



**INFORME:**

INFORME DE RESULTADOS PARA EL EMBALSE DE PUENTES:2022-2024

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

Seguimiento del estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias

**ELABORADO POR:** EUROFINS-CAVENDISH

**REVISADO POR:** CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL SEGURO, O.A.

## Informe embalse de Puentes

**Foto de portada:** Embalse de Puentes desde el punto de toma de muestra

## DATOS DE LA PUBLICACIÓN

Seguimiento del Estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias

**Objeto del informe:** INFORME DE RESULTADOS PARA EL ESTUDIO DE BLOOMS DE CIANOBACTERIAS: EN EL EMBALSE DE PUENTES

**Dirección y** Confederación Hidrográfica del Segura

**Coordinación de los trabajos:** Avda. Acisclo Díaz 5A, 30005 Murcia



**Empresa actuante:** EUROFINS CAVENDISH



*Ctra. Bailen-Motril, Parcela 102-B "Edificio de Cristal 2" Pol. Juncaril. C.P. 18210 PELIGROS (Granada) Bailen-Motril, Parcela 102-B "Edificio de Cristal 2" Pol. Juncaril. C.P. 18210 PELIGROS (Granada)*

**Dirección y Coordinación del estudio:** Silvia Gómez Rojas  
Área de Calidad de Aguas

## EQUIPO DE TRABAJO:

DELEGADO DEL CONSULTOR: Luis Archilla Castillo

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN: David Fernández Moreno

**Fecha de edición:** Abril 2024

**Cita del informe:** Confederación Hidrográfica del Segura. 2024. Seguimiento del Estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias. Informe de resultados para el estudio de blooms de cianobacterias: en el embalse de Puentes.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN EL EMBALSE DE PUENTES .....</b>	<b>8</b>
4.1. RESUMEN DE RESULTADOS EN EL EMBALSE DE PUENTES.....	8
4.1. CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA DURANTE EL PERIODO 2022-2024 .....	10
4.2. COMPARATIVA DE LAS ABUNDANCIAS DE LAS ESPECIES DE CIANOFÍCEAS MÁS IMPORTANTES DURANTE LOS PERIODOS 2011-2014, 2018-2024 .....	11
4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA .....	13
4.4. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....	14
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>19</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Tabla resumen de muestreos en el punto de control en el embalse de Puentes .....	6
Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases.....	7
Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en el embalse muestreado .....	9
Tabla 4. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2011- 2020 y 2022-2024. ....	12
Tabla 5. Elementos de calidad para el tipo de embalse E-T11.....	13
Tabla 6. Resultados de los elementos de calidad biológica en el embalse de Puentes.....	14
Tabla 7. Valores de las variables físico-químicas en el embalse de Puentes .....	16



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURO, O.A.

## INDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Porcentajes de abundancia según el grupo algal identificados en el Puentes (2022-2024) .....	10
Figura 2. Porcentajes de abundancia de los taxones identificados en el Puentes.....	11
Figura 3. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2011-2024. ....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

Tal y como indica el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), mensualmente se ha ido entregando un informe de valoración de resultados de cada embalse muestreado. En este informe, se profundizará en la evaluación de los resultados generados entre los años 2022 a 2024 y, además, lo compararemos con estudios previos ya reflejados en el informe de revisión histórica. Según el formato de informe que se ha estado entregando para cada muestreo durante estos dos años de estudio, añadiremos varios apartados con el fin de conocer mejor cual ha sido la dinámica en el desarrollo de las microalgas, en especial cuando la proliferación algal ha derivado en Bloom.

Se analizará, no solamente cuales han sido los grupos y las especies más características de este embalse, si no que se tratarán de identificar las posibles variables ambientales que han favorecido a las especies mayoritarias que aparecen en este embalse.

## 2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS

Se muestra en la tabla 1 el único punto de control (EPU1) de coordenadas UTM X: 603918 Y: 4177079. El tipo de muestreo siempre ha sido mediante embarcación e integrada, ya que, para detectar los Bloom de forma idónea, se ha de tomar una muestra de la columna de agua para que el dato de abundancia sea lo más realista posible.

Como se puede observar en la tabla 1, no se han recibido avisos por parte del personal encargado de la vigilancia del embalse de Puentes y ha habido hasta un total de 8 análisis durante el periodo 2022-2023.

Tabla 1. Tabla resumen de muestreos en el punto de control en el embalse de Puentes

FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
06/06/2022	10:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
06/07/2022	10:20:00	Si	Si	Si	No	No	Se realizó Análisis molecular para la detección de genes relacionados con cianotoxinas
01/08/2022	10:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
05/09/2022	09:45:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
13/06/2023	09:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
10/07/2023	11:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
07/08/2023	12:25:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
11/09/2023	12:20:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias

### 3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD

Para este trabajo se han establecido distintos rangos de calidad atendiendo a determinadas variables como, por ejemplo, la abundancia celular, el fósforo total o las microcistinas (Tabla 2), según los trabajos de Funari *et al.* 2017 y Pilotto *et al.* 1997. Estas condiciones no se cumplen muchas veces al mismo tiempo. Sin embargo, siempre que se detecta de forma general una abundancia superior a las 100.000 cél/ml, se establecerá la fase 5 de alerta para proceder a un seguimiento más exhaustivo. Los valores de clorofila-a son los obtenidos por la OMS (WHO 2013), donde establecen tres tipos de fases.

Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases

Fases	Abundancia cél/ml	PT (µg/l)	DS (m)	Microcistinas (µg/l)	Chl-a* (µg/l)
1		<20	≥1	-	
2	<2.000	>20	≥1	-	
3	2000-20.000	>20	≥1	-	
4	≥20.000	>20	<1	<20	>10
5	>100.000	>20	<1	>20	50

En estos informes se verán casos en los que, a pesar de alcanzar las 100.000 cél/ml, la concentración de clorofila-a es inferior a la que corresponde, según lo establecido en la tabla 2. Esto le puede suceder también al biovolumen celular. Es decir, células pequeñas, aunque esté presentes en gran cantidad, pueden tener poca concentración de clorofila-a o de biovolumen debido a su pequeño tamaño. Es por esto por lo que resulta difícil establecer un patrón fijo entre las variables implicadas en el desarrollo de las cianobacterias. De ahí la importancia de este seguimiento durante periodos de tiempo prolongados.

## 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN EL EMBALSE DE PUENTES

### 4.1. Resumen de resultados en el embalse de Puentes

Como se puede observar en la tabla 3, durante el periodo comprendido entre el 2022 y el 2024, se han tomado 8 muestras en el embalse de Puentes. En este periodo ha habido solo un análisis de microcistinas para este embalse, concretamente en el muestreo del mes de septiembre de 2023, donde se analizó este parámetro en todos los embalses de este proyecto. En cada uno de los muestreos se han analizado como mínimo la fisicoquímica del agua, la identificación, conteo y cálculo del biovolumen del fitoplancton, así como la clorofila-a.

En estos dos años de estudio no se ha superado en ninguna ocasión una abundancia superior a las 100.000 cél/ml; de hecho, la máxima abundancia se registró en el muestreo de junio del 2023 con algo menos de 45.000 cél/ml. No se activó ninguna fase de alerta ya que la abundancia máxima de cianobacterias fue de 5.748 cél/ml con la especie dominante *Cyanogranis ferrugínea*. Esta especie es frecuente en los embalses en general, no desarrolla toxinas, pero puede alcanzar abundancias muy elevadas, aunque con bajo biovolumen total, pues tiene un tamaño muy reducido con menos de 3 µm por célula. Hay otras especies de cianobacterias identificadas en este embalse que podrían generar toxinas pertenecientes al género *Aphanocapsa* (Cirés & Quesada del Corral, 2011); sin embargo, no es frecuente el desarrollo las toxinas en las especies de este género. Destacamos un pico de clorofila-a en el muestreo del mes de julio de 2023, como podemos observar en la tabla 3, con 25 µg/l. La razón principal es la presencia de dinoflagelados del género *Peridinium* con un gran tamaño celular, sobre todo si lo comparamos con las cianobacterias que hemos comentado anteriormente. Por lo tanto, acumulan grandes cantidades de clorofila-a en el interior celular.

Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en el embalse muestreado

FECHA	CÓDIGO FECHA	ABUND. TOTAL (cel/ml)	ABUND. CIANO (cel/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
06/06/2022	Ju-22	18.015,73	2.519,26	0,00	13,98	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	3,8	1,4	<0,05	1,6	3	MENSUAL
06/07/2022	Jl-22	18.960	348,00	0,05	1,83	<i>Synechococcus</i>	No	-	-	6,2	1,1	0,05	1,5	1	MENSUAL
01/08/2022	Ag-22	8.961,67	4187,75	0,015	46,7	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	2,5	0,57	<0,05	1,0	3	MENSUAL
05/09/2022	Sp-22	15.091,00	2.011,00	0,00	12,35	<i>Cyanogranis</i>	No	-	-	3,9	1,7	<0,05	2,8	1	MENSUAL
13/06/2023	Ju-23	44.188,19	5.748,26	0,003	13	<i>Cyanogranis ferruginea</i>	No	-	-	7,2	<0,3	<0,05	1,2	3	MENSUAL
10/07/2023	Jl-23	10.705,91	1.980	0	18,51	<i>Cyanogranis ferruginea</i>	No	-	-	25	<0,3	<0,05	1,2	1	MENSUAL
07/08/2023	Ag-23	3.230,82	2.036,89	0,0032	63	<i>Aphanocapsa</i>	SI	-	-	3,9	< 0,30	<0,05	3,0	3	MENSUAL
11/09/2023	Sp-23	3.992,43	0,00	0,00	0,00	-	-	<0.2	<0.05	9,5	<0,3	<0,05	1,6	1	MENSUAL

#### 4.1. Caracterización taxonómica durante el periodo 2022-2024

En este periodo de dos años se han identificado 62 taxones de microalgas de 10 grupos algales distintos (Figura 1). Las cianofíceas no son el grupo dominante, pues supera escasamente 10% de la abundancia registrada en este embalse. Las clorofíceas, son el grupo dominante en este embalse durante este periodo de estudio con más de un 80% de la abundancia relativa. El resto de grupos algales presentan poca abundancia relativa.



Figura 1. Porcentajes de abundancia según el grupo algal identificados en el Puentes (2022-2024)

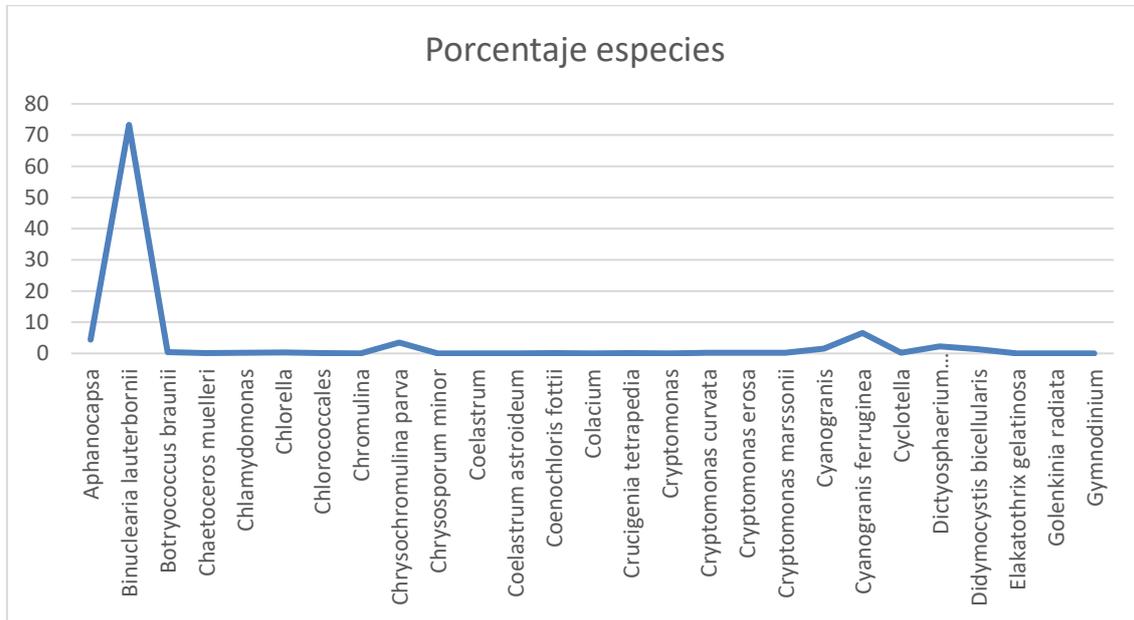


Figura 2. Porcentajes de abundancia de los taxones identificados en el Puentes

Los picos en abundancia corresponderían sobre todo con *Binuclearia lauterbornii* (clorofíceas) y en menor medida, la cianobacteria *Cyanogranis ferruginea* o *Aphanocapsa*, tal y como podemos observar en la figura 2.

La especie *Binuclearia lauterbornii* es una microalga del grupo de las clorofíceas que se encuentra en todos los muestreos con elevadas abundancias relativas; de hecho, podríamos considerarlo como la especie dominante en este embalse. Esta especie en particular no desarrolla toxina alguna, aunque sí pueden crecer hasta desarrollar blooms en determinadas condiciones ambientales. Es una especie frecuente en este embalse y en otros de la cuenca del Segura. Se suele relacionar con altas temperaturas, por lo que es una especie termófila.

Por lo tanto, en este embalse existe una tendencia **al predominio de las clorofíceas**, en cuanto a abundancia relativa se refiere.

#### 4.2. Comparativa de las abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2011-2014, 2018-2024

Este estudio se complementa con los ya realizados en años anteriores. Es decir, desde 2011 hasta la actualidad, aunque no de forma continua. Se presenta una escala de colores asignada a la clasificación de alerta que hace la Organización Mundial de la Salud (OMS), según se indica en la tabla 2 para las cianobacterias, así como las abundancias máximas de las cianobacterias identificadas en un total de 20 registros.

La presencia y la abundancia de las especies de los géneros *Aphanocapsa*, *Cyanogranis* y *Pseudanabaena* son las más representativas en este embalse según el registro histórico desde el 2011 al 2024. Las especies del género *Aphanocapsa*, es el más frecuente de todos, ya que aparece como especie dominante en al menos 9 de los 20 datos que tenemos (Tabla 4). De hecho, según este registro histórico podemos comprobar (Figura 3) que se ha desarrollado un bloom de especies de cianobacterias con más de 100.000 cél/ml en solo una ocasión, en julio del año 2013 con especies del género *Aphanocapsa*. Podríamos destacar de esta tabla 4 que no existe una dominancia de otras especies de cianobacterias que de forma frecuente suelen desarrollar toxinas, es decir, especies de los géneros *Microcystis*, *Aphanizomenon* o *Dolichospermum*, por poner algunos ejemplos.

Tabla 4. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2011-2020 y 2022-2024.

Fecha	Taxón	Abundancia
Jl-11	<i>Woronichinia</i>	214,15
Sp-11	<i>Phormidium</i>	27
Jl-12	<i>Aphanocapsa</i>	367,42
Sp-12	<i>Aphanocapsa</i>	9.736,57
Jl-13	<i>Aphanocapsa</i>	138.241,00
Sp-13	<i>Aphanocapsa</i>	26.637,79
Jl-14	<i>Aphanocapsa</i>	2.159,28
Sp-14	<i>Aphanocapsa</i>	36,6
Sp-18	<i>Pseudanabaena catenata</i>	247,9
Ot-19	<i>Planktolyngbya</i>	55,72
Jl-20	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	18,96
Sp-20	<i>Pseudanabaena catenata</i>	79,91
Ju-22	<i>Aphanocapsa</i>	2519,26
Jl-22	<i>Synechococcus</i>	348
Ag-22	<i>Aphanocapsa</i>	1071,65
Sp-22	<i>Cyanogranis</i>	1863
Ju-23	<i>Cyanogranis ferruginea</i>	5748,26
Jl-23	<i>Cyanogranis ferruginea</i>	1979
Ag-23	<i>Aphanocapsa</i>	1697,41
Sp-23	-	-

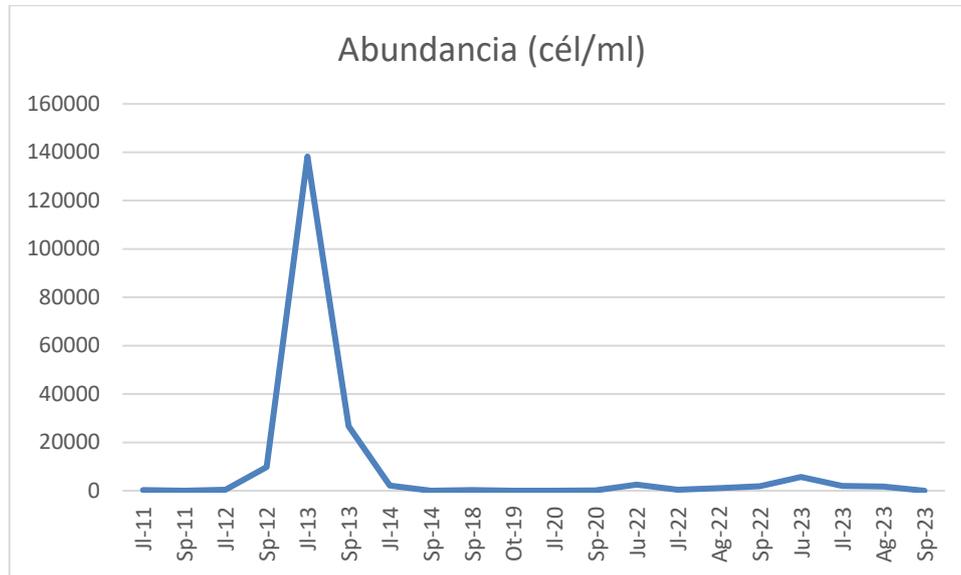


Figura 3. Abundancias de las especies de cianofíceas más importantes durante los periodos 2011-2024.

### 4.3. Evaluación de la calidad biológica

A continuación, se considerarán los elementos de calidad biológica, teniendo en cuenta los criterios mínimos exigidos en el RD 817/2015, para el tipo de embalse, como es el embalse de Puentes, tal y como se puede ver en la Tabla 5. El embalse de Puentes corresponde con una tipología E-T11 (Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal).

Tabla 5. Elementos de calidad para el tipo de embalse E-T11

TIPOS EMBALSES	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO		
				Buena o superior / Moderado	Moderado / Deficiente	Deficiente/ malo
E-T11	IGA	-	0,61	0,982	0,655	0,327
	%cianobacterias	%	0,00	0,715	0,48	0,24
	Clorofila a	mg/m <sup>3</sup> -	2,60	0,433	0,287	0,143
	Biovolumen	mm <sup>3</sup> /L	0,76	0,362	0,24	0,12

A continuación, en la tabla 6 se pueden ver los distintos indicadores de calidad según la fecha de muestreo.

Tabla 6. Resultados de los elementos de calidad biológica en el embalse de Puentes

FECHA DE MUESTREO	% cianobacterias	Estado. % cianobacterias	Biovolumen (mm3/l)	Estado. Biovolumen	Clorofila a (µg/l)	Estado. Clorofila a	IGA	Estado. IGA	Máximo potencial ecológico
06/06/2022	0,00	Muy Bueno	2,85	Moderado	3,8	Bueno	0,15	Muy Bueno	Muy bueno
06/07/2022	0,00	Muy Bueno	3,10	Moderado	6,2	Moderado	0,42	Muy Bueno	Bueno
01/08/2022	0,00	Muy Bueno	0,53	Muy bueno	2,5	Muy Bueno	0,00	Muy Bueno	Muy bueno
05/09/2022	0,00	Muy Bueno	1,51	Bueno	3,9	Bueno	0,12	Muy Bueno	Muy bueno
13/06/2023	0,00	Muy Bueno	7,81	Malo	7,2	Moderado	0,01	Muy Bueno	Bueno
11/07/2023	0,00	Muy Bueno	10,05	Malo	25,00	Malo	0,02	Muy Bueno	Moderado
07/08/2023	0,00	Muy Bueno	1,56	Bueno	3,9	Bueno	0,01	Muy Bueno	Muy bueno
11/09/2023	0,00	Muy Bueno	1,87	Bueno	9,50	Deficiente	0,02	Muy Bueno	Bueno

Como se puede observar en la tabla 6, en general los indicadores biológicos parecen no tener valores muy elevados y, por tanto, el estado en casi todos los muestreos de los años 2022-2024 es muy bueno en casi todos los casos. Esto nos confirma lo que comentábamos anteriormente sobre el escaso desarrollo de las comunidades algales en este embalse.

#### 4.4. Relación entre los resultados físico-químicos y biológicos

Para establecer como se relacionan las variables físico-químicas analizadas con las comunidades de fitoplancton de todos los muestreos en los años 2022-2024, se ha propuesto realizar un análisis estadístico de tipo multivariante.

Se han analizado un total de 19 variables fisicoquímicas como: NH<sub>4</sub>, COD (Carbono orgánico disuelto), Clorofila-a, Cloruros, Conductividad, DBO<sub>5</sub>, DQO, Fósforo total (P<sub>t</sub>), Nitratos (NO<sub>3</sub>), Nitrógeno total (N<sub>t</sub>), Nitritos (NO<sub>2</sub>), Fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), O<sub>2</sub>%, O<sub>2</sub>, pH, Sólidos en suspensión (SS), Sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Temperatura y profundidad del disco de Secchi (Tabla 7).

Para este análisis se han creado dos matrices, uno con los datos de abundancia de los taxones identificados en 8 muestras y otra matriz con los resultados de las variables fisicoquímicas.

Antes de iniciar cualquier análisis, se realizó un pretratamiento de los datos en el que se transformaron las matrices. Los datos de la matriz biológica se transformaron según el log (x+1) con el fin de expandir las abundancias poco elevadas de algunas especies y de comprimir aquellas con una elevada abundancia. De esta forma, conseguimos reducir la desviación estándar que en este tipo de datos suele ser elevada.

Por otro lado, la matriz de las variables ambientales se transformó con una “raíz a la cuarta”; con ello conseguimos que se parta de valores equivalentes para realizar los análisis, en lugar de tener valores con distintas unidades.

## Informe embalse de Puentes

Código fecha	Fecha	NH4	COD	Clr-a	Cl <sup>-</sup>	Cond	DBO5	DQO	Pt (mg/l)	NO3 <sup>-</sup> (mg/l)	NO2 <sup>-</sup> (mg/l)	Nt (mg/l)	PO4 <sup>3-</sup> (mg/l)	O2%	O2 (mg/l)	pH	SS	SO4 <sup>2-</sup> (mg/l)	T (°C)	Secchi (m)
Ju-22	6-6-22	< 0,05	< 2,0	3,8	354	2600	< 2,0	17	< 0,05	4,5	0,072	1,4	< 0,04	98,5	7,92	8,1	4,8	793	30,0	1,5
Jl-22	6-7-22	0,06	10	6,2	408	2700	2,6	16	< 0,05	1,9	0,071	1,1	< 0,04	90,1	6,99	7,67	5,1	900	25,7	1,0
Ag-22	1-8-22	< 0,05	5,8	2,5	425	2967	< 2,0	18	< 0,050	0,81	< 0,02	0,57	0,06	95,7	7,42	7,91	6,4	943	28,0	2,8
Sp-22	5-9-22	< 0,05	7,2	3,9	421	2850	< 2,0	16	< 0,05	0,31	< 0,02	1,7	< 0,04	89,7	7,33	8,06	3,2	925	25	1,2
Ju-23	13-6-23	< 0,05	5,2	7,2	454	3200	3,0	36	< 0,050	< 0,30	< 0,02	< 0,30	< 0,04	131	10,3	8,23	5,4	965	24,1	1,2
Jl-23	11-7-23	< 0,05	5,3	25	396	2820	4	31	< 0,05	< 0,30	< 0,02	< 0,30	< 0,04	110	7,8	7,98	7,4	995	27,8	3,0
Ag-23	7-8-23	< 0,05	7,6	3,9	456	2780	< 2,0	21	< 0,05	< 0,30	< 0,02	< 0,30	< 0,04	103	7,62	8,27	5,5	1009	28,5	1,6
Sp-23	12-9-23	<0,05	3,4	9,5	397	2870	2,9	17	< 0,05	< 0,30	< 0,02	< 0,30	< 0,04	105	8,08	8,16	4,7	877	26,1	1,6

Tabla 7. Valores de las variables físico-químicas en el embalse de Puentes



Gracias al software utilizado PRIMER 6 & PERMANOVA, se pueden establecer cuáles son las variables ambientales, entre las 19 en total, que más influyen en la distribución de los taxones de las comunidades de fitoplancton utilizando el análisis multivariante db-RDA que es un tipo de ordenación canónica que busca asociar dos matrices: una ambiental y otra biológica. El objetivo es poder encontrar algún tipo de relación entre dichas variables ambientales y la biológica. Tal y como podemos observar en la figura 4, son varios los parámetros ambientales a destacar, es decir aquellas que tienen un eje de mayor longitud: Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), Carbono orgánico disuelto (COD) y  $\text{DBO}_5$ .

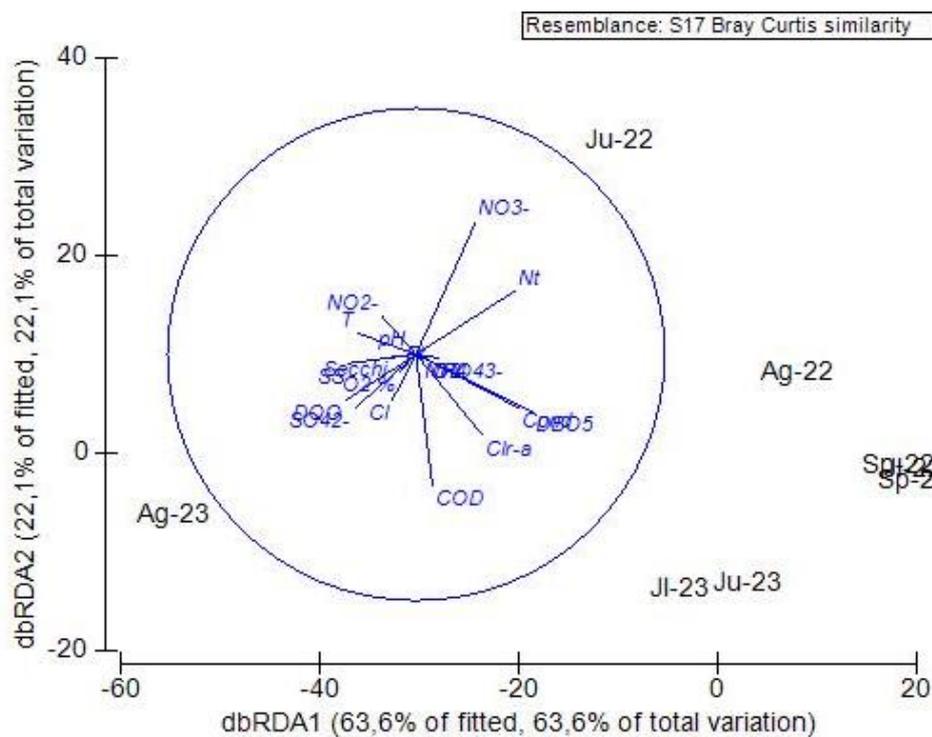


Figura 4. Resultados del análisis db RDA en el embalse de Puentes donde podemos observar las fechas de muestreo asociados cada uno a un inventario de fitoplancton y las variables ambientales que más influyen en estas comunidades.

Tal y como hemos comentado en la caracterización taxonómica, los taxones más destacables, según sus valores de abundancia y frecuencia de aparición, son *Binuclearia* y *Cyanogranis*. La especie de cloroficea *B.lauterbornii* aparece como especie dominante en todas las fechas de muestreo sobre todo las del lado derecho de la figura 4, Ju-23, Jl-23, Ag-22, Sp-22, Sp-23.

Destacamos el pico de esta especie en el muestreo de Ju-23 (Boletín de ensayo), donde se alcanzan solo de esta especie casi 35.000 cél/ml. Aunque como hemos comentado coinciden con las tres variables de mayor longitud como observamos en la figura 4, no podemos saber la tendencia de forma clara en relación con las variables físico-químicas.

La especie de cianobacteria *Cyanogranis ferrugínea*, aparece sobre todo en la muestra de Ju-23 y en menor medida, en JI-23. Tanto esta cianobacteria como la clorofícea *B.lauterbornii*, junto con *Peridinium*, son las responsables de que los valores como la DBO<sub>5</sub> y la clorofila-a sean elevadas, por lo que tiene sentido que en esa dirección los ejes de estas variables tengan una mayor longitud.

El resto de las variables ambientales no parecen ofrecernos más información acerca de la distribución y abundancia de las distintas especies algales.

## 5. CONCLUSIONES

Durante los años 2022-2023 no se han detectado Blooms de cianobacterias en este embalse. Los resultados parecen coincidir con los datos históricos en cuanto a la presencia de *Aphanocapsa*. Es un embalse con variaciones en la producción primaria, donde ciertos grupos algales proliferan, en general son clorofíceas o dinoflagelados y en ocasiones cianobacterias. No está claro qué variables pueden favorecer el desarrollo de un grupo algal determinado. El aumento de temperatura que ha habido a nivel global y en el sur peninsular en particular, puede influir en ciertas especies como *B.lauterbornii*, que se caracteriza por verse favorecido ante condiciones térmicas elevadas.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AKTAN, YELDA and AYKULU, GÜLER (2003) "A Study on the Occurrence of Merismopedia Meyen (Cyanobacteria) Populations on the Littoral Sediments of İzmit Bay (Turkey)," Turkish Journal of Botany: Vol. 27: No. 4, Article 4. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol27/iss4/4>
- CIRÉS GOMEZ, S. y QUESADA DEL CORRAL, A., 2011. Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas. S.l.: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. ISBN 9788449110726.
- Funari E, Manganelli M, Buratti FM, Testai E. 2017. Cyanobacteria blooms in water: Italian guidelines to assess and manage the risk associated to bathing and recreational activities. Sci Total Environ.
- Keliri, E., Paraskeva, C., Sofokleous, A. et al. Occurrence of a single-species cyanobacterial bloom in a lake in Cyprus: monitoring and treatment with hydrogen peroxide-releasing granules. Environ Sci Eur 33, 31 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00471-5>.
- Pilotto, L.S., Douglas, R.M., Burch, M.D., Cameron, S., Beers, M., Rouch, G.J., Robinson, P., Kirk, M., Cowie, C.T., Hardiman, S., Moore, C., Attewell, R.G., 1997. Health effects of exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water-related activities. Aust. N. Z. J. Public Health 21, 562–566.
- Mulvenna, V., Orr, P.T., 2012. Australia: Guidelines, legislation and management frameworks. In: Chorus, I. (Ed.), Current approaches to Cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt). Dessau-Roßlau, Germany:pp. 21–28
- Nöges, P. & Viirret, M. 2001. Environmental conditions and the development of Planktonema lauterbornii Schmidle in phytoplankton of Karhijärvi, a lake in SW Finland. Boreal Env. Res. 6: 181–190. ISSN 1239-6095
- WHO (World Health Organization), 2003. Guidelines for Safe Recreational Water Environments—Volume 1: Coastal and Fresh Waters. World Health Organization, Geneva.