Hoja Informativa AELS

23

Estudiando el lago de Sanabria

II. Evaluando el Estado Ecológico con vegetales acuáticos (macrófitas).

Los vegetales acuáticos (denominados **macrófitos**) son un elemento muy interesante para determinados el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos, ya que muestran sensibilidad a los cambios, presiones e impactos debido a la especialización de los elementos que componen estas comunidades.

La Directiva Marco del Agua -DMA- (Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo) establece tres grupos de elementos para determinar el estado ecológico de estos ecosistemas acuáticos: los parámetros físico-químicos del agua (variables y parámetros disueltos y en suspensión), los hidromorfológicos (orillas, cuenca y sedimentos), y los biológicos. Dentro de éstos, se analiza la presencia de macrófitas (plantas y otros vegetales acuáticos macroscópicos vegetales que colonizan los humedales) y el fitoplancton entre los elementos de flora; así como los invertebrados y peces entre los de fauna.

Se estudian especialmente las plantas acuáticas que viven total o parcialmente sumergidas (denominadas **hidrófitas**) en las orillas o los márgenes del ecosistema, hasta el nivel de profundidad que alcanza la luz. Además de estas comunidades se analiza la presencia de vegetales especialistas en vivir en las orillas del agua, enraizadas, pero con casi todo su organismo fuera del agua. Éstos son los denominados **helófitas**.

Además en las proximidades de la cubeta de inundación habitual de las lagunas esteparias en ámbito mediterráneo, y en especial las de condiciones temporales y/o de aguas enriquecidas en sales disueltas, se consideran las comunidades denominadas de **salicorniar**. Están compuestas por plantas hidrófilas pero que no aguantan la inundación de sus raíces largos periodos de tiempo; pero sensibles a la desecación. Asimismo en las inmediaciones de éstos, y más alejadas de la orilla del agua, estarían localizadas las comunidades de pastizales higrófilos salinos.

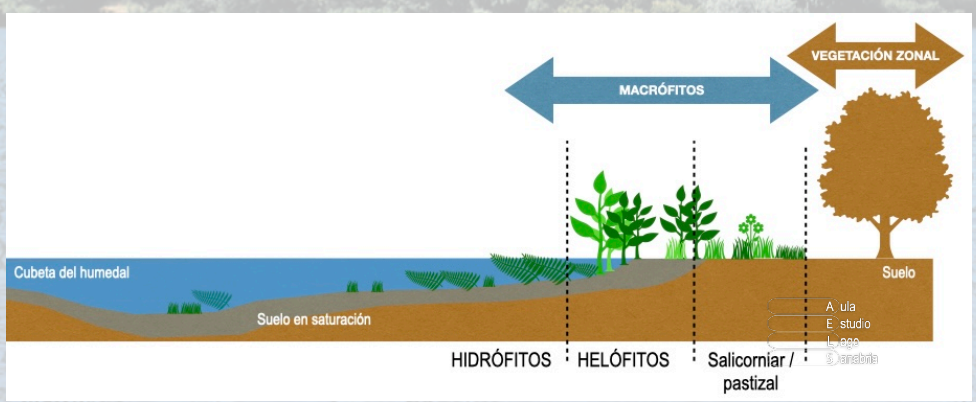


Figura 1. Perfil de distribución de las diferentes comunidades de plantas relacionadas con su afinidad por el agua.

https://aulaestudiolagosanabria.info
Hoja informativa AELS / ISSN 2530-562X

aels@usal.es

BY-NC-ND

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

II. Evaluando el Estado Ecológico de lagos con macrófitas.

Para el análisis de los macrófitos (algas y carófitos, briófitos y cormófitos) no existe una estandarización de criterios en el conjunto de la Unión Europea.

Algunos estados miembros han desarrollado métodos de evaluación de lagunas basados en estas comunidades, pero en general el estudio ha sido durante décadas mucho más intenso sobre lagos profundos.

Dinamarca, Alemania, Finlandia, Bélgica, Suecia y Reino Unido han desarrollado protocolos y métodos de trabajo que han sido aplicados a otros países; si bien, se ha intentado hacer una.

A diferencia de estas regiones, en España abundan las lagunas mediterráneas someras, con unas características diferenciadas a las del norte: son más pequeñas, están más aisladas y tienen fuertes fluctuaciones en el nivel del agua. En gran medida además están muy antropizadas.

El protocolo MITECO M-L-OFM 2025.

Este protocolo de trabajo aprobado para el seguimiento de las masas de agua incluidas en las redes de monitorización de la DMA actualiza la anterior referencia M-L-OFM-2013.

Continua con la línea de trabajo multimétrico en el estudio los macrófitos, y también de su propiedad como bioindicadores, en especial sobre la eutrofización.

Así el indicador OFM se basa en la cuantificación de:

1. La riqueza de especies.
2. La cobertura (%) total .
3. La presencia de tacones indicadores o que se benefician de la eutrofización.
4. La presencia de tacones exóticos en las comunidades.



La toma de datos se realiza en los ecosistemas acuáticas en el mejor momento del periodo vegetativo de las plantas y algas filamentosas. La toma de datos se hace directamente en las orillas a través de parcelas de recuento y estimación de la cobertura, así como a través de trayectos (vadeables o con barca) en el resto de la masa de agua. La disposición y la cantidad de los puntos de muestreo depende de la tipología del ecosistemas y de sus dimensiones y profundidad.

En una segunda fase en gabinete los inventarios se organizan y se una selección de los tacones presentes que son característicos de cada tipología de laguna o lago, según unos cuadros estandarizados en el protocolo.

En el caso de Sanabria se realiza este protocolo sobre la laguna de Lacillo (tipología 3) y sobre el lago Sanabria (tipología 6). Para ellos se aplica, por lo tanto, como tabla de taxones caracterizadores de las tipologías 1 a 8 de la DMA la Tabla AII.2 del Protocolo M-L_OFM-2025 página 37, en el Anexo II del mismo.



Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Tipologías de lagunas.

La adaptación de la Directiva Marco del Agua a la legislación española reconoce en España 30 tipologías de lagos, lagunas y otros humedales. Se agrupan en 4 grupos integrados de la siguiente manera:

A. Montaña (9 tipologias, L-T01 a L-T09)
B. Cárstico (6 tipologias, L-T10 a L-T15)
C. Interior (9 tipologias, L-T16 a L-T27)
D. Litoral (3 tipologias, L-T28 a L-T30)

En Sanabria se localizan lagunas y lagos de dos de estas tipologías:

- L-T03: Alta montaña septentrional, poco profundo y aguas ácidas: en esta tipología está incluida la laguna de Lacillo.
- L-T06: Media montaña, profundo y aguas ácidas: incluye al lago de Sanabria.

Taxones característicos de lagos de montaña (tipos 01 a 08).

En el Anexo II del protocolo M-L-OFM-2025 se indica la presencia de los siguientes taxones como los más característicos de las tipologías de lagos y laguna L-T03 y L-T06.

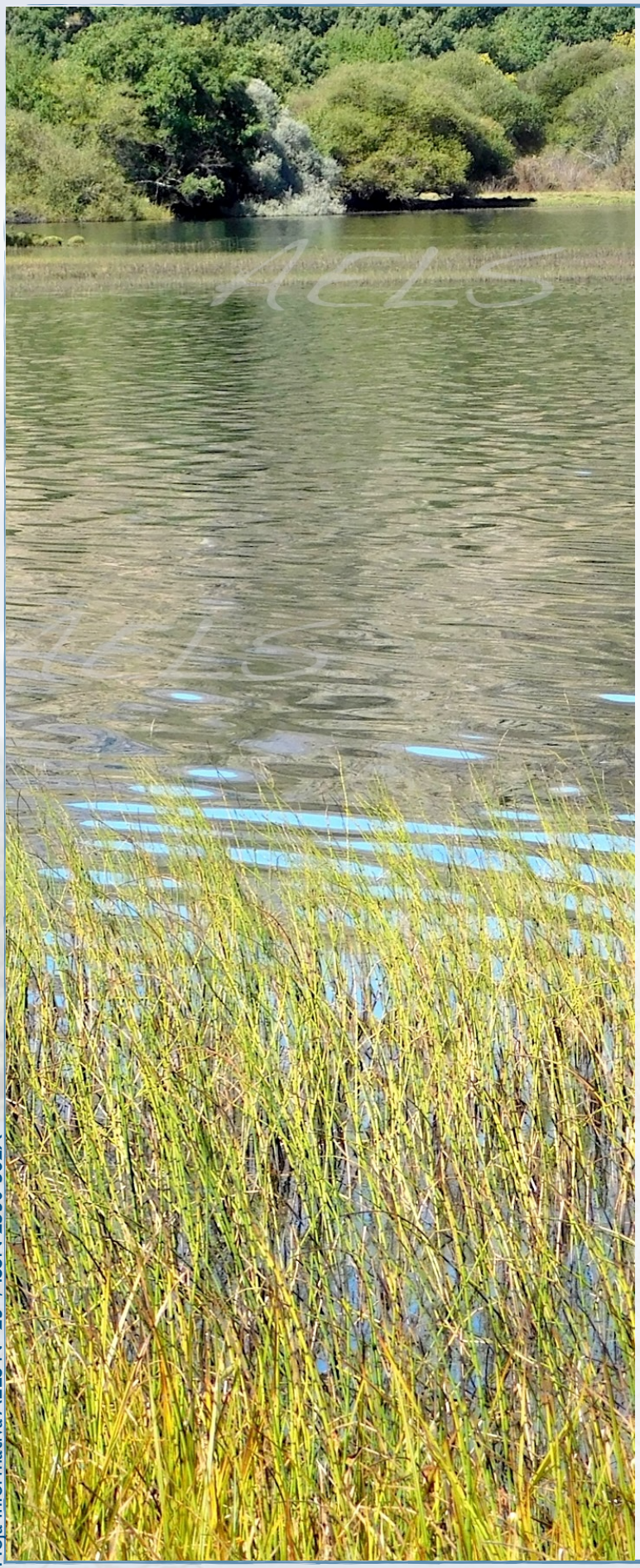
Por lo tanto en el caso de los dos ecosistemas lacustres sanabreses que se incluyen en la evaluación DMA por parte de la Confederación Hidrográfica del Duero -CHD- tenemos la siguiente lista de especies presentes, agrupadas por niveles taxonómicos y por biotipos de vegetación que vive sumergida total o parcialmente de forma permanente (los HIDRÓFITOS), o bien que vive con la mayoría de los órganos al aire o en zonas muy someras de inundación temporal (los HELÓFITOS).

HIDRÓFITOS	LACILLO	LAGO
CARÓFITOS	**1**	**1**
Nitella flexilis	X	X
BRIÓFITOS	**3**	**2**
Fontinalis antipyretica	X	X
Sphagnum denticulatum	X	X
Warnstorfia exannulata	X	
CORMÓFITOS	**6**	**4**
Callitriche palustris	X	
Myriophyllum alterniflorum	X	X
Potamogeton natans	X	X
Subularia aquatica	X	
Isoetes velatum	X	X
Ranunculus peltatus	X	X

Tabla 1. Listado de especies de hidrófitos habitualmente encontrados en ambas masas de agua durante el seguimiento DMA en el verano.

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional



HELÓFITOS	LACILLO	LAGO
CORMÓFITOS	**12**	**10**
Alisma plantago-aquatica		X
Alopecurus aequalis	X	
Antinoria agrostidea	X	X
Baldellia alpestris	X	
Baldellia ranunculoides		X
Carex elata		X
Carex nigra		X
Carex rostrata	X	
Carum verticillatum	X	X
Eleocharis acicularis		X
Eleocharis palustris	X	X
Glyceria fluitans	X	X
Juncus bulbosus	X	X
Menyanthes trifoliata	X	
Montia fontana	X	
Ranunculus flammula	X	
Sparganium angustifolium	X	

Tabla 2. Listado de especies de helófitos habitualmente encontrados en ambas masas de agua.

Los inventarios de vegetales acuáticos que se obtienen en estos trabajos de seguimiento del estado ecológico constituyen la base para la evaluación del mismo en función de los MACRÓFITOS que son representativos de la tipología del humedal.

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Indicadores para la evaluación

Además de las especies características de cada tipología se localizan frecuentemente otros taxones ligados al agua, tanto dentro del agua como en las orillas. Siempre que sean especies de origen autóctono ibérico se consideran, pero a diferencias de las características no colaboran apenas en la evaluación.

Algunas tipologías tienen como parámetro indicador la riqueza total de macrófitos localizados, pero no es el caso de las tipologías 3 y 6 de Sanabria.

Además, para la mayoría de las tipologías se considera la cobertura % de los hidrófilos y de helófitos característicos en los inventarios, de manera que no sólo se estudia la presencia de estas especies, sino también la abundancia o dominancia, en su caso, de algunas especies muy representativas de estas comunidades acuáticas.

Pero según indica el protocolo MITECO M-L-OFM 2025 en los lagos de tipologías L-TO3 y L-TO6 la evaluación debe realizarse mediante la aplicación de los siguientes tres indicadores:

- Presencia / ausencia de macrófitos
- Cobertura de macrófitos exóticos
- Cobertura de macrófitos que se benefician con la eutrofización

De esta forma se produce una simplificación excesiva de la información que puede aportar al estado ecológico la presencia de muchas especies de MACRÓFITAS que no son consideradas.

Ignorando tanto los patrones de abundancia como el valor de riqueza taxonómica de este grupo biológico.

Valoración crítica de este sistema de evaluación

Como se ha descrito la simplificación de esta evaluación a un sistema binario de presencia/ausencia de especies de macrófitos no parece ser adecuado para ecosistemas acuáticos que albergan gran riqueza de especies, y en no pocos casos taxones relevantes desde el punto de vista de la ecología vegetal, la taxonomía y corología botánica, y el sistema de bioindicadores basado en los cambios que reflejan las comunidades bióticas como respuesta a los cambios en los factores que controlan la conservación de los ecosistemas.

Por otro lado, el sistema de taxones que pueden ser incluidos en al indicador de cobertura de macrófitos que se benefician de las condiciones de eutrofización de las orillas no está desarrollado, ya que incluye muy pocas especies que puedan ser incluidas (de plantas y de algas).

Y además se añade la incertidumbre de que la presencia (a veces abundancia) de algunos de estos taxones no está demostrado que se relacionen perfectamente con la eutrofización de origen antrópico; es decir, debido a las alteraciones provocada sobre el funcionamiento de los hábitats por la actividad humana.

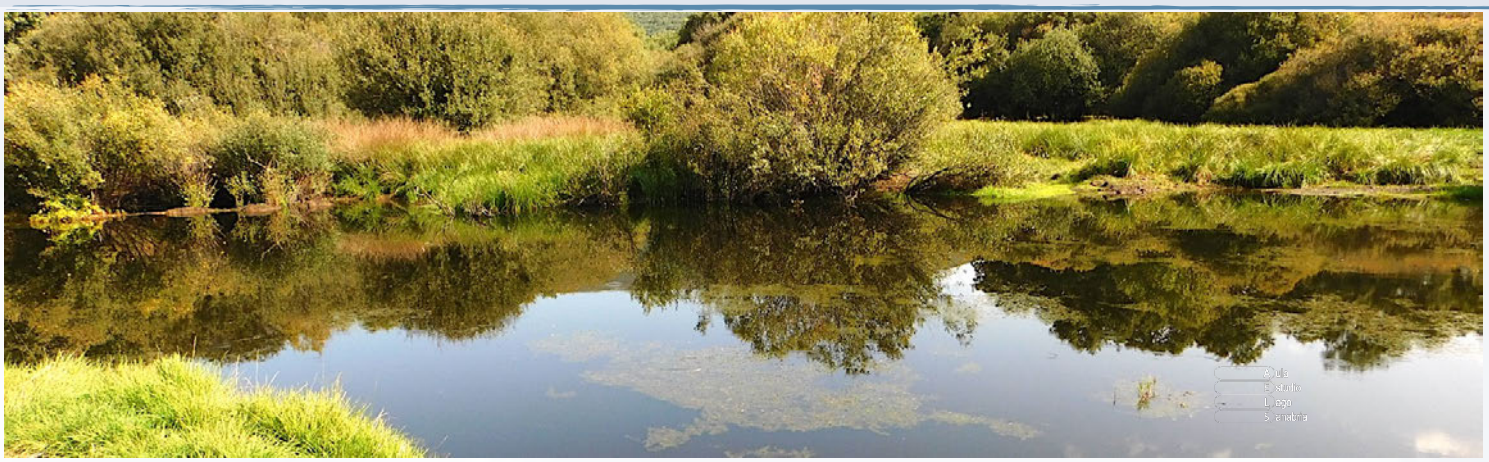
La presencia de algunas algas filamentosas, casi siempre vilipendiadas como portavoces de problemas de eutrofización o contaminación, puede ser explicada por lo general por las condiciones naturales de las orillas (abundancia puntual de nutrientes o remoción temporal desde el sedimento o los arrastres desde la cuenca).

Es decir, localmente su presencia no es indicadora de impacto antrópico sobre la masa de agua, que es el objetivo final de la evaluación DMA de las lagunas y lagos.

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

II. Evaluando el Estado Ecológico de lagos con macrófitas.



Los inventarios florísticos habituales en los ecosistemas acuáticos son mucho más extensos que los obtenidos en una visita de campo de un día aleatorio del verano para realizar el protocolo M-L-OFM-2025. Por muy bien que se hagan y por mucha formación previa que tengan los encargados.

Este sistema de monitorización además no puede detectar la evolución en el tiempo de las comunidades dentro de los ciclos biológicos de las especies, ni tiene en cuenta su distinta detectabilidad.

De manera que son demasiados los factores que afectan a la metodología y que rebajan la fiabilidad del resultados final. En gran medida la incertidumbre del dato (afectado por los cambios estacionales y los ciclos climáticos) impide validar a largo plazo el resultado.

Por lo tanto, la presencia o ausencia de los taxones que se consideran pueden responder a los estresores que se pretende identificar u a otros, puede que no relacionados con la DMA.

Por ejemplo, no se compara la evolución de la presencia y cobertura de las plantas en las orillas en momentos previos a algunas presiones predecibles (por que son temporales, repetidas y cíclicas), como por ejemplo la masificación turística en la orillas (baño, navegación, pesca, etc.). En comparación con los mismos parámetros medidos después de su acción sobre las orillas.

Se puede citar como ejemplo paradójico las orillas del lago Sanabria en un momento antes de la presencia masiva del turismo en sus orillas (pongamos finales de junio) y después de su presión sobre el medio natural (mediados de septiembre).

La actividad de baño y navegación de recreo entre esas fechas es tan intensa (cientos de miles de personas) que podría tener más relevancia y poder explicativo que el hecho de que las comunidades responden también a la calidad del agua y/o a un posible aumento de la eutrofización.

Esta posibilidad aun no ha sido estudiada, ni evaluada su relevancia en el contexto general de conservación de toda la masa de agua.



Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Mejoras deseables en el sistema de evaluación deseado ecológico de una masa de agua

A lo largo de los años de mejora del conocimiento de las comunidades biológicas se han realizado importantes progresos para conocer la biodiversidad de la Sierra Segundera. En gran medida por estar integrada como Parque Natural y Zona de Especial Conservación en los territorios de especial atención.

Se han realizado algunos trabajos específicos sobre la biodiversidad vegetal y animal a lo largo de las últimas 5 décadas. Tanto trabajos monográficos como a nivel de informes administrativos o tesis doctorales universitarias.

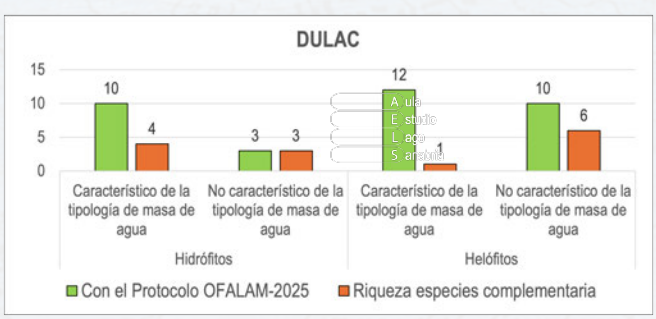
Desde el primer trabajo de inventariación de la riqueza biológica de estas montañas siempre ha quedado claro su gran importancia y relevancia en el contexto ibérico, y no es una excepción para el caso de los seres dulceacuícolas. Debido en gran medida a la presencia de gran cantidad de taxones especializados en vivir en aguas frías, de muy baja mineralización y de naturaleza ácida (en el agua, en el sedimento y en el sustrato terrestre). Todo tiene explicación en su pasado glaciar, en su naturaleza geológica muy antigua y en una composición básicamente silícea de los minerales.



Concretando en particular sobre los vegetales considerados macrófitos hay que resaltar que los inventarios botánicos encontrados en estos estudios son más exhaustivos que los que se pueden conseguir en las visitas de chequeo de la evaluación DMA.

En el caso particular de los dos ecosistemas que se monitorizan se conoce la presencia en sus aguas y orillas de al menos 40 taxones en el lago Sanabria y de 49 en la laguna de Lacillo. Mientras que el protocolo M-L-OFM-2025 contempla una presencia de taxones característicos de 22 en Lacillo (DULAC), y de 17 en el lago Sanabria (DUSAN).

De esta forma se ignora, al menos, la presencia del 55,1% en Lacillo y el 45% en lago de Sanabria de los taxones totales de vegetales acuáticos y semiacuáticos (macrófitos) presentes.



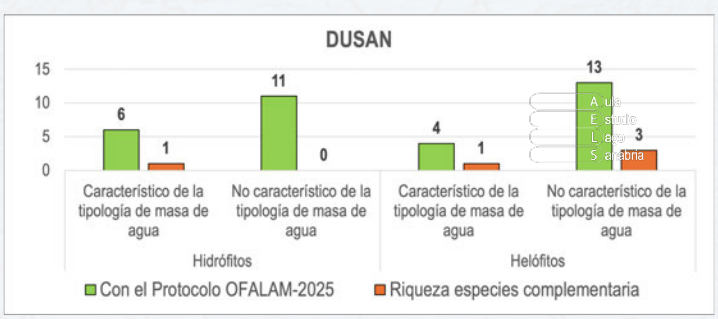


Figura 2. Valores de riqueza de macrófitos característicos y no característicos documentados en ambos ecosistemas analizados en este apartado.

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Y a este déficit de uso de la información que aporta la biodiversidad vegetal debemos superponer el hecho de que los listados para los ecosistemas de tipos T01 - T08 no están realmente adaptados a las regiones biogeográficas de las zonas de estudio. Lo que redunda en que del listado de 88 taxones de referencia incluidos en el Anexo II del protocolo, en Lacillo sólo podríamos citar un máximo de 22 (el 25%), y de 15 en el lago Sanabria (sólo el 17%). El resto no podríamos citarlos, no por su ausencia debido a las presiones e impactos sobre los ecosistemas, sino simplemente por que no se distribuyen en la zona geográfica estudiada.

A lo que no hay que olvidar que además en el caso de los lagos que nos ocupan en esta Hoja Informativa Nº 23 además el único indicador que se incorpora a la evaluación del estado ecológico es la presencia/ausencia de macrófitos.

Algo que es tan simplificado que no sirve de nada como indicador para un método de evaluación.

El resto de los indicadores

Además de la presencia y cobertura de los taxones de hidrófitos y helófitos que habitan en las lagunas se utilizan otros dos indicadores para conocer su estado ecológico, en base a los macrófitos, según los protocolos M-L-OFM-2013 y M-L-OFM-2025: la existencia de taxones que cumplan su requisito de bioindicadores de condiciones de eutrofización, y la presencia de plantas u otros vegetales de carácter exótico. Es decir, que no pertenezcan a la Flora ibérica.



Figura 3. Conjunto de grupos funcionales y taxonómicos que se utilizan como indicadores del estado ecológico de un lago o laguna.



Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Relación de las macrófitas con la eutrofización

Las especies vegetales que se consideran en este apartado se pretenden asociados de forma inequívoca a elevados niveles de eutrofización, especialmente a elevadas concentraciones de fósforo disuelto.

Aunque su presencia es mucho más universal en todo tipo de ecosistemas acuáticos dulceacuícolas los protocolos no las incluyen como típicas de éstos, sino que atribuye su presencia a los procesos de eutrofización; y por tanto, no deberían ser relevantes en ellos si los medios acuáticos estuvieran en buen estado ecológico.

En concreto se incluyen taxones con biotipos de algas filamentosas y plantas. En el caso concreto de las algas filamentosas se introducen en esta métrica de cobertura aproximada (en las orillas) especies de varios géneros.

Desde la aplicación de la primera versión del protocolo de 2013 está pendiente una selección de las especies más propias de las condiciones eutróficas, pero dicho estudio todavía no está disponible.

Para el caso de las plantas sí se incluye un listado de 9 especies que se consideran características de estas condiciones, o que se ven beneficiadas por ellas.

En el caso de laguna de Lacillo (DULAC) y el lago Sanabria (DUSAN) la evaluación utilizando el protocolo nos lleva a utilizar sólo una pequeña parte de la riqueza biológica (Figura 4) que estas masas de agua albergan. El mayor nivel de conocimiento científico sobre el lago nos permite comprobar como de los listados a nivel de especies conocidas del litoral un total de 52 taxones son de algas con crecimiento filamentoso, 18 de los cuales (el 34,6%) se consideran beneficiados por la eutrofización (Figura 4, dcha.) Algo similar ocurre en la laguna de Lacillo, donde se quedan fuera de la consideración esta métrica 7 especies, cuando el protocolo considera 9.

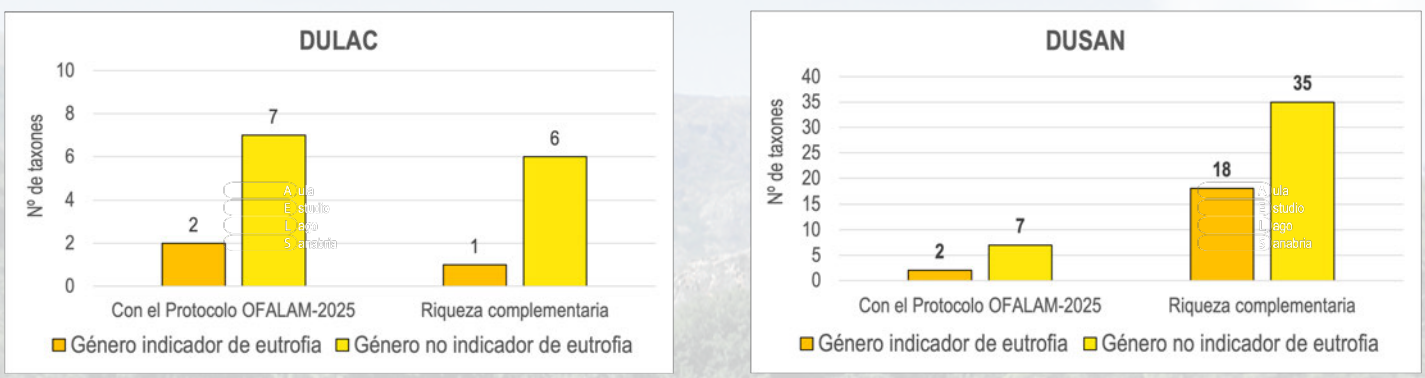


Figura 4. Valores de riqueza en ambos ecosistemas de macrófitos (plantas y algas filamentosas) indicadores de condiciones de eutrofia o que se benefician de condiciones de abundancia de nutrientes en el agua.

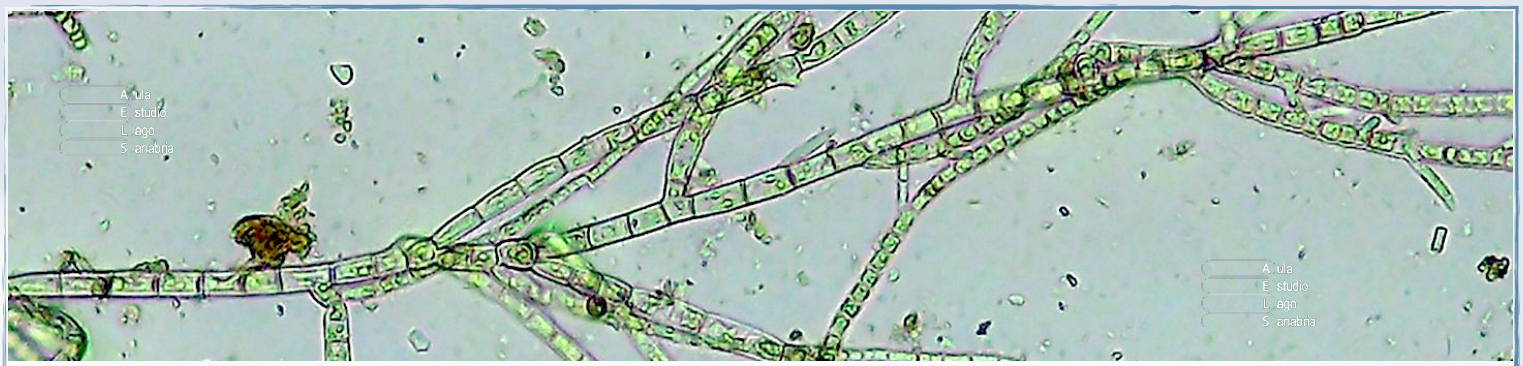
Existen otros métodos de establecer el nivel trófico de los lagos con relación a la presencia de macrófitos; en relación con sus necesidades de nutrientes (básicamente N y P) para desarrollarse. Cuando éstos abundan, o están muy fácilmente disponibles, el crecimiento es intenso y la proliferación (tanto de algas "en sentido amplio" como de plantas) elevada se hace patente a simple ojo. Y dentro de estos grupos, además más hay especies o variedades que se aprovechan de la abundancia de nutrientes y proliferan con especial rapidez e intensidad.

Uno de estos métodos es Species Trophic Rank (STR)



Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional



Species Trophic Rank (STR)

Este indicador se basa en asignar puntuaciones (rango 1-10) a los taxones de macrófitos en función de su tolerancia a las condiciones de eutrofia en los ecosistemas acuáticos. Las especies más tolerantes son las que se benefician de estas condiciones.

Estas especies más tolerantes tienen valores más bajos (1-3), y las más sensibles tienen los más altos (8-10). Las especies que se consideran moderadamente tolerantes tienen valores 4-5, y las moderadamente sensibles a la eutrofización con valores 6-7.

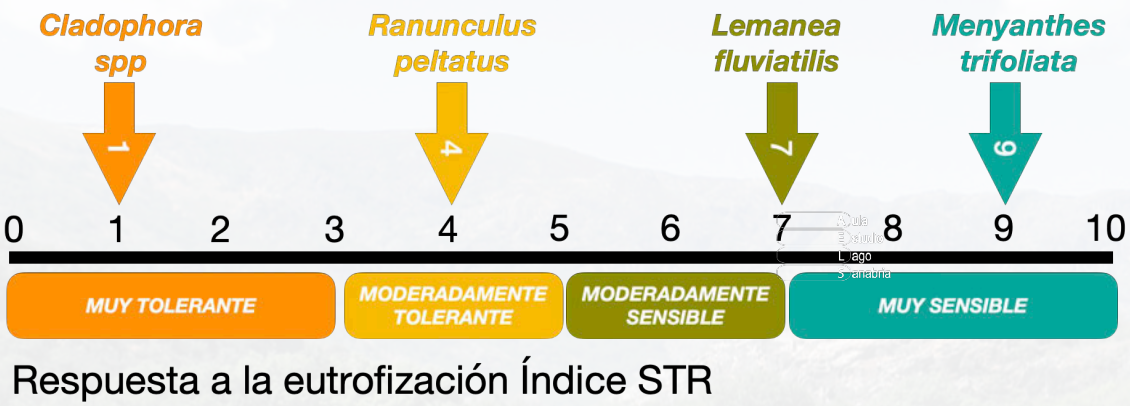


Figura 5. Ejemplo de la puntuación de cuatro especies.

En la Figura 6 se presenta el reparto de grupos de clasificación de sensibilidad de los macrófitos de los dos ecosistemas que se vienen analizando en esta Hoja Informativa. Se muestran los valores agrupados para los hidrófitos, y también para los helófitos que son considerados característicos de los tipos L-T03 y. L-T06, respectivamente.

Con los datos que se representan en los gráficos de sectores se puede afirmar que en ambos ecosistemas predominan los taxones que son sensibles al proceso de eutrofización; mientras que también en ambos ecosistemas se encuentran más especies tolerantes con la abundancia de nutrientes entre los helófitos (en las orillas) que entre los hidrófitos (sumergidos).

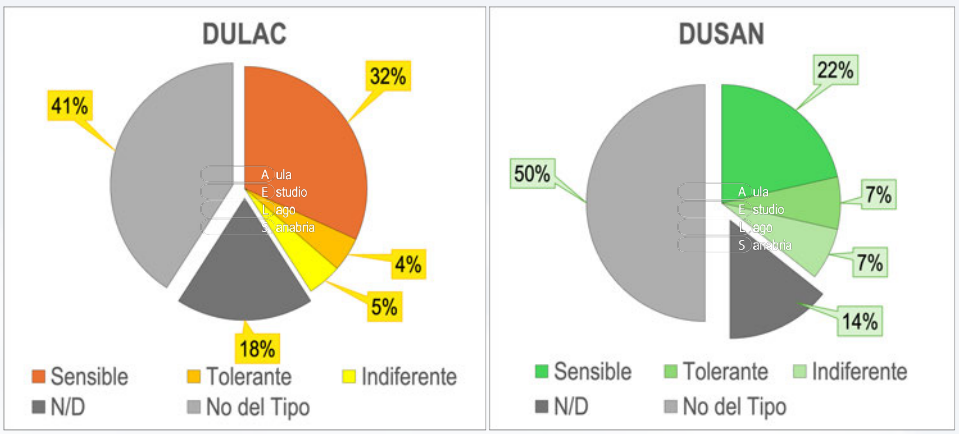
Con los sumatorios promedios (Figura 7) de la puntuación de especies que son de los respectivos tipos asignados por la DMA (en Lacillo hay 7 taxones sin datos, y cinco en el lago Sanabria) los valores del índice STR son mayores en Lacillo que en el lago Sanabria (7,4 vs 6,6). Con este indicador la laguna de Lacillo se sitúa en el tramo de la escala con mayor sensibilidad a la eutrofización, es decir proliferan los taxones que indican una mayor oligotrofia en el estado trófico del ecosistema, al menos en sus orillas.

Para el caso del lago Sanabria el STR se coloca en la zona de "moderadamente sensible" al enriquecimiento en nutrientes, que se corresponde con una ligera mesotrofia, pero muy lejos de la eutrofia.

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Hidrófitos



Helófitos

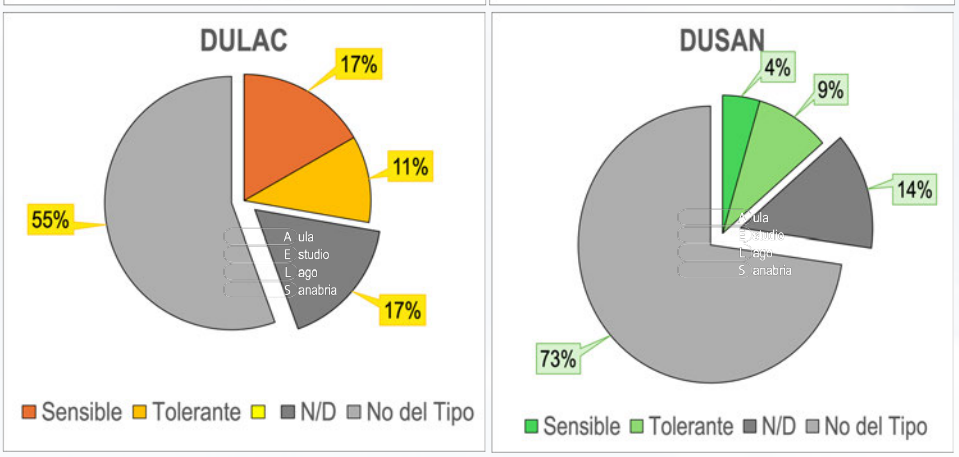
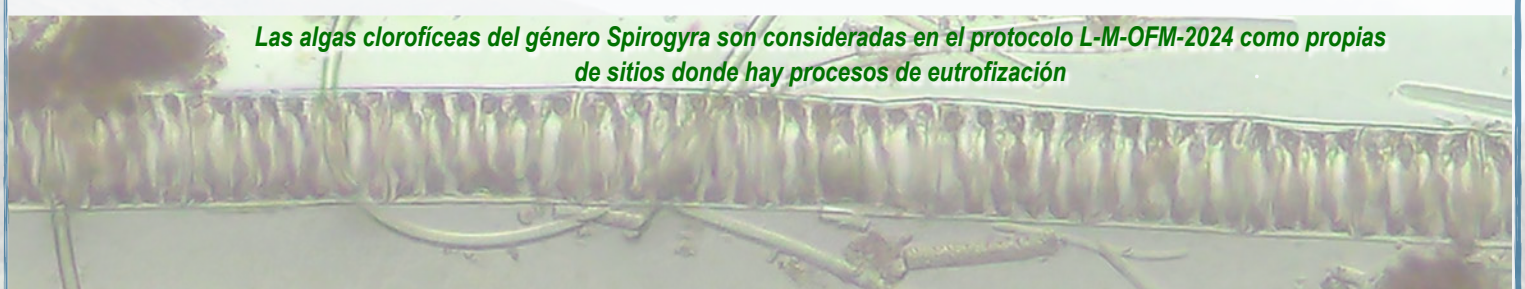


Figura 6. Reparto porcentual de las clases de tolerancia a la eutrofización de los taxones encontrados en ambos ecosistemas.



Las algas clorofíceas del género Spirogyra son consideradas en el protocolo L-M-OFM-2024 como propias de sitios donde hay procesos de eutrofización

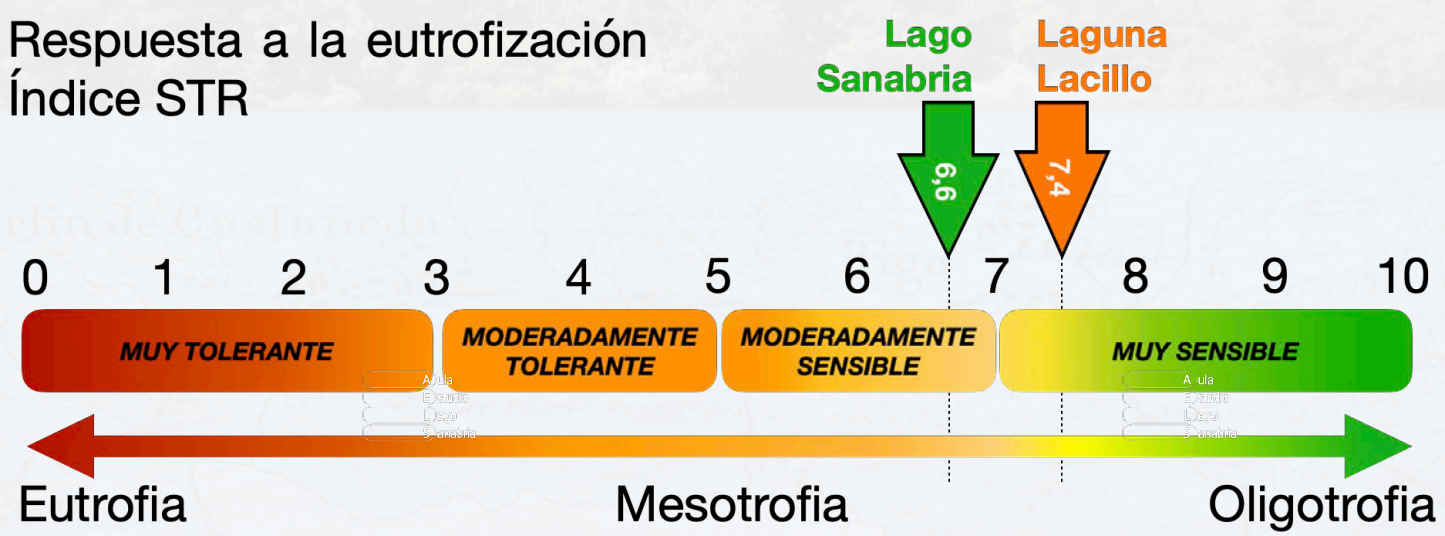


Figura 7. Valores del índice STR para los dos ecosistemas en estudio.

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Conclusiones.

#sinCiencia
no hay futuro

Como conclusión general se puede extraer que el análisis de los macrófitos sí pueden ser indicador del nivel de grado trófico que tienen los ecosistemas acuáticos.

Sin embargo, la automatización y simplificación del proceso de análisis de los chequeos que se hacen anualmente para conocer el estado ecológico en términos definidos por la DMA para lagos y lagunas no es adecuado, ni tampoco representa un proceso con nivel de confianza elevado.

Y esta afirmación presenta mayor calado en el caso de los lagos de montaña (tipologías 1-8), sobre los cuales se procede de una manera demasiado simplificada y poco ajustada a la realidad científica que se tiene en 2026 sobre sus comunidades vegetales.



Referencias bibliográficas

Los datos utilizados para crear este análisis han sido tomados de distintos estudios, así como de datos propios de inventarios de campo. En todos los casos el procesamiento de los datos corresponde a los autores.

- Aldasoro, J.J, Aedo, C., Muñoz, J., de Hoyos, C., Vega, J.C., Negro, A.I., Moreno, G. A Survey in Cantabrian mires. Anales Jardín Botánico 54(1): 472_489
- De Hoyos, C. 1996. Limnología del lago de Sanabria. Variabilidad interna del fitoplancton. Tesis Doctoral. Área de Ecología, Universidad de Salamanca, 430 pp.
- Margalef, R. 1955. Comunidades bióticas de las aguas dulces del noroeste de España. Publicaciones Instituto Biología Aplicada, Tomo XXI: 5-85.
- Morales, J. & Negro, A.I. 2021. Caracterización del complejo lacustre glaciar de alta montaña de sierra segundera (NO de Zamora). Pirineos, 176, e063. https://doi.org/10.3989/pirineos.2021.176001
- Muñoz, J. Aldasoro J.J., Negro, A.I., De Hoyos, C. & Vega, J.C. 2003. Flora and water chemistry in a relictic mire complex: the Sierra Segundera mire area (Zamora, NW Spain). Hydrobiologia, 495: 1-16.
- Negro, A.I. 2000. Lagunas y turberas de las Sierras Segundera y Cabrera. Características físico-químicas y fitoplancton. Anuario 2000 Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo: 209-256.
- Negro, A.I. 2005. Ecología del fitoplancton de las lagunas y turberas de las Sierras Segundera y Cabrera y de la Cordillera Cantábrica. Tesis Doctoral. Área de Ecología, Universidad de Salamanca, 413 pp.
- Pahissa J. et al. 2015. Water quality of Lake Sanabria according to phytoplankton. A comparison with historical data. Limnetica 34 (2): 527-540. DOI: 10.23818/limn.34.39
- Penning, W.E., Mjelde, M., Dudley, B. et al. 2008. Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. Aquat Ecol 42, 237-251. https://doi.org/10.1007/s10452-008-9182-y
- Szoszkiewicz, K., Karolewicz, K., Tawniczak, A., Dawson, F.H. 2002. An Assessment of the MTR Aquatic Plant Bioindication System for Determining the Trophic Status of Polish Rivers. Pol. J. Environ. Stud. 2002;11(4):421-427
- Vega, J.C., De Hoyos, C. & Aldasoro, J.J. 1991. Estudio del Sistema de Lagunas de las Sierras Segundera y Cabrera. Monografías de las Red de Espacios Naturales de Castilla y León. Ed. Junta de Castilla y León, Valladolid, 46 pp.
- Vega, J.C., De Hoyos, C. & Aldasoro, J.J. 1992. The Sanabria Lake. The largest natural freshwater lake in Spain. Limnetica Volumen 8 (1): 49-57.

Recursos web

★ The Open University 4.1 Measuring and monitoring eutrophication

★ Mirame IDEDuero - CHDuero - [https://mirame.chduero.es]

Dr. Javier Morales
Grupo de Investigación GIR "Diversidad biológica / diversidad humana"

Dr. en Ciencias Biológicas y especialista en fauna acuática y semiacuática de ríos y lagos, tanto de vertebrados como de invertebrados, y especialmente en ríos de Castilla y León. Ha participado durante más de 30 años en numerosos proyectos y trabajo relacionados con la biodiversidad dulceacuícola, el rescate de especies protegidas, la conservación y protección de especies amenazadas de fauna, la calidad de los ecosistemas acuáticos y también en la lucha contra las especies exóticas invasoras.

Noviembre de 2026

Hoja informativa AELS Nº 23 / ISSN 2530-562X

© AELS Todos los contenidos bajo condiciones de una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional