
**EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN
APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MONTEARAGÓN



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia Estudi General

EQUIPO DE TRABAJO:

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología. Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE MONTEARAGÓN

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Montearagón desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	7
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Usos del agua</i>	<i>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
4.1. <i>Características físico-químicas de las aguas.....</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>19</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	21
6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	22
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014	9
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	10
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	11
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse.....	28
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Montearagón	8
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Montearagón.....	21
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	22
Tabla 9. Combinación de los indicadores.....	23
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Montearagón.....	23
Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	24
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 13. Combinación de los indicadores.....	25
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Montearagón.	26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Montearagón durante los muestreos de 2014 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

El embalse de Montearagón se sitúa dentro del término municipal de Alcalá de Gurrea, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Sotón, afluente del Gállego. El río Astón, tributario del Sotón, también vierte sus aguas a este embalse.

La cubeta del embalse de Montearagón se enclava en las litologías formadas por rocas de origen detrítico todas ellas, encontrando los tipos de alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados; y gravas, arenas, limos y arcillas provenientes tanto de depósitos de terrazas medias y alta como de glaciares, piedemonte y superficies.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse mediano, de unas 203 ha de superficie y de geometría regular y alargada.

La cuenca de drenaje del embalse de Montearagón tiene una superficie de 142 km².

El embalse tiene una capacidad total de 51,50 hm³ y una profundidad media de 12,5 m. La profundidad máxima es de 25,4 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Montearagón.

Superficie de la cuenca	142 km ²
Capacidad total N.M.N.	51,5 hm ³
Capacidad útil	43,2 hm ³
Superficie inundada	203 has
Cota máximo embalse normal	579 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomíctico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomíctico. En el periodo estival existe termoclina entre los 8 y 19 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 14 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 11,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Peña para el año hidrológico 2013-2014 fue de 6,25 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.

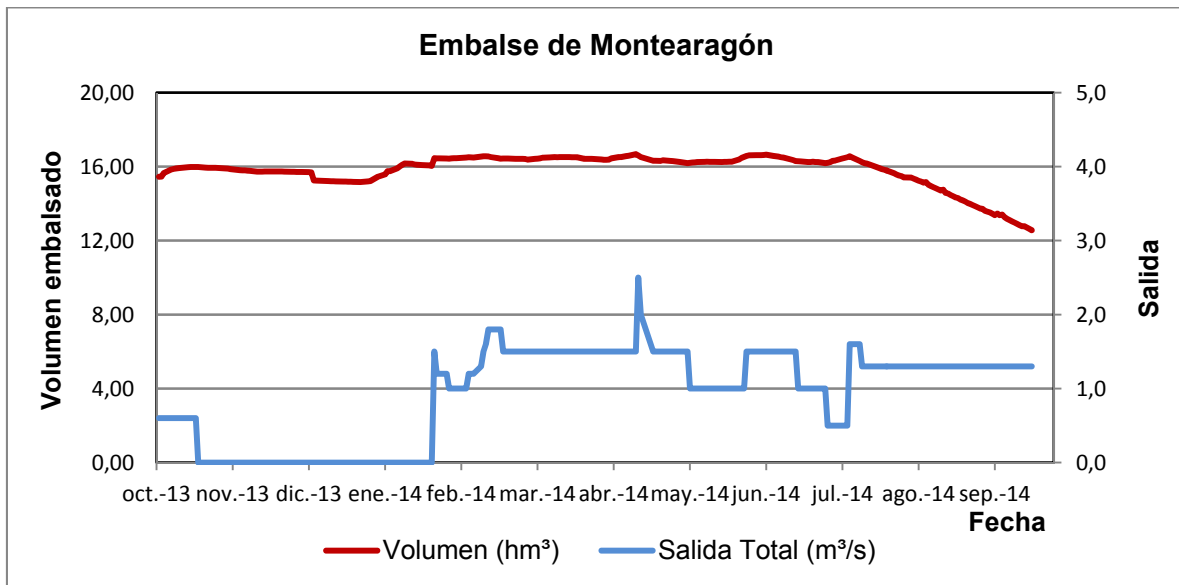


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan al consumo humano. También existe un uso recreativo, siendo este embalse en su totalidad zona de pesca libre y coto de pesca de cangrejo rojo.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Montearagón forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 28 de Julio de 2014, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

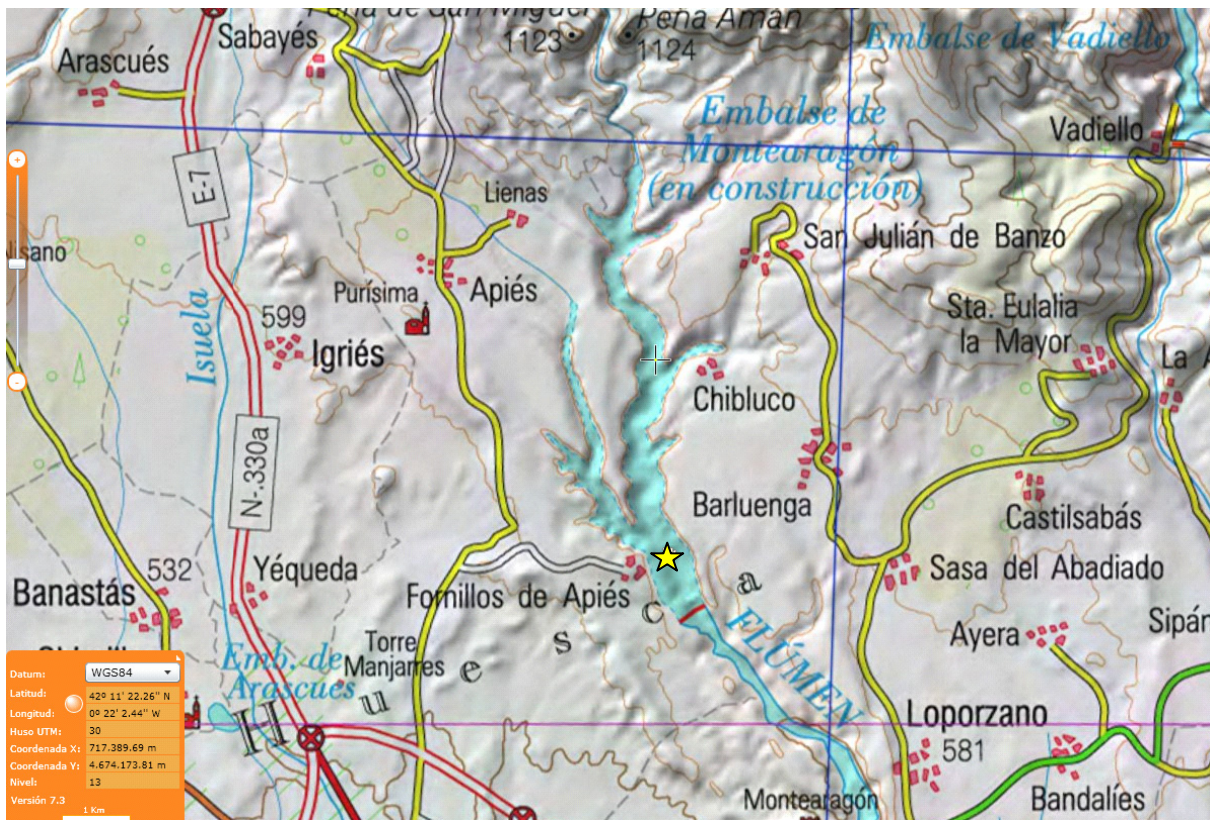
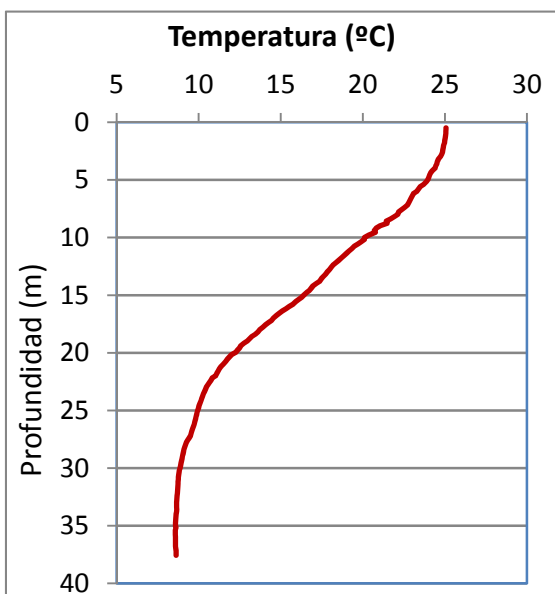


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

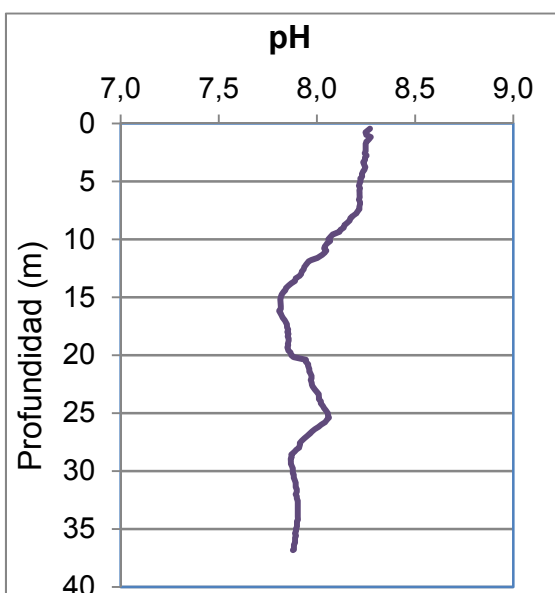
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos en las variables fisicoquímicas se desprenden las siguientes apreciaciones:

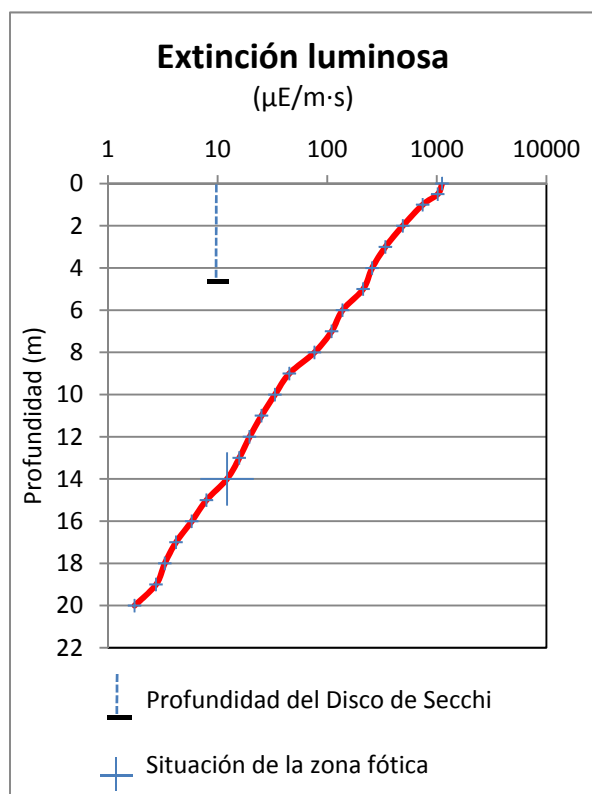


La temperatura del agua oscila entre los 8,63 °C – en el fondo- y los 25,07 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2014) la termoclina se sitúa entre los 8 – 19 metros de profundidad.



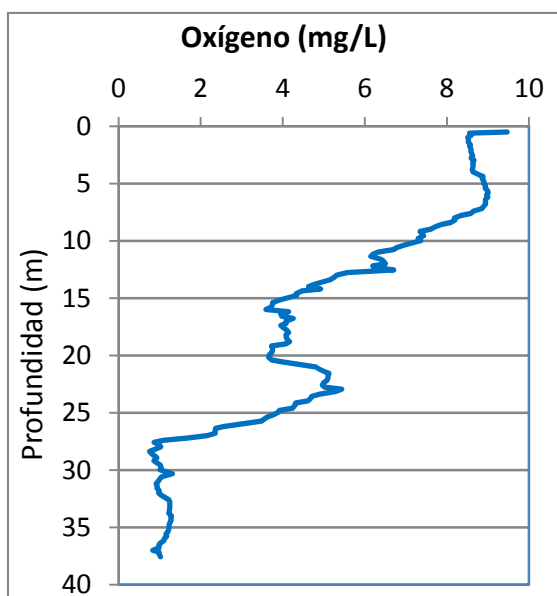
El pH del agua en la superficie es de 8,27, máximo epilimnético. En el fondo del embalse de Montearagón el pH es de 7,88. El mínimo se encuentra en el metalimnion, a los 15 m de profundidad con un valor de pH de 7,81

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



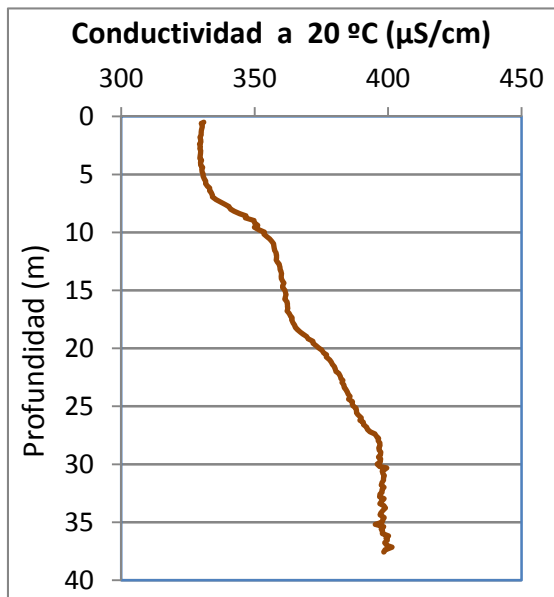
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 4,60 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11,5 metros. Valor mucho menor que el registrado con medidor fotoeléctrico de 14 m de profundidad.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 14 m de profundidad) fue de 1,67 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan una concentración media de 8,73 mg/L. En el hipolimnion las condiciones de oxigenación obtenidas son 2,38 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg/L O}_2$) a partir de los 27 metros de profundidad.

Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto



La conductividad del agua registrada es de 331 µS/cm en la superficie y de 398 µS/cm en el fondo.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 2,93 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,81 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,28 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,13 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,013 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 5,24 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,92 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 36 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSOPHYCEAE	5
SYNUROPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	9
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	7
DINOPHYCEAE	5
EUGLENOPHYCEAE	1

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	1846,74
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	531999
Diversidad Shannon-Wiener		3,60
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chrysophyceae
Nº células/ml		497,09
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Chrysochromulina</i> sp.
Nº células/ml		323,18
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
µm³/ml		198218
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
µm³/ml		123965

La concentración de clorofila fue de 2,71 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja). Se observa en el perfil medido por fluorimetría que el valor máximo de concentración de clorofila se sitúa en los 8,7 m de profundidad, con un valor de 3,7 $\mu\text{g/L}$.

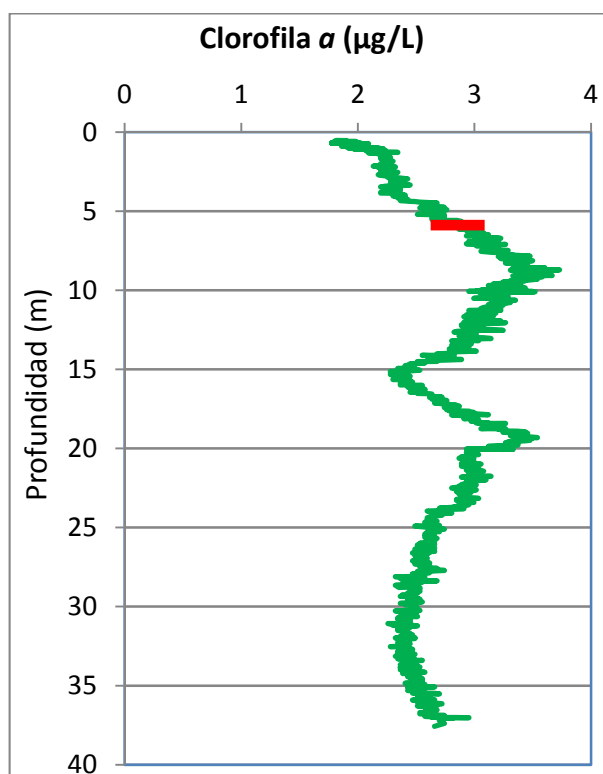


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton, muestran los resultados de la tabla 3:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLCYCLO	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	213,93	32933	1
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum (=Achnanthes minutissima)</i>	0,94	76	
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			4

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
DIATVULG0	<i>Diatoma vulgaris</i>	0,94	19650	
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	0,94	142	1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	0,94	1068	1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	0,94	469	1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (= <i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>)	0,94	3127	1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	323,18	10342	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	0,94	165	1
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	50,07	7137	2
KEPHOVAL0	<i>Kephyrion ovale</i>	9,10	458	1
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	113,80	52452	2
	SYNUROPHYCEAE			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (= <i>Mallomonopsis oviformis</i>)	2,83	873	
	CHLOROPHYTA			
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	100,14	6554	2
CRUCRECT0	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	3,78	242	1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	108,47	25562	2
SCENHYST0	<i>Desmodesmus hystrix</i> (= <i>Scenedesmus hystrix</i>)	9,10	343	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	7,56	403	
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>			2
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	136,55	4290	
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	13,66	3432	
PLANLAUT0	<i>Planctonema lauterbornii</i>	5,67	195	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (= <i>Desmodesmus armatus</i>)			1
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (= <i>Scenedesmus disciformis</i>)			1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	3,78	45	
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	341,39	179	
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.			1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	8,50	20323	
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	32,12	76776	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	38,73	22065	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	3,78	5267	

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (= <i>Cryptomonas curvata</i>)	0,94	2849	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	204,83	27114	
PLAGNANNO	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	86,48	5072	1
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,83	123965	1
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	7,56	8548	
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>			1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	5,67	9402	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>	0,94	47328	1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i>	3,78	8975	2
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.	0,94	4180	1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	219,60	57464	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	497,09	70553	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	2,83	873	
	TOTALES CHLOROPHYTA	388,71	41067	
	TOTALES CYANOBACTERIA	341,39	179	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	375,39	159466	
	TOTALES DINOPHYCEAE	20,78	198218	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	0,94	4180	
	TOTALES ALGAS	1846,74	531999	

Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Montearagón se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 3 Copepoda
- 6 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	13,00
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	76,92
BIOMASA TOTAL	µg/L	31,84
Diversidad Shannon-Wiener		2,59
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		57,31
TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Keratella cochlearis</i>
individuos/L		26,15
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		23,06
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		18,46
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 15,56 % COPÉPODOS: 8,19 % ROTÍFEROS: 76,25 %		

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en la tabla 5:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,19	0,25	0,04
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	15,38	18,46	14,39
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	0,96	2,88	0,90
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,38	1,46	0,22
	COPÉPODOS			
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	0,19	1,00	0,09
MACRALBI0	<i>Macrocyclus albidus</i>	0,19	1,54	0,90
CYCLOPFAM	Ciclópido	2,31	0,69	7,20
	ROTÍFEROS			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	1,80
BDELLGEN0	<i>Bdelloide</i> sp.	0,38	0,05	0,90
COLLOGEN0	<i>Collotheca</i> sp.	3,08	0,09	0,45
GASTSTYLO	<i>Gastropus stylifer</i>	16,92	3,38	28,79
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	26,15	1,31	13,50
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	-	-	2,70
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	7,69	0,39	9,90
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	-	-	17,99
SYNCSTYLO	<i>Synchaeta stylata</i>	3,08	0,32	0,22
	Total Cladóceros	16,92	23,06	15,56
	Total Copépodos	2,69	3,23	8,19
	Total Rotíferos	57,31	5,55	76,25
	Total	76,92	31,84	100,00

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En la tabla 7 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Montearagón.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	2,93	Ultraoligotrófico
CLOROFILA a	2,71	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,60	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1847	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,75	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) determina para el embalse un estado ultraoligotrófico y la transparencia (DS) establece un estado de oligotrofia. Mientras que el resto de parámetros (densidad algal y concentración de clorofila a) clasifican el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de Montearagón ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 10 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Montearagón.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	1847	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	2,71	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,53	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,77	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,87	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,36	Bueno
		Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,14
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,60	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	2,38	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	2,93	Máximo
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			3,7	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 13:

Tabla 13. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 14 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (PE_{norm}) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Montearagón.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE_{norm}
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	2,71	0,96	0,97	Bueno
			Biovolumen algal (mm^3/L)	0,53	1,44	1,27	Máximo
			Media				1,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,07	1,001	1,03	Máximo
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media				1,02
Media global						1,07	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,07		MÁXIMO	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE_{norm}	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,60			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	2,38			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	2,93			Máximo	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3,7		AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{norm}				BUENO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse.



Figura 8. Vista del punto de acceso.