



MINISTERIO DE  
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

# LAGUNA DE MUSCO

Red de lagos

## PUNTO DE MUESTREO

**Código masa:** L1037      **Código muestreo:** MUSCO-1      **Fecha actualización de la ficha:** 26/07/2011

**Tipología:** Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta-muy alta, temporal

**Red a la que pertenece:**

Operativa   
Vigilancia

Referencia   
Investigación

**Parámetros biológicos analizados:**

Fitoplancton   
Otra flora acuática

Fauna bentónica invertebrada   
Peces

## LOCALIZACIÓN

**Localidad:** Laguardia

**Municipio:** Laguardia

**Provincia:** Álava

**CCAA:** País Vasco

**Coordenadas:** Huso: 30T

X(m): 536023      Y(m): 4709606

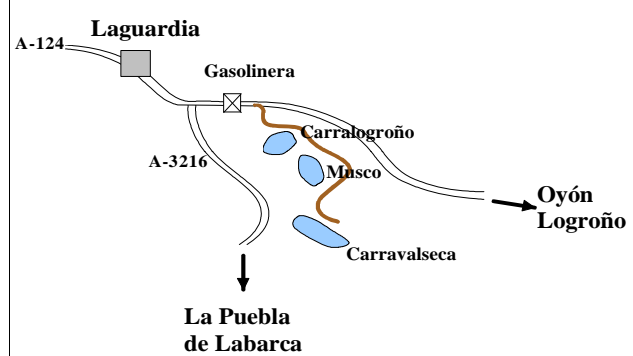
**Nº Mapa 1:50.000:** 170

**Altitud (m):** 554

### Ruta de acceso:

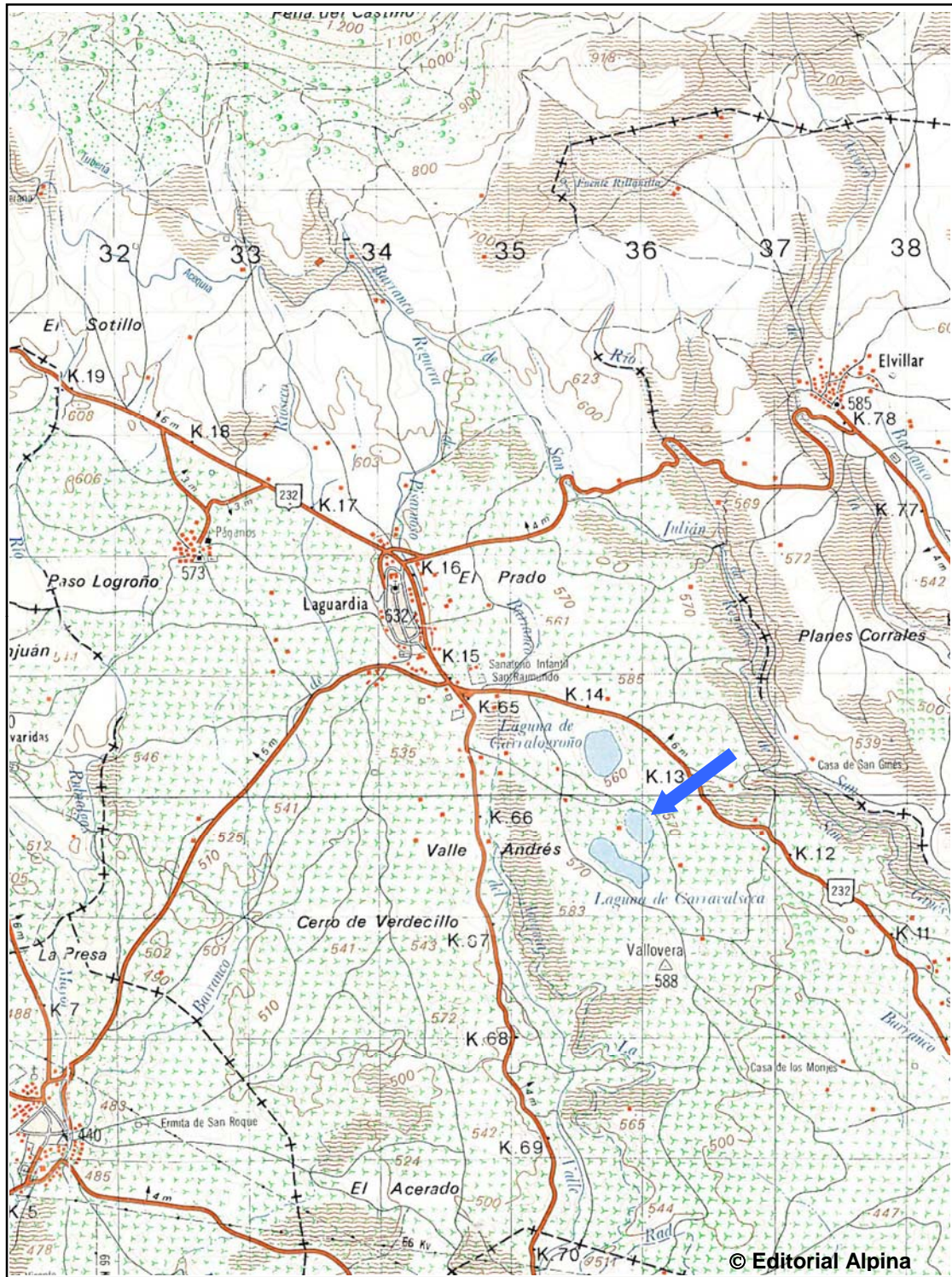
En la localidad de Laguardia tomar la carretera A-124 hacia Oyón. Pasada la gasolinera hay un cartel que indica el camino hacia las lagunas, la primera de ellas es Carralagroño, después de ésta se llega a un cruce desde el que ya puede verse la laguna de Musco.

### Croquis:



## FOTOGRAFÍAS DEL LAGO





1- Laguna de Musco



## Presiones e impactos

### Presiones hidromorfológicas

- Represamientos
- Detracciones de agua
- Deseccación
- Aportaciones de excedentes de riegos
- Ahondamiento de la cubeta
- Transformación de las riberas

### Presiones fisicoquímicas

- Eutrofización
- Contaminación por vertidos directos
- Contaminación por aportes difusos

### Grado de intervención (CHE, 2005)

- Alto     Medio     Bajo

## Comentario a las presiones e impactos

El lago está rodeado de viñedos.

## Instalaciones existentes y usos

### Construcciones, infraestructuras y usos humanos

- Pista no asfaltada
- Calzada asfaltada
- Inmuebles
- Motas o represas
- Telesilla

### Usos

Agrícola	<input type="text"/> %
Ganadero	<input type="text"/> %
Silvícola	<input type="text"/> %
Urbano	<input type="text"/> %

## FOTOGRAFÍAS DE LAS PRESIONES Y/O LAS INSTALACIONES



Imagen de los viñedos que rodean al lago





## Elementos biológicos

## Estación analizada

Código masa: LL10037

Fecha muestreo

04/06/2009

Parámetros	Métricas	Valores
Fitoplancton	InGA	2,83
	Clo (mg Clo-a/m <sup>3</sup> )	3,27
	Biovolumen (mm <sup>3</sup> /L)	6,97
Otra flora acuática	Riqueza específica	5
	Cobertura total de helófitos (%)	98
Fauna bentónica de invertebrados	QAELS	(c)

## Comentarios

## Elementos hidromorfológicos que afectan a los elementos biológicos

## Régimen hidrológico

Presenta conexión con las aguas subterráneas, en concreto con el sistema de Laguardia.

En 2007, 2008 y 2010 el lago estaba seco.

En el muestreo de primavera de 2009 el lago presentaba agua exclusivamente en el canal central de la laguna (allí donde años atrás había sido excavado un canal que conectaba este lago con Carralagroño).

## Condiciones morfológicas del lago

Superficie del lago es aproximadamente de 4,6 ha. Su profundidad es inferior a 1 m. La cubeta presenta una pendiente dominante de menos del 25% al igual que la zona litoral. La mayor parte del lago, excepto el canal central, está cubierta de carrizo (*Phragmites australis*).

**Elementos químicos y fisicoquímicos que afectan a los elementos biológicos**

Estación analizada

**Código masa: L1037**

**04/06/2009**

Parámetros	Métricas	04/06/2009	
		Valor	Estado según Ind. FQ
<b>Transparencia</b>	<b>D.S.</b> (m)	20 (fondo)	NC
	<b>Turbidez</b> (clases) <sup>1</sup>	1	NC
	<b>Color</b>	Marronoso	NC
<b>Condiciones térmicas</b>	<b>Temperatura</b> (°C)	21,7	NC
<b>Cond. de oxigenación</b>	<b>O<sub>2</sub> dis</b> (mg/L)	8,6	NC
<b>Salinidad</b>	<b>Conductividad</b> (µS/cm)	3570	NA
<b>Estado de acidificación</b>	<b>pH</b> (Unid.)	8,2	NA
	<b>Alcalinidad total</b> (meq/L)	3,12	NA
<b>Condiciones relativas a los nutrientes</b>	<b>NH<sub>4</sub></b> (mg/L)	Precip. blanco	NC
	<b>NO<sub>3</sub></b> (mg/L)	<0.005	NC
	<b>NO<sub>2</sub></b> (mg/L)	<0.005	NC
	<b>P-PO<sub>4</sub></b> (mg/L)	<0.005	NC
	<b>P.tot</b> (mg/L)	0,038	NA

(1) **Turbidez** (Clases):  
 1= transparentes;  
 2= algo turbias;  
 3= turbias;  
 4= muy turbias

NA: No alterado, A: Alterado, NC: No computa

**¿La situación del lago permitía obtener datos significativos?**

2007:

Si  
 No

Comentarios:

2009:

Si  
 No

Comentarios:

2008:

Si  
 No

Comentarios:

2010:

Si  
 No

Comentarios:

## Evaluación del ESTADO ECOLÓGICO DEL LAGO

	Índice	2008 primavera		2008 verano		2009 primavera		2009 verano	
		Valor índice	Nivel calidad	Valor índice	Nivel calidad	Valor índice	Nivel calidad	Valor índice	Nivel calidad
Fitoplancton	Conc. Clorofila (mg Clo-a/m <sup>3</sup> )	(b)	-	(b)	-	3,27	MB	(b)	-
	Biovol. total fitopl. (mm3/L)	(b) ' (c)	-	(b) ' (c)	-	(c)	-	(b) ' (c)	-
	InGa	(b) ' (c)	-	(b) ' (c)	-	(c)	-	(b) ' (c)	-
	Nivel de calidad FITOPLANCTON	(b)		(b)		MB		(b)	

Otra Flora Acuática	Riqueza especif. macrofitos	(b)	-	(b)	-	5	MB	(b)	-
	% cinturón helófitos	(b)	-	(b)	-	98%	MB	(b)	-
	Nivel de calidad OTRA FLORA ACUÁTICA	(b)		(b)		MB		(b)	

Invertebrados	QAELS <sub>Ebro</sub>	(b) ' (c)	-	(b) ' (c)	-	(c)	-	(b) ' (c)	-
	Nivel de calidad FAUNA BENTÓNICA INV.	(b) ' (c)		(b) ' (c)		(c)		(b) ' (c)	

Estado ecológico según elementos de calidad biológicos	(b)	(b)	MB	(b)
Cond. físico-químicas del lago	(b)	(b)	MB	(b)
Cond. hidromorfológicas del lago	(b)	(b)	B o Inferior	(b)
	(b)	(b)	MB	(b)

- (a) No muestreado ese año
- (b) Lago seco
- (c) Métrica no considerada

Comentarios







## Fitoplancton

Fecha muestreo	04/06/2009		
COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA células/mL	BIOVOLUMEN mm <sup>3</sup> /l	CUALITATIVO
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>			
<b>Diatomeas no coloniales</b>			
<i>Cyclotella</i> sp.	50	0,0345	
<i>Achnanthes lanceolata</i>	10	0,0053	
<i>Navicula</i> sp.	5	0,0136	2
<b>Diatomeas coloniales</b>			
<i>Stichogloea doederleinii</i>			1
<i>Desmarella moniliformis</i>	20	0,0006	
<b>EUGLENOIDEA</b>			
<i>Colacium</i> sp.			2
<b>DINOPHYTA</b>			
<i>Gymnodinium</i> sp.	40	0,0097	
<i>Peridinium</i> cf. <i>cinctum</i>	20	0,8037	4
<i>Peridinium umbonatum</i>	2245	5,8687	3
<b>CRYPTOPHYTA</b>			
<i>Chroomonas caudata</i>	30	0,0018	
<i>Cryptomonas reflexa</i>	10	0,0381	
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Tetraselmis</i> sp.	45	0,0535	
<i>Carteria</i> sp.	5	0,0036	
<i>Mougeotia</i> sp.			1
<b>Clorococcales coloniales</b>			
<i>Botryococcus braunii</i> (col/mL)	5	0,1376	3
<i>Oocystis solitaria</i>			1
<i>Oocystis</i> sp.	10	0,0004	
<b>Volvocales coloniales</b>			
<i>Pandorina morum</i>			+
<b>TOTAL</b>	2495 células/mL	6,97 mm <sup>3</sup> /L	
<b>Porcentaje de cianobacterias</b>	0,00%		
<b>Concentración clorofila (mg Clo-a/m<sup>3</sup>)</b>	3,27		
<b>InGA</b>	2,83		

Clases de abundancia	% de presencia
+	presencia
1	<1%
2	1-10%
3	11-30%
4	31-60%
5	>60%



**Vegetación acuática**

Fecha muestreo	04/06/2009
----------------	------------

<b>COMPOSICIÓN</b>	
<b>CLOROPHYTA</b>	
<b>Characeae</b>	
<i>Chara canescens</i>	+
<b>MAGNOLIOPHYTA</b>	
<b>MAGNOLIOPSIDA</b>	
<b>Ranunculaceae</b>	
<i>Ranunculus</i> sp	+
<b>LILIOPSIDA</b>	
<b>Cyperaceae</b>	
<i>Scirpus</i> cf <i>holoschoenus</i>	+
<i>Scirpus maritimus</i>	+
<b>Typhaceae</b>	
<i>Typha</i> sp.	+

Riqueza específica (nº de taxones de macrófitos)	5
% cinturón de helófitos	98%





## Fauna bentónica de invertebrados

## Macroinvertebrados

Fecha muestreo	04/06/2009
----------------	------------

COMPOSICIÓN	Abundancia relativa (%)
<b>Ph. MOLUSCA</b>	
Cl. Pulmonata	
O. Basommatophora	
F. Lymnaeidae	17,82
<b>Ph. ANELIDA</b>	
Cl. Oligochaeta	3,56
O. Tubificida	
F. Naididae	+
<b>Ph. ARTHROPODA</b>	
SuperCl. CRUSTACEA	
Cl. Ostracoda	2,67
Supercl. INSECTA	
Cl. Euentomata	
O. Odonata	
F. Aeshnidae	0,89
F. Lestidae	18,71
F. Libellulidae	21,38
O. Hemiptera	
F. Corixidae	0,89
F. Notonectidae	0,45
<i>Notonecta sp.</i>	1,34
F. Veliidae	
<i>Microvelia sp.</i>	0,22
O. Coleoptera	
F. Hydrophilidae	1,34
F. Dytiscidae	2,67
<i>Agabus sp.</i>	0,89
<i>Nebrioporus sp.</i>	0,22
F. Dryopidae	
<i>Pomatinus sp.(=Helichus)sp.</i>	0,22
F. Haliplidae	1,56
O. Diptera	
F. Chaoboridae	0,89
F. Culicidae	2,67
F. Chironomidae	9,80
F. Dixidae	9,80
F. Rhagionidae	0,22
F. Sciomyzidae	0,89
O. Tricoptera	
F. Polycentropodidae	0,89
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>

Nº IND./MUESTRA	449
Nº TAXONES	19
RIC	23

Fauna bentónica de invertebrados

Microinvertebrados

Fecha muestreo	04/06/2009
----------------	------------

COMPOSICIÓN	Abundancia relativa (%)
<b>Ph. ARTHROPODA</b>	
<b>SubPh. Crustacea</b>	
<b>Cl. Branchiopoda</b>	
<i>Simocephalus exspinosus</i>	7,30
<i>Macrothrix rosea</i>	0,28
<i>Alona rectangula</i>	66,01
<b>Cl. Copepoda</b>	
<i>Diatomocyclops bicuspidatus</i>	11,52
<b>Cl. Ostracoda</b>	14,89
<b>Total (%)</b>	100

Índice ACCO	1,41
-------------	------



Vista del lago a finales de verano de 2009

## VEGETACIÓN



*Chara canescens*



*Scirpus* sp.

## ADICIONAL INFORME LAGUNA DE MUSCO 2007-2010

Durante el año 2022 se han revisado los datos de la Laguna de Musco recopilados durante los años 2017 a 2010, en aplicación del 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, a partir de la trasposición de la Directiva Marco del Agua (DMA).

La metodología utilizada ha consistido en obtener del informe de dicho año los datos necesarios para estimar de nuevo el estado trófico y el estado ecológico y, recalcular el valor correspondiente en cada variable y en el estado final del lago, utilizando las métricas publicadas en 2015, lo que permite comparar el estado de los lagos en un ciclo interanual de forma homogénea.

En cada apartado considerado se indica la referencia del apartado del informe original al que se refiere este trabajo adicional.

### 1. EVALUACIÓN DEL 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 ecológico y químico.

- 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 (es decir, en ausencia de alteraciones). Se determina a partir de indicadores de calidad (biológicos y fisicoquímicos).
- El estado químico de las aguas es una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja el grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental de las sustancias prioritarias y otros contaminantes.

El estado de las masas de agua superficial quedará determinado por el peor valor de su estado ecológico y estado químico.

El estado ecológico de las aguas superficiales se clasificará como muy bueno, bueno, moderado, deficiente o malo. Para clasificar el estado ecológico de las masas de agua



superficial se aplicarán los indicadores de los elementos de calidad, los valores del anexo II del Real Decreto 817/2015 y las NCA calculadas para los contaminantes específicos o en su caso, las NCA del anexo V para las sustancias preferentes.

El estado químico de las aguas superficiales se clasificará como bueno o no alcanza el buen estado. Para clasificar el estado químico se aplicarán las NCA de las sustancias incluidas en el Anexo IV del Real Decreto 817/2015 (sustancias prioritarias y otros contaminantes).

La clasificación del estado de las masas llevará asociado un nivel de confianza que se calculará conforme a los criterios especificados en el Anexo III B del citado Real Decreto.

La clasificación del estado ecológico se realizará con los resultados obtenidos para los indicadores correspondientes a los elementos de calidad biológicos, químicos y fisicoquímicos, e hidromorfológicos y vendrá determinado por el elemento de calidad cuyo resultado final sea el más desfavorable.

La clasificación del estado químico de una masa de agua se evalúa mediante el análisis de conformidad de la concentración de las sustancias prioritarias y otros contaminantes con las NCA recogidas en el Anexo IV. Corresponde a la clasificación peor de cada una de las sustancias del anexo IV.

## **2. ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS (EC-BIO)**

### **2.1 Composición, abundancia y biomasa de Fitoplancton (EC-BIO)**

Datos obtenidos de una muestra integrada (MFIT) (dos veces al año): en marzo-mayo (lagos temporales); en mayo-agosto (lagos permanentes someros) y en julio-sept (lagos permanentes profundos).

Se aplica el protocolo MFIT-2013 Versión 2, utilizando dos métricas:

- Concentración de clorofila a (CONCLOA\_ZF). Fórmula tricromática de Jeffrey y Humphrey (1975). Media de los valores de las métricas durante los dos análisis.

- Biovolumen total de fitoplancton (BVOL\_T\_FTP). Sumatorio de biovolúmenes de los taxones de fitoplancton para cada análisis y el dato final será la media de los valores de biovolumen total obtenidos en los análisis de los dos muestreos anuales.

Para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lago mediante el elemento de calidad fitoplancton, se deberá seguir el procedimiento descrito a continuación.

Las métricas de fitoplancton aplicables a lagos son únicamente aquellas que tienen en cuenta aspectos de abundancia y biomasa, es decir, la concentración de clorofila *a* y el biovolumen total de fitoplancton. Son dependientes del tipo de lago, y se consideran según la tabla A1.

**Tabla A1.** Métricas aplicables a los tipos de lagos para la evaluación del estado ecológico.

<b>Tipos</b>	<b>Clorofila a</b>	<b>Biovolumen fitoplancton</b>
1	Si	Si
2	Si	Si
3	Si	Si
4	Si	Si
5	Si	No aplicable
10	Si	Si
11	Si	Si
15	Si	Si
16	Si	No aplicable
18	Si	No aplicable
20	Si	No aplicable
21	Si	No aplicable
22	Si	No aplicable
23	Si	No aplicable
24	Si	No aplicable
26	Si	No aplicable

El fitoplancton es un indicador de respuesta trófica y, por lo tanto, integra todas las variables causales, de modo que está influido por otros condicionantes ambientales además de estarlo por los niveles de nutrientes. Se utilizan dos parámetros como estimadores de la biomasa algal en los índices: concentración de clorofila *a* en la zona fótica ( $\mu\text{g/L}$ ) y biovolumen total de fitoplancton ( $\text{mm}^3/\text{L}$ ).

Al contar en este estudio mayoritariamente con sólo una campaña de muestreo, y por tanto no contar con una serie temporal que nos permitiera la detección del máximo anual, se utilizan las clases de calidad relativas a la media anual (tabla A2). La utilización de los límites de calidad relativos a la media anual de clorofila se basó en el hecho de que los muestreos fueron realizados durante la estación de verano. Según la bibliografía limnológica general, el verano coincidiría con un descenso de la producción primaria motivado por el agotamiento de nutrientes tras el pico de producción típico de finales de primavera. Por ello, la utilización de los límites o rangos relativos al máximo anual resultaría inadecuada.

### Concentración de clorofila *a*

Del conjunto de pigmentos fotosintetizadores de las microalgas de agua dulce, la clorofila *a* se emplea como un indicador básico de biomasa fitoplanctónica. Todos los grupos de microalgas contienen clorofila *a* como pigmento principal, pudiendo llegar a representar entre el 1 y el 2 % del peso seco total. La clasificación del estado ecológico de acuerdo con la concentración de clorofila *a* se indica en la tabla A2.

**Tabla A2.** Límites de cambio de clase del estado ecológico y condición de referencia según tipo de lago y el RCE calculado de la concentración de clorofila *a*.

Límite de cambio de clase estado ecológico	Condición de referencia (mg/m <sup>3</sup> )	Muy Bueno / Bueno	Bueno / Moderado	Moderado / Deficiente	Deficiente / Malo
Tipo 1	1,0	0,67	0,45	0,30	0,15
Tipo 2	0,9	0,64	0,42	0,29	0,15
Tipo 3	1,3	0,68	0,49	0,34	0,17
Tipo 4	1,5	0,65	0,43	0,26	0,13
Tipo 5	1,8	0,62	0,37	0,24	0,13
Tipo 10	2,5	0,71	0,46	0,32	0,18
Tipo 11	1,6	0,67	0,40	0,28	0,13
Tipo 15	2,7	0,71	0,46	0,32	0,19
Tipo 16	3,8	0,68	0,42	0,23	0,15
Tipo 18	3,5	0,66	0,42	0,25	0,15
Tipo 20	3,5	0,61	0,37	0,25	0,13
Tipo 21	3,2	0,59	0,32	0,21	0,10
Tipo 22	3,0	0,58	0,38	0,26	0,13
Tipo 23	4,7	0,62	0,43	0,25	0,12
Tipo 24	4,9	0,63	0,46	0,26	0,12
Tipo 26	5,5	0,66	0,47	0,27	0,14

## Biovolumen algal

El biovolumen es una medida mucho más precisa de la biomasa algal, por tener en cuenta el tamaño o volumen celular de cada especie, además del número de células. La clasificación del estado ecológico de acuerdo al biovolumen de fitoplancton se indica en la tabla A3.

**Tabla A3.** Límites de cambio de clase del estado ecológico y condición de referencia según tipo de lago y el RCE del biovolumen algal del fitoplancton.

Límite de cambio de clase estado ecológico	Condición de referencia (mm <sup>3</sup> /L)	Muy Bueno / Bueno	Bueno / Moderado	Moderado / Deficiente	Deficiente / Malo
Tipo 1	0,7	0,64	0,38	0,24	0,12
Tipo 2	0,6	0,67	0,44	0,31	0,15
Tipo 3	1,4	0,67	0,55	0,37	0,18
Tipo 4	1	0,71	0,49	0,34	0,17
Tipo 10	0,7	0,58	0,34	0,26	0,13
Tipo 11	0,2	0,67	0,34	0,19	0,10
Tipo 15	1,5	0,65	0,48	0,32	0,19

- Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

Se debe seguir el procedimiento descrito en el Protocolo MFIT-2013 Versión 2 para el cálculo del RCE de cada uno de los cuatro parámetros:

Cálculo para clorofila a:

$$RCE = [(1/Chla \text{ Observado}) / (1/Chla \text{ Condición de referencia})]$$

Cálculo para biovolumen:

$$RCE = [(1/biovolumen \text{ Observado}) / (1/ biovolumen \text{ Condición de referencia})]$$

Se utilizarán los valores de las Condiciones de Referencia (CR) de las métricas, para cada tipo de masa de agua, recogidos en la legislación.

- Transformación de RCE a escalas numéricas equivalentes

Los valores de RCE obtenidos se deben transformar a escalas numéricas equivalentes para normalizarlos a una escala lineal común.

Los Ratios de Calidad Ecológica transformados se obtendrán mediante la aplicación de la siguiente fórmula, que no es más que una interpolación lineal entre los límites de

cambio de clase de los Ratios de Calidad Ecológica que se han establecido para cada indicador, y los que se corresponden con una escala lineal.

$$RCE\_trans = Val.trans_i + (RCE-Val_i) \times (Val.trans_s - Val.trans_i) / (Val_s - Val_i)$$

Donde:

- RCE\_trans = Ratio de Calidad Ecológica transformado
- RCE = Ratio de Calidad Ecológica sin transformar
- Val.trans<sub>i</sub> = Valor de RCE de cambio de clase estado ecológico inferior transformado
- Val<sub>i</sub> = Valor de RCE de cambio de clase de estado ecológico inferior sin transformar
- Val.trans<sub>s</sub> = Valor de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior transformado
- Val<sub>s</sub> = Valor de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior sin transformar

Se utilizarán para cada tipo de masa de agua los valores del RCE de las métricas recogidos en la legislación, con los que se comparará el RCE sin transformar de la muestra (Val<sub>i</sub>). Los valores de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior sin transformar (Val<sub>s</sub>) –que constituyen el límite superior de una clase de estado ecológico– se calcularán como el valor inmediatamente inferior con 2 decimales de los valores del RCE de cambio de clase de estado ecológico inferior sin transformar, recogidos en la legislación.

Para el cálculo, se utilizarán los Val.trans<sub>s</sub> y Val.trans<sub>i</sub> que figuran en la tabla siguiente:

Clase de estado	Valores de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior transformado (Val.trans <sub>s</sub> )	Valores de RCE de cambio de clase de estado ecológico inferior transformado (Val.trans <sub>i</sub> )
Muy bueno	1,00	0,80
Bueno	0,79	0,60
Moderado	0,59	0,40
Deficiente	0,39	0,20
Malo	0,19	0,00

- Combinación de RCE transformados para la clasificación del estado ecológico

La combinación de los RCE transformados de los indicadores para la clasificación del estado ecológico del elemento de calidad composición, abundancia y biomasa de fitoplancton se realizará utilizando la siguiente fórmula:

$RCE\ trans\ final\ (MFIT) = 0,75\ RCE\_trans\ (CONCLOa) + 0,25\ RCE\_trans\ (BVOLTOT)$

El valor final de la combinación de los RCE transformados (RCE trans final) se utilizará para la clasificación del estado ecológico, de acuerdo a la escala de clases de estado ecológico indicada en el apartado anterior.

## **2.2. Composición y abundancia de Otra Flora Acuática (macrófitos) (EC-BIO)**

El cálculo se realiza a partir de una muestra anual realizada en un momento favorable para la vegetación.

Se sigue el protocolo OFALAM-2013. Se elige el peor valor del índice que posee varias métricas (OFALAM). No se aplica en lagos de los tipos 1 a 4 situados a más de 2300m de altitud.

- Presiones de tipo HM: Se hace la media. (OFALAM\_P\_HM)
  - Presencia/Ausencia de hidrófitos (PRESENCIA\_HID): tipos 1-8, y entre éstos, sólo en aquéllos que de manera natural puedan tenerlos. Se excluyen lagos situados a altitud mayor a 2300m, que discrimina a algunos de los lagos de los tipos de alta montaña (tipos 1-4).
  - Riqueza de especies de macrófitos típicos (RIQ\_SPS\_MAF): tipos 10-12, 14-19 y 24-29.
  - Cobertura total de hidrófitos típicos (COBER\_T\_HID): tipos 10-12, 14-16, 18 y 20-29.
  - Cobertura total de helófitos típicos (COBER\_T\_HEL): tipos 10-12, 14-16, 18 y 20-29.
  - Cobertura total de macrófitos típicos (hidrófitos+helófitos) (COBER\_T\_MAF\_L): se aplica sólo a los tipos de lagos con hidropериodo temporal (tipos 17 y 19). No hay en la CHE de esas tipologías.
- Presión por eutrofización: Se coge el valor de cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas (COBER\_SPS\_EUT): todos los tipos de lagos naturales excepto en los tipos 9, 13 y 30 (que no se encuentran en la Demarcación del Ebro).
- Presión por introducción de especies exóticas: Se coge el valor de cobertura de especies exóticas de macrófitos (COBER\_SPS\_EXO): todos los tipos de lagos naturales excepto en los tipos 9, 13 y 30 (que no se dan en la CHE).

### 2.3. Composición y abundancia de Fauna bentónica de Invertebrados (EC-BIO).

Se toma una muestra anual. Se sigue el protocolo ML-L-I-2013 e IBCAEL 2013. Se coge el valor del índice (IBCAEL). La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$IBCAEL = (ABCO + 1) \times \log(RIC + 1)$$

El índice ABCO (ABUN\_BCO) se obtiene a partir de una muestra de microinvertebrados bentónicos.

El índice RIC (RIC) se obtiene a partir de una muestra de macroinvertebrados bentónicos.

### 3. ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS (EC-FQ)

Se debe tomar cuatro muestras anuales de la zona fótica, calculándose hasta 2019 como la media de los valores anuales. A partir de 2020 se calcula con la mediana de los valores anuales como establece la Guía de Estado. Si solo se ha realizado un muestreo, se tomará ese único valor.

Se elige el peor valor entre los siguientes indicadores de calidad (MIN\_FQ) según los rangos señalados en RD 817/2015:

ELEMENTOS DE CALIDAD FQ (EC-FQ)	INDICADORES DE CALIDAD FQ (IC-FQ)
Transparencia	Disco de Secchi (tipos 1-7, 9-12 y 14-15) (SECCHI)
Estado de acidificación	pH (PH_ZF) (todos los tipos)
Condiciones relativas a nutrientes	P total (P_TOT) (tipos 1-12, 14-24 y 26-30)

#### 3.1. Transparencia

La transparencia es un elemento válido para evaluar el estado ecológico del lago; tiene alta relación con la productividad biológica; y además tiene rangos establecidos fiables y de utilidad para el establecimiento de los límites de clase del estado ecológico. Se ha evaluado a través de la profundidad de visión del disco de Secchi (DS), considerando su valor para la obtención de las distintas clases (tabla A4).

**Tabla A4.** Límites de cambio de clase de estado ecológico según la profundidad de visión del Disco de Secchi estimada en metros.

Clase de estado ecológico	Muy Bueno/Bueno	Bueno/Moderado
Tipo 1	6,0	4,5
Tipo 2	6,0	4,0
Tipo 3	4,5	3,0
Tipo 4, 10, 15	4,0	3,0
Tipo 5, 11, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26	No considerado	

### 3.2. pH

El pH es un elemento válido para evaluar el estado ecológico del lago; tiene alta relación con la productividad biológica; y además tiene rangos establecidos fiables y de utilidad para el establecimiento de los límites de cambio de clase de estado ecológico. Se ha utilizado la medida de pH, considerando su valor para la obtención de las distintas clases (tabla A5).

**Tabla A5.** Límites de cambio de clase de estado ecológico según el valor de pH.

Clase de estado ecológico	Bueno/Moderado	Moderado/Deficiente
Tipo 1, 3	6,0 - 9,0	$\leq 6$ o $\geq 9$
Tipo 2, 4, 15, 18, 24, 26	7,0 - 9,5	$\leq 7$ o $\geq 9,5$
Tipo 5	6,0 - 9,5	$\leq 6$ o $\geq 9,5$
Tipo 10, 11	7,0 - 9,7	$\leq 7$ o $\geq 9,7$
Tipo 16	6,5 - 9,5	$\leq 6,5$ o $\geq 9,5$
Tipo 20, 21, 22, 23	7,5 - 10,5	$\leq 7,5$ o $\geq 10,5$

### 3.3. Concentración de nutrientes

En este caso se ha seleccionado el fósforo total (P\_TOT), ya que su presencia a determinadas concentraciones en un lago o masa de agua supone procesos de eutrofización, pues en la mayoría de los casos es el principal elemento limitante para el crecimiento de las algas.

Se ha empleado el resultado obtenido en la muestra integrada, considerando los criterios de la OCDE especificados en la tabla A6 (OCDE, 1982) adaptado a los intervalos de calidad del RD 817/2015.



**Tabla A6.** Límites de cambio de clase de estado ecológico según la concentración de fósforo total estimado en µg/L.

Clase de estado ecológico	Muy Bueno/Bueno	Bueno/Moderado
Tipo 1, 2	8,0	12,0
Tipo 3, 4	12,0	18,0
Tipo 5	18,0	26,0
Tipo 10	16,0	28,0
Tipo 11	12,0	22,0
Tipo 15	16,0	28,0
Tipo 16*	20,0	45,0
Tipo 18*	22,0	50,0
Tipo 20, 21, 22, 23*	40,0	100,0
Tipo 24, 26*	30,0	80,0

\* En lagunas someras de los tipos 16 al 30, en caso que la abundancia de la avifauna justifique los valores elevados de P\_TOT, esta variable no se considerará en el cálculo.

Si se toman varios datos anuales, se hace la *mediana* de los valores anuales.

### 3.4. Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca

Dentro de los indicadores fisicoquímicos también se tienen en cuenta las **sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca**. El valor medio de los datos anuales se revisa para ver si *cumple o no con la Norma de Calidad Ambiental (NCA) del Anexo V del RD 817/2015*. Si *incumple* supone asignarle para los indicadores fisicoquímicos la categoría de *moderado* (tabla A7).

**Tabla A7.** Límite de cambio de clase de estado ecológico para sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca.

Clase de estado ecológico	Muy Bueno	Moderado
Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca	Cumple NCA	No cumple NCA

## 4. ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLOGICO (EC-HM)

Se realiza una toma de muestras anual, y del resultado obtenido se elige el peor valor.

- Alteración del hidroperiodo y del régimen de fluctuación del nivel del agua (ALT\_HID\_NIV)
- Alteración del régimen de estratificación (ALT\_REG\_EST)
- Alteración del estado y estructura de la cubeta (ALT\_EST\_CUB)
- Alteración del estado y estructura de la zona ribereña (ALT\_EST\_RIB)

## 5. CALCULO DEL ESTADO FINAL (EF)

Para el cálculo del estado ecológico (EE) se consideran el estado Biológico, el estado Físicoquímico y el estado Hidromorfológico, de la siguiente manera:

EC-BIO (EE_BIO)	EC-FQ (EE_FQ)	EC-HM (EE_HM)	EEco (EE)
MuyBueno (1-MB)	MB (1-MB)	MB (1-MB)	MB (1-MB)
	BU (2-BU)	MB/BU	BU (2-BU)
	MO (3-MO)		MO (3-MO)
Bueno (2-BU)	MB/BU	MB/BU	BU (2-BU)
	MO		MO (3-MO)
Moderado (3-MO)	Indistinto	Indistinto	MO (3-MO)
Deficiente (4-DE)			DE (4-DE)
Malo (5-MA)			MA (5-MA)

El estado químico (EQ) es “*no bueno*” cuando hay algún incumplimiento de la Norma de Calidad Ambiental, bien sea como media anual (NCA\_MA), como máximo admisible (NCA\_CMA) o en la biota (NCA\_biota) para las **sustancias prioritarias y otros contaminantes** (tabla A8). Las NCA se recogen en el *Anexo IV del RD 817/2015*.

**Tabla A8.** Clases de estado químico para sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Clase de estado químico	Bueno	No alcanza el buen estado
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

Al comparar los resultados para cada métrica con los umbrales establecidos en el RD 817/2015, se ha tenido en cuenta que en el caso de que el resultado coincida exactamente con el LCC (límite de cambio de clase):

- Para EC-BIO y EC-FQ gales, se considerará en la clase inferior con NFC alto.
- Para EC-HMF, se considerará en la clase superior con NFC bajo.
- Para EC-FQ contaminantes específicos, se considerará que cumple la NCA pero con NFC bajo.

El estado (EF) de la masa de agua es el *peor valor* entre su estado ecológico y su estado químico según el diseño de la tabla A9.



**Tabla A9.** Determinación del estado final.

<b>Estado Final (EF)</b>	<b>Estado Químico (EQ)</b>	
<b>Estado Ecológico (EE)</b>	Bueno	No alcanza el buen estado
Bueno o superior	Bueno	Inferior a bueno
Moderado	Inferior a bueno	
Deficiente		
Malo		

## DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA LAGUNA DE MUSCO (MAS 1037).

### AÑO 2007

Durante el año 2007 no se realizó muestreo.

## DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA LAGUNA DE MUSCO (MAS 1037).

### AÑO 2008

Durante el año 2008 no se realizó muestreo.

## DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA LAGUNA DE MUSCO (MAS 1037).

### AÑO 2009

Se han considerado los indicadores especificados en los apartados anteriores para los valores medidos en el lago, estableciéndose el estado ecológico global del lago según la metodología descrita con los límites de clase indicados para la tipología nº 21.

En la tabla A10 se incluye el estado ecológico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua teniendo en cuenta los indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos según la valoración de este estado ecológico final para cada campaña de muestreo.

**Tabla A10.** Diagnóstico del estado ecológico según los indicadores.

INDICADOR	VALOR	ESTADO ECOLOGICO
<b>INDICADORES DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS</b>		Bueno
<b>INDICADORES DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS</b>		
DISCO SECCHI (m)	20 (fondo)	NC*
pH	8,20	Bueno
CONCENTRACIÓN P TOTAL (mg/L)	0,038	Muy Bueno
<b>INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS</b>		
CLOROFILA a (µg/L)	3,27	Muy Bueno
BIOVOLUMEN ALGAL (mm <sup>3</sup> /L)		NC*
FITOPLANCTON (EE_MFIT)		Muy Bueno

COBERTURA DE ESPECIES INDICADORAS DE EUTROFIA (NºEspecies)	Sin dato	
COBERTURA DE ESPECIES EXÓTICAS (NºEspecies)	Sin dato	
HIDRÓFITOS (Presencia/ Ausencia)		NC*
COBERTURA HELÓFITOS (%)	98	Muy Bueno
COBERTURA HIDROFITOS (%)	Sin dato	
RIQUEZA DE MACRÓFITOS (Nº especies)	5	NC*
OTRA FLORA ACUÁTICA (EE_OFALAM)		Muy Bueno
ÍNDICE IBCAEL	Sin dato	
INVERTEBRADOS (EE_IBCAEL)		Sin dato

NC: No Considerado en esta tipología de lago para el cálculo del Estado Ecológico.

Atendiendo a estos valores, el Estado Ecológico sería el siguiente:

**Tabla A11.** Diagnóstico del estado ecológico.

INDICADOR	Código de estado	Nivel de estado
HIDROMORFOLÓGICO	EE_HM	Bueno
FISICOQUÍMICO	EE_FQ	Muy Bueno
BIOLÓGICO	EE_BIO	Muy Bueno
ESTADO ECOLÓGICO	EE	Bueno

No se han realizado otros muestreos químicos en este año.

A la vista de los resultados obtenidos, el Estado Final de la Laguna de Musco es **BUENO**.

## DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA LAGUNA DE MUSCO (MAS 1037).

### AÑO 2010

Durante el año 2010 no se realizó muestreo.