



Seminario:

COSTA RICA Y EXTREMADURA **Tejiendo Desarrollo Local y Sostenible:** **cooperación institucional, social y económica**

IV. Panel: La excelencia en la gestión del recurso hídrico: Casos de buenas prácticas en Costa Rica y Extremadura.

Situación de los embalses extremeños: problemas y soluciones

Jesús Beltrán de Heredia Alonso

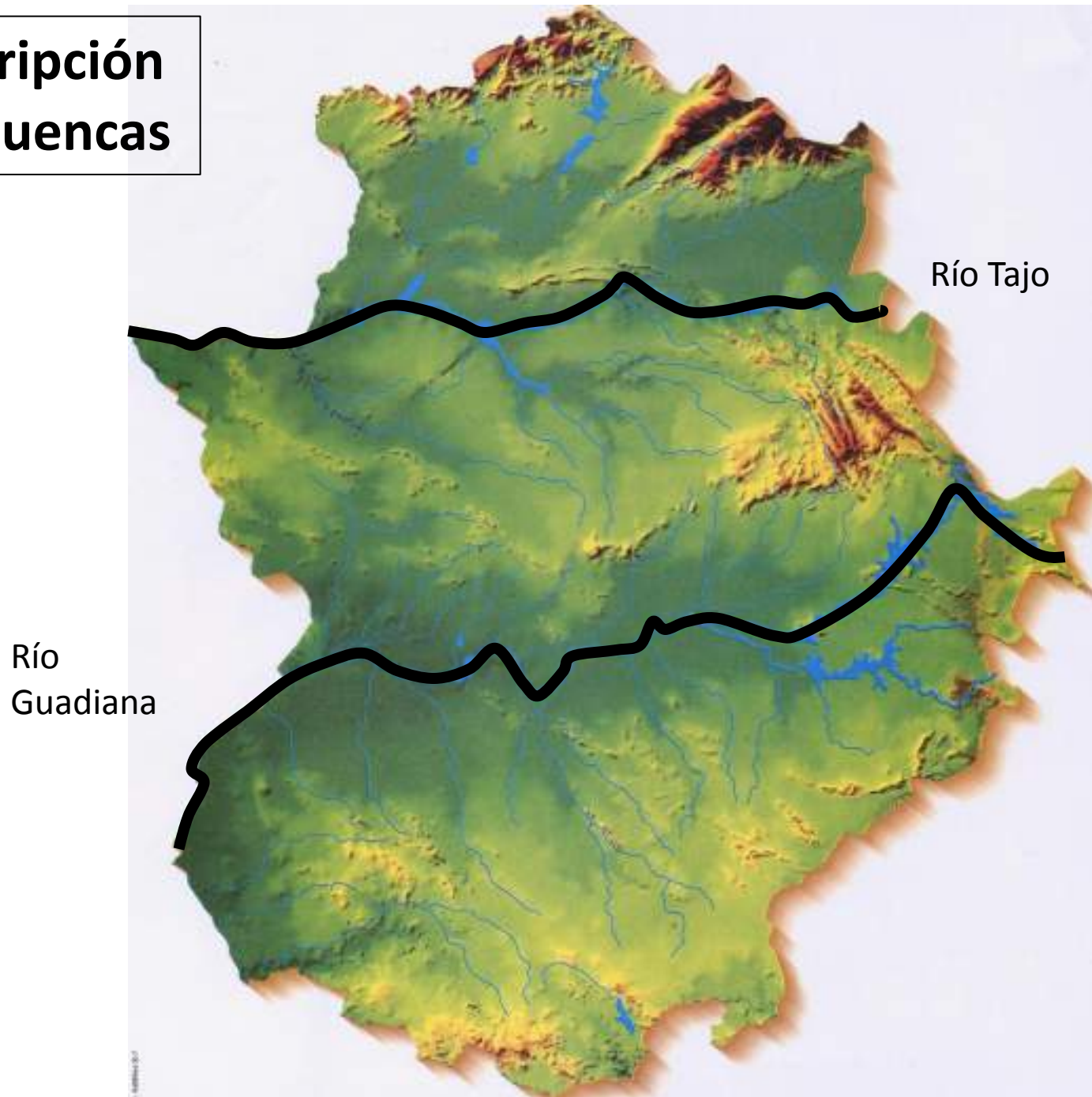
Catedrático de Ingeniería Química de la UEX



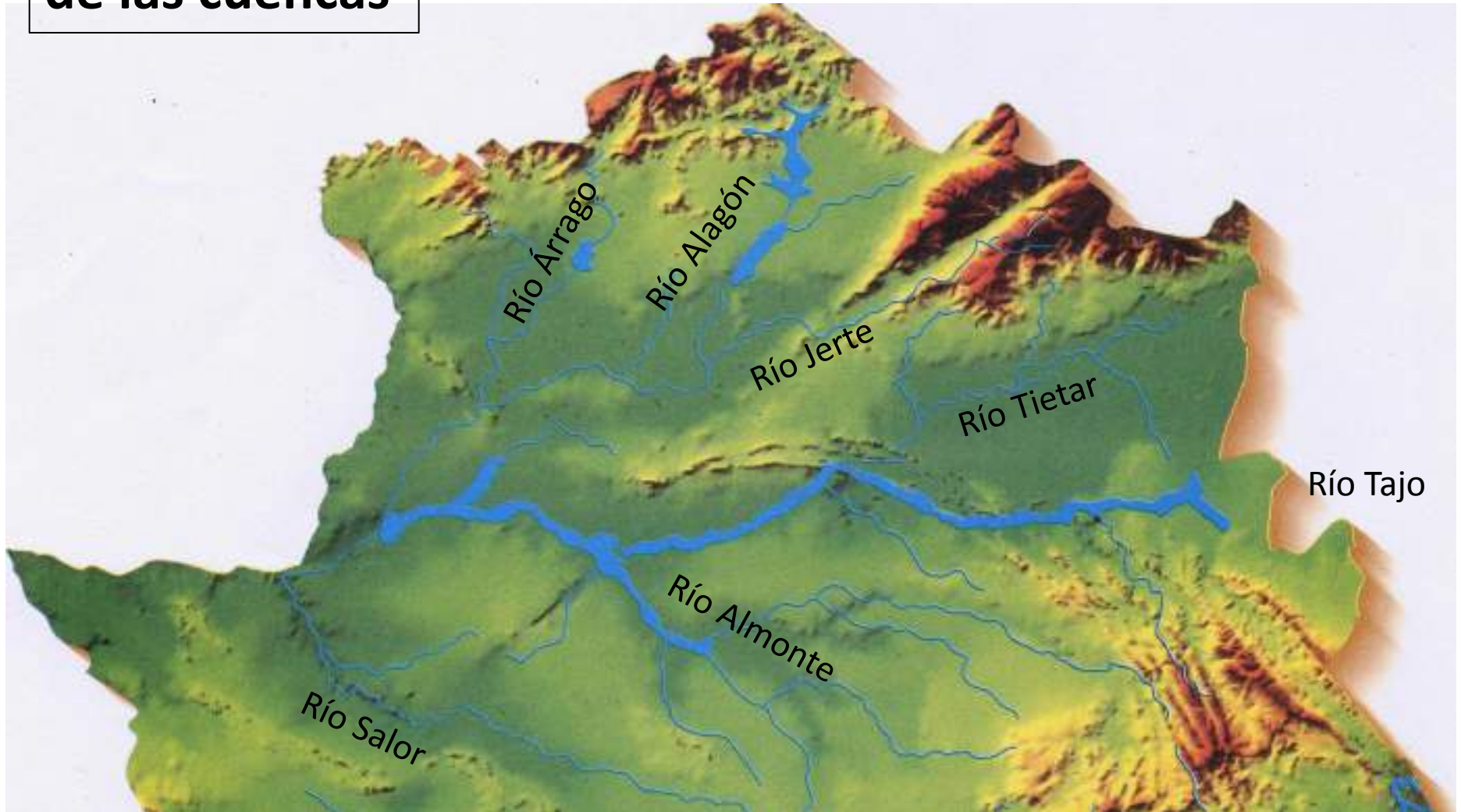
Índice

- 1. Descripción de las cuencas y los embalses**
- 2. Problemas**
 - 2.1 Infraestructuras**
 - 2.2 Volumen de agua embalsada**
 - 2.3 Contaminación química**
 - 2.4 Contaminación biológica**
 - 2.5 Otros “contaminantes”: especies invasoras**
- 3. Soluciones**

1. Descripción de las cuencas



1. Descripción de las cuencas



1. Descripción de las cuencas

Emb. Valdeobispo

Emb. Gabriel y Galán

Emb. Torrejón

Emb. Borbollón

Río Árrago

Río Alagón

Río Jerte

Emb. Alcántara II

Río Tietar

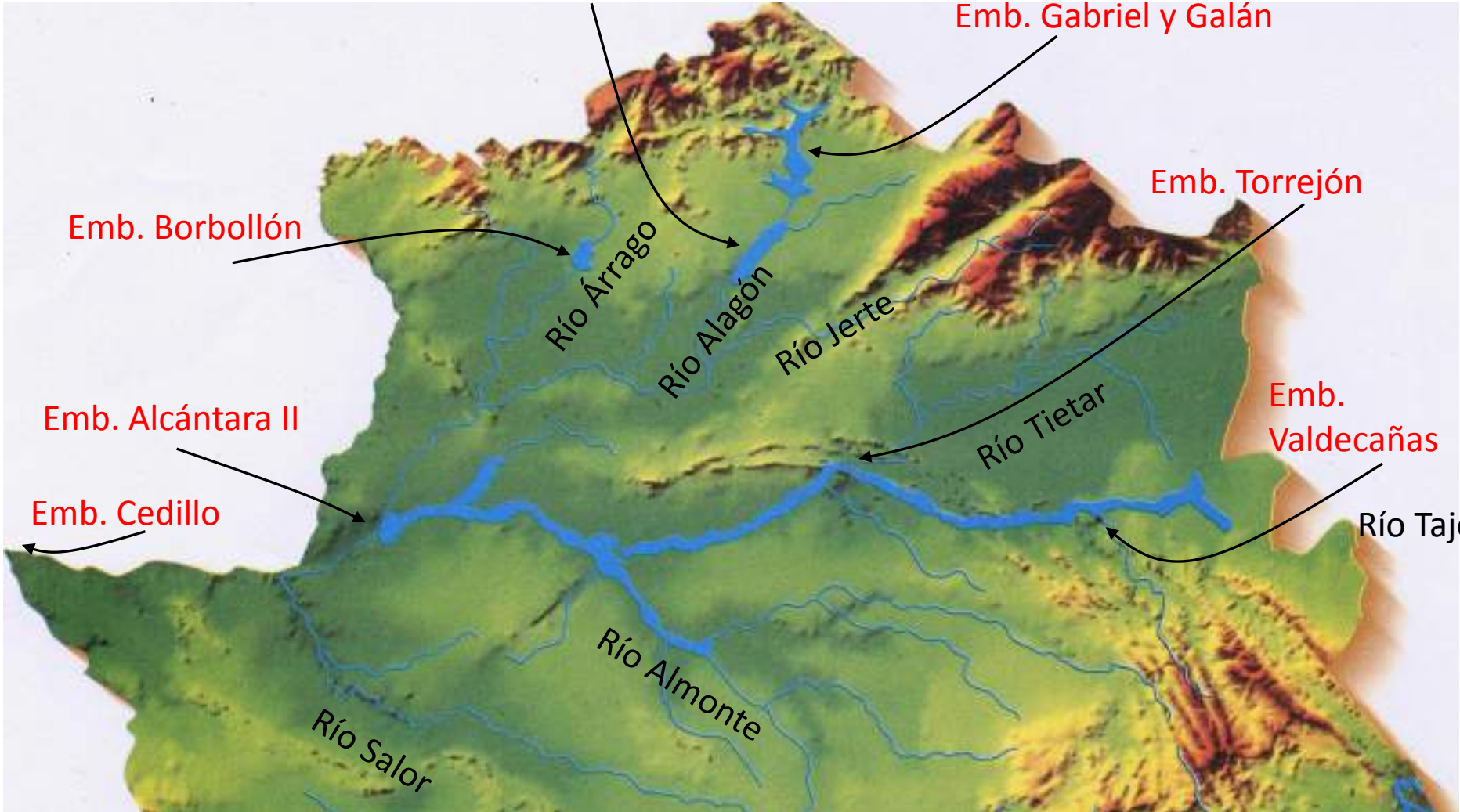
Emb. Valdecañas

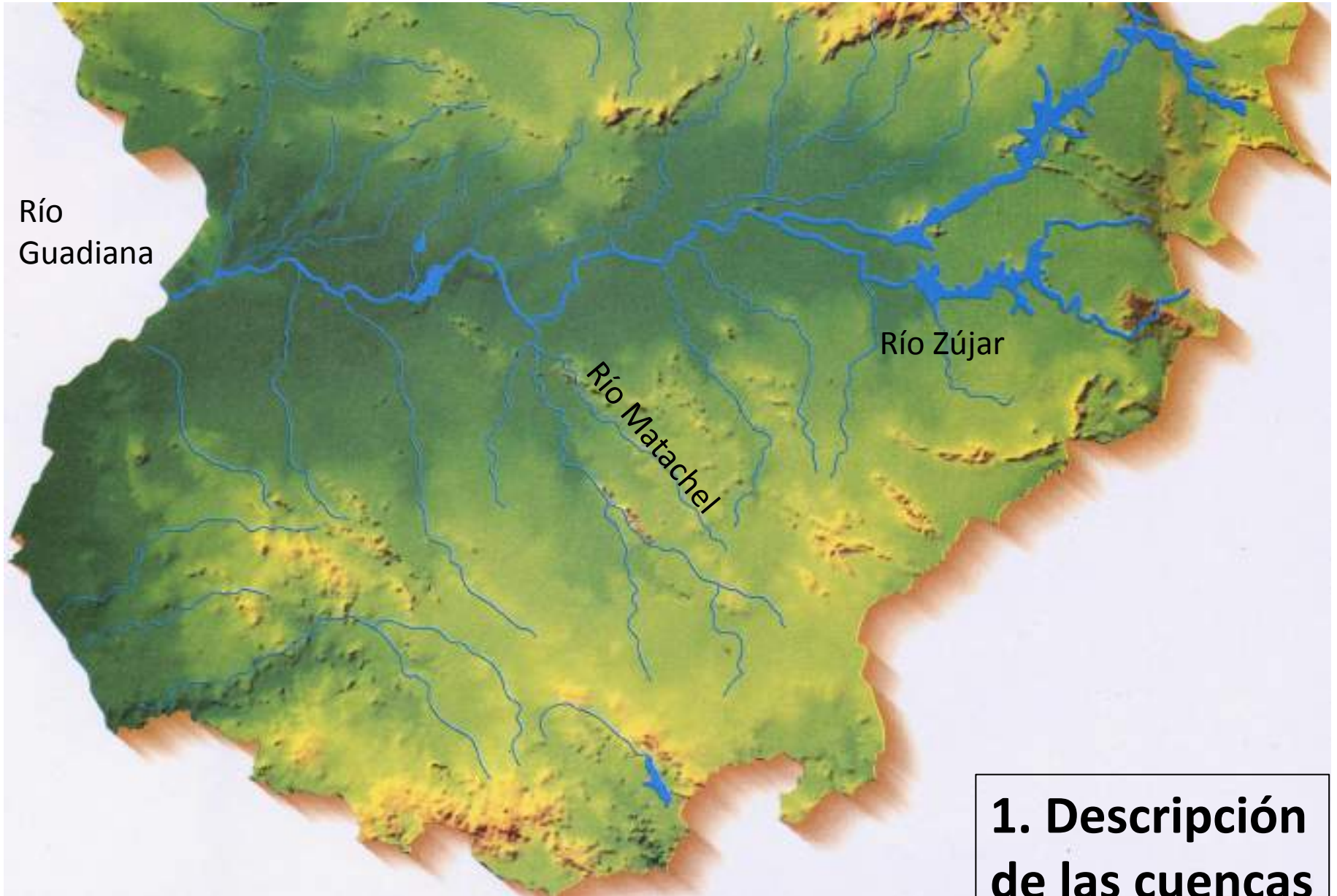
Emb. Cedillo

Río Tajo

Río Salor

Río Almonte





Río Guadiana

Río Zújar

Río Matachel

1. Descripción de las cuencas



Emb. Orellana

Emb. García de Sola

Emb. Cijara

Río Zújar

Río Matachel

Emb. La Serena

Emb. Zújar

Emb. Alange

1. Descripción de las cuencas

Cuenca del Tajo – Embalses grandes

Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
Alcántara II	Tajo	Alcántara	3162	Hidroeléctrico
Valdecañas	Tajo	Belvís de Monroy	1446	Hidroeléctrico Riego
Gabriel y Galán	Alagón	Guijo de Granadilla	924	Hidroeléctrico Riego
Cedillo	Tajo	Cedillo	260	Hidroeléctrico
Torrejón	Tajo	Torrejón El Rubio	166	Hidroeléctrico

Cuenca del Tajo – Embalses medianos

Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
Borbollón	Arrago	Santibañez El Alto	84,7	Hidroeléctrico Riego
Rosarito	Tietar	Oropesa	84,7	Riego
Plasencia	Jerte	Plasencia	58,5	Abastecimiento Riego
Valdeobispo	Alagón	Valdeobispo	53	Hidroeléctrico Riego
Gata	Ribera de Gata	Villasbuenas de Gata	48,9	Abastecimiento Riego

Cuenca del Tajo – Embalses pequeños

Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm³)	Uso
Portaje	Rivera de Fresned.	Portaje	22,8	Riego
Guadiloba	Guadiloba	Cáceres	20,4	Abastecimiento
Salor	Salor	Cáceres	14,0	Riego
Guijo de Granadilla	Alagón	Guijo de Granadilla	13,0	Hidroeléctrico

Cuenca del Tajo – Galería de fotografías



Cuenca del Guadiana – Embalses grandes

Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
La Serena	Zújar	Castuera	3219	Abastecimiento Hidroeléctrico
Cíjara	Guadiana	Alía/Castilblanco	1505	Abastecimiento Hidroeléctrico
Alange	Matachel	Alange	852	Abastecimiento Hidroeléctrico
Orellana	Guadiana	Orellana La Vieja	808	Abastecimiento Hidroeléctrico
García de Sola	Guadiana	Talarrubias	554	Abastecimiento Hidroeléctrico
Zújar	Zújar	Castuera	302	Abastecimiento Hidroeléctrico

Cuenca del Guadiana – Embalses medianos

Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
Villar del Rey	Zapatoón	Villar del Rey	131	Abastecimiento Hidroeléctrico
Villalba	Guadajira	Villalba de los Barros	106	Riego
Valdecaballeros	Guadalupejo	Valdecaballeros	71	Industrial
Los Canchales	Lácara	Montijo	40	Abastecimiento Riego
Los Molinos	Matachel	Hornachos	33,7	Abastecimiento Riego

Cuenca del Guadiana – Embalses pequeños

Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm ³)	Uso
Valuengo	Ardila	Jerez de los Caballeros	19,3	Hidroeléctrico Riego
Piedra Aguda	Rivera de Olivenza	Olivenza	16,3	Abastecimiento Riego
Cancho del Fresno	Ruecas	Cañamero	15,2	Abastecimiento Hidroeléctrico
Nogales	Rivera de Nogales	Nogales	15,0	Abastecimiento Riego
Montijo	Guadiana	Mérida	10,6	Abastecimiento Riego
Cornalvo	Albarregas	Mérida	8,5	Abastecimiento Riego

Cuenca del Guadiana – Galería de fotografías

La Serena



Villar del Rey



Cíjara



Cornalvo



Cuenca del Tajo

2.1 Infraestructuras

Embalse	Año finalización
Alcántara II	1969
Valdecañas	1964
Gabriel y Galán	1961
Cedillo	1978
Torrejón	1966
Borbollón	1954
Rosarito	1958
Plasencia	1985
Valdeobispo	1965
Gata	1990
Portaje	1986
Guadiloba	1971
Salor	1964
Guijo de Granadilla	1982

Cuenca del Guadiana

2.1 Infraestructuras

Embalse	Año finalización
La Serena	1990
Cíjara	1956
Alange	1992
Orellana	1961
García de Sola	1962
Zújar	1964
Villar del Rey	1987
Villalba	2010
Valdecaballeros	1984
Los Canchales	1991
Los Molinos	1983
Valuengo	1959
Piedra Aguda	1956
Cancho del Fresno	1987
Nogales	1991
Cornalvo	130

Cuenca del Guadiana

2.2 Volumen de agua embalsada

Embalse	Capacidad (hm ³)	% embalsado
La Serena	3219	59,2
Cíjara	1505	48,4
Alange	852	47,5
Orellana	808	63,6
García de Sola	554	41,4
Zújar	302	91,6
Villar del Rey	131	60,0
Villalba	106	83,3
Valdecaballeros	71	58,3
Los Canchales	40	59,3
Los Molinos	33,7	86,7
Valuengo	19,3	70,0
Piedra Aguda	16,3	70,0
Cancho del Fresno	15,2	77,1
Nogales	15,0	86,7
Cornalvo	8,5	22,7

2.3 Contaminación química

Cuenca del Guadiana

Embalse	Materia orgánica (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Nitrato (mg/L)
La Serena	3,9	< 0,05	< 1,0
Cíjara	2,7	< 0,05	< 1,0
Alange	3,9	< 0,05	< 1,0
Orellana	2,9	< 0,05	< 1,0
García de Sola	2,6	< 0,05	< 1,0
Zújar	3,0	< 0,05	< 1,0
Villar del Rey	3,8	< 0,05	< 1,0
Valdecaballeros	0,85	< 0,05	< 1,0
Los Canchales	5,7	< 0,05	< 1,0
Los Molinos	5,3	< 0,05	< 1,0
Valuengo	7,6	< 0,05	< 1,0
Piedra Aguda	10,5	< 0,05	< 1,0
Cancho del Fresno	2,0	< 0,05	< 1,0
Nogales	6,5	0,53	1,6
Cornalvo	9,4	< 0,05	< 1,0

2.4 Contaminación biológica

Cuenca del Tajo – Bioindicadores

Embalse	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	Biovolumen (mm^3/L)	IGA	% cianobact.
Alcántara II	4,58	3,43	316	94,0
Valdecañas	14,4	7,98	336	77,0
Gabriel y Galán	1,82	0,44	11,6	53,0
Cedillo	13,0	3,19	39,0	94,0
Torrejón	15,1	11,2	39,5	18,0
Borbollón	5,0	1,34	1,22	10,0
Rosarito	124	250	173	96,0
Plasencia	5,38	1,84	37,4	24,0
Valdeobispo	7,16	10,0	10,6	27,0
Rivera de Gata	5,91	0,24	3,25	22,5
Portaje	5,21	0,59	2,75	16,1
Guadiloba	7,94	2,91	157	89,1
Salor	103	84,0	171	84,0
Guijo de Granad.	4,55	1,07	15,6	17,0

2.4 Contaminación biológica

Cuenca del Guadiana – Bioindicadores

Embalse	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	Biovolumen (mm^3/L)	IGA	% cianobact.
La Serena	6,0	3,47	135,8	4,72
Cíjara	2,8	3,77	32,9	86,0
Alange	13,4	12,4	3,21	54,0
Orellana	2,6	12,4	128,0	95,0
García de Sola	12,7	12,3	36,4	57,2
Zújar	3,0	2,34	41,7	69,4
Villar del Rey	4,5	14,6	66,6	56,2
Valdecaballeros	8,6	1,09	0,15	0
Los Canchales	57,9	120,9	73,1	92,4
Los Molinos	13,6	2,61	11,54	0
Valuengo	33,6	10,6	10,6	21,6
Piedra Aguda	46,1	25,7	8,3	73,5
Cancho del Fresno	18,6	1,56	36,2	0
Nogales	55,6	13,8	5,66	1,18
Cornalvo	17,6	48,9	59,4	0,90

2.4 Contaminación biológica

Clasificación del Estado Trófico

Estado trófico	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)
Oligotrófico	2,5 – 8
Mesotrófico	8 – 25
Eutrófico	25 - 75
Hipertrófico	> 75

Estado trófico	Biovolumen (mm^3/L)
Oligotrófico	< 1
Mesotrófico	1 – 2,5
Eutrófico	2,5 - 25
Hipertrófico	> 25

2.4 Contaminación biológica

Cuenca del Tajo – Estado trófico

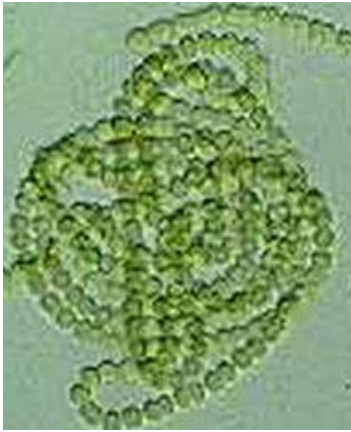
Embalse	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	Biovolumen (mm^3/L)	IGA	% cianobact.
Alcántara II	4,58	3,43	316	94,0
Valdecañas	14,4	7,98	336	77,0
Gabriel y Galán	1,82	0,44	11,6	53,0
Cedillo	13,0	3,19	39,0	94,0
Torrejón	15,1	11,2	39,5	18,0
Borbollón	5,0	1,34	1,22	10,0
Rosarito	124	250	173	96,0
Plasencia	5,38	1,84	37,4	24,0
Valdeobispo	7,16	10,0	10,6	27,0
Rivera de Gata	5,91	0,24	3,25	22,5
Portaje	5,21	0,59	2,75	16,1
Guadiloba	7,94	2,91	157	89,1
Salor	103	84,0	171	84,0
Guijo de Granad.	4,55	1,07	15,6	17,0

2.4 Contaminación biológica

Cuenca del Guadiana – Estado trófico

Embalse	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	Biovolumen (mm^3/L)	IGA	% cianobact.
La Serena	6,0	3,47	135,8	4,72
Cíjara	2,8	3,77	32,9	86,0
Alange	13,4	12,4	3,21	54,0
Orellana	2,6	12,4	128	95,0
García de Sola	12,7	12,3	36,4	57,2
Zújar	3	2,34	41,7	69,4
Villar del Rey	4,5	14,6	66,6	56,2
Valdecaballeros	8,6	1,09	0,15	0
Los Canchales	57,9	121	73,1	92,4
Los Molinos	13,6	2,6	11,54	0
Valuengo	33,6	10,6	10,6	21,6
Piedra Aguda	46,1	25,7	8,3	73,5
Cancho del Fresno	18,6	1,56	36,2	0
Nogales	55,6	13,8	5,66	1,18
Cornalvo	17,6	48,9	59,4	0,90

2.4 Contaminación biológica



Cianobacterias más abundantes

Taxón

Anabaena

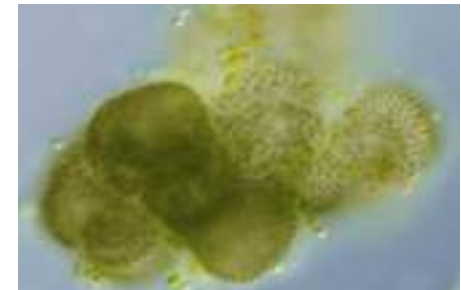
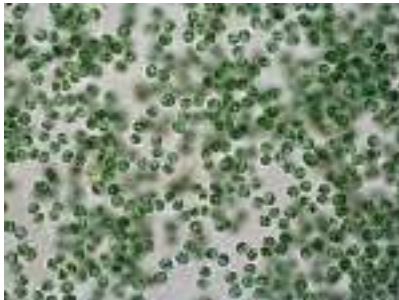
Aphanizomenon

Microcystis

Oscillatoria

Raphidiopsis

Woronichinia



2.5 Otros “contaminantes”: especies invasoras



Jacinto de agua (camalote) (*Eichhornia crassipes*)

Lirio amarillo (nenúfar mexicano) (*Nymphaea mexicana*)

Helecho de agua (*Azolla japonica*)

Lenteja de agua (*Lemna minor*)



3. Soluciones

Fitoplancton

1. Intensidad en la depuración de las aguas residuales urbanas/industriales (reducción de nutrientes)
2. Incremento en el control analítico de los parámetros químicos y biológicos
3. Toma de agua para el abastecimiento con boya flotante y sensor de fitoplancton
4. Implantación de tecnologías eficaces para la reducción de algas y toxinas en las aguas prepotables (coagulantes alternativos, ozonización, procesos de oxidación avanzada, etc.)



3. Soluciones

Especies invasoras

1. Barreras de contención para impedir la propagación
2. Eliminación eficaz (en tiempo y forma) de la vegetación invasora
3. Estudios para la implementación de lucha biológica (por ejemplo, *Neochetina* en la lucha contra el camalote)

