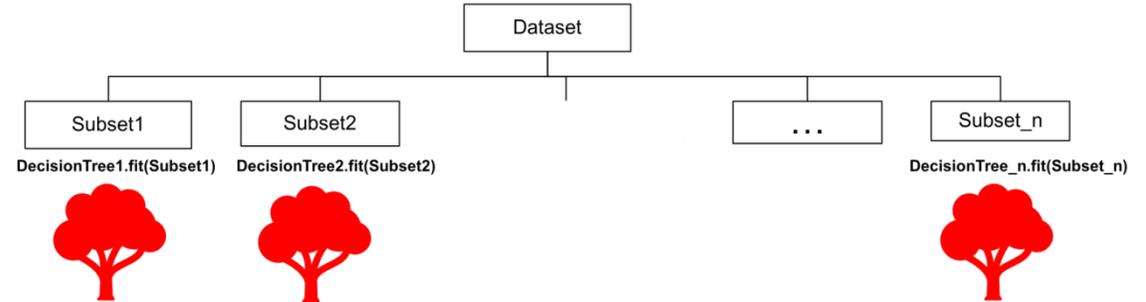


Indicadores para caracterizar el régimen hidrológico (indicadores IHA):

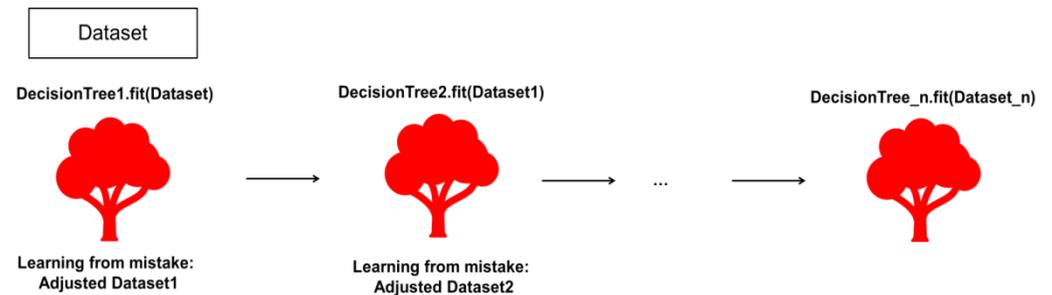
- Magnitud
- Frecuencia y duración de pulsos altos y bajos
- Tasa y frecuencia de cambios



Random Forest (RF)



Boosted Regression Tree (BRT)



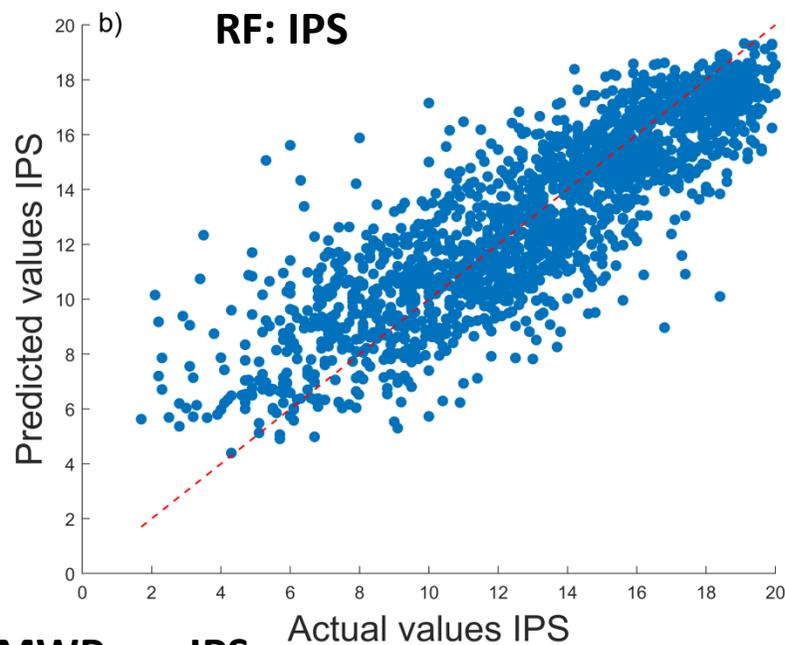
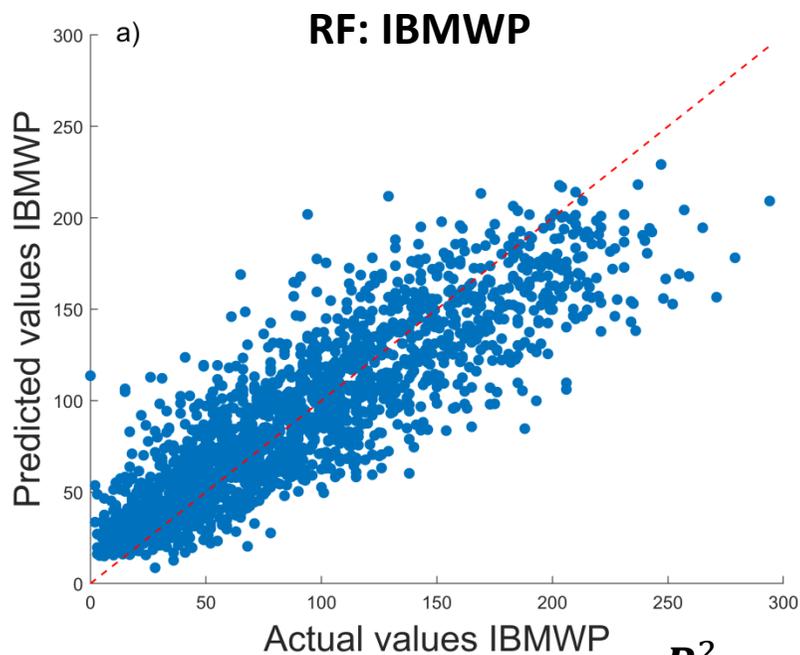
- Pueden tratar un número elevado de variables independientes y de tipo heterogéneo
- Admiten la presencia de valores omitidos
- Pueden analizar relaciones no lineales
- Permiten el análisis de la importancia de las variables



- Necesitan un elevado número de observaciones
- “Black box”

Evaluación de la calidad del modelo

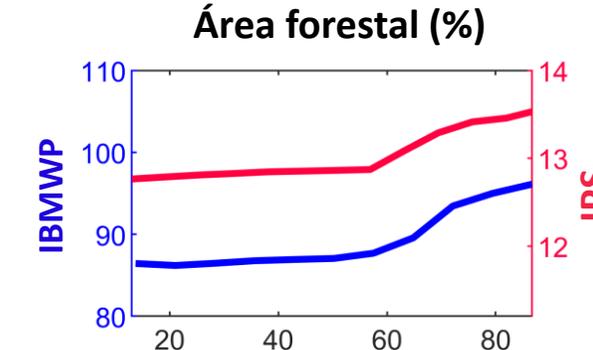
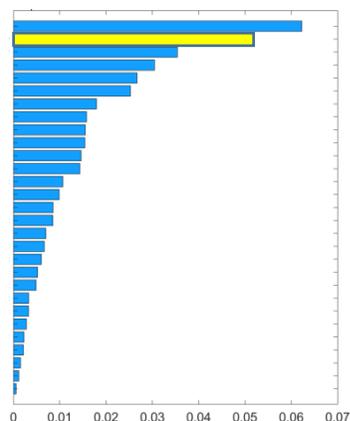
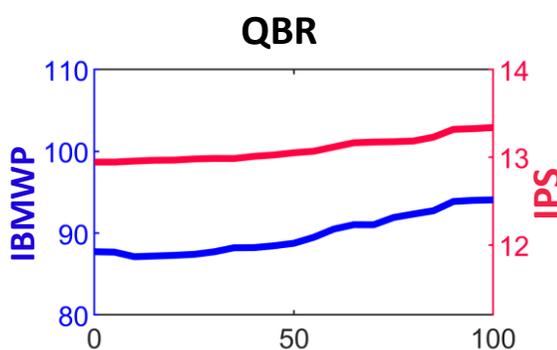
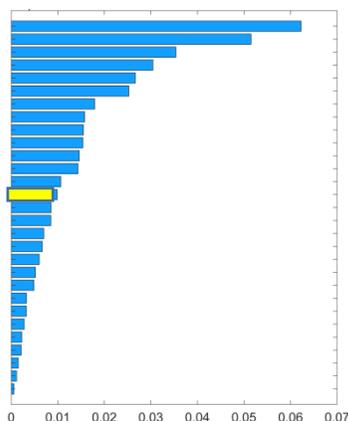
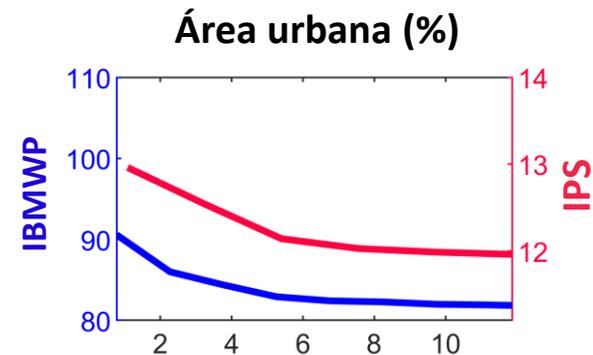
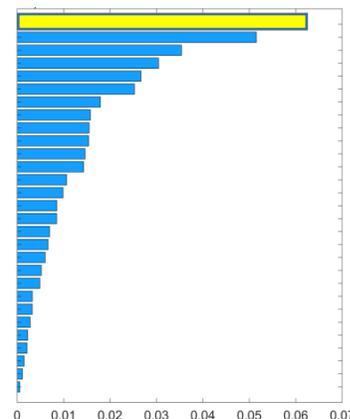
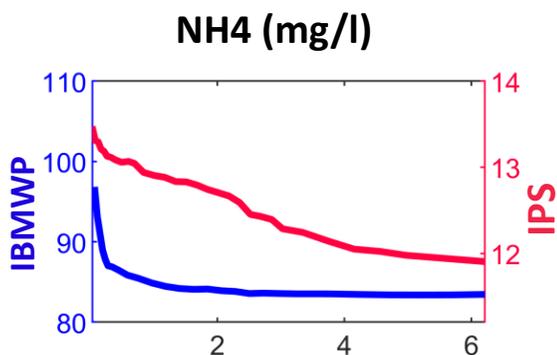
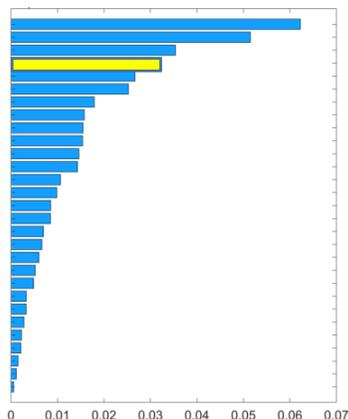
- Cálculo de estadísticas de rendimiento a través de *10-Folds Cross Validation* y comparación entre RF y BRT
- Buena precisión en las predicciones de los indicadores
- RF mejor modelo predictivo.

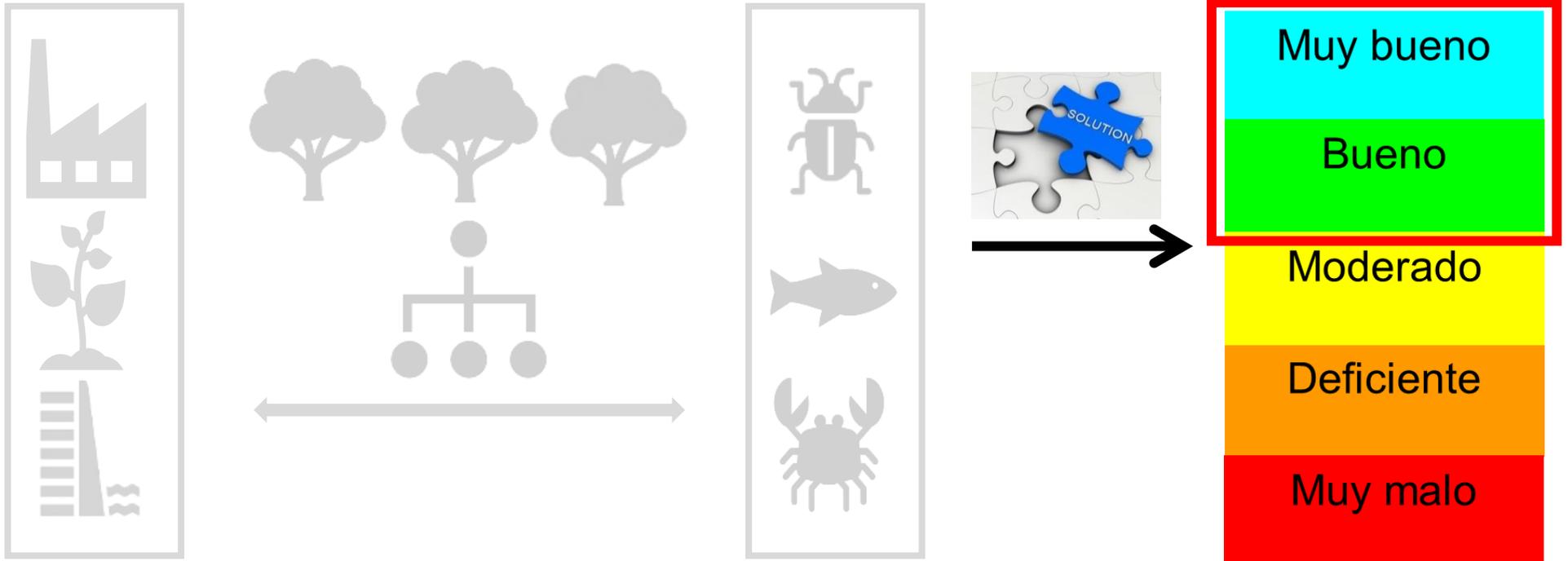


R^2	IBMWP	IPS
RF	0.76	0.73
BRT	0.75	0.72

Clasificación de importancia de las variables y visualización de su efecto marginal

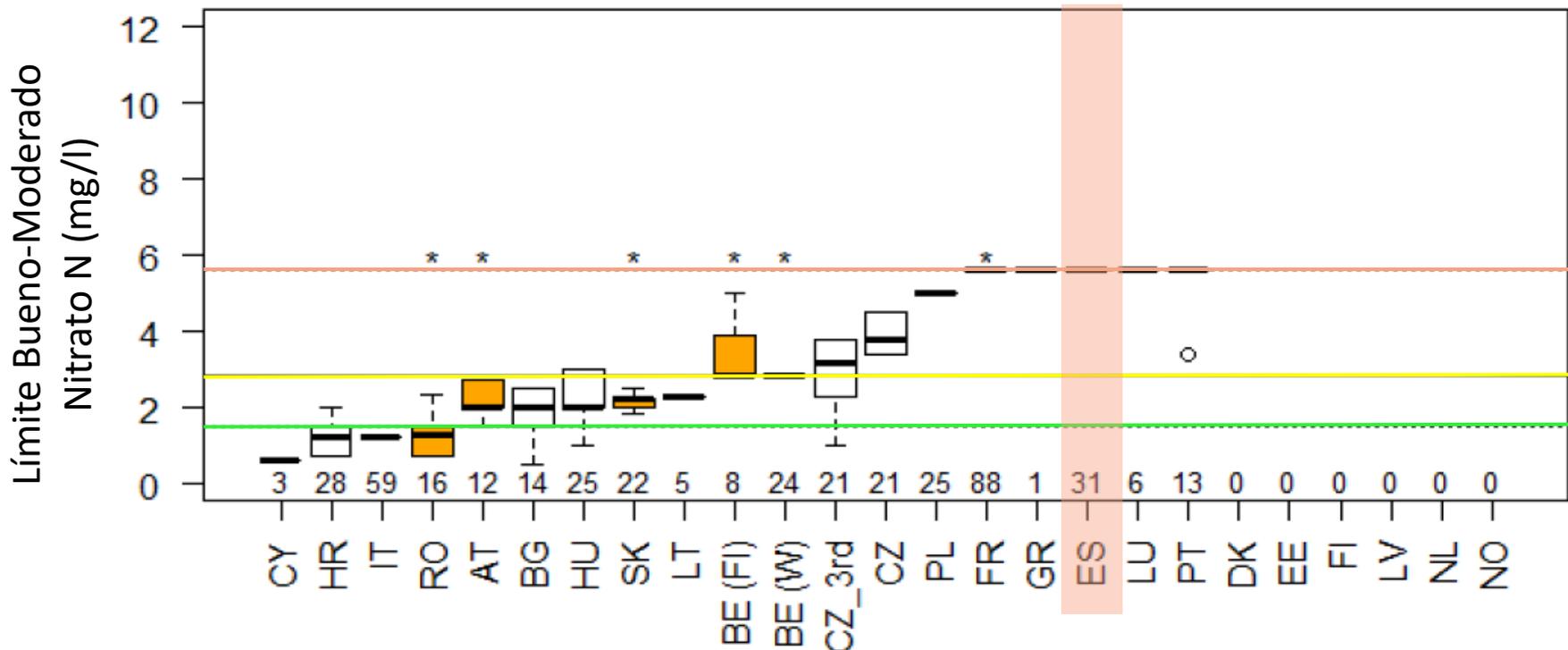
- Los usos del suelo y la concentración de nutrientes son las variables más importantes
- Las relaciones entre las variables independientes y los índices biológicos son no lineales
- El signo de las relaciones confirma las expectativas a priori





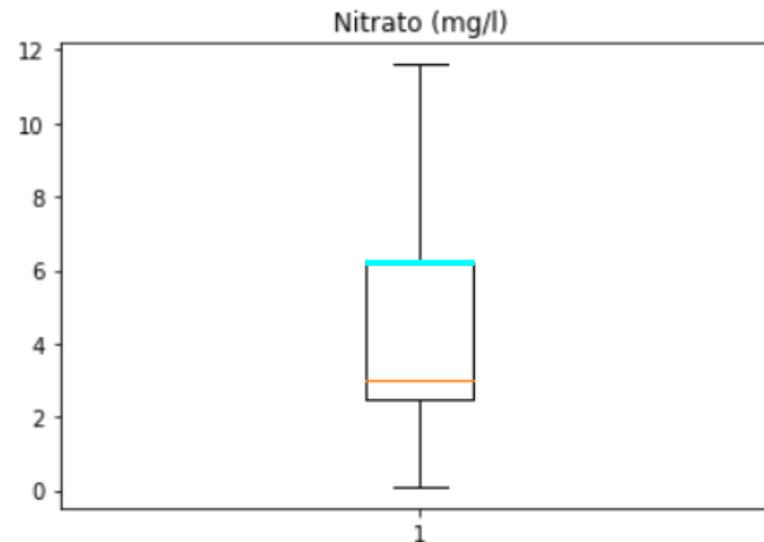
Nutrientes

- Máxima concentración de nutrientes fijada por la legislación española para asegurar el buen estado
- 50th percentil de los límites de nutrientes fijados por otras legislaciones UE
- 25th percentil de los límites de nutrientes fijados por otras legislaciones UE



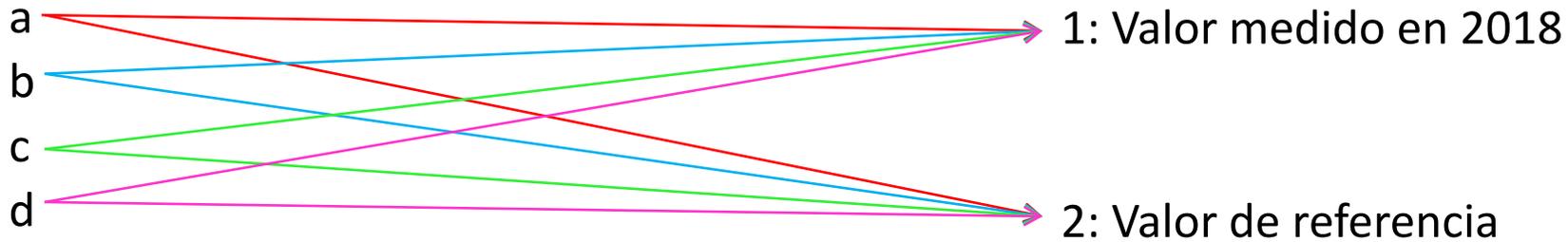
Nutrientes

- a) Máxima concentración de nutrientes fijada por la legislación española para asegurar el buen estado
- b) 50th percentil de los límites de nutrientes fijados por otras legislaciones UE
- c) 25th percentil de los límites de nutrientes fijados por otras legislaciones UE
- d) 75th percentil de la concentración de nutrientes en las masas de agua en buen estado en la Demarcación del Tajo



Nutrientes

QBR



Escenarios:

a + 1: **ES**
a + 2: **ES_QBR**

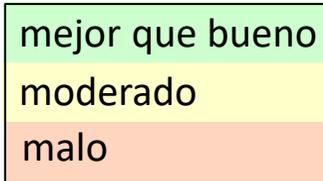
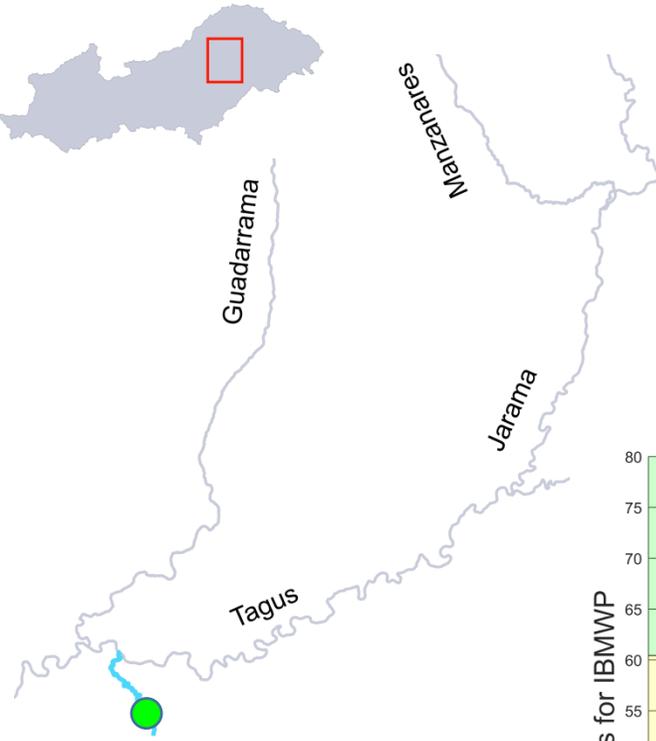
b + 1: **50_UE**
b + 2: **50_UE_QBR**

c + 1: **25_UE**
c + 2: **25_UE_QBR**

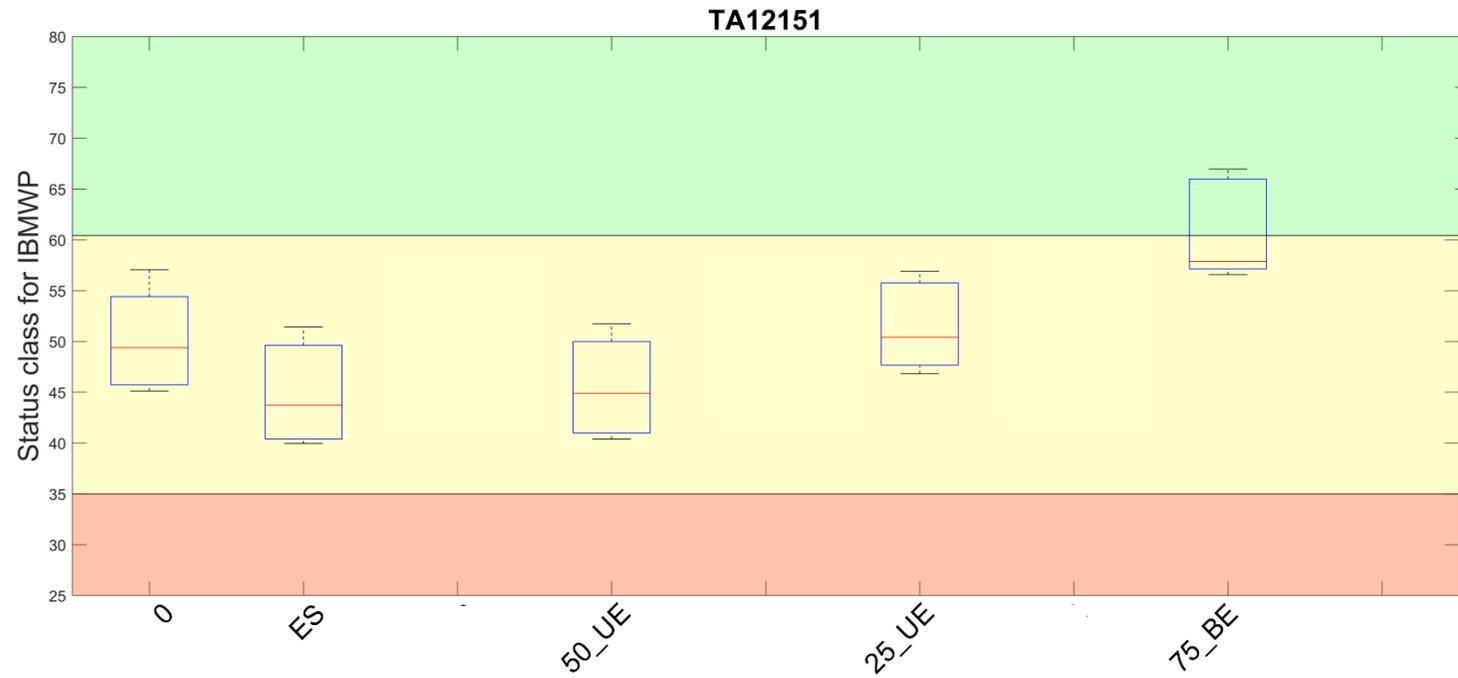
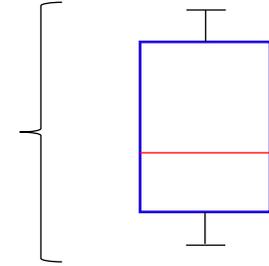
d + 1: **75_BE**
d + 2: **75_BE_QBR**

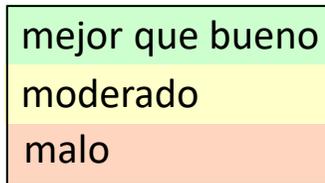
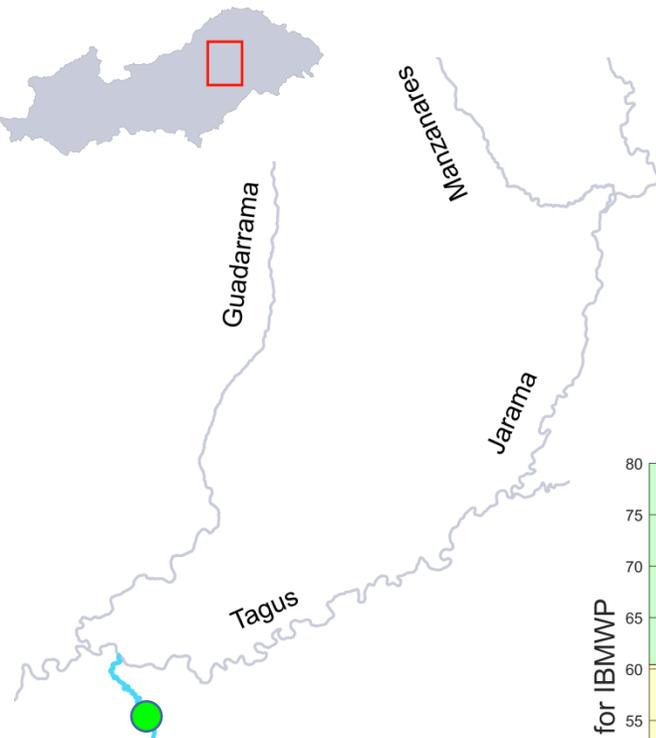


Escenario base: 2018

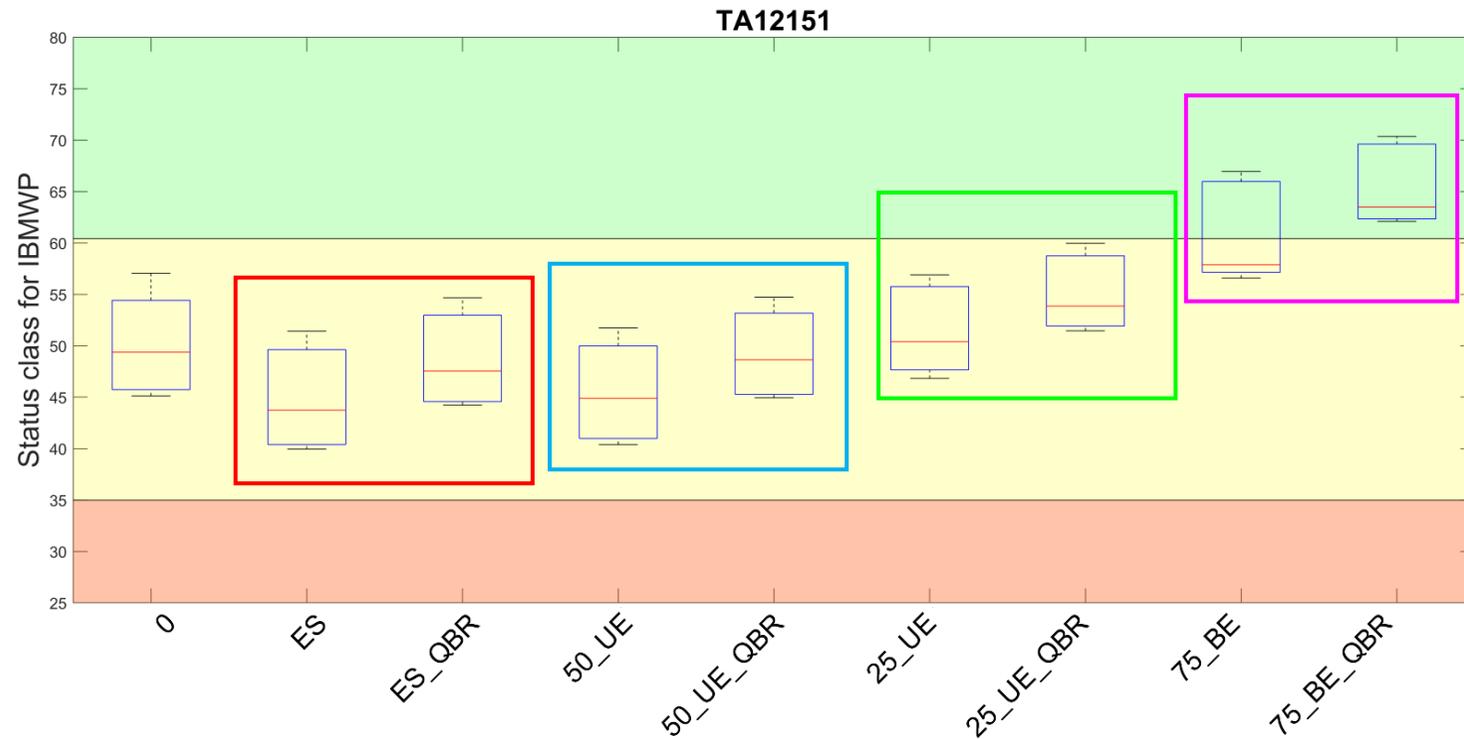
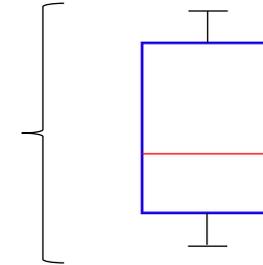


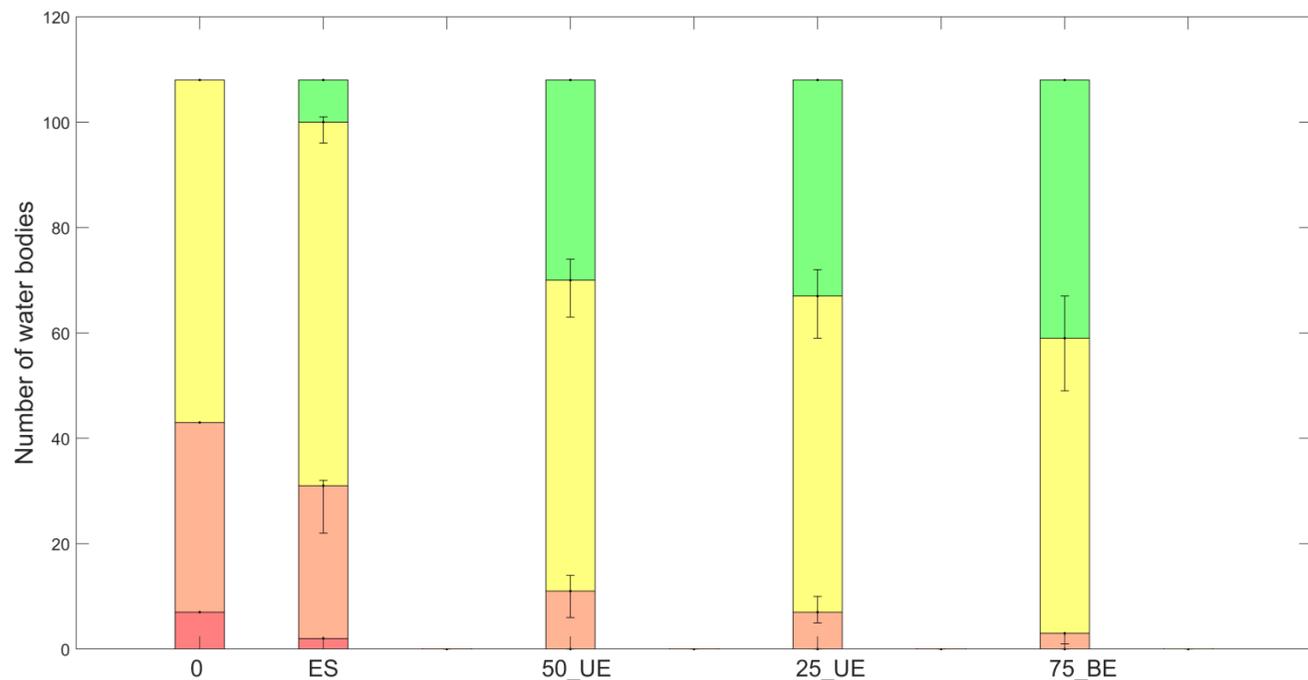
Rango de variación de oxígeno:
valor mínimo- valor máximo



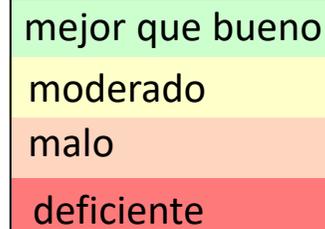


Rango de variación de oxígeno:
valor mínimo- valor máximo



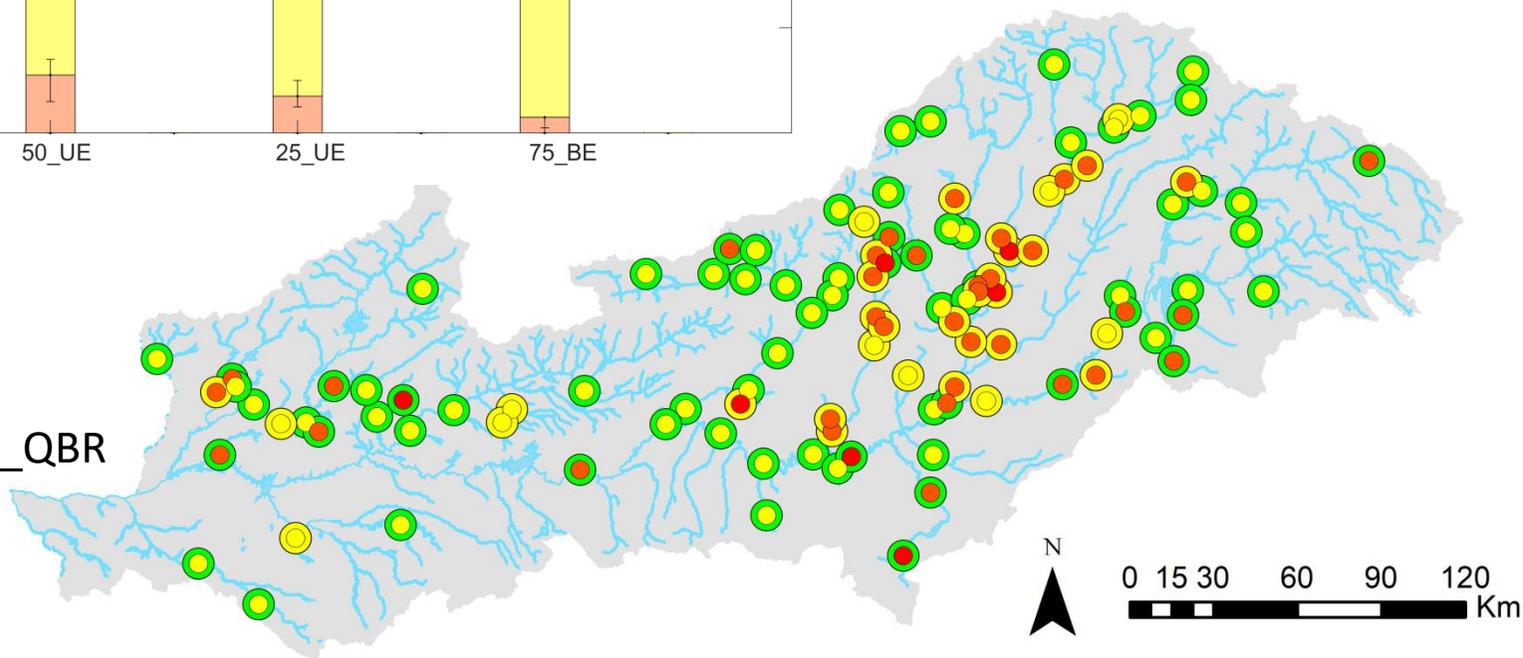


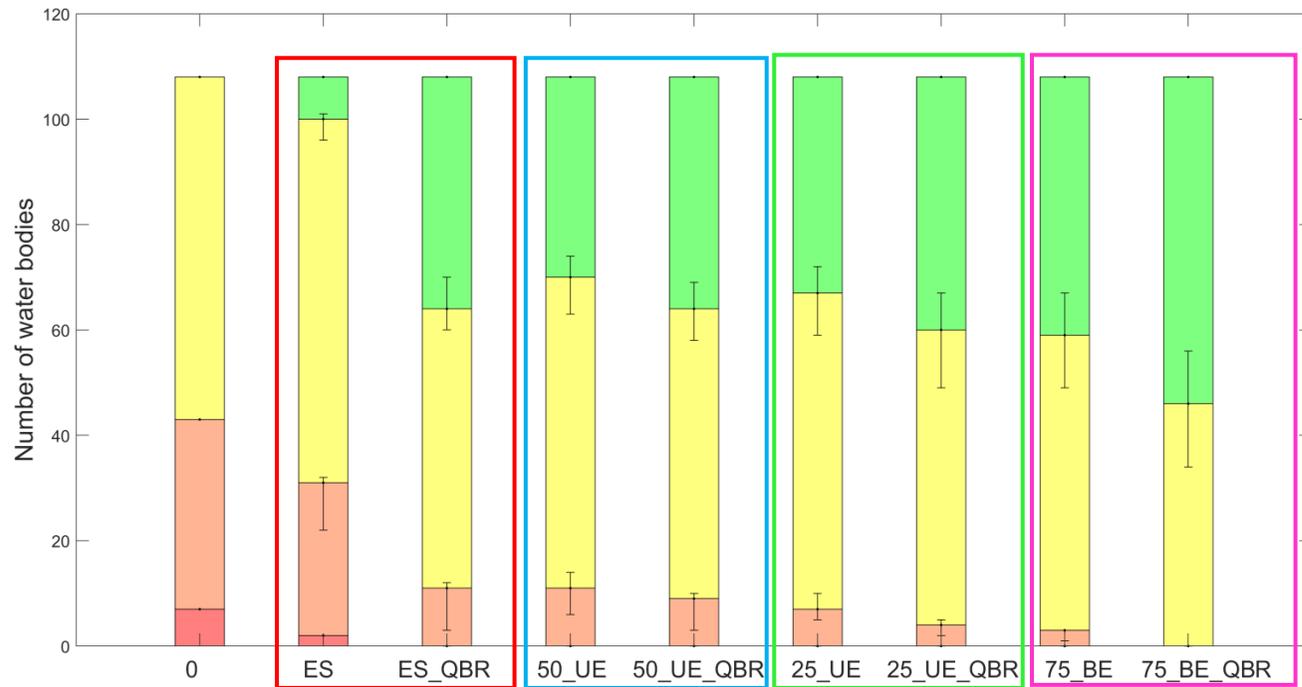
IBMWP



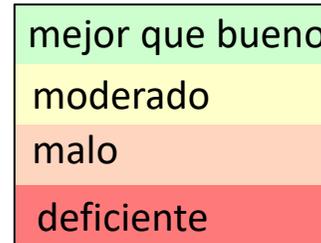
○ Escenario 0

○ Escenario 75th_GOOD_QBR



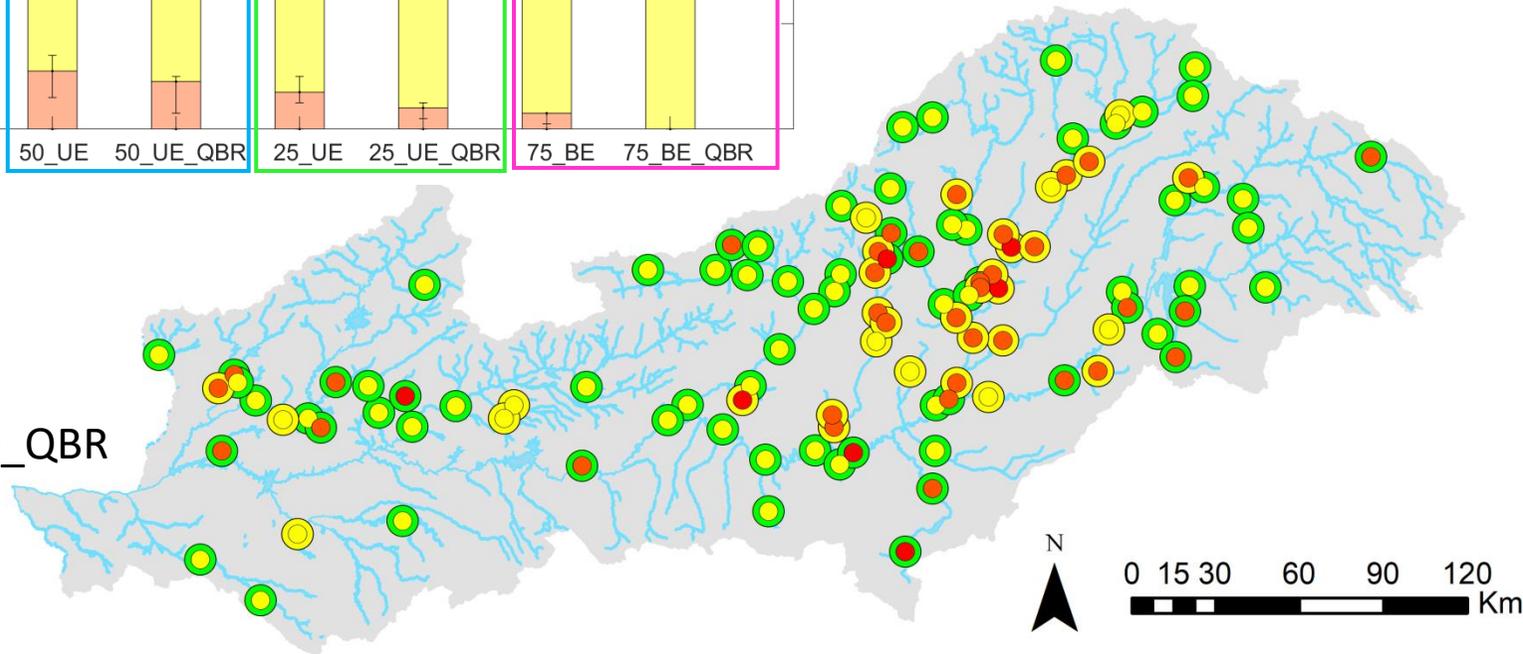


IBMWP

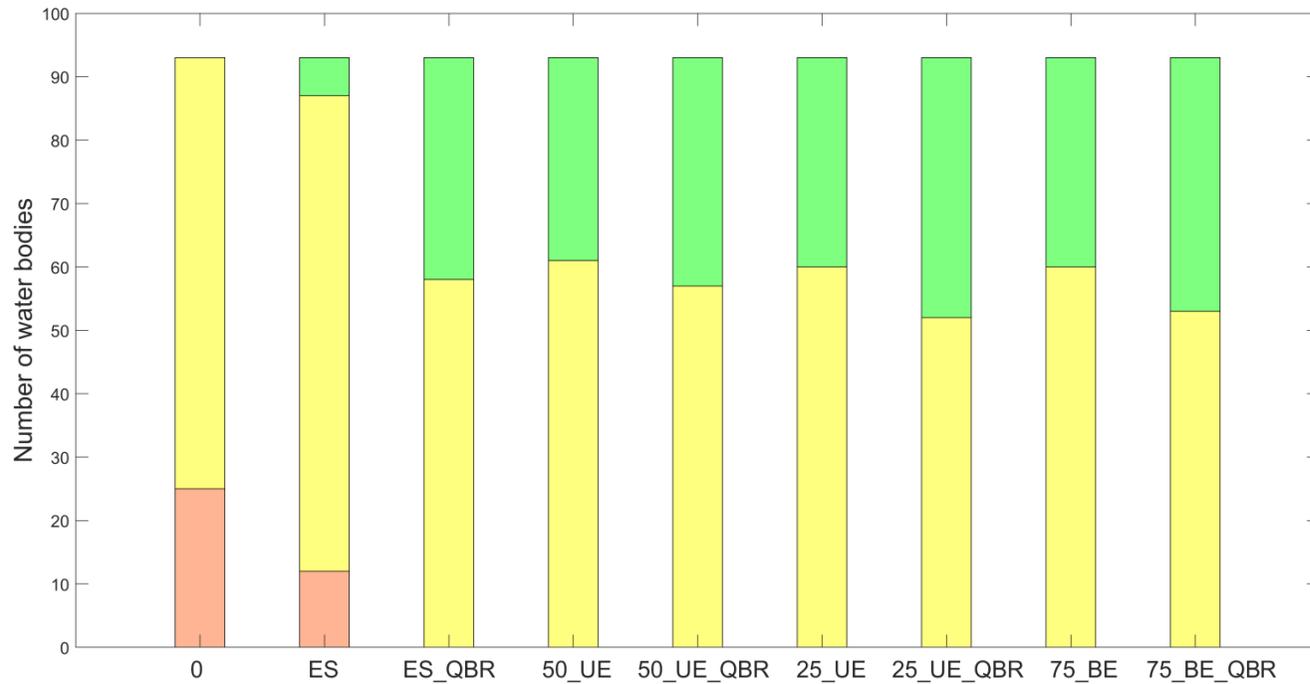


○ Escenario 0

○ Escenario 75th_GOOD_QBR



PREDICCIONES: RESULTADOS

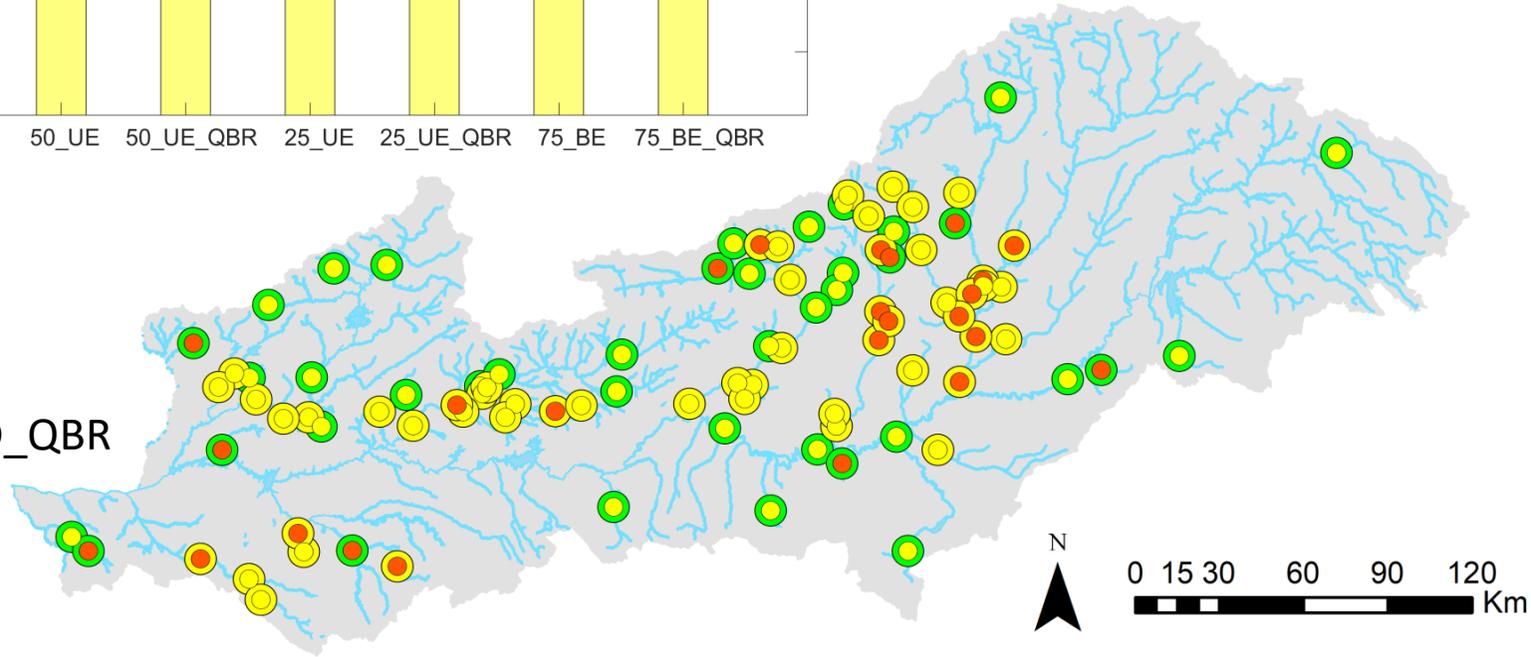


IPS

mejor que bueno
moderado
malo

○ Escenario 0

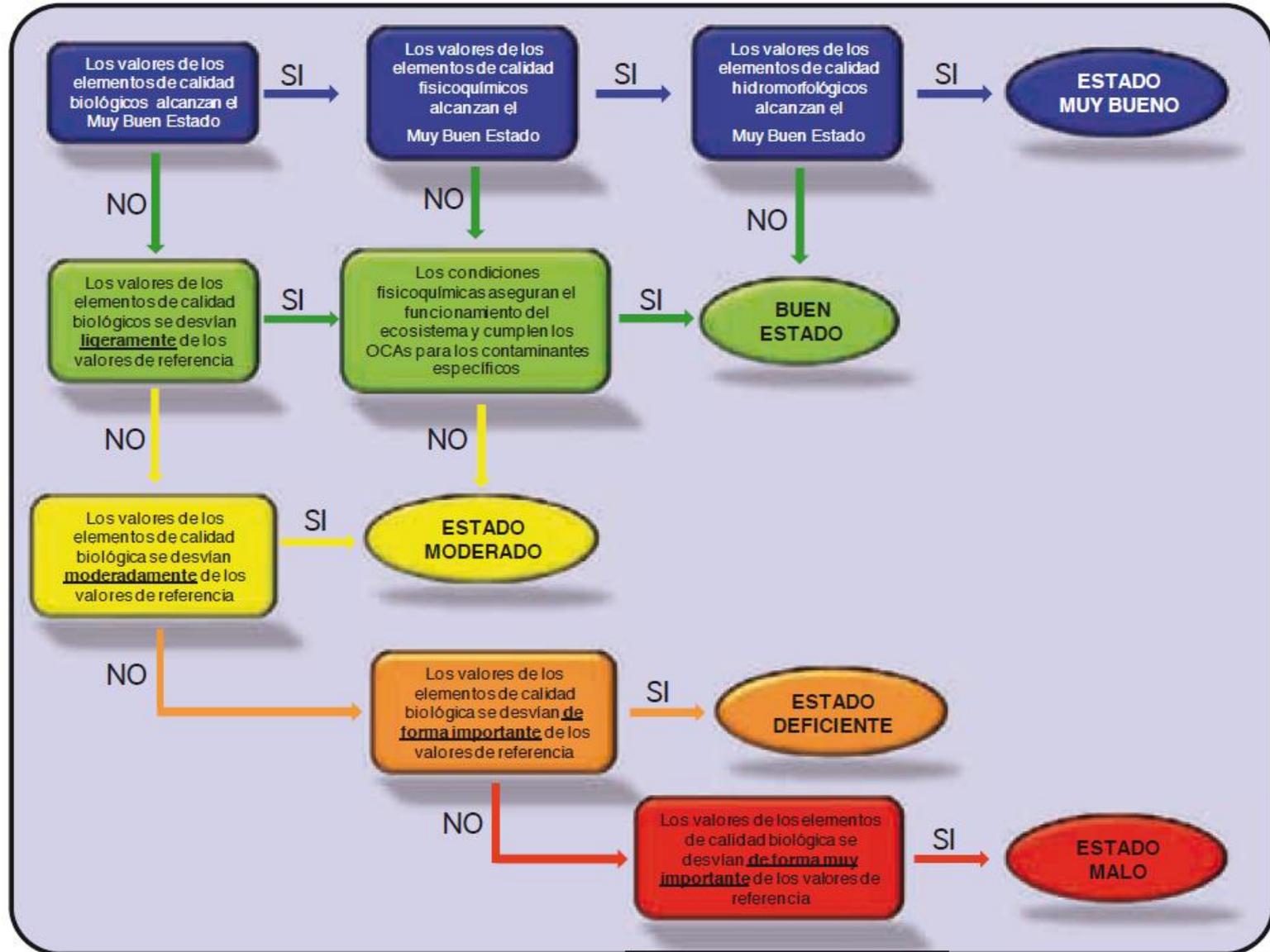
○ Escenario 75th_GOOD_QBR



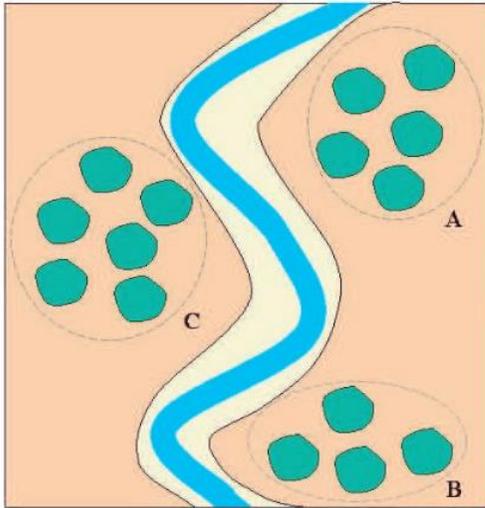
1. Algoritmo **RF**: herramienta eficaz para predecir los índices biológicos, para individuar las variables con poder predictivo mayor en el sistema y para hacer predicciones en diferentes escenarios de calidad fisicoquímica e hidromorfológica.
2. Los **límites de nutrientes** fijados por la legislación española no son suficientes para alcanzar el objetivo de la DMA.
A nivel de la UE sigue siendo un desafío encontrar una mitología común para fijar esos límites: el estudio propone un posible planteamiento para su definición.
3. Combinar la **reducción de las concentraciones de nutrientes** y la **restauración del hábitat de ribera** parece ser la medida prioritaria para cumplir con el objetivo de buen estado establecido por la DMA.

Gracias por la atención

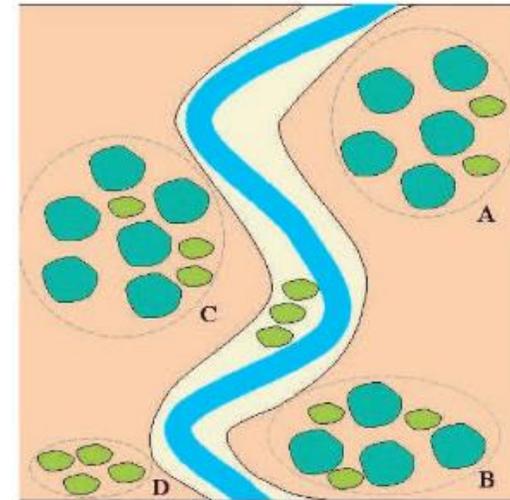




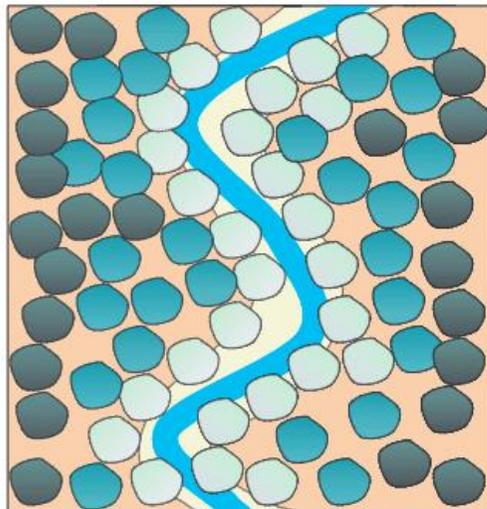
1. Grado de cobertura en zona de ribera



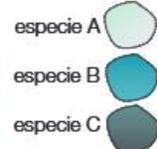
2. Estructura de la cobertura



3. Calidad de la cobertura



disposición de especies
en bandas paralelas



4. Naturalidad del canal



4d) río canalizado en ambas orillas

Nutrientes	NO3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	PO4 (mg/l)
Media anual 2018			
Máxima concentración de nutrientes fijada por la legislación española	25	0.6/1¹	0.4/0.5¹
50 th percentil de los límites de nutrientes fijados por otras legislaciones UE	12	0.39	0.3
25 th percentil de los límites de nutrientes fijados por otras legislaciones UE	7	0.2	0.2
75 th percentil de la concentración de nutrientes en las masas de agua en buen estado en la Cuenca del Tajo	6	0.1	0.27

¹Dependiendo del ecotipo

