



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE ARDISA
AÑO 2009



UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8
28460 LOS MOLINOS (MADRID)
CIF: G-84535319

CONSULTOR:
UTE RED BIOLÓGICA EBRO

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: consultoria@ica1.e.telefonica.net

DICIEMBRE 2009

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	2
2.1. Ámbito geológico y geográfico	2
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	3
2.4. Registro de zonas protegidas	3
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	4
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	5
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	5
4.2. Hidroquímica del embalse	7
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	8
4.4. Zooplancton	9
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	10
6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	11

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ardisa durante la campaña de muestreo del verano de 2009 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 1** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

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

La presa de Ardisa se sitúa dentro del término municipal de Ardisa y Biscarrues, en las provincias de Zaragoza y Huesca. Regula las aguas del río Gallego.

En sentido amplio, la cuenca del embalse de Ardisa, se enclava entre materiales del Neógeno (Serie Mioceno), como las areniscas; limos y arcillas rojas; y materiales del Cuaternario como son gravas, arenas, limos y arcillas, terrazas y depósitos aluviales.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones. La cuenca de drenaje vertiente al embalse de Ardisa tiene una superficie de 2100 km².

El embalse tiene una capacidad total de 5 hm³. Tiene una profundidad media de 5,5 m, mientras que la profundidad máxima es de 31,55 m. En el **Cuadro I** se presentan las características morfométricas del embalse.

CUADRO 1

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE Y SUBCUENCAS

Superficie de la cuenca	2100 km ²
Capacidad total N.M.N.	5 hm ³
Capacidad útil	3 hm ³
Aportación media anual	1000 hm ³
Superficie inundada	216 ha
Cota máximo embalse normal	421,64 m

Se trata de un embalse monomítico, típico de zonas templadas. No existe termoclina en el momento del muestreo y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 1,05 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ardisa para el año hidrológico 2008-2009 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la web de la CHE.

2.3. Usos del agua

Se construyó en 1932 como pieza clave del sistema de riego del canal de Monegros. Su destino es desviar las aguas del río hacia el gran embalse de La Sotenera. Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, el abastecimiento y energía.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ardisa forma parte de las zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano, según el artículo 7 de la Directiva Marco del Agua.

El embalse de Ardisa 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 zona de extracción de agua para consumo humano.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver **Figura 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 19 de Junio de 2009, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

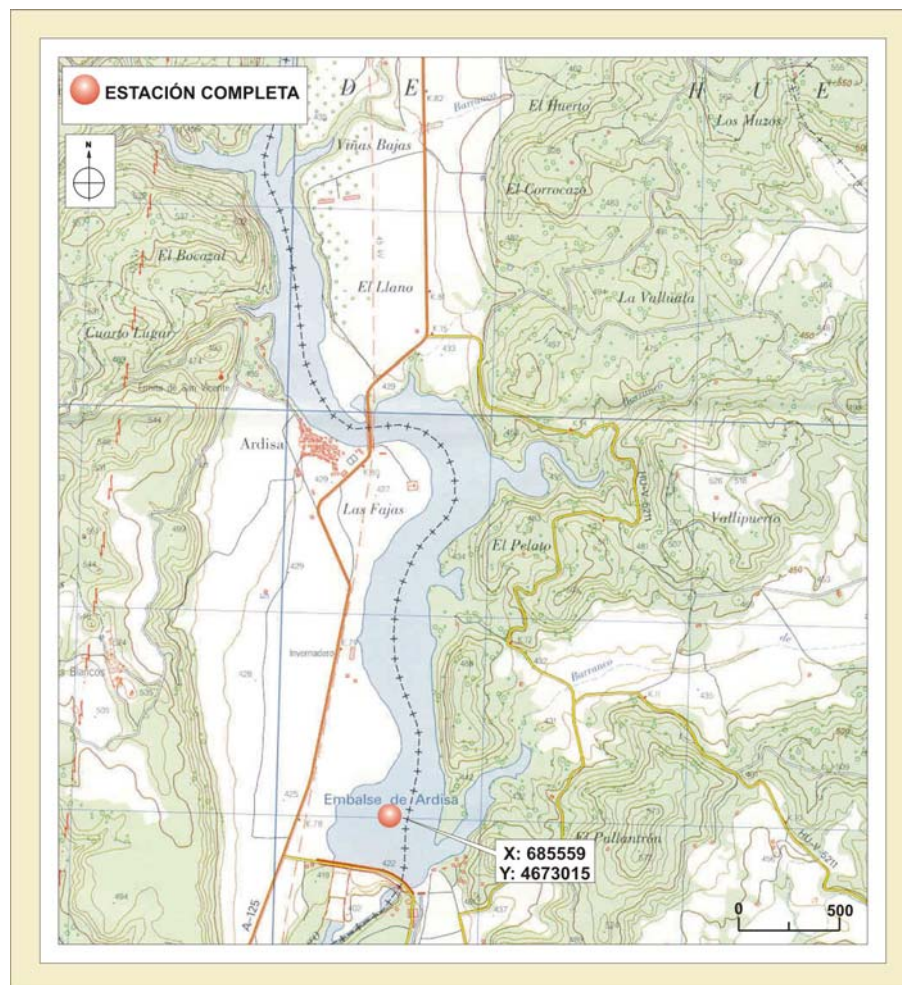


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

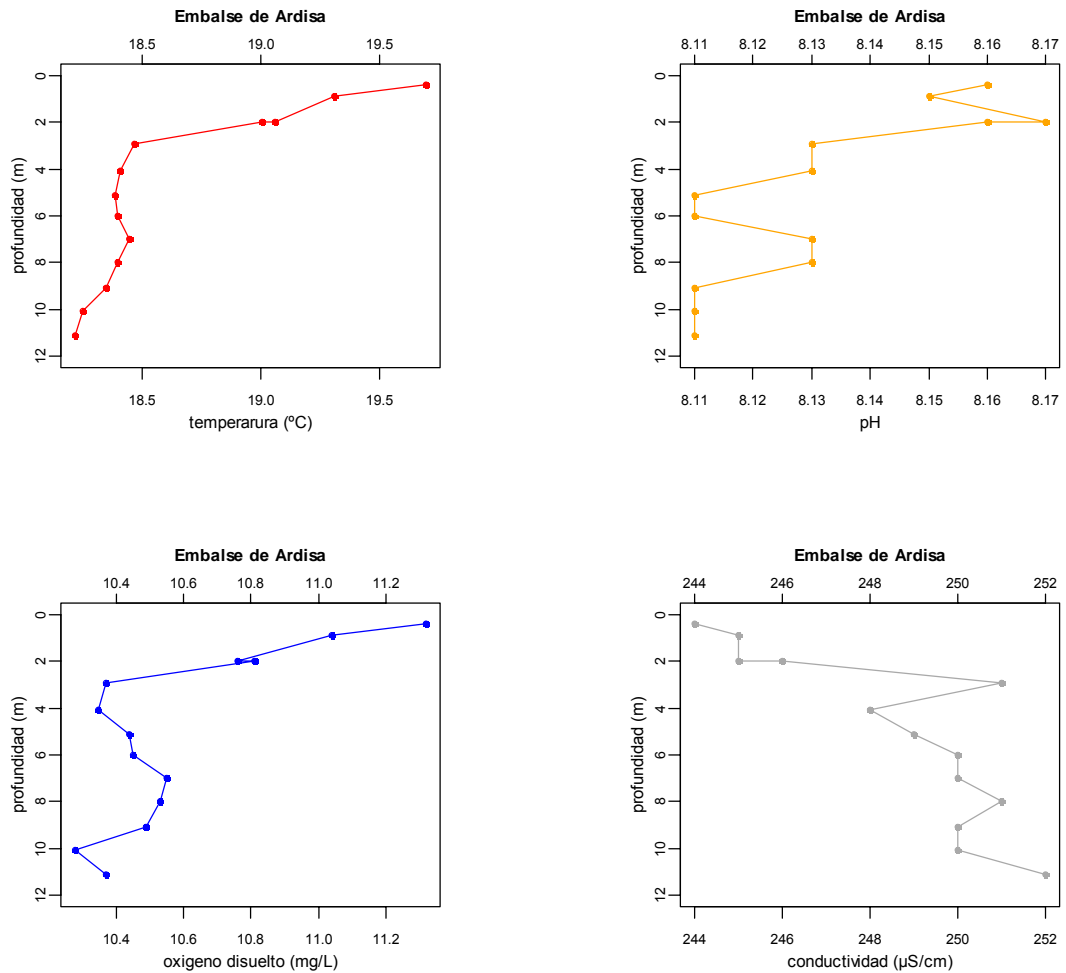
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura oscila entre los 18,2 °C en el fondo y los 19,7 °C en superficie. En el momento del muestreo no existe termoclina.
- El pH en superficie es de 8,16. En el fondo el pH es de 8,11. Ambos valores coinciden respectivamente con el máximo y el mínimo valor de pH de la columna de agua medidos.
- La transparencia del agua ofrece un registro en la lectura de disco de Secchi (DS) de 0,42 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 1,05 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 16,82 NTU.
- La concentración media de oxígeno disuelto en la columna es de 10,59 mg O₂/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua oscila entre los 244 µS/cm en superficie y los 252 µS/cm en el fondo.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE ARDISA



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2009 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 26,35 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 6,26 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,67 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,31 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,33 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,3 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis se han identificado un total de 26 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 21 Bacillariophyceae
- 3 Chrysophyceae
- 1 Chlorophyta
- 1 Cryptophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de bacilariofíceas (68%). Entre las especies más abundantes, encontramos la bacilariofícea *Achnanthes minutissima* Kütz. (24% de la densidad total) seguida de la clorófito *Kephyrion ovale* Lackey (13% de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan las bacilariofíceas, con un 96%. La bacilariofícea *Navicula radiosa* Kütz y *Cymatopleura elliptica* (de Brebisson) W. Smith proporcionan gran parte del biovolumen total (31% y 21%, respectivamente).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de las bacilariofíceas es el mejor representado, con 21 especies.

La concentración de clorofila fue de 1,37 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Ardisa se han identificado un total de 3 especies del grupo Rotífera.

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**)

CUADRO 2
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

EMBALSE DE ARDISA		FECHA DE MUESTREO	19/06/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	ARD	
PROFUNDIDAD	m	1,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	4	
BIOMASA TOTAL	µg/L	0,2	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (100%)	
individuos/L		4	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i> (75%)	
individuos/L		3	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		ROTÍFERA (100%)	
µg/L		0,2	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Polyarthra dolichoptera</i> (100%)	
µg/L		0,2	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la densidad y biomasa del rotífero *Polyarthra dolichoptera*, con un 75% de la densidad total y 100% de la biomasa total de la muestra.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3** 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 (pág. 120).

CUADRO 3
 PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g/L P}$)	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

En el **Cuadro 4** 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.

CUADRO 4
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE ARDISA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	26,35	Mesotrófico
CLOROFILA A	1,37	Oligotrófico
DISCO SECCHI	0,42	Hipereutrófico
DENSIDAD ALGAL	207	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) indica un estado de mesotrofia. La concentración de clorofila a y densidad algal caracterizan el embalse como oligotrófico. La transparencia (DS) indica hipereutrofia. El estado trófico final para el embalse de ARDISA se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 157).

CUADRO 5

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Indicador	Elementos	Parámetros	Óptimo	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 a (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 -5	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	1-1, 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)			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton y zooplancton.

(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 estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** 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.

CUADRO 6
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE ARDISA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	207	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	1,37	Bueno
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,24	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,13	Óptimo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	4,00	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,73	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	5,3	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,4	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			4,0	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	0,42	Malo
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	10,60	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	26,3	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,0	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{exp}				MODERADO

b) Aproximación normativa (PENorm)

Se han considerando los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en el **Cuadro 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 163).

CUADRO 7

VALORES DE REFERENCIA PROPIOS DEL TIPO (VR_t) Y LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE POTENCIAL ECOLÓGICO (B/M, BUENO-MODERADO) DE LOS INDICADORES DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD DE EMBALSES (*ORDEN ARM 2656*).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR_t	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm^3/L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

En el **Cuadro 8** 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 estado fisicoquímico.

CUADRO 8

DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE ARDISA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	1,37	Óptimo
		Biovolumen algal (mm^3/L)	0,24	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	0,03	Óptimo
		Porcentaje de cianobacterias	0,00	Óptimo
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	ÓPTIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	0,42	Malo
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	10,60	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P($\mu\text{g P/L}$)	26,3	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,0	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MODERADO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Presa del embalse de Búbal.



Foto 2: Vista general del embalse



Foto 3: Equipo de filtración



Foto 4: Panorámica del embalse