



G CONSELLERIA  
O MEDI AMBIENT  
I I TERRITORI  
B DIRECCIÓ GENERAL  
/ RECURSOS HÍDRICS

**Ejecución de trabajos de monitoreo y evaluación del estado ecológico de las masas de agua epicontinentales en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares**

## **EMBALSES**



**INFORME CAMPAÑA 2019**



**N.º Expediente: 8447/2018**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>3.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO Y PROCESADO DE MUESTRAS .....</b>	<b>8</b>
3.1 ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA.....	9
3.1.1 Fitoplancton .....	9
3.2 ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICA.....	9
3.2.1 In situ .....	9
3.2.2 Laboratorio .....	10
<b>4.- METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....</b>	<b>10</b>
4.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	10
4.2 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....	12
4.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO EN EMBALSES.....	13
4.4 ÍNDICES Y MÉTRICAS COMPLEMENTARIAS .....	13
4.4.1 Riqueza y diversidad .....	13
4.4.2 IGA .....	14
<b>5.- RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
5.1 INDICADORES BIOLÓGICOS - FITOPLANCTON .....	15
5.2 INDICADORES FISICOQUÍMICOS .....	16
<b>6.- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>23</b>
<b>7.- EVALUACIÓN DEL GRADO DE EUTROFIZACIÓN EN EMBALSES.....</b>	<b>23</b>
<b>8.- REFERENCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>9.- ABREVIATURAS .....</b>	<b>25</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO 1: Boletines de ensayos fisicoquímicos.....</i>	<i>26</i>
--	-----------

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Escala de clasificación del potencial ecológico en embalses. ....	4
<b>Tabla 2:</b> Tipología de las masas de agua superficiales categoría aguas de aguas de transición. ....	5
<b>Tabla 3:</b> Estaciones visitadas en masas de aguas de embalses .....	5
<b>Tabla 4:</b> Método, unidades, incertidumbre y límites de cuantificación (LQ) de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ.....	9
<b>Tabla 5:</b> Método, incertidumbre y límites de cuantificación (LQ) para la clorofila analizada en el laboratorio. ....	10
<b>Tabla 6:</b> Ecuaciones para la normalización de RCE en Embalses.....	11
<b>Tabla 7:</b> Escala de clasificación del potencial ecológico en embalses según los valores de los EQR normalizados promedio. ....	12
<b>Tabla 8:</b> Escala de valoración para el cálculo del estado trófico según la OCDE en <u>periodo estival</u> . ....	13
<b>Tabla 9:</b> Eutrofización en función del biovolumen fitoplanctónico (Willen, 2000).....	13
<b>Tabla 10:</b> Resultados de los índices de fitoplancton y evaluación del IGA. ....	15
<b>Tabla 11:</b> Resultados de los índices de fitoplancton y evaluación del IGA. ....	15
<b>Tabla 12:</b> Resumen de los resultados de variables medidas en los perfiles fisicoquímicos en los dos embalses estudiados.....	16
<b>Tabla 13:</b> Resultados de variables medidas en los perfiles fisicoquímicos en Cúber.....	17
<b>Tabla 14:</b> Resultados de variables medidas en los perfiles fisicoquímicos en Gorg Blau. ....	18
<b>Tabla 15:</b> Valoración del potencial ecológico en el embalse de Cúber. ....	23
<b>Tabla 16:</b> Valoración del potencial ecológico en el embalse de Gorg Blau.....	23
<b>Tabla 17:</b> Evaluación del grado de eutrofización en los embalses estudiados .....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación geográfica de los dos embalses estudiados en la demarcación. ....	6
<b>Figura 2:</b> Gráficos con ecuaciones de normalización de EQR para ecotipos 7, 8, 9, 10, 11 y 12. ....	12
<b>Figura 3:</b> Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Cúber (I).....	19
<b>Figura 4:</b> Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Cúber (II).....	20
<b>Figura 5:</b> Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Gorg Blau.....	21
<b>Figura 6:</b> Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Gorg Blau.....	22

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografías 1:</b> Embalse de Cúber desde su orilla este el día del muestreo.....	7
<b>Fotografías 2:</b> Embalse de Gorg Blau desde la embarcación el día del muestreo. ....	7
<b>Fotografías 3:</b> Hinchado de embarcación en el embalse de Cúber el día del muestreo. ....	7
<b>Fotografías 4:</b> Embalse de Gorg Blau desde el mirador de la carretera. En la orilla, la embarcación de muestreo.....	7
<b>Fotografías 5 y 6:</b> Sonda HYDROLAB y botella hidrográfica. ....	8

## 1.- INTRODUCCIÓN

La Directiva Marco del Agua (**DMA**; Directiva 2000/60/CE) establece la necesidad de llevar a cabo diversas tareas relacionadas con la planificación y gestión de las masas de agua existentes en el territorio comunitario. Entre dichas tareas está la de realizar un **seguimiento del estado** de las aguas superficiales, subterráneas y de zonas protegidas (Artículo 8).

La DMA establece en su artículo 4, relativo a los objetivos medioambientales, que los Estados miembros habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial, con objeto de alcanzar un **buen estado**. El estado de una masa de agua es el grado de alteración que presenta respecto a sus condiciones naturales y viene determinado por el peor valor de su estado químico y estado ecológico.

- El **estado químico** es una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja del grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental (NCA) de las sustancias prioritarias y otros contaminantes.
- El **estado ecológico** es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales en relación con las condiciones de referencia.

El estado ecológico de las aguas superficiales se clasifica como muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) o malo (Ma). En el caso de las masas de agua muy modificadas (HMWB) o artificiales (AWB), que son sistemas donde las condiciones están muy alteradas y es imposible o desproporcionadamente costoso que alcancen un muy buen o buen estado ecológico (como es el caso de los **embalses**), se determina el **potencial ecológico**, que se clasifica como bueno o superior, moderado, deficiente o malo. Este concepto de “potencial” considera implícitamente la existencia y el mantenimiento de una determinada alteración en el sistema. Para el tipo de masas embalses, estas cinco clases de calidad del potencial ecológico están definidas en la **Tabla 1**.

**Tabla 1:** Escala de clasificación del potencial ecológico en embalses.

LÍMITES DE CLASE POTENCIAL ECOLÓGICO	
	BUENO O SUPERIOR
	MODERADO
	DEFICIENTE
	MALO

Refiriéndose al **estado ecológico**, se considera que se hay un **incumplimiento** de este objetivo de la DMA si se obtiene una evaluación *moderada o inferior*.

El presente informe forma parte de los trabajos que se llevan a cabo en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (DHIB) para realizar el seguimiento y la evaluación del estado de las aguas superficiales continentales. Se contempla concretamente la explotación de la red de control biológico de la calidad de las aguas en masas de la categoría ríos muy modificadas, **EMBALSES** en el ámbito geográfico de la Demarcación, que coincide totalmente con el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de las Illes Balears. Según los tipos de embalses establecidos en el anexo II del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre,

los embalses presentes en la Demarcación de Illes Balears son de tipo E-T10 Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos. **Tabla 2.**

**Tabla 2:** Tipología de las masas de agua superficiales categoría aguas de aguas de transición.

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
E-T10	Monomítico	Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos

Se detallan en este informe los resultados de los trabajos de explotación en la campaña de 2019, consistente en el muestreo y análisis de muestras, así como medidas *in situ* en masas de embalses. En los siguientes epígrafes se describen las estaciones muestreadas, la metodología utilizada en los muestreos y procesado de las muestras, así como los resultados de los indicadores biológicos, fisicoquímicos y el procedimiento seguido para el cálculo de las métricas y la evaluación del potencial ecológico y el grado de eutrofización de los dos embalses estudiados.

## 2.- ANTECEDENTES

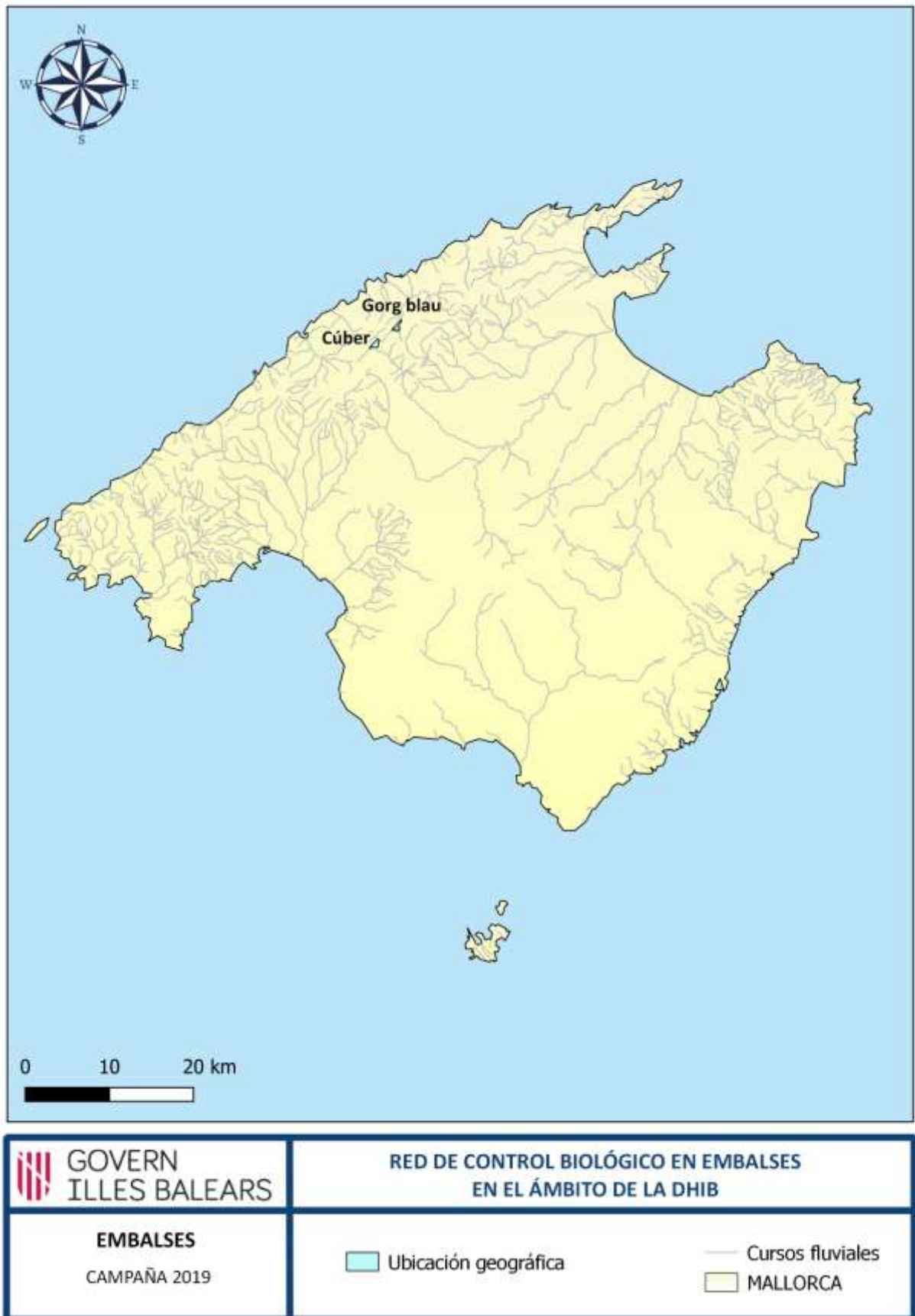
La Comunidad Autónoma de las Illes Balears, en el marco de sus competencias sobre la gestión y control de calidad de sus aguas, asumió las obligaciones exigidas por la DMA, entre ellas, el diseño, declaración y ejecución de las **redes de control del estado** de calidad de las masas de agua de la Demarcación, las cuales deben aportar periódicamente la información sobre la calidad de las aguas y permitir definir las acciones necesarias para alcanzar un “buen estado” de calidad en conformidad a los plazos establecidos por la DMA. En el ámbito de los embalses se ha realizado un primer estudio desde 2005 hasta 2008, último año en el que se muestreó la red de control en este tipo de masas de agua.

Según las prescripciones técnicas marcadas por la Consejería de Medio Ambiente y Territorio de las Illes Balears, reflejadas en el pliego de contratación para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua epicontinentales mediante la red de control de vigilancia y operativa (3r ciclo de planificación hidrológica), se han seleccionado las dos estaciones de muestreo que se detallan en la **Tabla 3.**

**Tabla 3:** Estaciones visitadas en masas de aguas de embalses

Código EST EU	Código estación	Nombre estación	Código masa	Isla	Tipo	UTMX_31	UTMY_31	Categoría	Longitud virtual (km)	Área (km <sup>2</sup> )
ES110MSPF11010705M	11010705M	Embalse de Gorg Blau	MAEA02	MALLORCA	E-T10	484180	4405929	EMBALSE	1,78	0,57
ES110MSPF11017209M	11017209M	Embalse de Cúber	MAEA03	MALLORCA	E-T10	482259	4403918	EMBALSE	1,02	0,53

La campaña de muestreo de 2019 para ambos embalses se llevó a cabo el 31 de julio de 2019. La distribución de estas estaciones se ha representado mediante cartografía (**Figura 1**)



**Figura 1:** Ubicación geográfica de los dos embalses estudiados en la demarcación.

Los embalses de Cúber y Gorg Blau se localizan en la porción central de la Serra de Tramuntana de Mallorca. Ambos se hallan en un mismo valle longitudinal limitado por formaciones montañosas de alturas comprendidas entre los 700 y los 1100 metros. Estos dos embalses son utilizados para el abastecimiento de agua a la ciudad de Palma. El suministro se realiza desde Cúber, actuando este embalse como acumulador del agua que recoge de su cuenca y de la que le llega por bombeo procedente del embalse de Gorg Blau.

El embalse de Gorg Blau, principal reserva del sistema, recoge las aguas procedentes de su cuenca (6,5 km<sup>2</sup>) y de otras menores próximas (2 km<sup>2</sup>). Dichas aguas son elevadas mediante bombeo hasta un canal de trasvase que las conduce, por descenso gravitacional, al embalse de Cúber. Desde este último embalse, en el que también vierten las aguas de escorrentía de su propia cuenca (7,4 km<sup>2</sup>), las aguas son conducidas, previo tratamiento en la planta potabilizadora, a la ciudad de Palma.

El ciclo térmico anual en ambos embalses presenta dos períodos claramente diferenciados: una época de mezcla, comprendida desde la segunda mitad del otoño hasta el inicio de la primavera, en la que la temperatura es prácticamente uniforme en toda la columna de agua. Los restantes meses del año constituyen la época de estratificación.



**Fotografías 1:** Embalse de Cúber desde su orilla este el día del muestreo.



**Fotografías 2:** Embalse de Gorg Blau desde la embarcación el día del muestreo.



**Fotografías 3:** Hinchado de embarcación en el embalse de Cúber el día del muestreo.



**Fotografías 4:** Embalse de Gorg Blau desde el mirador de la carretera. En la orilla, la embarcación de muestreo.

### 3.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO Y PROCESADO DE MUESTRAS

Durante esta campaña se han estudiado elementos de calidad biológicos y fisicoquímicos para el análisis de la calidad de las masas de aguas de embalses en el ámbito de la DHIB. En los epígrafes siguientes se hace una breve descripción de las metodologías de muestreo y procesamiento de muestras.

Para evitar la dispersión accidental de especies alóctonas se han seguido protocolos estrictos de limpieza y **desinfección** de equipos y material de muestreo. Para realizar este tratamiento se ha empleado una solución de hipoclorito (2%), con la cual se ha procedido a la limpieza de todos los equipos de trabajo que han entrado en contacto con el agua.

De forma resumida, en el proceso de recogida de muestras desde la embarcación se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Se mide la profundidad máxima (m) con una ecosonda hasta localizar el punto de mayor profundidad.
- Se anota la transparencia, como medida de la profundidad de visión del disco de Secchi (DS, en metros), para determinar así la zona fótica del embalse en cada punto.
- Se realiza un perfil vertical en continuo superficie-fondo de parámetros fisicoquímicos con una sonda multiparamétrica. Los parámetros tomados son: temperatura (°C), oxígeno (mg/L y %), conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pH (unidades de pH) y turbidez (NTU); además de referenciar en cada toma su profundidad.
- Se toma una muestra integrada de agua en la zona fótica (determinada por la fórmula  $2,5 \times \text{DS}$ ). En las muestras resultantes se analizará la clorofila a, el fósforo total y el fitoplancton. Las muestras integradas de la zona fótica son muestras obtenidas tras la homogeneización de muestras discretas tomadas con botella hidrográfica a profundidades equidistantes entre la superficie de la lámina de agua y el límite inferior de la capa fótica ( $2,5 \times \text{DS}$  en metros). La equidistancia entre las profundidades seguirá el siguiente criterio:
  - Zona fótica  $<10$  m: Equidistancia de 1 metro como máximo
  - Zona fótica  $\geq 10$  m: Equidistancia de 2 metros como máximo
  - Punto de control  $<3$  m: Equidistancia mínima de 0,5 metros



**Fotografías 5 y 6:** Sonda HYDROLAB y botella hidrográfica.



### 3.1 ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA

#### 3.1.1 Fitoplancton

En los mismos puntos en los que se realizaron los perfiles, se ha tomado una muestra cuantitativa de fitoplancton recogida a partir de una muestra integrada tomada metro a metro con botella hidrográfica. La muestra integrada se ha tomado desde una profundidad inferior de 2,5 veces la profundidad del disco de Secchi hasta la superficie. Posteriormente se ha conservado en una botella de vidrio color topacio de 250 ml fijada con lugol.

Para llevar a cabo el muestreo del elemento de calidad fitoplancton se han seguido las directrices establecidas en el Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses (CÓDIGO M-LE-FP-2013)

Para el procesado de las muestras se ha seguido el Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses (CÓDIGO MFIT-2013). El procesado de las muestras para el cálculo de clorofila se realizó siguiendo los procedimientos acreditados por ENAC en el laboratorio de LABAQUA.

### 3.2 ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICA

#### 3.2.1 In situ

De forma general, en cada masa de agua muestreada se ha realizado un perfil vertical de parámetros fisicoquímicos en la zona más profunda, normalmente cercana a la presa. Los perfiles se han realizado desde una embarcación QUINTREX modelo 385 Explorer mediante el empleo de una sonda multiparamétrica HYDROLAB H20 acoplada a un cable alargador de 75 metros, que mide simultáneamente profundidad, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y clorofila a, a intervalos de un segundo, por lo que con la velocidad de bajada/subida de la sonda se asegura la toma de datos a intervalos mínimos de 0,5 metros. Además, se ha determinado la transparencia de la masa de agua mediante la medida de la profundidad de visión del disco de Secchi. Para llevar a cabo la determinación “*in situ*” de los parámetros mencionados con anterioridad, se procedió según se recoge en los correspondientes procedimientos operativos establecidos por LABAQUA como parte integrante de su sistema de gestión de calidad (**Tabla 4**).

**Tabla 4:** Método, unidades, incertidumbre y límites de cuantificación (LQ) de los parámetros fisicoquímicos medidos *in situ*.

PARÁMETRO	UD.	MÉTODO	LQ	INCERTIDUMBRE
Temperatura	°C	DI-0025 Método Termométrico	0,8	0,74%
pH	Ud. pH	DI-0023 Método Potenciométrico	3	0,12 Ud. pH
Conductividad	µS/cm	DI-0022 Método Electrométrico	60	8,6%
Salinidad*	‰	DI-0022 Método Electrométrico		
Oxígeno disuelto	mg/L	DI-0024 Método Luminiscente o método Óptico	1,5	6%
Saturación de oxígeno*	%	DI-0024 Método Luminiscente o método Óptico	3	6%

### 3.2.2 Laboratorio

En todos los puntos de control se tomó una muestra de agua para su posterior análisis de parámetros fisicoquímicos en el laboratorio. Las muestras de agua fueron recogidas en recipientes adecuados y almacenadas en oscuridad y refrigeradas a 4°C hasta su análisis en laboratorio. Coincidiendo con el punto de la toma de muestra integrada de fitoplancton, se han tomado además una muestra para análisis de fósforo total y de clorofila a (Cla) (**Tabla 5**)

**Tabla 5:** Método, incertidumbre y límites de cuantificación (LQ) para la clorofila analizada en el laboratorio.

PARÁMETRO	UD.	MÉTODO	LQ	INCERT.
Clorofila a	µg/L	A-F-PE-0016 Colorimetría	1	18%
Fósforo Total	µg/L	A-D-PE-0026-1 Metales ICP-MS	0,033	12%

## 4.- METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### 4.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Con los resultados obtenidos para los indicadores clorofila (Cla), biovolumen fitoplanctónico (BioV) y porcentaje de biovolumen de cianobacterias (CIANO), se ha calculado el Ecological Quality Ratio (EQR) o Ratio de Calidad Ecológica (RCE) como paso previo requerido en la valoración del potencial ecológico. La fórmula empleada, en el caso de los indicadores clorofila y biovolumen, para el cálculo del EQR es la siguiente:

$$EQR_{Cla \wedge BioV} = \frac{\text{Máximopotencialecológico}}{\text{Valorobservado}}$$

Los datos de clorofila y biovolumen se valoran dividiendo la condición de referencia entre el valor observado. Si el valor resultante de esta operación se encuentra por encima del límite “bueno-moderado”, se considera que el punto presenta potencial ecológico por encima de bueno; en cambio, si el valor resultante está por debajo de dicho límite, el potencial ecológico estará por debajo de bueno.

En el caso de las cianobacterias la fórmula empleada para el cálculo del EQR es la que se muestra a continuación:

$$EQR_{\%Ciano} = \frac{100 - \%Cianobacteriasobservado}{100 - \%Cianobacteriasmáximopotencialecológico}$$

En el caso de las cianobacterias, el dato que se emplea en la valoración es 100 - % biovolumen de cianobacterias, es decir, el porcentaje de ausencia de cianobacterias. Si este porcentaje es superior al límite “bueno-moderado” se catalogaría el punto con potencial ecológico por encima de bueno y si, por el contrario, el porcentaje es inferior al límite, se cataloga el punto con potencial ecológico por debajo de bueno.

Para el Índice de Grupos Algales (IGA) el valor del EQR se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$EQR_{IGA} = \frac{400 - IGA_{observado}}{400 - IGA_{m\acute{a}ximopotencial ecol\acute{o}gico}}$$

Del mismo modo que en el indicador anterior, si este porcentaje es superior al límite “bueno-moderado” se catalogaría el punto con potencial ecológico por encima de bueno y si, por el contrario, el porcentaje es inferior al límite, se cataloga el punto con potencial ecológico por debajo de bueno.

Dado que en el RD 817/2015 *por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental* sólo se dan valores para determinar si el potencial ecológico es superior a bueno (> Bueno) o inferior a bueno (< Bueno), esta es la valoración que se ha realizado en el informe.

A continuación, hay que llevar a cabo la transformación de los valores de EQR obtenidos para los 4 indicadores a una escala numérica equivalente, o EQR normalizado. Para ello:

- El EQR 0 se corresponde con el EQR normalizado 0
- El EQR de cambio entre las categorías >Bueno/<Bueno se corresponde con el EQR normalizado 0,6
- El EQR 1 se corresponde con el EQR normalizado 1

Para convertir los EQR obtenidos en EQR normalizados se deben aplicar, las ecuaciones que se detallan en la **Tabla 6**. Dado que los EQR deben ser valores comprendidos entre 0 y 1, y que en algunas circunstancias los cálculos pueden dar valores superiores a 1, todos los EQR que superen el valor de 1, bien antes o después de normalizarse, deben ser convertidos a 1.

**Tabla 6:** Ecuaciones para la normalización de RCE en Embalses.

TIPO E-T10		
Cla	RCE > 0,43	$RCE_n = 0,7018 \times RCE + 0,2982$
	RCE ≤ 0,43	$RCE_n = 1,3953 \times RCE$
Biovolumen	RCE > 0,36	$RCE_n = 0,625 \times RCE + 0,375$
	RCE ≤ 0,36	$RCE_n = 1,6667 \times RCE$
% Cianobacterias	RCE > 0,72	$RCE_n = 1,4286 \times RCE - 0,4286$
	RCE ≤ 0,72	$RCE_n = 0,8333 \times RCE$
IGA	RCE > 0,9822	$RCE_n = 22,533 \times RCE - 21,533$
	RCE ≤ 0,9822	$RCE_n = 0,6108 \times RCE$

La **Figura 2** muestran las rectas obtenidas mediante la aplicación de las ecuaciones de normalización de los resultados del EQR para cada uno de los tipos de embalses, así como para cada indicador biológico.

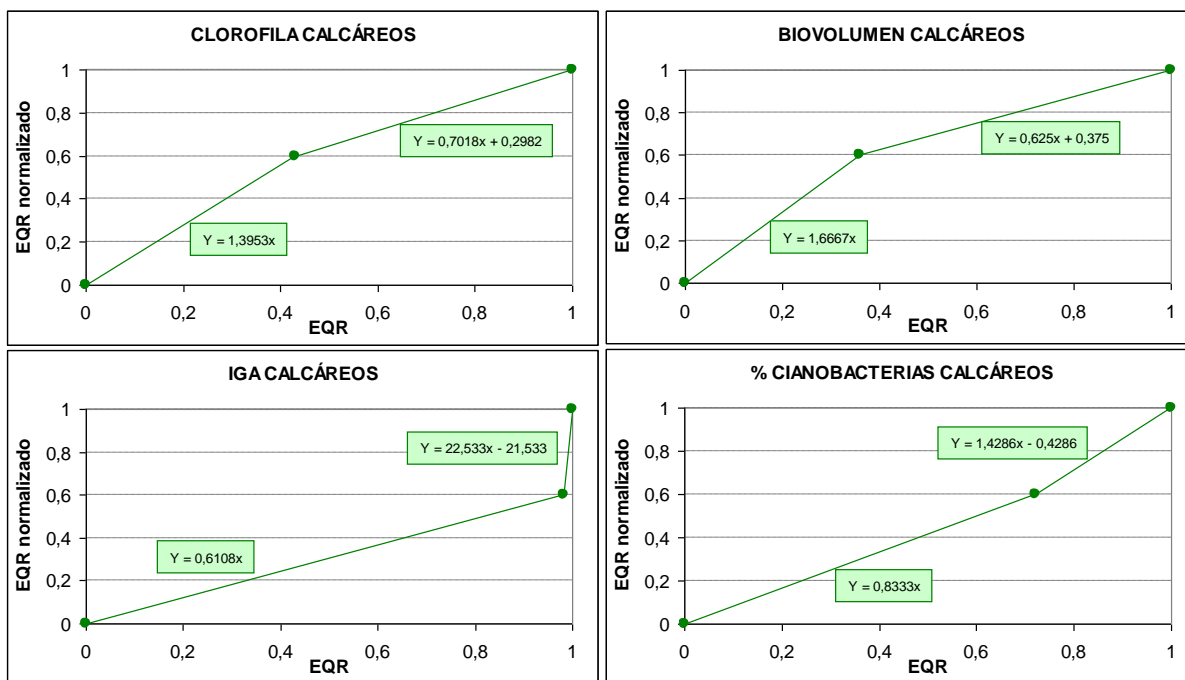


Figura 2: Gráficos con ecuaciones de normalización de EQR para ecotipos 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

## 4.2 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Para obtener el EQR normalizado del conjunto del embalse se seguirá el siguiente procedimiento:

1. Se promediarán los EQR de los indicadores de abundancia/biomasa fitoplanctónica (Cla y Biovolumen)
2. Se promediarán los EQR de los indicadores de composición fitoplanctónica (% Biovolumen de cianobacterias e IGA)
3. Se promediarán los dos valores obtenidos en las operaciones previas para obtener un único valor de EQR para cada muestra.

De este modo la fórmula que se debe aplicar para el cálculo del EQR normalizado promediado para cada muestra/embalse será:

$$EQR_{embalse} = \frac{\left( \frac{EQR_N Cl a + EQR_N BioV}{2} + \frac{EQR_N \% Ciano + EQR_N IGA}{2} \right)}{2}$$

Tabla 7: Escala de clasificación del potencial ecológico en embalses según los valores de los EQR normalizados promedio.

LÍMITE DE CLASE POTENCIAL ECOLÓGICO	UMBRALES DEL EQR NORMALIZADO PROMEDIO
BUENO O SUPERIOR	$X > 0,6$
MODERADO	$0,4 < X \leq 0,6$
DEFICIENTE	$0,2 < X \leq 0,4$
MALO	$X \leq 0,2$

### 4.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO EN EMBALSES

Con el objetivo de realizar una caracterización del estado trófico de estas masas de agua, se utilizan los límites específicos para ciertos parámetros de calidad del agua establecidos por el Programa Internacional Cooperativo de la OCDE para la Supervisión de Aguas Interiores en 1982.

La OCDE proporciona valores límites específicos de fósforo total, clorofila a y disco de Secchi para embalses de zonas templadas. En la **Tabla 8** se relacionan estas escalas de clasificación para los parámetros que se medirán en este estudio (Secchi y clorofila a), en el periodo estival.

**Tabla 8:** Escala de valoración para el cálculo del estado trófico según la OCDE en periodo estival.

ESTADO TRÓFICO	Cla (µg/L) (máximo anual)	Secchi (m) (mínimo anual)
ULTRAOLIGOTRÓFICO	< 2,5	> 6,0
OLIGOTRÓFICO	< 8,0	> 3,0
MESOTRÓFICO	8 - 25	3 - 1,5
EUTRÓFICO	25 - 75	1,5 - 0,7
HIPEREUTRÓFICO	> 75	< 0,7

Para completar el estudio de la eutrofización se emplean los datos de biovolumen, siguiendo las directrices marcadas por Willen (2000) y seguidas en el “Protocolo de muestreo y análisis para fitoplancton”, elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, según el cual se establecen los rangos de eutrofización indicados en la **Tabla 9**.

**Tabla 9:** Eutrofización en función del biovolumen fitoplanctónico (Willen, 2000).

ESTADO TRÓFICO	BIOVOLUMEN (mm <sup>3</sup> /l)
OLIGOTRÓFICO	< 1
MESOTRÓFICO	1 ≤ X ≤ 2,5
EUTRÓFICO	> 2,5

### 4.4 ÍNDICES Y MÉTRICAS COMPLEMENTARIAS

#### 4.4.1 Riqueza y diversidad

- **Riqueza (S):** Se corresponde con el número de taxones encontrados.
- **Índice de Shannon (H’):** Se trata de un índice de diversidad que no depende sólo del número de taxones, sino que también tiene en cuenta el grado de uniformidad en el reparto de los individuos en taxones. El índice de Shannon es un valor que va desde 0, para comunidades de una única especie, y va incrementándose según aumenta el número de especies y se mantiene una abundancia relativa semejante entre ellas. Este índice viene dado por la siguiente expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$$

Donde:

$p_i$  = abundancia relativa de cada especie [número de individuos de esa especie ( $n_i$ ) entre el total de individuos de todas las especies ( $N$ )]

#### 4.4.2 IGA

Uno de los índices comúnmente empleados para la evaluación de la calidad del fitoplancton es el IGA (Índice de Grupos Algales, Catalán et al., 2003). Con el objetivo de ampliar el análisis de la información sobre la comunidad de fitoplancton se ha calculado este índice en todas las muestras.

El cálculo del IGA se basa en las proporciones de biovolúmenes de los distintos grupos del fitoplancton presentes en la muestra respecto al biovolumen total. En este biovolumen no se incluirán los taxones heterótrofos (TAXAGUA). El documento del MAPAMA con código MFIT-2013 define también el procedimiento de cálculo del IGA.

Este índice fue creado originalmente para su aplicación en lagos oligotróficos de alta montaña de Cataluña. Se fundamenta en la observación de que, ante el aumento de nutrientes en dichos sistemas oligotróficos, se produce un cambio en la estructura de la comunidad, dando paso de las poblaciones no coloniales (mayoritariamente flageladas) a poblaciones coloniales de algas planctónicas. Más tarde (en la IPH) se propuso como métrica recomendada para establecer la calidad del agua de los embalses (no para lagos naturales). En la IPHIB se establece como métrica que puede ser empleada para la evaluación de la calidad del fitoplancton en lagos (Apartado 5.1.2.1.2.1 Indicadores de los elementos de calidad biológicos en lagos).

El cálculo se realizará aplicando la siguiente fórmula:

$$IGA = \frac{1 + 0,1Cr + Cc + 2(Dc + Chc) + 3Vc + 4Cia}{1 + 2(D + Cnc) + Chnc + Dnc}$$

Siendo las variables de la fórmula, el biovolumen de los siguientes grupos taxonómicos:

ABREVIATURA	GRUPO	IDTAXON <sup>2</sup>	TAXA	NOMBRE
Cc	Crisofíceas coloniales <sup>1</sup>	93	CLASE	Chrysophyceae
Cnc	Crisofíceas no coloniales <sup>1</sup>	93	CLASE	Chrysophyceae
Chc	Clorococales coloniales <sup>1</sup>	42	ORDEN	Chlorococcales
Chnc	Clorococales no coloniales <sup>1</sup>	42	ORDEN	Chlorococcales
Cia	Cianobacterias	80	FILO	Cyanobacteria
Cr	Criptófitos	506	FILO	Cryptophyta
D	Dinoflagelados	604	FILO	Dinophyta
Dc	Diatomeas coloniales <sup>1</sup>	12	FILO	Bacillariophyta
Dnc	Diatomeas no coloniales <sup>1</sup>	12	FILO	Bacillariophyta
Vc	Volvocales coloniales <sup>1</sup>	67	ORDEN	Volvocales

<sup>1</sup> La propiedad colonial / no colonial se obtiene de TAXAGUA, <sup>2</sup> Código de identificación de taxones en TAXAGUA.

La información necesaria de cada uno de los taxones que se identifican en una muestra cuantitativa para aplicar esta métrica es:

- Abundancia celular de cada taxón identificado en la muestra.
- Biovolumen medio del taxón.
- Información de su posición taxonómica.

- Si dicho taxón se desarrolla formando colonias o no.

## 5.- RESULTADOS

### 5.1 INDICADORES BIOLÓGICOS - FITOPLANCTON

La **Tabla 10** muestra los resultados del índice de Shannon (H'), del índice IGA (Índice de Grupos Algales) y número de taxones de fitoplancton. El listado de taxones de fitoplancton encontrados en ambos embalses se muestra en la **Tabla 11**.

**Tabla 10:** Resultados de los índices de fitoplancton y evaluación del IGA.

Nombre estación	Numero taxones	SHANNON	IGA	% AB Cianobacterias	% BIOVOL Cianobacterias	% AB Prasinofíceas	% AB Diatomeas	% AB Criptofíceas
Gorg Blau	22	1,117	0,05	0,00	0,00	0,00	4,43	3,88
Cúber	23	1,762	0,08	0,00	0,00	0,00	10,29	7,56

**Tabla 11:** Resultados de los índices de fitoplancton y evaluación del IGA.

Código estación	Nombre estación	ID_TAXON	Taxon - Autor	ABUNDANCIA (Células/ml)	BIOVOLUMEN (mm3/l)	% Abundancia
11010705M	Gorg Blau	28358	<i>Didymocystis bicellularis</i> (Chodat) Komárek	129,82	0,00	9,69
11010705M	Gorg Blau	1987	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	33,38	0,00	2,49
11010705M	Gorg Blau	32009	<i>Quadrigula lacustris</i> (Chodat) Smith	64,91	0,00	4,84
11010705M	Gorg Blau	2030	<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehr.) Chodat	72,33	0,00	5,40
11010705M	Gorg Blau	2002	<i>Scenedesmus sempervirens</i> Chodat	3,71	0,00	0,28
11010705M	Gorg Blau	2000	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	51,93	0,00	3,88
11010705M	Gorg Blau	71	<i>Chlamydomonas</i> Ehrenberg	7,42	0,00	0,55
11010705M	Gorg Blau	2961	<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard	5,56	0,00	0,42
11010705M	Gorg Blau	2962	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	87,17	0,00	6,51
11010705M	Gorg Blau	1130	<i>Tetraedron minimum</i> (Braun) Hansgirg	18,55	0,00	1,38
11010705M	Gorg Blau	2211	<i>Dinobryon crenulatum</i> West & West	76,04	0,00	5,67
11010705M	Gorg Blau	2212	<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	519,29	0,07	38,76
11010705M	Gorg Blau	3484	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	3,71	0,00	0,28
11010705M	Gorg Blau	3488	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	3,71	0,00	0,28
11010705M	Gorg Blau	3497	<i>Cryptomonas rostriformis</i> Skuja	3,71	0,01	0,28
11010705M	Gorg Blau	27403	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (Skuja) Novarino, Lucas & Morrall	40,80	0,00	3,05
11010705M	Gorg Blau	609	<i>Ceratium hirundinella</i> (Müller) Dujardin	2,72	0,16	0,20
11010705M	Gorg Blau	3393	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Bourrelly	144,66	0,87	10,80
11010705M	Gorg Blau	1392	<i>Peridinium</i> Ehrenberg	3,71	0,02	0,28
11010705M	Gorg Blau	2984	<i>Peridinium umbonatum</i> Stein	5,56	0,01	0,42
11010705M	Gorg Blau	3404	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	1,85	0,04	0,14
11010705M	Gorg Blau	5920	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	59,35	0,01	4,43
11017209M	Cúber	28358	<i>Didymocystis bicellularis</i> (Chodat) Komárek	164,72	0,00	19,75
11017209M	Cúber	1987	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	14,02	0,00	1,68
11017209M	Cúber	32009	<i>Quadrigula lacustris</i> (Chodat) Smith	15,77	0,00	1,89
11017209M	Cúber	2030	<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehr.) Chodat	14,02	0,00	1,68
11017209M	Cúber	2000	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	14,02	0,00	1,68
11017209M	Cúber	71	<i>Chlamydomonas</i> Ehrenberg	10,51	0,00	1,26
11017209M	Cúber	2961	<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard	1,75	0,00	0,21

Código estación	Nombre estación	ID_TAXON	Taxon - Autor	ABUNDANCIA (Células/ml)	BIOVOLUMEN (mm3/l)	% Abundancia
11017209M	Cúber	2962	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	3,50	0,00	0,42
11017209M	Cúber	1130	<i>Tetraedron minimum</i> (Braun) Hansgirtg	7,01	0,00	0,84
11017209M	Cúber	91	<i>Staurastrum</i> Meyen	1,75	0,00	0,21
11017209M	Cúber	2211	<i>Dinobryon crenulatum</i> West & West	85,87	0,01	10,29
11017209M	Cúber	2212	<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	325,94	0,04	39,08
11017209M	Cúber	3484	<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	3,50	0,00	0,42
11017209M	Cúber	3488	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	5,26	0,00	0,63
11017209M	Cúber	3497	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> Skuja	5,26	0,01	0,63
11017209M	Cúber	27403	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (Skuja) Novarino, Lucas & Morrall	49,07	0,00	5,88
11017209M	Cúber	609	<i>Ceratium hirundinella</i> (Müller) Dujardin	3,48	0,20	0,42
11017209M	Cúber	3393	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> (Ostenfeld) Bourrelly	14,02	0,08	1,68
11017209M	Cúber	1392	<i>Peridinium</i> Ehrenberg	1,75	0,01	0,21
11017209M	Cúber	2984	<i>Peridinium umbonatum</i> Stein	3,50	0,01	0,42
11017209M	Cúber	3404	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	3,50	0,08	0,42
11017209M	Cúber	5920	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	84,11	0,02	10,08
11017209M	Cúber	6272	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützting) Smith	1,75	0,00	0,21

## 5.2 INDICADORES FISICOQUÍMICOS

Se recoge en este apartado los resultados obtenidos en los perfiles realizados en cada embalse. En la **Tabla 12** aparece un resumen con máximas, medias y mínimas por embalses. En el **ANEXO 1** se muestran los boletines de ensayo del Laboratorio de LABAQUA acreditados por ENAC donde se dan los resultados de Clorofila a y Fósforo Total.

**Tabla 12:** Resumen de los resultados de variables medidas en los perfiles fisicoquímicos en los dos embalses estudiados.

Nombre estación	DATO	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Clorofila a (µg/l)
CÚBER	MÁX	10,15	23,95	8,08	343	2,7	100,1	7,76	1,44
	MIN	0,31	15,64	7,25	266	2,6	4,4	0,4	0,86
	PROMEDIO	5,75	21,06	7,67	291,89	2,68	58,61	4,61	1,06
GORG BLAU	MÁX	17,58	24,03	8,24	326	1,9	105	8,12	4,8
	MIN	0,23	13,24	7,35	258	0,8	2,3	0,22	0,55
	PROMEDIO	8,77	18,64	7,68	293,14	1,34	44,92	3,55	1,12

En la **Tabla 13** y **Tabla 14** se desglosan los resultados fisicoquímicos para cada embalse. La Figura 3 y la Figura 4 muestran los gráficos de los perfiles de profundidad en el embalse de Cúber.

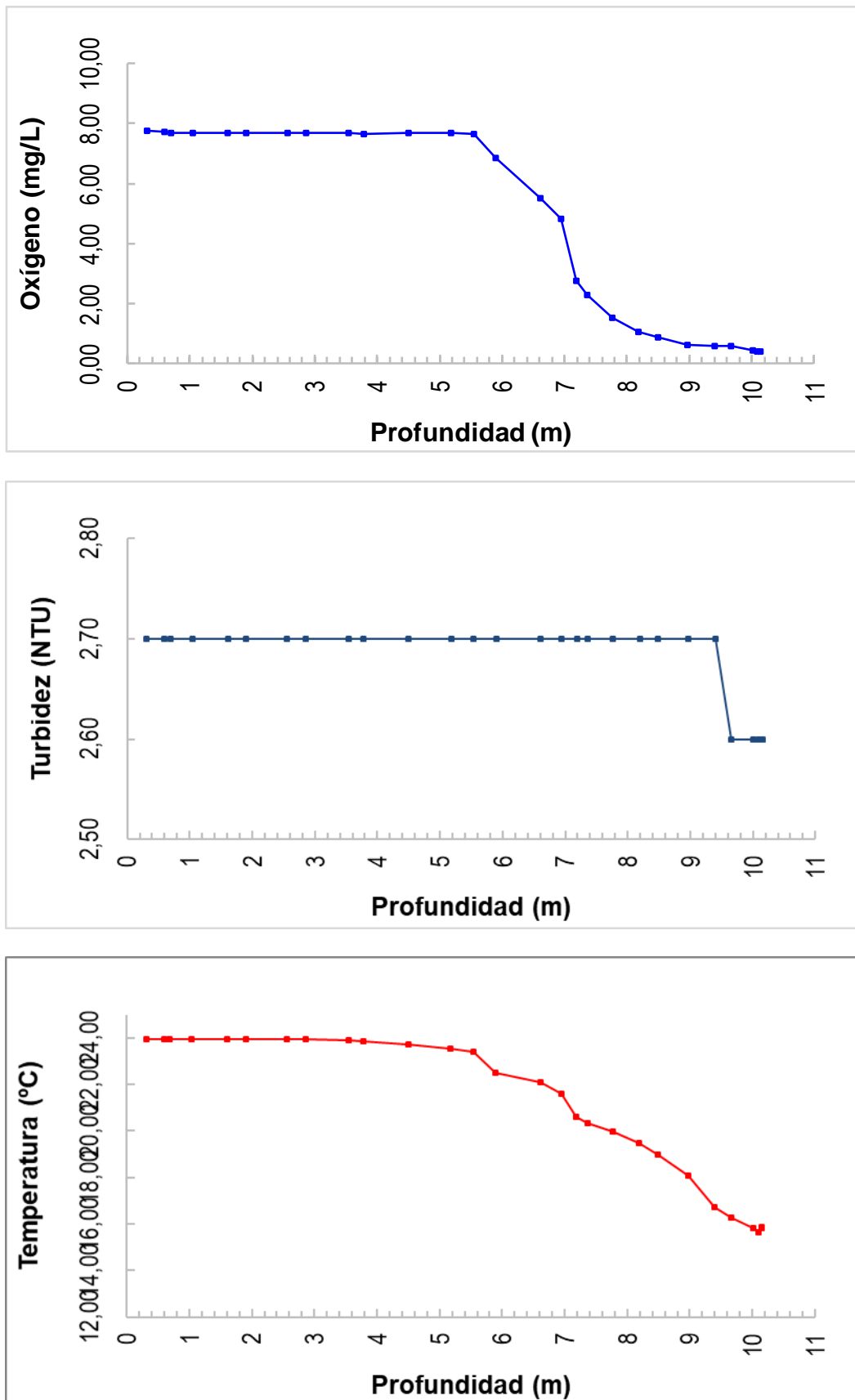


**Tabla 13:** Resultados de variables medidas en los perfiles fisicoquímicos en Cúber.

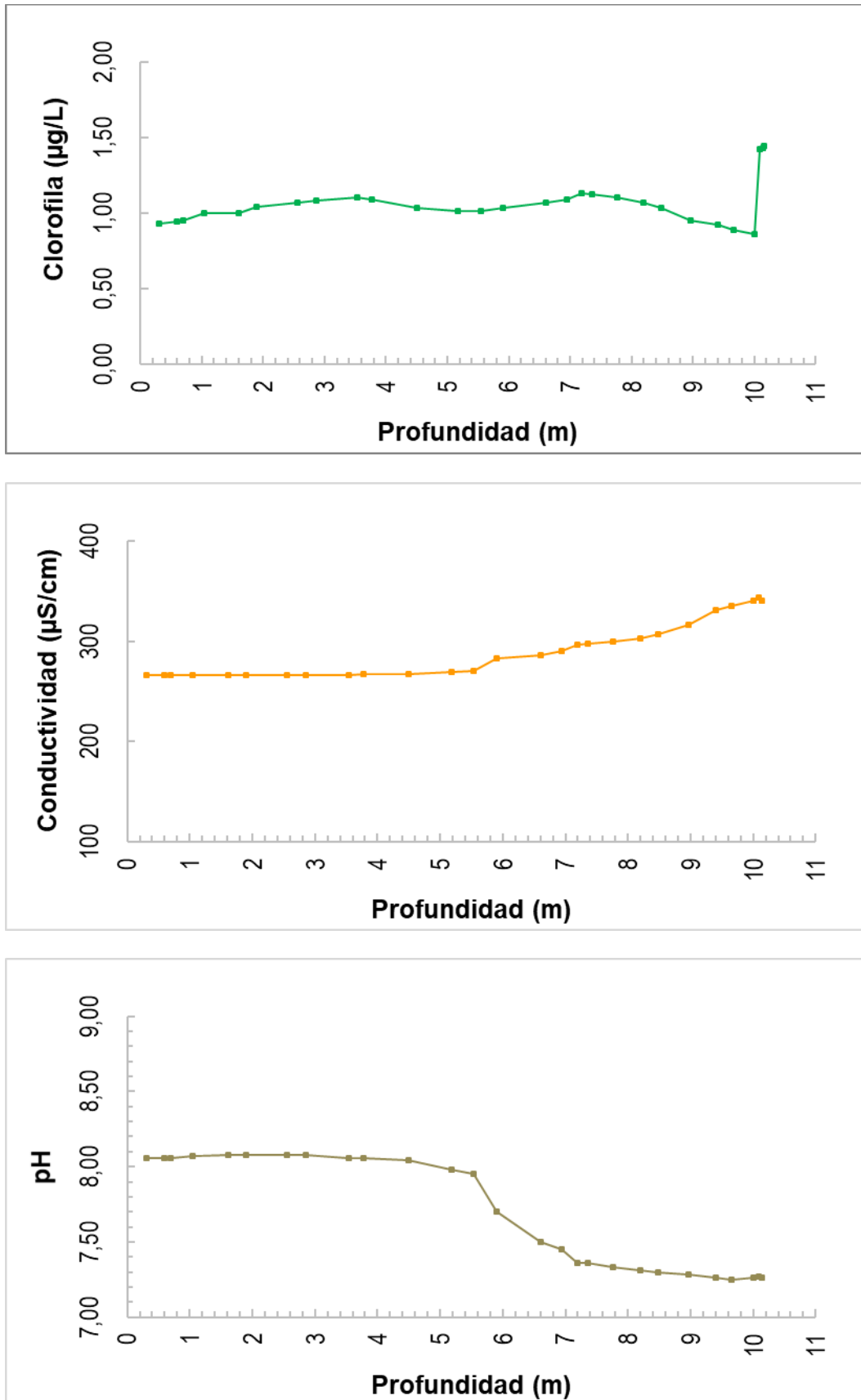
DATO	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Clorofila a (µg/l)
1	0,31	23,93	8,06	266	2,70	100,10	7,76	0,93
2	0,60	23,94	8,06	266	2,70	99,50	7,71	0,94
3	0,69	23,95	8,06	266	2,70	99,40	7,70	0,95
4	1,04	23,95	8,07	266	2,70	99,40	7,70	1,00
5	1,61	23,95	8,08	266	2,70	99,30	7,70	1,00
6	1,90	23,95	8,08	266	2,70	99,30	7,69	1,04
7	2,56	23,95	8,08	266	2,70	99,20	7,69	1,07
8	2,86	23,95	8,08	266	2,70	99,20	7,68	1,08
9	3,54	23,92	8,06	266	2,70	99,00	7,68	1,10
10	3,78	23,85	8,06	267	2,70	98,90	7,67	1,09
11	4,50	23,70	8,04	267	2,70	98,80	7,69	1,03
12	5,18	23,53	7,98	269	2,70	98,40	7,68	1,01
13	5,54	23,38	7,95	270	2,70	97,80	7,66	1,01
14	5,90	22,51	7,70	283	2,70	86,10	6,85	1,03
15	6,61	22,08	7,50	286	2,70	68,50	5,50	1,07
16	6,94	21,60	7,45	290	2,70	59,60	4,83	1,09
17	7,19	20,59	7,36	296	2,70	33,50	2,77	1,13
18	7,36	20,33	7,36	297	2,70	27,30	2,27	1,12
19	7,77	19,99	7,33	299	2,70	18,20	1,52	1,10
20	8,19	19,46	7,31	303	2,70	12,10	1,03	1,07
21	8,49	18,98	7,30	307	2,70	10,10	0,86	1,03
22	8,97	18,08	7,28	316	2,70	6,90	0,60	0,95
23	9,40	16,74	7,26	331	2,70	6,40	0,57	0,92
24	9,66	16,29	7,25	335	2,60	6,20	0,56	0,89
25	10,01	15,81	7,26	340	2,60	4,60	0,42	0,86
26	10,09	15,64	7,27	343	2,60	4,40	0,40	1,42
27	10,14	15,81	7,26	340	2,60	4,40	0,40	1,43
28	10,15	15,88	7,26	340	2,60	4,40	0,40	1,44

**Tabla 14:** Resultados de variables medidas en los perfiles fisicoquímicos en Gorg Blau.

DATO	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Clorofila a (µg/l)
1	0,23	24,02	8,23	258	1,90	105,00	8,12	0,67
2	0,33	24,03	8,23	258	1,90	104,70	8,10	0,67
3	0,38	24,03	8,24	258	1,80	104,60	8,10	0,67
4	1,10	24,02	8,23	258	1,80	104,50	8,08	0,70
5	1,31	23,96	8,23	258	1,80	104,40	8,09	0,70
6	1,32	23,95	8,23	258	1,80	104,40	8,09	0,70
7	1,67	23,95	8,23	258	1,80	104,40	8,08	0,72
8	2,12	23,92	8,23	258	1,70	104,40	8,10	0,75
9	2,40	23,90	8,21	258	1,70	104,50	8,10	0,77
10	2,57	23,82	8,19	258	1,70	104,40	8,11	0,83
11	2,72	23,79	8,18	258	1,70	104,30	8,10	0,88
12	3,46	23,66	8,18	258	1,60	104,00	8,10	0,98
13	4,38	23,53	8,18	259	1,60	103,60	8,09	1,47
14	4,67	23,51	8,17	259	1,60	103,30	8,07	1,88
15	4,71	23,37	8,15	259	1,60	102,70	8,04	1,69
16	4,94	23,33	8,13	261	1,50	102,20	8,01	1,80
17	5,76	23,24	8,09	262	1,50	101,40	7,96	1,72
18	6,51	22,42	7,75	276	1,50	101,30	8,08	3,00
19	6,88	21,76	7,63	283	1,50	79,30	6,41	3,00
20	7,22	20,62	7,47	291	1,50	55,10	4,55	4,80
21	7,62	20,32	7,45	293	1,50	44,60	3,71	3,49
22	8,25	19,86	7,41	296	1,40	29,10	2,44	1,37
23	8,56	18,98	7,41	300	1,40	14,70	1,25	2,34
24	8,55	18,60	7,41	302	1,40	12,20	1,05	2,12
25	8,86	18,22	7,39	304	1,40	8,80	0,77	1,50
26	9,48	17,55	7,39	305	1,30	7,90	0,69	1,50
27	9,80	17,03	7,42	307	1,30	6,10	0,54	0,75
28	10,37	16,10	7,39	310	1,30	5,50	0,50	0,74
29	10,61	15,86	7,39	312	1,30	5,30	0,48	0,70
30	10,82	15,56	7,38	312	1,20	5,00	0,46	0,69
31	11,13	15,36	7,40	313	1,20	4,70	0,44	0,68
32	11,25	15,29	7,39	313	1,20	4,60	0,43	0,67
33	11,55	15,15	7,39	313	1,20	4,20	0,39	0,65
34	11,55	14,96	7,40	314	1,10	4,00	0,37	0,64
35	12,04	14,84	7,38	314	1,10	3,70	0,34	0,61
36	12,48	14,49	7,40	316	1,10	3,40	0,32	0,59
37	12,60	14,38	7,42	317	1,10	3,30	0,31	0,58
38	13,30	13,99	7,38	319	1,00	3,10	0,30	0,56
39	13,64	13,87	7,38	320	1,00	3,00	0,29	0,55
40	14,18	13,72	7,38	321	1,00	2,90	0,27	0,55
41	14,71	13,66	7,40	322	0,90	2,70	0,26	0,55
42	15,19	13,61	7,40	322	0,90	2,70	0,25	0,56
43	15,99	13,50	7,39	323	0,90	2,60	0,25	0,57
44	16,49	13,39	7,38	324	0,90	2,50	0,24	0,58
45	16,76	13,36	7,37	324	0,80	2,50	0,24	0,59
46	17,34	13,28	7,37	325	0,80	2,40	0,23	0,61
47	17,34	13,28	7,37	325	0,80	2,40	0,23	0,61
48	17,58	13,25	7,36	326	0,80	2,30	0,22	0,61
49	17,95	13,24	7,35	326	0,80	2,30	0,22	0,61



**Figura 3:** Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Cúber (I).



**Figura 4:** Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Cúber (II).

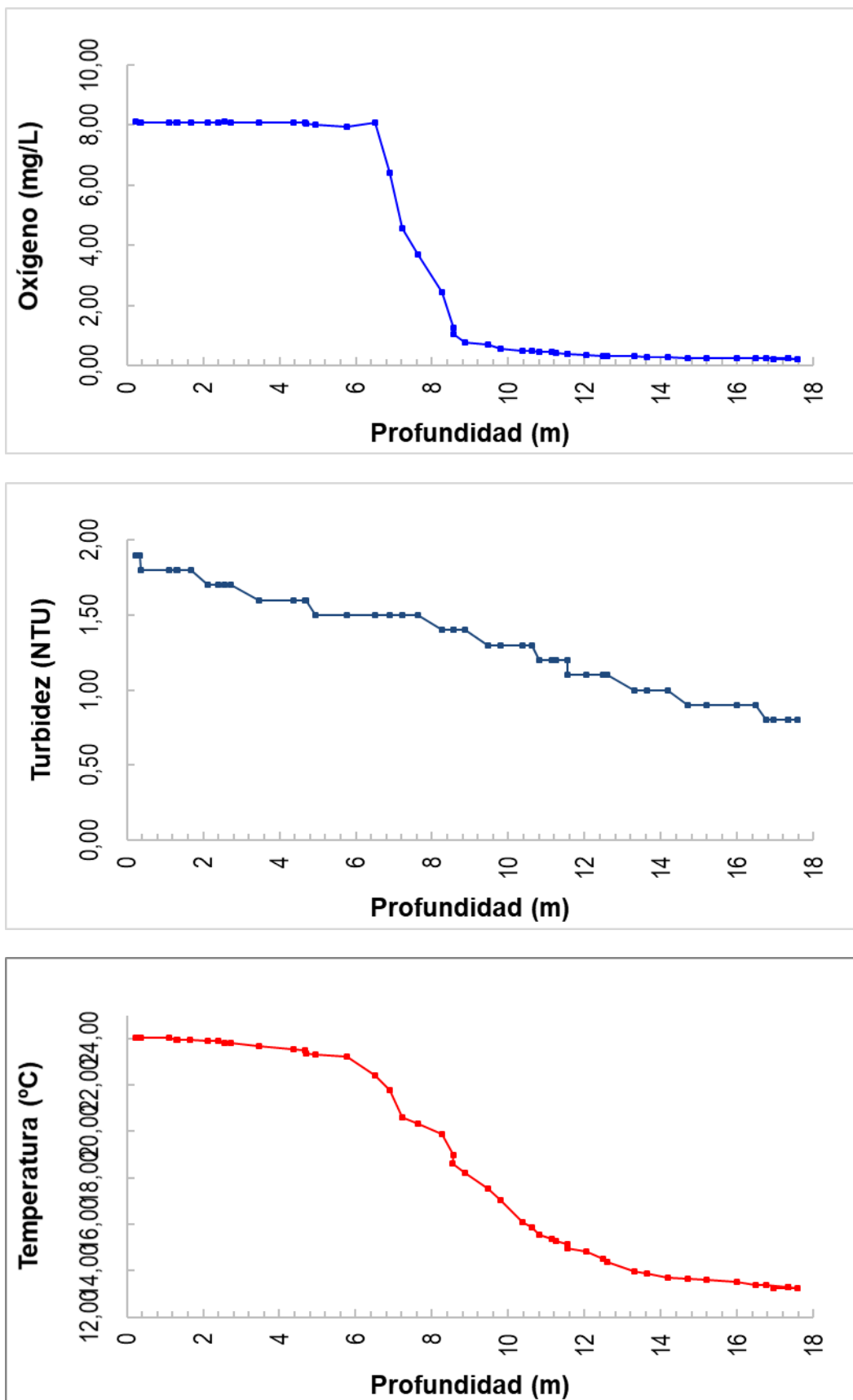


Figura 5: Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Gorg Blau

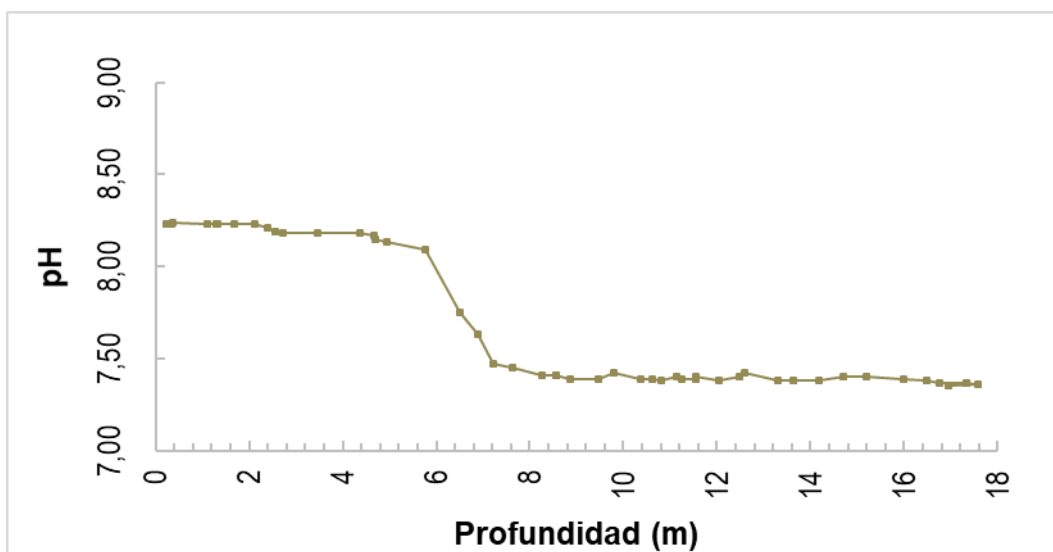
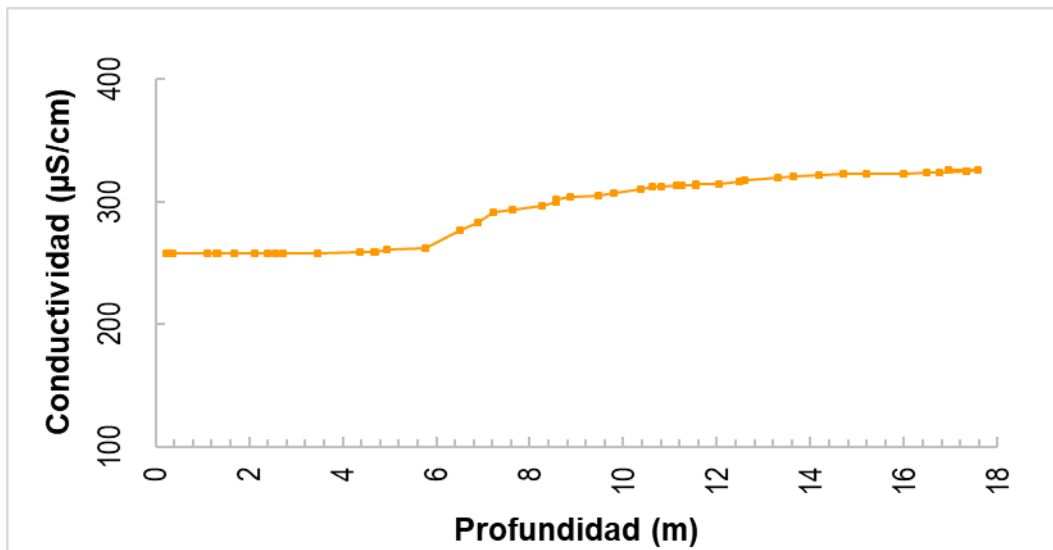
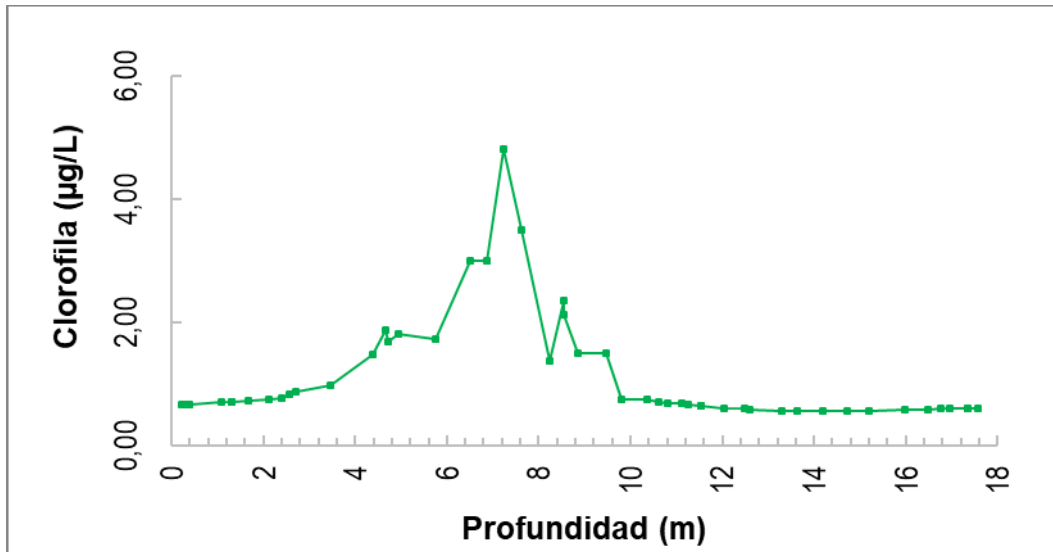


Figura 6: Gráficas de las variables ambientales obtenidas en los perfiles de profundidad en el embalse de Gorg Blau

## 6.- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Los resultados de potencial ecológico obtenidos en cada embalse se muestran en la **Tabla 15** y **Tabla 16**.

**Tabla 15:** Valoración del potencial ecológico en el embalse de Cúber.

ELEMENTO	PARÁMETRO	INDICADOR	Ud.	Resultado	Máximo potencial E-T10	RCE	RCEn	RCEn Promedios	RCEn Embalse	POTENCIAL ECOLÓGICO
Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a	µg/L	1	2,6	1,00	1,00	0,88	0,94	BUENO O SUPERIOR
		Biovolumen	mm³/L	1,21	0,76	0,63	0,77			
	Composición	Índice de Grupos Algales (IGA)	-	0,08	0,61	1,00	1,03	1,00		
		Cianobacterias	% Biovol	0	0	1,00	1,00			

**Tabla 16:** Valoración del potencial ecológico en el embalse de Gorg Blau.

ELEMENTO	PARÁMETRO	INDICADOR	Ud.	Resultado	Máximo potencial E-T10	RCE	RCEn	RCEn Promedios	RCEn Embalse	POTENCIAL ECOLÓGICO
Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a	µg/L	1	2,6	1,00	1,00	1,00	1,00	BUENO O SUPERIOR
		Biovolumen	mm³/L	0,47	0,76	1,00	1,00			
	Composición	Índice de Grupos Algales (IGA)	-	0,05	0,61	1,00	1,03	1,00		
		Cianobacterias	% Biovol	0	0	1,00	1,00			

## 7.- EVALUACIÓN DEL GRADO DE EUTROFIZACIÓN EN EMBALSES

La eutrofización no natural consiste en la incorporación excesiva de nutrientes y materia orgánica alóctonos a un ecosistema acuático. Esto supone la alteración de las condiciones de equilibrio del ecosistema, induciendo desviaciones en sus características, en su composición biótica y en los procesos de sucesión natural (Margalef et al. 1976).

El grado de eutrofización en los embalses estudiados en la Demarcación Hidrográfica de las Islas Baleares (**DHIB**), se ha valorado mediante estimaciones a partir de los datos del disco de Secchi, clorofila a planctónica y biovolumen fitoplanctónico. **Tabla 17**.

**Tabla 17:** Evaluación del grado de eutrofización en los embalses estudiados

Nombre estación	Disco Secchi	Clorofila a	Biovolumen fitoplancton
CÚBER	MESOTRÓFICO	ULTRAOLIGOTRÓFICO	OLIGOTRÓFICO
GORG BLAU	MESOTRÓFICO	ULTRAOLIGOTRÓFICO	OLIGOTRÓFICO

## 8.- REFERENCIAS

- Catalán, J., Ventura, M., Munné, A., & Godé, L. (2003). Desenvolupament d'un índex integral de qualitat ecològica i regionalització ambiental dels sistemes lacustres de Catalunya. Agència Catalana del Agua. Generalitat de Catalunya.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en la política de aguas. D.O.C.E. L327 de 22.12.00. 69 pp.
- ECOSTAT 2003. Overall approach on ecological classification of ecological status and ecological potential: Final version. CIS Working Group 2/a, Report, p. 53.
- Ramón G. and Moyà, G. 1983. Regímenes térmicos de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. Boll. Soco Hist. Nat. Balears, 27: 91-102.
- Hellawell, J.M. 1978. Biological surveillance of rivers. Water Research Center, Stevenage, 332 pp
- Margalef, R., D. Planas, J. Armengol, A. Vidal, N. Prat, A. Guisset, J. Toja & M. Estrada. 1976. Limnología de los embalses españoles. Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas. Publicación N°123. Madrid.
- OCDE. 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OCDE, Paris, 154 pp.
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica. BOE 22.09.08. 110 pp.
- Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses. CÓDIGO MFIT-2013. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente.
- Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses. CÓDIGO M-LE-FP-2013. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. BOE núm. 219 de 12 de septiembre de 2015.
- Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal 27:379-423 y 623-656.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol. 9: 1-38.
- Willen, E. 2000. Phytoplankton water quality assessment- an indicator concept. En: Hydrological and limnological aspects of lake monitoring 58-80. Heinonen, I., Ziglio, G. & Van der Beken, A. (Eds). Wiley & Sons. LTD.



## 9.- ABREVIATURAS

**AWB:** Masa de agua artificial (de Artificial Water Body).

**Biov:** Biovolumen fitoplanctónico.

**CIANO:** Biovolumen de cianobacterias.

**Cla:** Clorofila a.

**DHIB:** Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears.

**DMA:** Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE).

**DS:** Disco de Secchi.

**ENAC:** Entidad Nacional de Acreditación.

**FQ:** Fisicoquímicos.

**HMWB:** Masa de agua muy modificada (de 'Heavily modified water body').

**ID-TAX:** Catálogo y claves de identificación de organismos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico (MAPAMA).

<http://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/programas-seguimiento/ID-TAX.aspx>

**IDTAXON:** Código que identifica los diferentes taxones en TAXAGUA.

**IGA:** Índice de Grupos Algales.

**IPH:** Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008).

**IPH-IB:** Anexo III del Decreto-Ley 1/2015, de 10 de abril, por el que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica para la demarcación hidrográfica intracomunitaria de las Illes Balears.

**LQ:** Límite de cuantificación.

**MITECO:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

**NCA:** Normas de calidad ambiental.

**NTV:** Unidad nefelométrica de turbidez.

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

**PHIB:** Revisión anticipada del Plan Hidrológico del 2º Ciclo (2015-2021). Versión 1 de junio de 2017.

**RCE:** Ratio de calidad ecológica (denominado también EQR, de Ecological Quality Ratio).

**TAXAGUA:** Tesoro taxonómico respaldado por expertos en la materia, elaborado por el MAPAMA. Es una lista patrón de taxones que pueden aparecer en los muestreos de los elementos de calidad biológicos pertinentes para la clasificación del estado ecológico de las masas de agua continentales. Incluye también todos los taxones contemplados por los índices de estado ecológico utilizados comúnmente en los programas de seguimiento, y propiedades consideradas de utilidad para la gestión limnológica.

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/programas-seguimiento/TAXAGUA.aspx>

**UV:** Universidad de Vigo.

## ANEXO 1: Boletines de ensayos fisicoquímicos