



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE EL EBRO
AÑO 2008



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

ENERO 2009

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	<u>2</u>
2.1. Ámbito geológico y geográfico	2
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
<u>3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</u>	<u>5</u>
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	<u>6</u>
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	10
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	<u>12</u>
<u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	<u>13</u>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de El Ebro durante los muestreos de 2008 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 2008, correspondiente al año hidrológico 2007-2008).

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 El Ebro está ubicado en las estribaciones orientales de la Cordillera Cantábrica, estrechamente ligado a los bordes del macizo Asturiano (Región del Pisuerga-Carrión), la zona resulta así afectada por los esfuerzos compresivos de la orogenia Alpina, presentando una orientación general de fractura NW-SE; En términos geológicos, el embalse del Ebro se sitúa sobre materiales de arenas; calizas arenosas; margas y arcillas pertenecientes a la Transición Jurásico-Cretácico, así como calizas; calcarenitas y margas., calizas con Lacazina a techo del Cretácico superior. Aparecen también depósitos aluviales del Cuaternario.

Se sitúa dentro del término municipal de Arroyo, en la provincia de Santander. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría irregular.

La cuenca vertiente al embalse del Ebro tiene una superficie total de 47494 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 540 hm³, que coincide con su capacidad útil. Tiene una profundidad media de 8,60 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 24 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

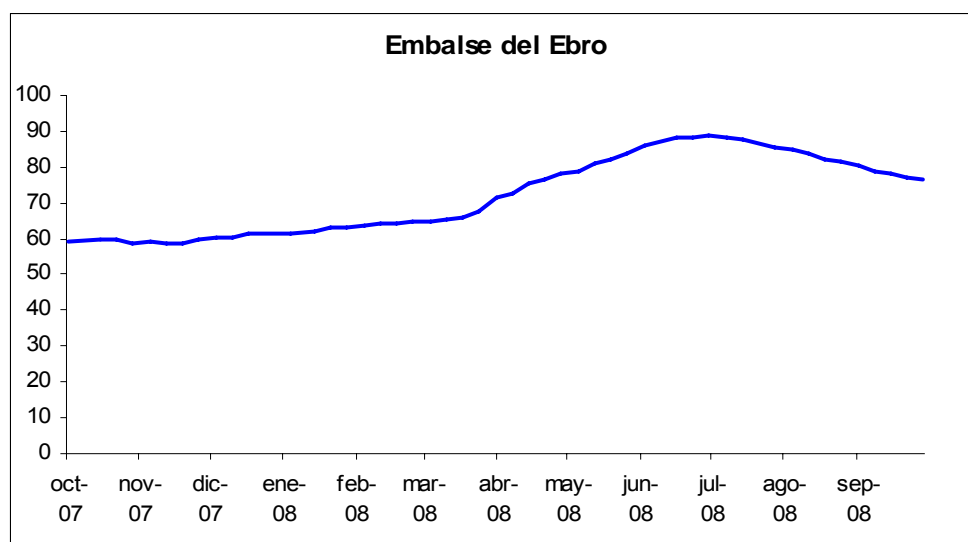
CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE EBRO

Superficie de la cuenca	466 km ²
Capacidad total N.M.N.	540 hm ³
Capacidad útil	540 hm ³
Aportación media anual	300 hm ³
Superficie inundada	6,25 ha
Cota máximo embalse normal	839 msnm

Se trata de un embalse monomítico. No se ha encontrado termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 10,75 metros de profundidad el día del muestreo (11 de Agosto de 2008).

En la **Figura 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2007-2008.

Figura 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2007-2008



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento a la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. El uso recreativo también está presente (baño), existiendo un área recreativa en la orilla del embalse. En cambio la navegación no está permitida, ya que se trata de un embalse protegido.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de El Ebro 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, dentro de las categorías de zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (LICs ES1300013 "Río y embalse del Ebro (Cantabria)" y ES4120090 "Embalse del Ebro. (Castilla y León)". ZEPAs ES0000252 "Embalse del Ebro. (Cantabria)" y ES0000191 "Embalse del Ebro. (Castilla y León)".

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.

Se ha realizado una campaña de muestreo el 11 de Agosto de 2008. En esa fecha no hay estratificación térmica en el embalse.



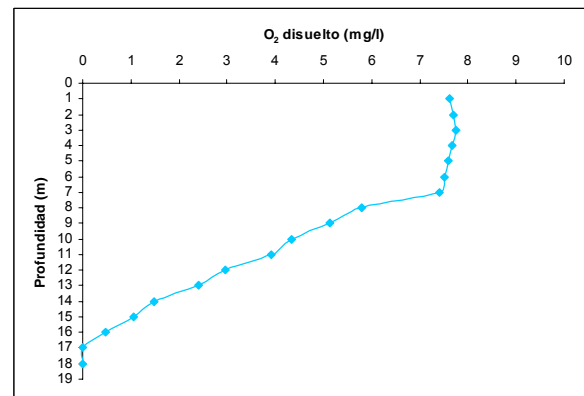
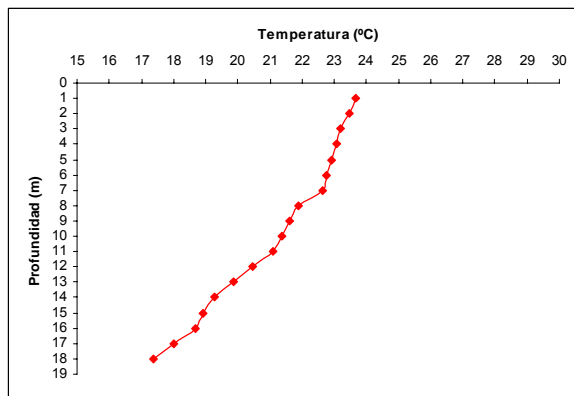
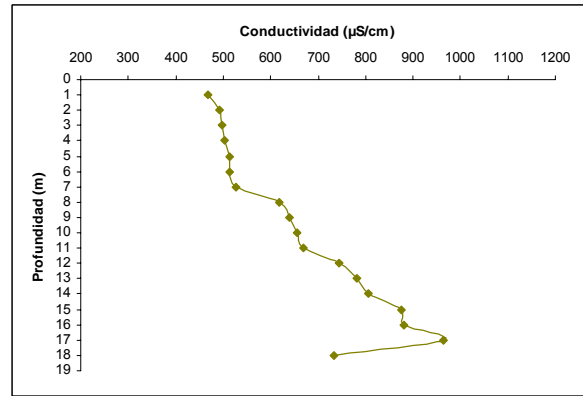
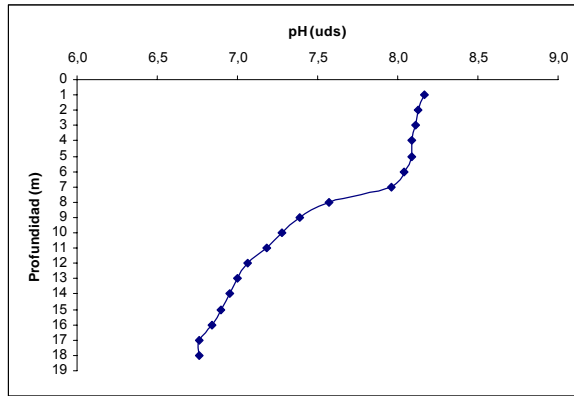
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 17,4 °C – en el fondo- y los 23,7 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2008) no aparece termoclina.
- El pH del agua en superficie es de 8,17, y, en el fondo de 6,76.
- La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 4,3 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 10,75 metros.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 4,49 mg/L.. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua es de 468 µS/cm en la superficie y de 733 µS/cm en el fondo. Alcanzando el máximo de conductividad de 964 µS/cm a 17 metros.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE EBRO



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña correspondiente al año hidrológico 2007-08, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total en la muestra integrada es de 15,6 µg P/L.
- Por otra parte, la concentración de nitrógeno total (N) es de 0,73 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito) resultó inferior al límite de detección (0,01 mg N /L).
- La concentración de amonio resultó inferior al límite de detección (0,1 mg NH₄ /L).
- La concentración de sílice en la muestra tomada es de 0,8 mg SiO₂ /L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 34 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 Chlorophyta
- 11 Bacillariophyceae
- 3 Conjugatophyceae
- 3 Chryptophyta
- 3 Cyanobacteria
- 1 Chrysophyceae
- 1 Euglenophyta
- 1 Xantophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2008, está caracterizada por la cianobacteria *Merismopedia punctata* (Meyen), que representa un 57% de la densidad total en la muestra. El clorofito *Pediastrum duplex* Meyen, ocupa en la muestra tomada el 30% del biovolumen total.

El grupo de los clorófitos y bacilariofíceas es el que más especies tiene (11 cada uno). Los grupos menos representados son los Euglenophyta y los Xantophyta, con una única especie cada uno.

La concentración de clorofila es de 3,94 µg/L en la muestra integrada.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse del Ebro se han identificado un total de 17 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 9 Rotifera
- 4 Cladocera
- 4 Copepoda

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 EBRO		FECHA DE MUESTREO	11/08/2008
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	EBR	
PROFUNDIDAD	m	8,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	70,40	
BIOMASA TOTAL	µg/L	55,40	
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		ROTIFERA	
individuos/L		39,60	
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra major</i>	
individuos/L		22,80	
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		COPEPODA	
µg/L		44,80	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	
µg/L		39,80	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2008, está caracterizada por la densidad del rotífero *Polysartha major*, con un 32 % de la densidad total. En cuanto a biomasa la especie más representativa ha sido el copépodo *Eudiaptomus vulgaris* con un 72 % de la biomasa total.

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el mejor representado, con 9 especies.

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. 82).

CUADRO 3
 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 ($\mu\text{g/L}$) en	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 DEL EBRO

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	15,6	Mesotrófico
CLOROFILA A	3,9	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,3	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	3145,4	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,3	MESOTROFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT), la concentración de clorofila a, y la densidad algal indican un estado de mesotrofia. Mientras que los resultados obtenidos según la transparencia (DS) clasifican al embalse como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse del EBRO es **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerando 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. 131).

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
		Indice fitoplanctonique I _{pl}	0-20	20-40	40-60	60-80	>80
		<i>Phytoplankton Assemblage Index</i> (Q)	>4	3-4	2-3	1-2	<1
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
	Elemento combinado	TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			4-5	3-3, 9 9	<3		

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

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 4 elementos es igual o superior a 4, se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema

(AS.FUN). Si no se alcanzan los 3 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 DEL EBRO.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	3145,4	MODERADO
		Clorofila a (µg/L)	3,9	MODERADO
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,7	MODERADO
		<i>Indice Planctonique (I_{PL})</i>	63,0	DEFICIENTE
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,0	MODERADO
INDICADOR BIOLÓGICO			2,8	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,3	BUENO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	4,5	MODERADO
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	15,6	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	38,8	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,5	AS-FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO			MODERADO	

b) Aproximación normativa (*PEnorm*)

Se han considerado 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. 137).

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 EL EBRO.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,66	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,03	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	0,99	Bueno
		Porcentaje de cianobacterias (Q)	0,32	No alcanza
INDICADOR BIOLÓGICO			2	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,50	BUENO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	0,27	MALO
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	10,2	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	37,31	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,00	AS-FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MODERADO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO
