

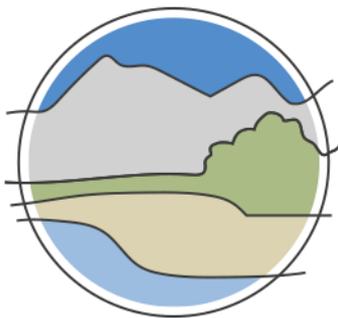


ESTABLECIMIENTO DE UNA TIPOLOGÍA ESPECÍFICA DE TIPOS DE HÁBITAT HERBÁCEOS CON COMPONENTE TURBÓFILO

Antonio Martínez-Cortizas, Noemí Silva-Sánchez,
Xabier Pontevedra-Pombal, Martín Souto,
Eduardo García-Rodeja



Madrid, 2019



ESTABLECIMIENTO DE UNA TIPOLOGÍA ESPECÍFICA DE TIPOS DE HÁBITAT HERBÁCEOS CON COMPONENTE TURBÓFILO





Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

El presente documento fue realizado en el marco de la encomienda de gestión para el Desarrollo de las tareas necesarias para integrar los tipos de hábitat de pastos naturales y seminaturales en el sistema estatal de seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat en España, promovido y financiado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, desarrollado entre 2017 y 2019.

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo Martín¹

Realización y producción

Tragsatec

Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo²

Juan Carlos Simón Zarzoso²

David Sánchez Pescador^{2,3}

Coordinación del equipo técnico

Antonio Martínez Cortizas⁴

Noemí Silva Sánchez^{2,4}

Autores

Antonio Martínez Cortizas⁴

Noemí Silva Sánchez^{2,4}

Xabier Pontevedra Pombal⁴

Martín Souto Souto⁵

Eduardo García-Rodeja Gayoso⁴

Coordinación y revisión editorial

Jara Andreu Ureta²

Íñigo Vázquez-Dodero Estevan²

¹ Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Ministerio para la Transición Ecológica

² Tragsatec. Grupo Tragsa

³ Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)

⁴ Departamento de Edafología e Química Agrícola. Universidade de Santiago de Compostela

⁵ Departamento de Botánica. Universidade de Santiago de Compostela

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Martínez-Cortizas A, Silva-Sánchez N, Pontevedra-Pombal X, Souto M & García-Rodeja E. 2019. Establecimiento de una tipología específica de tipos de hábitat herbáceos con componente turbófilo. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 51 pp.

Las opiniones que se expresan en esta obra no representan necesariamente la posición del Ministerio para la Transición Ecológica. La información y documentación aportadas para la elaboración de esta monografía son responsabilidad exclusiva de los autores.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 638-19-088-X

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. ¿Qué es una turbera?.....	7
2. TIPOLOGIA DE TURBERAS: ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	9
3. PROPUESTA TIPOLÓGICA	13
3.1. Turberas vs paraturberas.....	13
3.1.1. Turberas y paraturberas: vegetación característica	14
3.1.2. Turberas y paraturberas: factores diagnósticos discriminantes.....	15
3.2. Turberas.....	16
3.2.1. Turberas elevadas.....	19
3.2.2. Turberas de cobertor	23
3.2.3. Tremedales.....	25
3.2.4. Complejos de tremedal.....	35
3.3. Paraturberas.....	36
3.3.1. Euparaturbera oligotrófica.....	38
3.3.2. Euparaturbera mesoeutrófica	38
3.3.3. Mineroparaturbera oligotrófica	39
3.3.4. Mineroparaturbera mesotrófica	39
3.3.5. Pseudoparaturbera	40
3.3.6. Esfagnal paraturboso.....	40
3.4. Clave dicotómica de los tipos de hábitat de turbera y paraturbera del Estado español.....	41
3.5. Tipología de turberas y paraturberas y su relación con los tipos de hábitat de interés comunitario	42
4. REFERENCIAS	46
Bibliografía adicional de interés.....	48
ANEXO I. Metodología para la tipificación de turberas y paraturberas	50



1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en un proyecto más amplio cuyo objetivo general es determinar, formalizar y detallar los procedimientos aplicables para monitorizar y evaluar, a nivel estatal y de región biogeográfica, el estado de conservación y las tendencias de los tipos de hábitat presentes en el territorio nacional. Todo ello con el fin de establecer un sistema estatal de seguimiento, con atención preferente a los tipos de hábitat de interés comunitario (THIC) incluidos en la Directiva Hábitats¹ y en el anexo I de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. En concreto, este trabajo se centra en todos los tipos de hábitat de ambientes de turbera y afines y tiene como objetivo la definición de una tipología integral de turberas (turberas ácidas y turberas calcáreas) y de ambientes paraturbosos.

1.1. ¿Qué es una turbera?

Aunque resulte una obviedad, es conveniente recordar que una turbera ha de definirse, en primer lugar, por la presencia de turba, un sustrato orgánico de color oscuro formado *in situ* en condiciones de hidromorfía por la acumulación de restos vegetales y, en menor medida, animales (para una definición véase, por ejemplo, Pontevedra-Pombal *et al.* 2008); y, habitualmente, un contenido de carbono superior al 15%. En segundo lugar, la presencia de turba no es suficiente en sí misma; ha de haber un espesor mínimo que, siguiendo las recomendaciones del *International Mire Conservation Group* y otras instituciones, debe ser de al menos 30 cm y extenderse por una superficie considerable. El último de los aspectos no es tenido en cuenta habitualmente, pero en línea con lo descrito hasta aquí debería equivaler, al menos, a una superficie capaz de contener las escalas de microtopo a mesotopo (véase apartado 3).

¹ Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

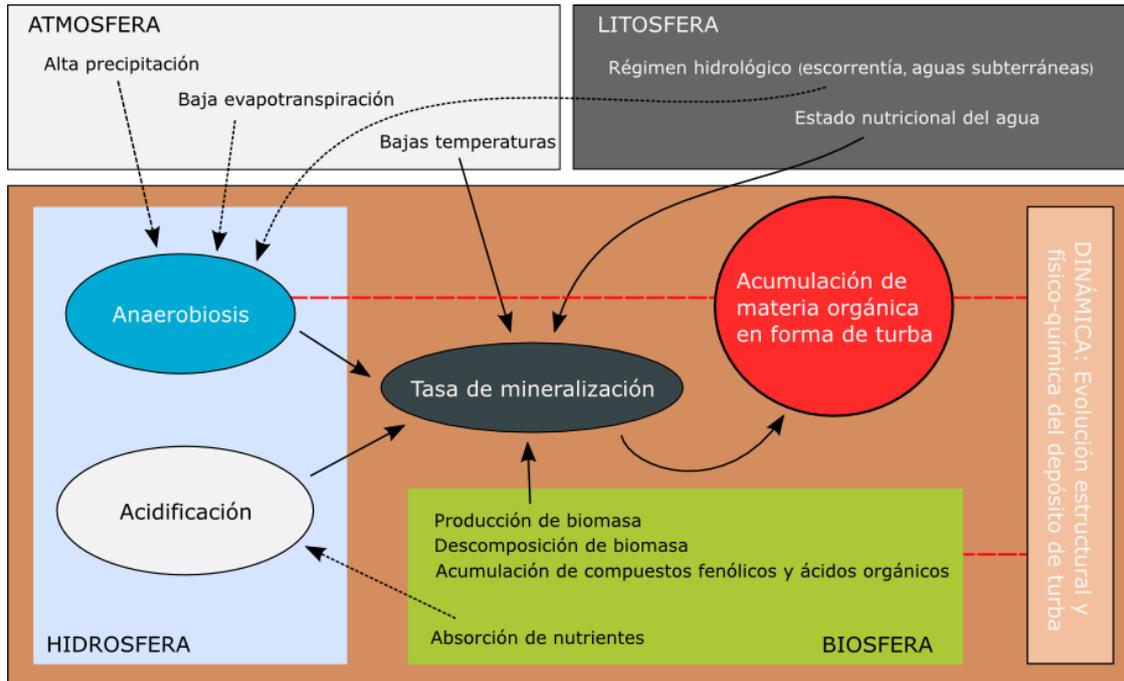


Figura 1 Esquema de los factores biofísicos de control implicados en la formación y acumulación de turba. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 1 se sintetizan las relaciones de interdependencia entre los subsistemas terrestres (biosfera, hidrosfera, atmósfera y litosfera) implicados en la formación y acumulación de la turba. La formación activa de turba y, por tanto, el mantenimiento de los procesos de los que depende es, a nuestro juicio, el eje central sobre el que se tiene que articular el estado de conservación. Cualquier modificación que afecte a la formación activa de turba puede tener implicaciones sobre la superficie ocupada por la turbera, su estructura y funciones. Lyndsay *et al.* (2014), siguiendo la definición de la Directiva Hábitats, indican que una turbera 'activa' es aquella que posee una superficie significativa de vegetación que en condiciones normales contribuye a la formación de turba (lo que en nuestros documentos se denomina 'vegetación característica'). La formación activa de turba, por tanto, se podría determinar en función de la cobertura de vegetación característica. Pero también sería posible hacerlo por medio de otros métodos, como el crecimiento de los esfagnos (Clymo 1970; Pouliot *et al.* 2010; Siegenthaler *et al.* 2014) o los perfiles de acumulación de radionúclidos (^{210}Pb , ^{137}Cs , ^{241}Am ; ver, por ejemplo, Olid *et al.* 2008, 2016). En "Bases ecológicas para la gestión de turberas ácidas de esfagnos (71 *Sphagnum acid bogs*)", Martínez-Cortizas *et al.* (2009) describen en detalle los factores externos e internos representados en la Figura 1. Se debe resaltar que el peso de cada uno de los factores y procesos varía con el tipo de hábitat que se considere.

En el siguiente apartado se describen en mayor profundidad las problemáticas asociadas a las definiciones de tipos de hábitat de turbera al amparo de la Directiva Hábitats. Conviene destacar, sin embargo, que una de las problemáticas más destacables, y que ha contribuido a generar la confusión existente en la actualidad respecto a estos tipos de hábitat, radica en el empleo de criterios exclusivamente botánicos, ignorando otros factores diagnósticos fundamentales y reconocidos a nivel internacional. Este hecho ha podido contribuir, junto con otros, a que en más de una ocasión se hayan catalogado como turberas ambientes que, aun siendo humedales y presentando una vegetación



característica o típica de turberas, por diferentes motivos, no tienen y nunca han tenido una capa continua de turba. No obstante, cabe destacar que estos ambientes deberían de ser también adecuadamente protegidos, ya que pueden tener un gran valor para el mantenimiento de la biodiversidad, así como una importante función en la regulación hidrológica de las cuencas que los albergan, o en el mantenimiento de la calidad de las aguas, entre otros motivos. Sin embargo, protegerlos bajo figuras tipológicas erróneas solo genera confusión y dificulta el establecimiento de métodos para su seguimiento y gestión. Por ello, con el fin de solventar esta problemática, en esta tipología integradora de todos los ambientes de turbera y afines, proponemos la incorporación de un tipo de hábitat nuevo, las paraturberas, que dé cabida a todos aquellos enclaves que presentando hidromorfía y vegetación característica de turberas no presentan una capa continua de turba o aquellos en los que aun teniéndola esta no presenta el espesor requerido.

Con criterio general, la tipología de las turberas (tanto ácidas como alcalinas/mesoeutróficas) debe basarse en los factores biofísicos de control que determinan la presencia y acumulación activa de turba. Es por ello que, aun considerando la vegetación como un elemento importante de los tipos de hábitat de turbera, a nivel de tipología esta no debe constituir un criterio diagnóstico –al nivel de tipificación requerido para la gestión de los tipos de hábitat del Estado español. En el caso de los humedales que se podrían incluir bajo la denominación de ‘paraturberas’, como se describe más adelante, las situaciones son mucho más diversas y no siempre implican la presencia de turba. Las dos condiciones fundamentales son el papel relevante del agua en sus procesos biofísicos y la presencia de una vegetación que puede asimilarse a (ser característica de) las turberas en sentido estricto. Por ello, en la tipología de las paraturberas la vegetación sí tiene carácter diagnóstico.

2. TIPOLOGIA DE TURBERAS: ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los THIC de turbera aparecen en la Directiva Hábitats dentro de dos grandes grupos, el 71 Turberas ácidas de esfagnos y el 72 Turberas calcáreas (en adelante Áreas pantanosas calcáreas). Ambos grupos fueron objeto de una caracterización relativamente pormenorizada (más el primero que el segundo), en la obra “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España” (VV.AA. 2009), publicada en el año 2009 y promovida por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). En el informe para el subgrupo 71 Turberas ácidas de esfagnos (Martínez-Cortizas *et al.* 2009), se sintetizaron los resultados en lo referente a los tipos de hábitat de turbera, sirviendo de punto de partida para la propuesta de una fase de caracterización más detallada. El trabajo mencionado trató de reflejar el conocimiento disponible en aquel momento y presentar las turberas desde una aproximación ecosistémica, en la que estas se entienden como el resultado de la interacción de los distintos subsistemas terrestres (biosfera, hidrosfera, atmósfera y litosfera) implicados.

El contraste entre el conocimiento adquirido sobre las turberas presentes en el Estado español y la definición de los THIC recogidos en la Directiva Hábitats, pone de manifiesto un conjunto de problemas de identificación que restan coherencia a la tipología. Los principales problemas se enumeran a continuación.

- **Coherencia de las definiciones.** Paradójicamente, la presencia de turba, que debiera ser el eje central de las definiciones de los tipos de hábitat, ya que condiciona la estructura y funciones



de las turberas, se da por sobreentendida. Esto ha llevado a que sean otros los criterios que aparecen en la descripción de los tipos de hábitat, pudiendo asumirse que esos son los más importantes. Así, en ocasiones, algunos de los componentes de la turbera se han empleado de manera sistemática para identificarlas. Algunas interpretaciones muestran un marcado sesgo en el empleo de la vegetación, que pasa a ser el criterio director para determinar si un tipo de hábitat es una turbera y de qué tipo; dándose la circunstancia que en función de la vegetación pueda definirse un área como un tipo de turbera, aun en ausencia de turba. Esto que ocurre en todos los tipos de turbera, es especialmente acuciante en las turberas minerogénicas alcalinas (desarrollado en el último punto de este listado).

Además, los THIC de turbera no son descritos de una forma coherente en lo referente a la estructura de su definición. El THIC 7110*² Turberas altas activas (en adelante Turberas elevadas activas) es descrito en base a su naturaleza físico-química (acidez, ombrotrofia, oligotrofia); el THIC 7130 Turberas de cobertura (en adelante Turberas de cobertor) se define por las formas del terreno que ocupa; el THIC 7140 "Mires" de transición (en adelante Tremedales), el THIC 7230 Turberas bajas alcalinas (en adelante Turberas minerotróficas alcalinas) y el THIC 7240* Formaciones pioneras alpinas de *Caricion bicoloris-atrofuscae* (en adelante Formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritimae*) son caracterizados en base a la vegetación formadora de turba y la naturaleza físico-química; y, por último, el THIC 7150 Depresiones sobre substratos turbosos del *Rhynchosporium* (en adelante Depresiones en substratos turbosos del *Rhynchosporium*) y el THIC 7210* Turberas calcáreas del *Cladium mariscus* y con especies del *Caricion davallianae* (en adelante Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davallianae*) lo son por la presencia de determinadas especies o asociaciones de especies vegetales.

- **Escala de los tipos de hábitat.** La escala a la que se definen los tipos de hábitat de interés comunitario del mismo nivel de clasificación es distinta entre ellos: las turberas de cobertor (THIC 7130) se definen a escala de macrotopo; las turberas elevadas activas (THIC 7110*) y los Tremedales (THIC 7140) se definen a escala de mesotopo; mientras que las depresiones en substratos turbosos del *Rhynchosporium* (THIC 7150) se definen a escala de nano/microtopo. Esto da lugar a conflictos a nivel de gestión y protección de los tipos de hábitat. La situación más paradigmática es la del THIC 7150, el cual no debería considerarse como un tipo, sino como un subtipo. Al tratarse de un nano/microtopo es susceptible de aparecer asociado a cualquier otro tipo. Por tanto, a falta de un criterio claro, sería difícil determinar a qué tipo de hábitat (al continente o al contenido) se le da preferencia en caso de que entren en conflicto las medidas de conservación.

En la Tabla 1 se recogen los niveles de organización y las escalas a las que deben ser caracterizados los tipos de hábitat de turbera (sintetizado de Cowenberg & Joosten 2005, Joosten 2008 y Masing 2008). El nivel inferior está representado por el de los componentes básicos de la turba (nivel 0: restos vegetales, restos de invertebrados, partículas minerales, compuestos orgánicos, microorganismos, etc.). El nivel 1 corresponde a las nanoformas (planta individual, clon de musgo, agua libre, etc.). El nivel 2, nanotopo, se refiere a las asociaciones, esencialmente de componentes vegetales, que determinan formas características de la

² Los tipos de hábitat de interés comunitario que se señalan con un asterisco (*) son considerados prioritarios.



superficie de la turbera (montículos, depresiones, charcos, etc.). El nivel 3, microtopo, se refiere a patrones repetitivos generados por los nanotopos (complejos montículo-depresión, patrón de charcos, etc.), que confieren organización espacial a la turbera. El nivel 4, mesotopo, representa unidades de tipo de hábitat (turbera elevada, turbera de collado en una turbera de cobertor, etc.). El nivel 5, macrotopo, hace referencia a conjuntos de mesotopos conectados hidrológicamente (turbera de cobertor, complejos de tremedal). Y el nivel 6, supertopo, se refiere a la zonación regional de los distintos tipos de meso y macrotopos.

La definición de subtipos de hábitat debe abordarse a escala de mesotopo. Conviene resaltar, sin embargo, que la idea de mesotopo que se maneja aquí se refiere a una unidad funcional y es un poco más flexible en cuanto a la superficie que ocupa (de acuerdo con la Tabla 1). En el Estado español existen turberas que forman auténticas unidades funcionales, pero con superficies de unos pocos cientos de metros cuadrados.

Tabla 1 Niveles de organización y escalas correspondientes encontrados en los tipos de hábitat de turbera. Fuente: sintetizado de Cowenberg y Joosten 2005, Joosten 2008, Masing 2008.

Nivel	Denominación	Tamaño (m ²)	Ejemplo	Escala
0		<10 ⁻⁸	tejido vegetal, partícula mineral	
1	nanoforma	<10 ⁻²	planta individual, clon de musgo, agua	1:10-1:100
2	nanotopo	10 ⁻¹ - 10 ¹	montículo, depresión, cresta, charco	1:100-1:1000
3	microtopo	10 ² - 10 ⁴	complejo montículo-depresión	1:1000-1:10.000
4	mesotopo	10 ⁵ - 10 ⁷	turbera elevada, tremedal	1:10.000-1:1000.000
5	macrotopo	10 ⁷ - 10 ⁹	turbera de cobertor	1:100.000-1:1.000.000
6	supertopo	>10 ⁹	zonación regional de turberas	1:1.000.000-1:10.000.000

- **Redundancia terminológica.** La definición del THIC 7110* especifica que es 'ombrotrófico' y está 'alimentado por agua de lluvia' (European Commission 2013). Esto es una redundancia ya que el primer concepto significa, exactamente, lo segundo.
- **Empleo correcto de los términos de la bibliografía al uso.** Por ejemplo, la denominación de 'Mires de transición' (THIC 7140) o 'Turberas altas' (THIC 7110*) resulta, cuando menos, confusa. El término *mire* es aplicado en la definición del THIC 7140 dando a entender que es exclusivo o característico de las turberas de este grupo. Sin embargo, el término se emplea en la literatura científica para designar turberas con una acumulación activa de turba. Además, la denominación de 'Mires de transición' también resulta, cuando menos, confusa ya que no se establece en la definición el criterio de a qué situaciones o estados de referencia se refiere la supuesta 'transición', lo que crea dificultades interpretativas y de identificación.

Por otro lado, la denominación de 'Turberas altas' procede de una mala traducción del inglés de '*Raised bogs*' (THIC 7110*) y debería sustituirse por 'turberas elevadas'. Turberas altas no responde al mecanismo de formación de este tipo (una elevación progresiva del domo). El empleo, en la literatura española, de los términos 'turberas altas' y 'turberas bajas' crea confusión entre la morfología/posición altitudinal/génesis de las formaciones turbosas.

El término '*fen*' se emplea exclusivamente para designar turberas de naturaleza calcárea y se traduce por zona pantanosa incluso sin presencia de turba, cuando en la literatura especializada



sobre turberas, el término '*fen*' hace referencia exclusivamente al hecho de que son turberas cuya trofia principal depende del agua del circuito hidrológico del suelo, pudiendo haber '*fen*' oligotróficos (ácidos), mesotróficos y eutrófico (alcalinos).

- **Presencia del THIC 7120.** Este THIC se define como '*Degraded raised bogs still capable of natural regeneration*' (THIC 7120 Turberas altas degradadas que todavía pueden regenerarse de manera natural). Así definido, este tipo describe en realidad uno de los posibles estados de un tipo preexistente. Esto entra en evidente conflicto con el establecimiento del 'estado de conservación' y resta coherencia a la definición de los tipos.
- **Presencia del THIC 91D0.** Este tipo se define como *Bogwoodland* (THIC 91D0 Turberas boscosas). Se ha descrito la presencia de este tipo de hábitat en algunas regiones de la Unión Europea, como en Escandinavia y el Reino Unido; si bien en este último se considera un hábitat inusual. El *Joint Nature Conservation Committee* (JNCC) indica que bajo ciertas condiciones físicas pueden aparecer árboles dispersos en la superficie ocupada por una turbera (en forma de bosque abierto), en una relación ecológica estable que no implica la pérdida de otras especies vegetales típicas de la turbera. Esta condición se considera más rara que la invasión por árboles, a menudo desde los límites del tipo de hábitat, debido a la repoblación forestal o cambios en el régimen hidrológico. Este último caso suele ir acompañado de la pérdida de estructura (vertical y ecológica) del tipo de hábitat. EL JNCC reconoce que el THIC 91D0 no había sido bien descrito con anterioridad y cuyas características ecológicas no son bien conocidas. Para el Estado español, la presencia de este tipo de hábitat ha sido sugerida de forma muy puntual en la región atlántica (en la comunidad autónoma de Galicia) y en la región alpina (Navarra y Cataluña).
- **Tipos de hábitat paraturbosos.** Existen numerosos enclaves en los cuales la presencia regular de condiciones de encharcamiento y especies vegetales características de las turberas crean un ambiente ecológico que podría ser caracterizado como 'paraturboso'. Si bien no cumplen algunos de los criterios específicos de los tipos de hábitat de turbera (en particular la existencia de una capa de turba de suficiente espesor), sí parecen desempeñar algunas de las funciones ecológicas de los mismos (como la función de control hidrológico, la función de filtro y amortiguación, la función de reservorio de biodiversidad, etc.), por lo que es recomendable profundizar en su estudio y en el desarrollo de su tipificación, a fin de que sean incluidos en el inventario de tipos de hábitat del Estado español.
- **Turberas minerotróficas calcáreas.** Se definen como humedales cubiertos mayoritariamente o ampliamente por pequeños cárices y musgos pardos o rojos, desarrollados sobre suelos permanentemente saturados en agua. Generalmente se trata de turberas minerotróficas, aunque no se excluye su existencia sobre suelos minerales hidromorfos, con aportes de agua rica en bases, frecuentemente calcárea, y con pH débilmente ácido a alcalino. El hecho de que estos tipos de hábitat, denominados como turberas, puedan desarrollarse sobre suelos minerales es confuso en sí mismo, pues la presencia de un suelo mineral en superficie se contrapone directamente con el concepto de turbera, que requiere la presencia de un suelo orgánico. Sin embargo, la creación del concepto de tipo hábitat paraturboso puede de nuevo servir aquí para aportar coherencia a las definiciones, al seguimiento y a la gestión de este tipo de ecosistemas.



La problemática expuesta en los párrafos anteriores surge, en gran medida, del limitado conocimiento del que se dispone sobre las características y localización de los enclaves de turberas (y paraturberas) del Estado español. La elaboración de un inventario nacional es, por tanto, un punto esencial para poder avanzar en la resolución de dicha problemática. Es por ello que se ha iniciado la elaboración de un inventario preliminar. La estructura de ficha del mismo, con indicación de los campos descriptores (obligatorios y opcionales), está recogida en el apartado 4 Pontevedra-Pombal *et al.* (2019a). A fecha de hoy, se trata de un inventario incompleto en el que faltan por incorporar los datos de algunas comunidades autónomas e, incluso, de aquellas de las que se han incluido datos no hay la certeza de que todos los posibles tipos (tal como se describen en la tipología que aquí se propone) hayan sido incorporados. Aun siendo un inventario preliminar, es un paso necesario para poder establecer qué es lo que los expertos han identificado como turberas (y paraturberas), en base a qué elementos diagnóstico, con qué certidumbre y qué alcance geográfico tienen. El inventario es, además, una pieza clave no solo para la correcta tipificación de los tipos de hábitat sino también – como se sugiere en Silva-Sánchez & Martínez-Cortizas (2019) sobre el parámetro ‘Estructura y función’ – podría constituir el eje central sobre el que articular el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat.

3. PROPUESTA TIPOLOGICA

Debido a los problemas de identificación mencionados en el apartado anterior, resulta tentador establecer una tipología nueva que sea acorde con la realidad de los tipos de hábitat de turbera que se han descrito en el Estado español. Si bien parece claramente recomendable, dos motivos principales llevan a ser cautos en esta materia: 1) en el estado actual resulta obvio que no hay un conocimiento suficientemente generalizado de la variedad de tipos de hábitat de turberas que existen en nuestro territorio, y que sería necesaria una iniciativa que reuniese al mayor número de expertos posible para abordar dicha variabilidad; 2) la definición de los tipos/subtipos es una realidad administrativa que no puede soslayarse pues tiene implicaciones legales, por lo que, cuando menos, es necesario buscar una solución de compromiso que implique una equivalencia entre los tipos/subtipos definidos mediante el estudio de lo que hay y aquello que se encuentra en el anexo I de la Directiva Hábitats en su versión consolidada.

3.1. Turberas vs paraturberas

Como primera aproximación, parece imprescindible resolver los aspectos relacionados con la confusión ligada a la definición de las turberas a partir de criterios exclusivamente fitosociológicos. Se ha detectado la existencia de numerosos enclaves que, si bien no cumplen todos los criterios específicos de los tipos de hábitat de turbera, sí parecen desempeñar algunas de las funciones ecológicas de los mismos (como la función de control hidrológico, la función de filtro y amortiguación o la función de reservorio de biodiversidad) por lo que son tipos de hábitat de gran valor ecológico (Ihobe 2011).

En base a ello se propone la definición de tipo de hábitat paraturboso (para: *gr.* ‘al margen de’ o ‘junto a’) que incluiría a todos aquellos ambientes en los que se da la presencia regular de condiciones de encharcamiento y especies vegetales características de las turberas pero que no pueden ser considerados como tales por diferentes motivos. Las paraturberas, aunque se definen por oposición al



concepto de turbera, van a aparecer muy frecuentemente – aunque no necesariamente siempre – como enclaves contiguos a ellas.

En base a lo descrito hasta aquí, las definiciones de turbera y paraturbera serían respectivamente:

- **Turbera:** como ya se ha indicado con anterioridad, un tipo de hábitat de turbera ha de definirse, en primer lugar, por la presencia de turba, un sustrato orgánico de color oscuro formado *in situ*, en condiciones de hidromorfía, por la acumulación de restos vegetales y, en menor medida, animales (para una definición véase, por ejemplo, Pontevedra-Pombal *et al.* 2008); habitualmente con un contenido de carbono orgánico superior al 15%. En segundo lugar, la presencia de turba no es suficiente en sí misma; el tipo de hábitat ha de contener un espesor mínimo que, siguiendo las recomendaciones del *International Mire Conservation Group* y otras instituciones, debe ser de al menos 30 cm y extenderse por una superficie considerable. El último de los aspectos no es tenido en cuenta habitualmente, pero en línea con lo descrito hasta aquí debería equivaler, al menos, a una superficie capaz de contener las escalas de microtopo a mesotopo.
- **Paraturbera:** engloba a aquellos tipos de hábitat que presentando vegetación característica de turberas e hidromorfía durante la mayor parte del año, no cumplen los criterios para su catalogación como turberas, bien porque no tienen un espesor de turba (> 30 cm) para una superficie considerable del enclave, o bien porque directamente no presentan turba. En función de cuál sea la situación se establecen distintos tipos de paraturberas.

La importancia de estos humedales, como se ha comentado anteriormente, radica en que además de cumplir algunas de las funciones ecosistémicas de los tipos de hábitat de turbera, potencialmente, podrían estar representando fases incipientes en lo que respecta a la formación de turberas. Las paraturberas sin conexión a otro tipo de hábitat de turbera, considerando escalas de tiempo lo suficientemente largas y bajo las condiciones ambientales adecuadas, podrían dar lugar a auténticas turberas, mientras que las paraturberas con conexión a otros tipos de hábitat de turbera cumplen una importante función como repositorio de semillas para la colonización vegetal de la turbera a la que están próximas y podrían ser zonas de posible expansión de la misma, así como zonas de preservación y amortiguación del circuito hidrológico.

3.1.1. Turberas y paraturberas: vegetación característica

Aunque si bien es cierto que los trabajos a nivel nacional sobre la flora de turberas son numerosos, en lo que se refiere a la vegetación la información es muy dispersa. Esto puede ser atribuido a distintas razones; entre ellas, la poca superficie que ocupan estos tipos de hábitat, las dificultades taxonómicas que plantean los briofitos en concreto, o la problemática del análisis de una flora, que, aunque es fisiónómicamente muy homogénea presenta unas variaciones controladas por factores ecológicos difíciles de observar. Este conjunto de cuestiones ha dado lugar a una sintaxonomía de las comunidades turbófilas bastante compleja y que necesitaría una revisión general en la península ibérica, así como una comparación con las turberas del resto de Europa. Destacan los trabajos de Onaindía & Navarro (1986) para el País Vasco; de Fernández-Prieto *et al.* (1987) para Asturias y norte de León; de Romero-Pedreira *et al.* (2008) y Romero-Pedreira (2015) para Galicia y el de Jiménez-Alfaro *et al.* (2011) para el eje cantábrico-pirenaico, cuyo trabajo, sin embargo, no tiene en cuenta los briófitos.



En este trabajo la descripción de la vegetación se hace en base a la *"Syntaxonomical Checklist of Vascular Plant Communities of Spain and Portugal to association level"* (Rivas-Martínez *et al.* 2001, 2002, 2011). Cada sintaxón va precedido del código numérico que figura en las obras antes mencionadas, señalando en negrita los niveles de Clase y Alianza. En lo que respecta a las especies típicas, las listas que aquí se presentan han sido elaboradas en base a la experiencia de los autores contrastada con la bibliografía citada anteriormente.

3.1.2. Turberas y paraturberas: factores diagnósticos discriminantes

La tipología que aquí se propone deriva de la comprensión de los factores biofísicos de control y de la estructura y función de estos tipos de hábitat. Los criterios que dirigen esta clasificación se refieren a la presencia/ausencia de una capa turba de determinado espesor, el contenido en carbono, la acidez/alcalinidad y la conectividad con un tipo de hábitat de turbera o de paraturbera.

Como ya se ha mencionado, el espesor de turba es crítico para asegurar que la vegetación vive exclusivamente sobre un substrato orgánico. Por ello, en coherencia con lo definido en diversas clasificaciones, se ha tomado como referencia un espesor de turba de 30 cm. La presencia de turba confiere propiedades determinantes al tipo de hábitat. Un espesor inferior a 30 cm puede implicar que parte de la vegetación característica de turberas pueda enraizar y obtener nutrientes –al menos parcialmente– del suelo o substrato mineral subyacente, de ahí que ese sea el espesor para delimitar la frontera entre paraturberas y turberas. A su vez, un espesor limitado compromete, sobre todo, la capacidad de almacenamiento de agua –factor clave en los humedales. En línea con lo mencionado, 15 cm es un límite ampliamente empleado en las clasificaciones de suelos para la identificación de los litosuelos y los horizontes hísticos.

La materia orgánica es otro de los componentes que confieren características muy específicas a los suelos –como acidez, agregación, retención de contaminantes, etc.– sobre todo cuando está en proporciones elevadas. Valores superiores a un 8% de carbono (14-16% de materia orgánica) son típicos de materiales minerales ‘ricos en materia orgánica’.

En relación a la acidez/alcalinidad, el valor de referencia es 5,5. Este valor se justifica por: i) valores inferiores ($\text{pH} < 5,5$) son característicos de medios muy ácidos, ii) valores superiores ($\text{pH} \geq 5,5$) son característicos de medios mesotróficos a eutróficos, iii) este límite no solo determina el comportamiento de los nutrientes, sino también el de elementos químicos metálicos potencialmente tóxicos (p. ej. la disponibilidad del aluminio se incrementa con la acidez del medio a pH inferior a 5,5), iv) este valor se emplea en algunas clasificaciones para determinar el carácter ‘éutrico’ de los suelos de turbera, como por ejemplo en la *"Base referencial mundial del recurso suelo 2014"* (IUSS Working Group WRB 2015).

Por último, el criterio de conectividad pretende restringir el concepto de paraturbera a aquellos tipos de hábitat en los que las condiciones edáficas sean lo más similares posibles a las de las auténticas turberas. De ahí que, en aquellos tipos de hábitat con vegetación característica de turbera, pero con suelos minerales o ausentes, se requiera la conectividad con un auténtico tipo de hábitat de turbera (o paraturbera). Estas formaciones periféricas, aun no cumpliendo muchas de las funciones ecológicas de las turberas debido a su limitado espesor edáfico y a su bajo contenido en materia orgánica, representan auténticos bancos de germoplasma (repositorios de semillas para la colonización vegetal) para las turberas y paraturberas próximas.



En la Figura 2 se hace una representación gráfica de los criterios para la clasificación de turberas y paraturberas. La metodología para la tipificación de turberas y paraturberas se describe pormenorizadamente en el Anexo I de este documento.

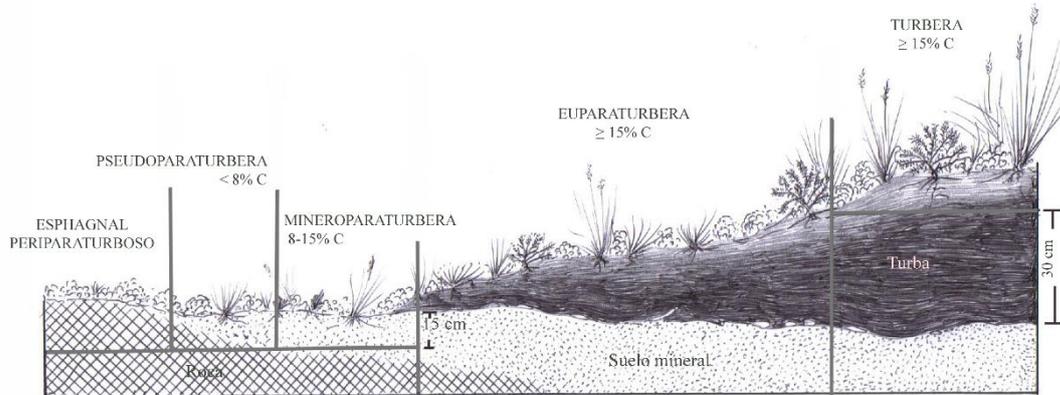


Figura 2 Representación gráfica de los criterios diagnósticos de turberas y paraturberas. Fuente: elaboración propia.

3.2. Turberas

La clasificación de subtipos de turberas ha de responder a los principales factores que influyen en su formación y preservación, de manera jerarquizada (Figura 3). Además de la cuestión de escala, nos enfrentamos aquí ante dos posibles alternativas complementarias, una clasificación basada en i) su estado actual o ii) su ruta evolutiva (la condición genética). Dados los objetivos generales de este proyecto, parece más adecuado que los criterios se guíen por el estado actual. No obstante, a fin de no perder de vista el carácter dinámico de este tipo de hábitat, se establecen también las relaciones correspondientes a la condición de génesis.

El primer factor a considerar para la clasificación es el tipo de alimentación hídrica, ya que define el estado nutricional de la turbera y la fuente principal del agua. El agua no solo desempeña un papel como medio de aporte de nutrientes, sino que también regula la disponibilidad de oxígeno e influye directamente en la formación de turba y sus propiedades (contenido en materia mineral, grado de descomposición, pH, etc.). El segundo de los factores tendrá que ver con las formas del terreno, ya que ellas controlan la redistribución del agua a nivel espacial, condicionando la composición química de las aguas y la extensión, forma y naturaleza de las formaciones turbosas.



TURBERAS: los hábitat de turbera se caracterizan por la presencia de turba (un sustrato orgánico de color oscuro formado in situ en condiciones de hidromorfia por la acumulación de restos vegetales y, en menor medida, de animales y con un contenido de carbono superior al 15%) con un espesor igual o superior a 30 cm para una superficie considerable del enclave.

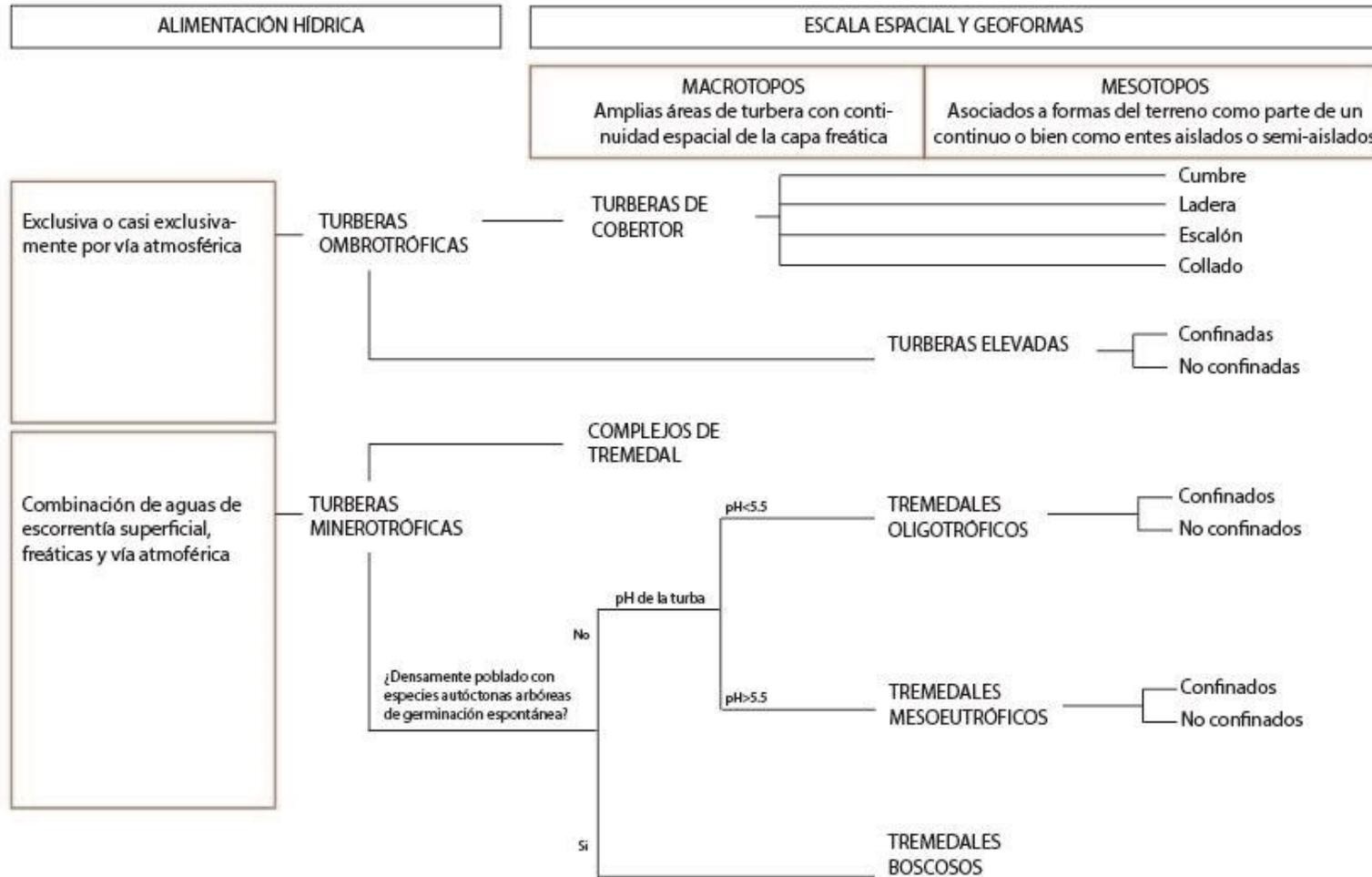


Figura 3 Clave dicotómica para la tipificación de turberas. Fuente: elaboración propia.



En el nivel más alto de clasificación se pueden diferenciar dos grandes grupos de tipos de hábitat de turbera: 1) los que poseen una alimentación hídrica exclusiva o casi exclusiva por vía atmosférica, las turberas ombrotáficas; y 2) aquellos en los cuales la alimentación hídrica está dominada por los aportes de aguas de escorrentía superficial y aguas subterráneas, las turberas minerotáficas. Esta separación no se corresponde con ningún tipo concreto de los definidos en la Directiva Hábitats (European Commission 2013). Los THIC definidos dentro de los códigos 71 y 72 de la Directiva Hábitats, Turberas ácidas de esfagnos y Áreas pantanosas calcáreas, respectivamente, se resuelven al segundo nivel de clasificación, el representado por la escala espacial. Los THIC de la Directiva Hábitats, como ya se ha mencionado, se resuelven a tres escalas espaciales diferentes:

- **Escala de macrotopo:** amplias áreas de turberas con continuidad espacial de su capa freática, no confinadas a una forma del terreno. Se corresponde con el THIC 7130 Turberas de cobertor. Los subtipos han de resolverse a la siguiente escala espacial, la de mesotopo, pero no están definidos en la Directiva Hábitats (European Commission 2013).
- **Escala de mesotopo:** unidades asociadas a formas del terreno bien como parte de un continuo (en las de cobertor), o bien como entes aislados o semiaislados sin una gran conexión espacial con otras unidades. Esto incluiría por un lado a los subtipos de Turberas de cobertor y, por otro, al THIC 7110* Turberas elevadas activas, al THIC 7140 Tremedales (Martínez-Cortizas *et al.* 2009), al THIC 7230 Turberas minerotáficas alcalinas (García-Rodeja & Fraga 2009a), al THIC 7240* Formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritima* (García-Rodeja & Fraga 2009b) y al THIC 7210* Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davalliana* (García-Rodeja *et al.* 2009).
- **Escala de nano/microtopo:** se trata de uno de los niveles de menor entidad espacial, con rasgos conectados espacialmente dentro de un mesotopo que genera un patrón superficial identificable. Es frecuente que estos elementos morfológicos se deban a asociaciones locales de componentes de la vegetación característica de turberas, en respuesta a condiciones también locales en la distribución y naturaleza del agua de la turbera (en particular, la profundidad a la capa freática), o a procesos de degradación del tipo de hábitat (inducidos o no por la actividad humana). A este nivel de escala espacial, en la Directiva Hábitats solo se le ha dado rango de tipo de hábitat al THIC 7150 Depresiones en substratos turbosos del *Rhynchosporium*, y a algunas de las áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davalliana* (THIC 7210*). En nuestra opinión cabe destacar que el THIC 7150 no tiene entidad suficiente y debiera ser eliminado. Su presencia como nano/microtopo dentro de otros tipos de hábitat de turbera puede generar conflictos en la evaluación del estado de conservación y en la aplicación de medidas de conservación/restauración. La presencia de comunidades de *Rhynchosporium* en tipos de hábitat de turbera suele estar asociada, por ejemplo, a procesos de degradación por erosión de la turba, por lo que la conservación y promoción activa de este tipo puede entrar en conflicto con la preservación del estado activo en los tipos de hábitat de turbera en los que aparece. En el caso de las áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* (THIC 7210*) su adscripción se condiciona a la aparición de una especie concreta, que ha sido identificada sobre suelos minerales más o menos encharcados, ocupando ecosistemas de marismas donde esta especie es monoespecífica hasta bordes de cauces fluviales y lagunas donde aparece asociada a comunidades vegetales más diversas. En cualquier caso, su presencia no excluye ni incluye la existencia de una turbera.



Desde un punto de vista genético, las turberas de cobertor (THIC 7130) son ombrogénicas, mientras que los tremedales (THIC 7140), las turberas minerotróficas alcalinas (THIC 7230), las formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritimae* (THIC 7240*) y las áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davallianae* (THIC 7210*) son minerogénicas. Las turberas elevadas activas (THIC 7110*) son, igualmente, turberas minerogénicas, aunque posean un nivel de turba superficial ombrotrofica (que puede alcanzar varios metros). El THIC 7150 Depresiones en substratos turbosos del *Rhynchosporium*, al pertenecer a la escala de nano/microtopo, no está relacionado con una condición genética en particular. A excepción de este último, los otros THIC poseen una variabilidad que permite una mayor precisión. La propuesta preliminar es definir tres grupos, equivalentes a los de la Directiva Hábitats: Turberas elevadas, Turberas de cobertor y Tremedales, con subdivisiones a escala de mesotopo (tipo de geoforma que ocupan y grado de confinamiento).

3.2.1. Turberas elevadas

Representan un tipo de hábitat de origen minerogénico pero con presencia de turba ombrotrofica en superficie. El nivel de turba ombrotrofica puede tener un espesor variable, pero en general ha de ser superior a unos decímetros, y poseer una extensión considerable en relación a la total del mesotopo. La presencia de montículos (*hummocks*) no se considera suficiente como para incluir un tipo de hábitat en este grupo. Debe recordarse que los montículos y las depresiones (*hollows*), así como sus patrones de asociación, se determinan a escala de nano y microtopo y no a la escala a la que se puede definir un tipo/subtipo de hábitat. Su equivalencia en las agrupaciones de la Directiva Hábitats sería el THIC 7110* Turberas elevadas activas.

Las turberas elevadas presentan un domo (a veces dos) de turba ombrotrofica y forma semielíptica en sección transversal, con un gradiente pronunciado en los bordes, que es generado exclusivamente por la acumulación de turba y no por la forma del terreno subyacente. Este domo se desarrolla sobre niveles de turba minerogénica formada por terrestización; en los márgenes de la formación hay unidades de turba minerogénica (*fen lag*) en las cuales el nivel freático enlaza con el de los suelos minerales circundantes.

Es característico que la composición de la vegetación cambie sustancialmente entre los bordes de la formación y el domo central, de especies más exigentes a menos exigentes en nutrientes. La secuencia estratigráfica comienza con sedimentos minerales en la base y habitualmente pasa de forma abrupta (en pocos centímetros) a turba minerotrofica, si bien esta última puede ser bastante heterogénea en cuanto al contenido en materia mineral (cenizas), fruto de los aportes procedentes de la cuenca. Hacia la superficie aparece una zona de transición a turba ombrotrofica, a una profundidad variable. La turba ombrotrofica tiene una naturaleza geoquímica marcadamente diferente de la minerotrofica y suele estar compuesta por restos vegetales muy diferentes, producto del forzamiento inducido por el cambio en las condiciones geoquímicas.

De forma preliminar se definen dos subdivisiones:

- **Turberas elevadas confinadas.** Representan turberas elevadas típicas, desarrolladas sobre una forma cóncava que las contiene y rodeadas de suelo mineral en sus márgenes. La transición entre los suelos minerales del borde y el domo ombrotrofico está representada por un perímetro de turba minerogénica, en ocasiones con fases de turba flotante.



- **Turberas elevadas semiconfinadas.** Se caracterizan por a) la ausencia de un domo simple y consistir en dos o más unidades parcialmente conectadas, o b) haber superado los límites de su cuenca de confinamiento y ocupar las formas topográficas adyacentes. No cubren áreas extensas y tienden a desarrollar algunos de los rasgos característicos de las turberas de cobertor o las elevadas.

La vegetación propia de estas turberas pertenece a la clase *Oxycocco palustris-sphagnetea magellanici* (Tabla 2) y en la península ibérica está representada por un único orden *Sphagno papilloso-Ericetalia tetralicis* y dos alianzas *Ericion tetralicis* y *Erico mackaiana-Sphagnion papilloso*.

Las turberas elevadas presentan una cubierta vegetal con un buen grado de homogeneidad tanto fisionómica como florística en la parte central del domo; en el sector galaico-asturiano, aparecen especies endémicas como *Carex durieui* o *Erica mackaiana*, que en el resto del mundo atlántico son sustituidas por *Erica tetralix*. Presentan un estrato muscinal bien desarrollado donde destacan las distintas especies del género *Sphagnum* spp., además de otros briófitos de carácter turbófilo, tales como *Odontoschisma sphagni*, *Aulacomnium palustre* o *Leucobryum juniperoideum*. En la Tabla 3 se proporciona un listado de especies más comunes para estas turberas.

Las zonas perimetrales de drenaje y canales (*lags*) están bien definidas en este tipo de turberas más ricas en nutrientes, y permiten el establecimiento de comunidades pioneras formadas principalmente por ciperáceas de pequeño porte y briófitos, de dos clases: *Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae* y *Littorelletea uniflorae*. A las comunidades pioneras de *Rhynchosporion albae* en zonas de turbera degradada a escala de nano/microtopo, como se ha comentado anteriormente, se les ha dado rango de tipo de hábitat en la Directiva Hábitats (THIC 7150 Depresiones en substratos turbosos del *Rhynchosporium*); No obstante, debido a la pequeña extensión de estas comunidades y su carácter efímero deben considerarse como parte de las turberas elevadas o de las turberas de cobertor que serán descritas en el siguiente apartado.



Tabla 2 Sintaxonomía de las comunidades de Turberas elevadas. Fuente: elaboración propia.

13. <i>Oxycocco palustris-sphagnetea magellanici</i> Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier
13.1. <i>Alianza Ericion tetralicis</i> Schwickerath
13.1.1. <i>Erico tetralicis-Sphagnetum acutifolii</i> Touffet
13.1.2. <i>Erico tetralicis-Narthevietum ossifragi</i> Br.-Bl.
13.1.3. <i>Calluno vulgaris-Sphagnetum capillifolii</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
13.1.4. <i>Calluno vulgaris-Sphagnetum subnitentis</i> Casanovas
13.1.5. <i>Drosero anglicae-Narthevietum ossifragi</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado in T.E. Díaz & F. Prieto
13.1.6. <i>Erico tetralicis-Trichophoretum germanici</i> Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas
13.1.7. <i>Junco squarrosi-Sphagnetum compacti</i> Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes
13.1.8. <i>Narthevio ossifragi-Sphagnetum tenelli</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
13.1.9. <i>Narthevio ossifragi-Trichophoretum caespitosi</i> Br.-Bl.
13.1.10. <i>Sphagno subnitentis-Ericetum tetralicis</i> Ballesteros, Baulies, Canalís & Sebastià ex Rivas-Martínez & Costa
13.2. <i>Alianza Erico mackaiana-Sphagnion papilloso</i> (F. Prieto, M.C. Fernández & Collado) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi, con una asociación
13.2.1. <i>Erico mackaiana-Sphagnetum papilloso</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
14. <i>Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae</i> Tüxen
14a. <i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordhagen ex Tüxen
14.1. <i>Rhynchosporion albae</i> Koch
14.1.1. <i>Drosero intermediae-Rhynchosporietum albae</i> Allorge ex F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
14.1.2. <i>Drosero longifoliae-Caricetum limosae</i> Rivas-Martínez in Loidi, Biurrun & Herrera, específica del valle de Aran.
14.1.3. <i>Eleocharito multicaulis-Rhynchosporietum albae</i> C. Valle & F. Navarro ex Rivas-Martínez
14.1.4. <i>Sphagno pylaesii-Caretum verticillati</i> J. Rodríguez, Izco & Ramil
14b. <i>Caricetalia nigrae</i> Koch em. Br.-Bl.
14.3. <i>Anagallido tenellae-Juncion bulbosi</i> Br.-Bl.
14.3.1. <i>Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi</i> Br.-Bl.
14.3.2. <i>Arnicetum atlanticae</i> Bellot
14.3.3. <i>Sibthorpio europeae-Pinguiculetum lusitanicae</i> Ladero & A. Velasco in A. Velasco, descrita para los montes de Toledo.
10. <i>Littorelletea uniflorae</i> . Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier.
10a. <i>Littorelletalia uniflorae</i> Koch
10.2. <i>Eleocharition multicaulis</i> Vanden Berghen
10.2.4. <i>Eleocharitetum multicaulis</i> Allorge ex Tüxen
10.2.5. <i>Hyperico elodis-Potamogeton oblongui</i> (Allorge). Br.-Bl. & Tüxen



Tabla 3 Listado de especies más comunes para las Turberas elevadas. Fuente: elaboración propia.

Especies características del domo central	
Plantas vasculares	Briófitos
<i>Erica tetralix</i> L.	<i>Cephalozia</i> sp.
<i>Erica mackaiana</i> Bab.	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
<i>Carex demissa</i> Hornem.	<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Mull.Hal.
<i>Carex echinata</i> Murray	<i>Odontoschisma sphagni</i> (Dicks) Dumort.
<i>Carex durieui</i> Steud. ex Kunze	<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Brid.
<i>Drosera intermedia</i> Hayne	<i>Sphagnum compactum</i> Lam. & D.C.
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	
<i>Juncus squarrosus</i> L.	
Especies características de la zona perimetral	
Plantas vasculares	Briófitos
<i>Rhynchospora alba</i> (L.) Vahl	<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M. Fleisch
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	<i>Sphagnum cuspidatum</i> Hoffm.
<i>Narthecium ossifragum</i> (L.) Huds.	<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst.
<i>Potamogeton polygonifolius</i> Pourr.	
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	
<i>Viola palustris</i> L.	
<i>Carum verticillatum</i> (L.) W.D.J. Koch	
<i>Hypericum elodes</i> L.	
<i>Juncus bulbosus</i> L.	



3.2.2. Turberas de cobertor

Representan formaciones de turba que cubren de manera continua grandes superficies de topografía variable, pero que están conectadas y comparten un nivel freático común. Sus rasgos típicos son: i) el paisaje está cubierto de turba, con algunas áreas aisladas o pasillos de suelos minerales y sectores que pueden presentar turba fuertemente degradada; ii) el espesor de turba es variable, entre unos decímetros (al menos 30 cm) hasta algunos metros (se han medido espesores de 4 a 8 m); iii) la turba es ombrotrófica, se formó por paludificación y es de naturaleza ácida y oligotrófica; iv) las formas del terreno determinan la morfología de las unidades a la escala de mesotopo; v) suelen contener una amplia presencia de rasgos de erosión. Su equivalencia en la Directiva Hábitats sería el THIC 7130 Turberas de cobertor.

De forma preliminar se definen cuatro subdivisiones:

- **Turberas de cobertor en cumbre.** Aparecen en zonas de cumbre o sobre crestas amplias a partir de las cuales el terreno se inclina en todas direcciones, es decir, no hay terreno de mayor elevación desde el cual el agua pueda drenar hacia la turbera y la única fuente de agua y nutrientes es la precipitación atmosférica.
- **Turberas de cobertor en ladera.** Se encuentran sobre superficies inclinadas por lo que tienen un margen superior y otro inferior; en superficie el agua suele moverse con rapidez a favor de la pendiente.
- **Turberas de cobertor de escalón.** Ocupan rellanos entre laderas; parte de la turbera tiene carácter de turbera de cumbre (el sector distal, más alejado de la ladera superior) y parte está influido por el drenaje de la ladera superior.
- **Turberas de cobertor de collado.** Ocupan depresiones entre dos laderas que se encuentran a una elevación mayor y pueden recibir aguas de escorrentía de las mismas en sus bordes. Dependiendo de la inclinación de las laderas laterales del collado, la turbera puede extenderse recubriéndolas, recordando a una silla de montar.

La vegetación se caracteriza por un denso estrato herbáceo dominado por ciperáceas y gramíneas, con especies como *Carex durieui*, *Eriophorum angustifolium*, *Molinia caerulea*, *Deschampsia flexuosa* y *Agrostis curtisii*. La presencia de caméfitos como *Erica mackaiana* o *Calluna vulgaris* es también importante. Son comunes otras herbáceas como *Gentiana pneumonante*, *Potentilla erecta*, *Serratula tinctoria* o *Drosera rotundifolia*. Al igual que en el caso de las turberas elevadas, las zonas perimetrales de drenaje y los canales más ricos en nutrientes permiten el establecimiento de comunidades pioneras formadas principalmente por ciperáceas de pequeño porte y briófitos. Sin embargo, la escala de macrotopo que define estos tipos de hábitat, que se extienden por el terreno sin un límite definido, hace difícil la distinción de estas variaciones en la vegetación. Estas zonas de erosión o drenaje forman pequeños biotopos para comunidades de marcado carácter hidromorfo incluidas dentro de la clase *Scheuchzerio-Caricetea*, aunque su presencia es mucho menor que en el caso de las turberas elevadas.

Los trabajos realizados en turberas del País Vasco (Onaindía & Navarro 1986) proponen dos asociaciones dentro de la alianza *Ericion tetralicis* (Tabla 4), que, aunque no están reconocidas en el *checklist* de la península ibérica, sí son reconocidas en turberas de cobertor del Reino Unido (Braun-Blanquet & Tüxen 1952): As. *Ericetum tetralicis* (Allorge) Jonás y As. *Pleurozio purpureae-Ericetum tetralicis* (Br.-Bl. & Tüxen) Moore. De igual forma dentro de la alianza *Erico mackaiana-Sphagnion papilloso* se incluyen varias asociaciones descritas por Rodríguez-Gutián *et al.* (2009) no reconocidas por el *checklist* de la península



ibérica, en base a la fuerte presencia de *Carex durieui*, endemismo galaico-asturiano. En la Tabla 5 se da el listado de especies más comunes en las Turberas de cobertor.

Tabla 4 Sintaxonomía de las comunidades de Turberas de cobertor. Fuente: elaboración propia.

13. <i>Oxycocco palustris-sphagnetea magellanic</i> Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier
13.1. Alianza <i>Ericion tetralicis</i> Schwickerath, con diez asociaciones
13.1.1. <i>Erico tetralicis-Sphagnetum acutifolii</i> Touffet
13.1.3. <i>Calluno vulgaris-Sphagnetum capillifolii</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
13.1.4. <i>Calluno vulgaris-Sphagnetum subnitentis</i> Casanovas
13.1.6. <i>Erico tetralicis-Trichophoretum germanici</i> Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas
13.1.7. <i>Junco squarrosi-Sphagnetum compacti</i> Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes
13.1.8. <i>Narthecio ossifragi-Sphagnetum tenelli</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
13.1.10. <i>Sphagno subnitentis-Ericetum tetralicis</i> Ballesteros, Baulies, Canalís & Sebastià ex Rivas-Martínez & Costa
13.2. Alianza <i>Erico mackaiana-Sphagnion papillo</i> (F. Prieto, M.C. Fernández & Collado) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi, con una asociación
13.2.1. <i>Erico mackaiana-Sphagnetum papillo</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
14. <i>Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae</i> Tüxen
14a. <i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordhagen ex Tüxen
14.1. <i>Rhynchosporion albae</i> Koch
14b. <i>Caricetalia nigrae</i> Koch 1926 em. Br.-Bl.
14.3. <i>Anagallido tenellae-Juncion bulbosi</i> Br.-Bl.



Tabla 5 Listado de especies más comunes para las Turberas de cobertor. Fuente: elaboración propia.

Plantas vasculares	Briófitos
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	<i>Cephalozia</i> sp.
<i>Carex demissa</i> Hornem.	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr
<i>Carex echinata</i> Murray	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
<i>Carex durieui</i> Steud. ex Kunze	<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Mull.Hal.
<i>Erica tetralix</i> L.	<i>Odontoschisma sphagni</i> (Dicks) Dumort.
<i>Erica mackaiana</i> Bab.	<i>Calypogeia sphagnicola</i> (Arn. & Perss.) Wstf. & Lske.
<i>Drosera intermedia</i> Hayne	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M. Fleisch
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst.
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin	<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Brid.
<i>Juncus bulbosus</i> L.	<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.
<i>Juncus squarrosus</i> L.	<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguélen	
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	
<i>Viola palustris</i> L.	
<i>Gentiana pneumonanthe</i> L.	

3.2.3. Tremedales

Los tremedales son turberas minerotróficas representadas por ecosistemas formados por terrestrización, así como por algunos tipos transicionales que por su escaso desarrollo espacial muestran una fuerte influencia de las aguas subterráneas o de escorrentía superficial. Este es el tipo de hábitat de turbera más representado en el Estado español y el que presentaría una mayor diversidad de subtipos, si bien parece que la terminología aplicada a los mismos, en relación al grado de acidez (ácidos vs alcalinos) se ha venido empleando de una manera un tanto laxa.

Los tremedales formarían parte de lo que en la literatura especializada se denominan '*fens*', que se subdividen en diferentes categorías en función de la vegetación que albergan junto a algunos parámetros físico-químicos del agua como el pH o el contenido en nutrientes. Entre los diversos nombres que se utilizan en la bibliografía especializada, siguiendo la revisión realizada por Hájek *et al.* (2006), se pueden citar: '*fens* (extremadamente, moderadamente) pobres', '*fens* (extremadamente, moderadamente) ricos', '*fens* calcáreos' y '*fens* intermedios'. Los límites entre estos tipos de '*fens*' son difusos, y no parece haber acuerdo en donde situarlos, tanto usando la química del agua (que genera



discrepancias fundamentalmente basadas en el momento y el método de toma de muestra) como los tipos de vegetación, que según Hájek *et al.* (2006), necesitarían ser definidos de forma inequívoca.

En el estado actual de conocimiento, se considera oportuno definir dos grandes tipos en base a las condiciones de acidez: tremedales oligotróficos (equivalencia con los THIC 7140 Tremedales y THIC 91D0 Turberas boscosas) y tremedales mesoeutrófico (equivalencia con los THIC 7210* Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davallianae*, THIC 7230 Turberas minerotróficas alcalinas y THIC 7240* Formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritimae*). En el caso del THIC 91D0 Tremedales boscosos, se ha optado por su incorporación al grupo de tremedales oligotróficos porque los únicos representantes conocidos hasta el momento donde se cuenta con información de sus características geoquímicas indican su naturaleza oligotrófica. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que se acabe estableciendo una agrupación mixta con representantes oligotróficos y mesoeutrófico cuando se incremente el conocimiento sobre estos tremedales boscosos.

Para la separación de los dos grupos se propone el empleo de un valor de pH de la turba de 5,5. Se entiende que la condición de acidez/alcalinidad del tipo de hábitat no ha de ser consecuencia de actividades humanas (como por ejemplo el encalado o la fertilización).

Tremedales oligotróficos

Ecosistemas de turberas con pH de la turba inferior a 5,5 con bajos contenidos de nutrientes y geoquímica condicionada por contenidos crecientes de Al y H⁺. Al tratarse de turberas minerotróficas, estas características geoquímicas y nutricionales están estrechamente relacionadas con la litología de su entorno y las características químicas del agua del suelo.

De forma preliminar se definen dos subdivisiones:

- **Tremedales oligotróficos confinados (THIC 7140).** Son los tremedales ácidos típicos, que en la literatura anglosajona reciben el nombre de *fen*, y que ocupan depresiones del terreno (áreas de tendencia endorreica) cuya génesis puede haber ocurrido por alteración química (por ejemplo, alveolos de alteración granítica), por actividad glaciaria (sobreexcavación, obturación morrénica) o ser estructural (depresiones tectónicas), o combinaciones de estos procesos.
- **Tremedales oligotróficos no confinados (THIC 7140).** Se corresponden con tipos de hábitat de turbera desarrollados sobre formas no claramente endorreicas, en las cuales el agua es circulante. Ocupan posiciones de valle o de ladera.

Aunque no es una situación frecuente, puede ocurrir que el tipo de hábitat de tremedal oligotrófico sea muy extenso (a caballo entre la escala de mesotopo y macrotopo) y contenga inclusiones de otros tipos de hábitat de turbera. Un ejemplo que parece cumplir esta condición se describe en el caso práctico 2 del Anexo I de Pontevedra-Pombal *et al.* (2019b), en el complejo de turberas de Veiga do Tremeal (Lugo), donde se han identificado tres enclaves que poseen las características del tipo de turbera elevada (THIC 7110*).

Presentan un amplio y diverso rango de comunidades vegetales (Tabla 6), formadas por praderas de herbáceas más o menos desarrolladas, fases flotantes o tremedales formados por ciperáceas de tamaño medio a pequeño, asociadas con esfagnos o musgos pardos. Muchos de estos tremedales se establecen en zonas de transición entre aguas (lagos, charcas) y aparecen acompañadas por comunidades acuáticas



y anfibias de helófitos. La vegetación formadora de turba característica de estos tremedales está compuesta por briófitos del género *Sphagnum* (*Sphagnum denticulatum*, *S. flexuosum*, *S. rubellum*, *S. subsecundum*, *S. subnitens* y *S. tenellum*), ciperáceas (*Carex equinata*, *C. duriaei*, *Eriophorum angustifolium*), juncáceas (*Juncus articulatus*, *J. bulbosus*, *J. squarrosus*) y otras herbáceas (*Agrostis curtisii*, *Festuca rubra*, *Molinia caerulea*, *Viola palustris*, etc.). También son frecuentes especies típicas de brezal (*Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana* o *E. tetralix*). En la Tabla 7 se da el listado de especies más comunes para los tremedales oligotróficos.

Comunidades pioneras en zonas de turbera de *Rhynchosporion albae* son importantes por la presencia de especies amenazadas como *Lycopodiella inundata* (L.) J. Holub o *Rhynchospora alba* (L.) Vahl. Sin embargo, no deben considerarse un tipo de hábitat en sentido propio, sino una consecuencia de la alteración de la comunidad, a escala de nano/microtopo, en la que aparecen de forma puntual, hasta que no se reestablecen las condiciones maduras del ecosistema.

La alianza *Anagallido tenellae-Juncion bulbosi* está formada por pequeños hemisporófitos que se desarrollan en zonas de escasa inclinación y difícil drenaje y está caracterizada por elementos atlánticos como: *Agrostis hesperica*, *Anagallis tenella*, *Arnica montana* subsp. *atlantica*, *Carex trinervis*, *Pinguicula lusitanica* y *Wahlenbergia hederacea*. De las tres asociaciones de esta alianza, las dos primeras son de distribución preferentemente cántabro-atlántica y la última es exclusiva luso-extremadureña.

La alianza *Festucion frigidae* agrupa las asociaciones crioromediterráneas ricas en endemismos locales, existentes en las turberas sobre sustratos silíceos con aguas nacientes de las cumbres elevadas de Sierra Nevada. Siempre que cumplan el criterio de espesor de turba se pueden considerar tremedales oligotróficos, de lo contrario deben asignarse al THIC 6230* Formaciones herbosas con *Nardus*, con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas (y de zonas submontañosas de la Europa continental), es decir, cervunales y otras comunidades herbáceas acidófilas con *Nardus stricta*.

La vegetación dominante en estas turberas incipientes se caracteriza por la presencia de ciperáceas: *Carex intricata*, *C. echinata*, *C. lepidocarpa* subsp. *nevadensis*, *Eleocharis quinqueflora*, *Festuca frigida*, *Triglochin palustris* y *Juncus alpinoarticulatus* (Blanca et al. 1998).

Cuando ocupan posiciones de valle o ladera muchos de estos tremedales oligotróficos se desarrollan a nivel de macrotopo, ocupando cierta extensión y pueden presentar un alto nivel de antropización debido a su uso como zonas de pasto, con un exceso de drenaje y/o eutrofización. En estos casos la cubierta vegetal de la turbera puede haberse degradado a una pradera higrófila. Las comunidades se ven alteradas por especies de la clase *Molinio-Arrhenatheretea* que llegan a dominar como *Molinia caerulea* y *Agrostis* spp., formando pastos densos higróturbosos compuestos por hemisporófitos, muchos de ellos cespitosos, con un estrato muscinal igualmente denso. Dichos prados en sentido estricto forman parte de dos alianzas dentro de *Molinio-Arrhenatheretea*. Si no cumplen el espesor de turba deberían asignarse al THIC 6410 Prados con molinias sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limónicos (*Molinion caeruleae*), en adelante Prados-juncales de *Molinion caeruleae* y *Juncion acutiflori*.



Tabla 6 Sintaxonomía de las comunidades de los Tremedales oligotróficos. Fuente: elaboración propia.

13. <i>Oxycocco palustris-sphagnetea magellanici</i> Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier
13.1. Alianza <i>Ericion tetralicis</i> Schwickerath, con diez asociaciones
13.1.1. <i>Erico tetralicis-Sphagnetum acutifolii</i> Touffet
13.1.2. <i>Erico tetralicis-Narthecietum ossifragi</i> Br.-Bl.
13.1.3. <i>Calluno vulgaris-Sphagnetum capillifolii</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
13.1.4. <i>Calluno vulgaris-Sphagnetum subnitentis</i> Casanovas
13.1.5. <i>Drosero anglicae-Narthecietum ossifragi</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado in T.E. Díaz & F. Prieto
13.1.6. <i>Erico tetralicis-Trichophoretum germanici</i> Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas
13.1.7. <i>Junco squarrosi-Sphagnetum compacti</i> Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes
13.1.8. <i>Narthecio ossifragi-Sphagnetum tenelli</i> F. Prieto, M.C. Fernández & Collado
13.1.9. <i>Narthecio ossifragi-Trichophoretum caespitosi</i> Br.-Bl.
13.1.10. <i>Sphagno subnitentis-Ericetum tetralicis</i> Ballesteros, Baulies, Canalís & Sebastià ex Rivas-Martínez & Costa
10. <i>Littorelletea uniflorae</i> . Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier.
10a. <i>Littorelletalia uniflorae</i> Koch
10.2. <i>Eleocharition multicaulis</i> Vanden Berghen
10.2.4. <i>Eleocharitetum multicaulis</i> Allorge ex Tüxen
10.2.5. <i>Hyperico elodis-Potamogeton oblongui</i> (Allorge). Br.-Bl. & Tüxen
14. <i>Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae</i> Tüxen
14a. <i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordhagen ex Tüxen
14.1. <i>Rhynchosporion albae</i> Koch
14b. <i>Caricetalia nigrae</i> Koch 1926 em. Br.-Bl.
14.3. <i>Anagallido tenellae-Juncion bulbosi</i> Br.-Bl.
14.3.1. <i>Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi</i> Br.-Bl. 1967
14.3.2. <i>Arnicetum atlanticae</i> Bellot 1968
14.3.3. <i>Sibthorpio europeae-Pinguiculetum lusitanicae</i> Ladero & A. Velasco in A. Velasco 1980
14.6. <i>Festucion frigidae</i> Rivas-Martínez, Díez Garretas, Asensi, Molero & F. Valle
14.6.1. <i>Leontodonto microcephali-Ranunculetum alismoidis</i> Esteve & P. Prieto in P. Prieto
14.6.2. <i>Pinguiculo nevadensis-Eleocharitetum quinqueflorae</i> Rivas-Martínez, Asensi, Díez Garretas, Molero & F. Valle
14.6.3. <i>Veronico nevadensis-Festucetum rivularis</i> Quézel
59. <i>Molinio caeruleae-Arrhenatheretea elatioris</i> . Tüxen
59a. <i>Molinetalia caeruleae</i> Koch
59.1. <i>Molinion caeruleae</i> Koch
59.3. <i>Juncion acutiflori</i> . Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tüxen,

**Tabla 7** Listado de especies más comunes para los Tremadales oligotróficos. Fuente: elaboración propia.

Plantas vasculares	Briófitos
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	<i>Cephalozia</i> sp.
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr
<i>Erica tetralix</i> L.	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
<i>Caltha palustris</i> L.	<i>Odontoschisma sphagni</i> (Dicks) Dumort.
<i>Carex demissa</i> Hornem.	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.
<i>Carex echinata</i> Murray	<i>Campylopus</i> spp.
<i>Carex durieui</i> Steud. ex Kunze	<i>Pseudoscleropodium purum</i> (Hedw.) M. Fleisch
<i>Carum verticillatum</i> (L.) W.D.J. Koch	<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.
<i>Arnica montana</i> L.	<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst.
<i>Drosera intermedia</i> Hayne	<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Brid.
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	<i>Sphagnum cuspidatum</i> Hoffm.
<i>Pinguicula lusitanica</i> L.	
<i>Pinguicula grandiflora</i> Lam.	
<i>Hypericum elodes</i> L.	
<i>Juncus bulbosus</i> L.	
<i>Juncus squarrosus</i> L.	
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	
<i>Narthecium ossifragum</i> (L.) Huds.	
<i>Pedicularis sylvatica</i> L.	
<i>Potamogeton polygonifolius</i> Pourr.	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	
<i>Veronica officinalis</i> L.	
<i>Viola palustris</i> L.	
<i>Parnassia palustris</i> L.	
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) J. Holub	



Tremedales mesoeutróficos

Representan turberas minerotróficas (es decir, ecosistemas hidromorfos con presencia de turba de más de 30 cm de espesor en una parte considerable de la superficie del enclave y con alimentación hídrica procedente fundamentalmente de aguas superficiales y subterráneas) de carácter mesotrófico a eutrófico (que aquí se delimita a partir de un pH de la turba igual o superior a 5,5).

Por sus características topográficas y evolutivas es posible diferenciar, igual que en los tremedales oligotróficos, aquellos que están confinados (ocupan áreas de tendencia endorreica) de aquellos no confinados (desarrollados sobre formas no claramente endorreicas, en las que el agua es circulante).

Los tremedales mesoeutróficos comparten como características comunes la alimentación hídrica con aguas de muy ligeramente ácidas a alcalinas, más o menos ricas en Ca^{2+} y HCO_3^- y, en ocasiones, ligeramente salinas, y un marcado control litológico/edáfico de su geoquímica. Estos tremedales formarían parte de los 'fens' de moderadamente ricos a calcáreos en función de un gradiente de alcalinidad (establecido normalmente a partir del pH, contenido en Ca y alcalinidad del agua) y fertilidad natural (baja o muy baja disponibilidad de nutrientes como N y P; Hájek *et al.* 2006; Wheeler & Proctor 2000), donde suele ser abundante la presencia de musgos pardos y rojos (*Amblystegiaceae*) y una presencia más escasa y puntual del género *Sphagnum* (Gorham & Janssens 1992). Una mayor riqueza en nutrientes, particularmente N y P, los asocia con otros humedales como masegales, prados húmedos (orden *Molinietalia*) o comunidades de prados alpinos, generando verdaderos mosaicos muy difíciles de individualizar.

Estos tremedales encuentran su equivalencia en la Directiva Hábitats dentro del grupo 72 (Áreas pantanosas calcáreas), en particular con el THIC 7230 Turberas minerotróficas alcalinas, sin excluir posibles equivalencias con los THIC 7210* Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davallianae* y 7240* Formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritimae*. Sin embargo, teniendo en cuenta lo comentado anteriormente acerca de las dificultades para establecer valores umbrales que diferencien unívocamente los distintos tipos de tremedales, junto a la casi total falta de información sobre la naturaleza geoquímica del sustrato edáfico de los tremedales mesoeutróficos del Estado español y de las aguas que los alimentan, resulta difícil proponer aquí una división en subtipos, especialmente pensando en el objetivo final de esta metodología que es servir de base para el establecimiento de un sistema de seguimiento.

No obstante, a fin de facilitar la integración con los THIC en las líneas que siguen se propone una serie de subdivisiones de este grupo que permiten establecer una integración de los tipos de hábitat del grupo 72 en la tipología de turberas y paraturberas que aquí se propone.

- **Tremedales mesoeutróficos calcáreos** (la equivalencia en la Directiva Hábitats mejor representada sería el THIC 7210* Turberas calcáreas³ con *Cladium mariscus* y especies de la *Caricion davallianae*)

La definición que presenta el "Interpretation Manual of European Union Habi Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28" (European Commission 2013) para este tipo de hábitat describe

³ Se propone aquí la traducción original de 'calcareous fens' por 'Turberas calcáreas' (y no 'áreas pantanosas calcáreas') para ser coherentes con el significado más extendido del término 'fen' en la bibliografía especializada y, por otra parte, para restringir la expresión 'áreas pantanosas calcáreas' a las tipologías de sistemas paraturbosos calcáreos.



un ambiente de suelos encharcados de alta hidromorfía que se asocian frecuentemente en el espacio con otros tipos de humedales, pero que muy infrecuentemente desarrollan un manto de turba suficiente para poder ser considerados como un tipo de hábitat de turbera. Solo cuando este manto de turba cumple los requisitos necesarios y la cobertura vegetal está dominada por la presencia de *Cladium mariscus* y de especies de la alianza *Caricion davalliana* (Tabla 8) es posible identificar un tremedal mesoeutrófico calcáreo.

Estas formaciones denominadas masegales se distribuyen fundamentalmente por los humedales del litoral ibérico sobre todo el levantino y catalán, constituyendo en muchos casos formaciones monoespecíficas de *Cladium mariscus*, favorecidas por un manejo humano de quema y siega, que impide el desarrollo de comunidades más ricas en especies.

Tabla 8 Sintaxonomía de las comunidades de los Tremedales mesoeutróficos calcáreos. Fuente: elaboración propia.

12. <i>Magnocarici elatae-Phragmitetea australis</i> Klika in Klika & V. Novák
12c. <i>Magnocaricetalia elatae</i> Pignatti
12.4. <i>Magnocaricion elatae</i> Koch
12.4.7. <i>Cladietum marisci</i> Zobrist
12.4.8. <i>Cladium marisci-Caricetum hispiae</i> O. Bolòs
12.4.14. <i>Soncho maritimi-Cladietum marisci</i> (Br.-Bl. & O Bolòs) Cirujano

Dentro de la alianza *Magnocaricion elatae* se agrupan las asociaciones de helófitos gramínoides de tamaño medio o muy desarrollados sobre suelos higroturbosos mesotróficos, de cauces riparios y bordes de lagunas de amplia distribución eurosiberiana y que algo empobrecidos alcanzan la región mediterránea; destacan tres asociaciones donde la especie característica es *Cladium mariscus*.

La definición del THIC 7210* incluye específicamente la presencia de especies de la alianza *Caricion davalliana*, lo que implica que estos masegales deben estar vinculados a comunidades más diversas, con ciperáceas de pequeño porte y un estrato muscinal, enriquecidas con elementos de *Caricion davalliana*.

- **Tremedales mesoeutróficos alcalinos** (la equivalencia en la Directiva Hábitats mejor representada sería el THIC 7230 Turberas minerotróficas alcalinas)

Turberas minerotróficas con un circuito hídrico de aguas solígenas o topógenas ricas en bases procedentes de litologías calcáreas, básicas o ultrabásicas, que propician la aparición de valores de pH débilmente ácidos a alcalinos. Es frecuente que la cubierta vegetal esté dominada por la presencia de musgos marrones y rojos y pequeños juncos calcidófilos de la alianza *Caricion davalliana* (Tabla 9). Este tipo de hábitat se caracteriza por poseer una gran biodiversidad vegetal.

En el Estado español, combinando la información del "Atlas y Manual de los Hábitat de España" (Rivas-Martínez *et al.* 2003) y la Cartografía de Distribución de Hábitats de Interés Comunitario del



Informe del Sexenio 2007-2012, consultable en la página web del MITECO⁴, la distribución del THIC 7230 se centra en zonas de montaña por encima de los 1000 m s.n.m. asociado mayoritariamente a materiales calcáreos (calizas, areniscas calcáreas), excepto en Galicia donde se han descrito a altitudes inferiores a los 500 m sobre serpentinitas y peridotitas (Vicente-Liz 2018).

En sentido estricto, dentro de la sintaxonomía ibérica pertenecen a la alianza *Caricion davallianae*, como así lo demuestra un reciente estudio de Jiménez-Alfaro *et al.* (2011) sobre tremedales neutro-basófilos en el eje cántabro-pirenaico, mediante análisis de gradiente (DCA), que permitió reordenar las comunidades vegetales en cinco tipos básicos tres de los cuales engloban esta alianza. Aunque es destacable también la presencia de algunas asociaciones de los otros dos órdenes de la clase *Scheuchzerio-Caricetea*, comentadas anteriormente en los tremedales oligotróficos, *Scheuchzerietalia palustris* y *Caricetalia nigrae*.

Tabla 9 Sintaxonomía de las comunidades de los Tremedales mesoeutróficos alcalinos. Fuente: elaboración propia.

14 Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae Tüxen
14a. <i>Scheuchzerietalia palustris</i> Nordhagen ex Tüxen
14b. <i>Caricetalia nigrae</i> Koch
14c. <i>Caricetalia davallianae</i> Br.-Bl.
14.4. Caricion davallianae Klika
14.4.1. <i>Pinguiculo grandiflorae-Caricetum frigidae</i> Br.-Bl.
14.4.2. <i>Pinguiculo vulgaris-Caricetum davallianae</i> Turmel
14.4.3. <i>Pinguiculo grandiflorae-Caricetum lepidocarpae</i> Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas
14.4.4. <i>Primulo farinosae-Caricetum lepidocarpae</i> Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas ex Loidi, F. Prieto, Bueno & Herrera in Herrera
14.4.5. <i>Swertio perennis-Caricetum nigrae</i> Vigo
14.4.6. <i>Tofieldio calyculatae-Caricetum pulicaris</i> Rivas-Martínez, Costa & P. Soriano
14.4.7. <i>Tofieldio calyculatae-Trichophoretum caespitosi</i> Ballesteros, Baulies, Canalís & Sebastià ex Rivas-Martínez & Costa
14.4.8. <i>Carici rostratae-Eriophoretum latifolii</i> Egido & Puente

En un sentido más amplio también entrarían a formar parte de estas turberas diversos prados-juncales de distribución principalmente pirenaico-cantábrica. El elevado número de especies diagnósticas y la abundancia de gramíneas con altos requerimientos de nutrientes sugieren que se trata de comunidades de transición a pastizales húmedos neutro-basófilos. La delimitación fitosociológica de muchos de estos prados-juncales se correspondería en principio con el orden *Molinietalia*, ya que varias asociaciones muestran numerosas similitudes entre las alianzas *Caricion davallianae* y *Molinion caeruleae* (Carreras & Vigo 1987; Ninot *et al.* 2000; Egido & Puente 2009). De todas formas, la presencia de turba y comunidades en mosaico propias de tremedales mesoeutróficos es suficiente para incluir al complejo

⁴ https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/rn_cons_seguimiento_Art17_inf_2007_2012.aspx



de comunidades dentro de este último. En la Tabla 10 se da el listado de especies más comunes para los Tremedales mesoeutróficos alcalinos.

Tabla 10 Listado de especies más comunes para los Tremedales mesoeutróficos alcalinos. Fuente: elaboración propia.

Plantas vasculares	Briófitos
<i>Carex davalliana</i> All.	<i>Sphagnum fallax</i> (H. Klinggr.) H. Klinggr
<i>Carex nigra</i> L.	<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.
<i>Carex lepidocarpa</i> Tausch	<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Lindb.) Warnst
<i>Carex paniculata</i> L.	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr
<i>Carex panicea</i> L.	<i>Straminergon stramineum</i> (Dicks. ex Brid.) Hadenäs
<i>Carex frigida</i> All.	<i>Scorpidium revolvens</i> (Sw.) Hadenäs
<i>Carex bicolor</i> All.	<i>Calliergon cuspidatum</i> (Hedw.) Kindb.
<i>Eriophorum latifolium</i> Hoppe	<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske
<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	<i>Warnstorfia exannulata</i> (Schimp.) Loeske
<i>Pinguicula grandiflora</i> Lam.	
<i>Primula farinosa</i> L.	
<i>Succisa pratensis</i> Moench	
<i>Triglochin palustre</i> L.	
<i>Euphrasia hirtella</i> Jordan ex Reuter	
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	
<i>Selinum pyrenaicum</i> (L.) Gouan	
<i>Pedicularis mixta</i> L.	
<i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlenb.	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	
<i>Lotus corniculatus</i> L.	
<i>Galium uliginosum</i> L.	

- **Tremedales mesoeutróficos pioneros** (la equivalencia en la Directiva Hábitats mejor representada sería el THIC 7240* Formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritimae*)

Humedales de aguas fluyentes desarrollados en zonas alpinas, perialpinas sobre sustratos básicos, neutros o ligeramente ácidos, arenosos, pedregosos, a veces algo arcillosos o turbosos, sobre suelos intensamente encharcados con tendencia a mantener capas del suelo congeladas por largos períodos de tiempo. Se trata, por tanto, de humedales de alta montaña.

Presentan importantes variaciones debido a diferencias en altitud, localización geográfica, naturaleza del sustrato, cantidad de agua que fluye y, generalmente, aparecen en forma de mosaico con transiciones complejas con otros tipos de hábitat de tierras altas. Se trata ecosistemas raros cuya permanencia depende de una regeneración periódica del medio, que mantiene su carácter



pionero impidiendo su evolución a formaciones vegetales más maduras. Por este motivo se trata de un tipo de hábitat especialmente susceptible a aquellas amenazas que puedan afectar al relieve y las condiciones hidrológicas de su entorno. Además, la rareza de las especies que lo caracterizan y el aislamiento de las poblaciones dificultan la recolonización tras su desaparición.

En consecuencia, es un tipo de hábitat de baja resiliencia, extremadamente condicionado por las dinámicas geomorfológicas y climáticas. Además, la producción y descomposición de la materia orgánica del suelo es muy lenta en estas condiciones de bajas temperaturas y constante humedad. La combinación de estas dos circunstancias es la causa de que este tipo de hábitat pocas veces conserve un manto de turba suficientemente significativo como para incorporarse al grupo de los tipos de hábitat de turbera (Jiménez-Alfaro *et al.* 2011; Pérez-Haase *et al.* 2011), permaneciendo mayoritariamente dentro de los sistemas paraturbosos.

Las comunidades vegetales, de características pioneras, están formadas por céspedes cortos constituidos esencialmente por especies *Carex* y *Juncus* (alianza *Caricion maritimae*; Tabla 11) y briófitos, junto a especies ártico-alpinas que colonizan sustratos abiertos, lavados por escorrentías superficiales de aguas frías y ricas en bases.

Tabla 11 Sintaxonomía de las comunidades de Tremedales mesoeutróficos pioneros. Fuente: elaboración propia.

14. *Scheuchzerio palustris*-*Caricetea nigrae* Tüxen

14c. *Caricetalia davallianae* Br.-Bl.

14.5. *Caricion maritimae* Br.-Bl. in Volk (*Caricion bicoloris-atrofuscae* Nordhagen), con dos asociaciones

14.5.1. *Leontodonto duboisii*-*Caricetum bicoloris* Benito

14.5.2. *Equiseto variegati*-*Salicetum hastatellae* Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi

La alianza *Caricion maritimae* de distribución centro-pirenaica (Benito-Alonso 2003), está recogida en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE, en su versión consolidada, bajo el epígrafe THIC 7240* Formaciones pioneras alpinas del *Caricion bicoloris-atrofuscae* (= *Caricion maritimae*). Cuando se desarrollan sobre turba de más de 30 cm, podrían asignarse a dicho THIC, aunque debido a su escasa distribución en la península ibérica, limitado al Pirineo Central (Benito-Alonso 2003), optamos por considerarlo un subtipo de tremedales mesoeutróficos (THIC 7230 Turberas minerotróficas alcalinas) y en caso contrario de no cumplirse el mínimo de espesor de turba, incluirlos dentro de sistemas paraturbosos mesoeutróficos.

■ Tremedales oligomesoeutróficos

En general, se trata de tremedales minerotróficos que están asociados a una red hidrogeológica compleja caracterizada por la presencia de materiales litológicos muy contrastados, que imprimen en las aguas su huella geoquímica. Esta heterogeneidad geológica puede, en determinadas circunstancias, aportar aguas de naturaleza muy diferenciada a distintas partes de la turbera de captación, condicionando su naturaleza físico-química, y de forma indirecta provocando una explosión de biodiversidad.



La expresión fisionómica de estos complejos (comunidades y especies indicadoras) está condicionada por la naturaleza físico-química de la turba y el agua, pero parece darse únicamente cuando existen diferencias muy contrastadas para diferentes parámetros (pH, conductividad, concentración de K, Ca, Mg, Fe, Al, P en la turba y/o en el agua). Sin embargo, a pesar de esta necesidad de segregación físico-química, el espacio necesario para que se produzca dicha diferenciación se ha observado que puede darse a escalas de mesotopo pero también de microtopo (menos de 0,5 m). Por este motivo, los estudios para caracterizar este tipo de hábitat (Heikkilä 1987) se han desarrollado frecuentemente a partir de parcelas no mayores de 10x10 m.

El escaso conocimiento existente parece indicar que los principales parámetros que muestran una relación de dependencia altamente significativa con la vegetación son el pH y la concentración de Ca del agua, mientras que otros están, o bien condicionados por el pH o bien por la hidrología. Los valores de pH del agua inferiores a 5,5 se asociarían a ambientes oligotróficos, valores de pH entre 5,5 y 6,5 a ambientes mesotróficos y valores de pH superiores a 6,5 a ambientes eutróficos.

Siguiendo esta pauta, sería posible hacer una división prospectiva, que necesitaría ser confirmada con estudios más específicos, de los microhábitat de este tipo de hábitat a partir del establecimiento de las correlaciones entre la presencia de determinadas comunidades o especies vegetales bioindicadoras y el pH de la turba. Se opta por el pH de la turba por ser mucho más estable en el tiempo que el pH del agua, que puede cambiar significativamente en dinámicas muy aceleradas, por ejemplo, después de una intensa lluvia, o en función de la estación de muestreo, del lugar y del tipo de agua del que se tome la muestra.

A diferencia de lo que sucede en otros tipos de hábitat de turbera, en el caso de las turberas eutróficas parece existir una relación suficientemente estricta entre determinadas especies vegetales y la físico-química de la turbera, por lo que a partir de un estudio extenso de este tipo de sistemas sería posible establecer bioindicadores tipológicos, que tienen la ventaja de la rapidez y el bajo coste, si bien necesitan de un conocimiento experto.

La identificación y tipificación de este tipo de hábitat, que en esencia es un sistema complejo desarrollado en forma de mosaico de comunidades vegetales muy dinámicas condicionadas por cambios significativos en los equilibrios físico-químicos de la turbera, exige un primer paso de caracterización profunda de estas interacciones.

3.2.4. Complejos de tremedal

Tanto en la visita de campo a la sierra de O Xistral (Lugo) como en las sesiones de la reunión de expertos, organizada en 2016 en Santiago de Compostela al amparo de este proyecto, se puso de manifiesto que en algunas áreas del Estado español (notablemente las comunidades autónomas de Galicia y Cantabria) varios mesotopos de tremedal forman parte de unidades espaciales más amplias que se encuentran interconectadas por un circuito hidrológico de aguas superficiales (análogas a las turberas de recarga y descarga que se describen en otros países).

La opinión de los expertos es que las particularidades de estos sistemas los aproximan a la condición de macrotopo descrita para las turberas de cobertor. La interconexión característica de estas formaciones turbosas hace que las presiones que tengan lugar en cualquiera de las unidades, así como en la cuenca global que representan, puede ser propagada al conjunto de mesotopos. Por ello, parece imprescindible



reconocerlas a nivel de tipificación bajo la etiqueta de 'complejos de tremedal'. Será necesario profundizar en su caracterización y distribución, pues es previsible que su presencia en el Estado español sea más extensa que la reconocida por ahora.

3.3. Paraturberas

Como ya se ha dicho, las paraturberas se caracterizan, necesariamente, por condiciones de hidromorfía y por tener especies características de los tipos de hábitat de turbera. La presencia de estas especies debe derivar de factores biofísicos de control similares a los de las turberas, desempeñando la existencia de agua un papel central. En la Figura 4 se esquematizan de manera gráfica los principales factores a considerar para la clasificación de paraturberas.

El primer factor para su clasificación es el tipo de sustrato sobre el que se desarrolla la vegetación. Así, se pueden distinguir: 1) euparaturberas: tipos de hábitat de sustrato orgánico (turba) con menos de 30 cm pero más de 15 cm de espesor (es decir, la mayor parte de la vegetación vive directamente del sustrato orgánico); 2) mineroparaturberas: tipos de hábitat con sustratos minerales, con un contenido de carbono comprendido entre un 8 y un 15%, y al menos 15 cm de espesor; 3) pseudoparaturberas: tipos de hábitat de sustratos minerales con un espesor de al menos 15 cm y un contenido de carbono inferior al 8%; y 4) esfagnales paraturbosos: tipos de hábitat, dominados por especies del género *Sphagnum*, que se desarrollan sobre un sustrato mineral de menos de 15 cm de espesor o directamente sobre un sustrato rocoso.

El segundo criterio sería la continuidad/proximidad a un tipo de hábitat de turbera o paraturbera. En el caso de las pseudoparaturberas y los esfagnales paraturbosos sobre roca se exige la conectividad con un tipo de hábitat de turbera o paraturbera debido a su mayor diferencia en lo que respecta a las funciones ecológicas que cumplen los sistemas de turberas, pero admitiendo su papel como repositorios de semillas para la colonización vegetal de la turbera a la que están próximos y como posibles zonas de expansión de la misma.

El tercer criterio, que afecta tan solo a las eu- y mineroparaturberas, está relacionado con el grado de acidez (pH) del sustrato. Así, estableciendo como límite el valor de pH de 5,5 (véase apartado 3.1.2), distinguimos entre eu- y mineroparaturberas oligotróficas ($\text{pH}_{\text{suelo}} < 5,5$) y mesoeutróficas ($\text{pH}_{\text{suelo}} \geq 5,5$). Al igual que en el caso de las turberas mesoeutróficas, dentro de las paraturberas mesoeutróficas podría establecerse un subtipo 'oligomesoeutrófico' correspondiente a aquellos tipos de hábitat con un fuerte gradiente de pH entre condiciones oligo y mesoeutróficas en pocas decenas de metros (es decir, en una escala que no permitan hablar de inclusiones de unos tipos de hábitat en otros). Sin embargo, hasta que no se disponga de datos suficientes a nivel de inventario no podrá evaluarse la necesidad de crear una tipología específica para estos tipos de hábitat o valorar si en la práctica son más bien una singularidad. En el caso de las periparaturberas, las perimineroparaturberas, las peripsuedoparaturberas y los esfagnales paraturbosos sobre roca, no se atiende a criterios de grado de acidez para su clasificación, pues para su gestión no serán tan importantes las propiedades físico-químicas del propio tipo de hábitat sino que van a depender fundamentalmente del tipo de turbera con el que estén asociados.



PARATURBERAS: los hábitat paraturbosos engloban a aquellos hábitat que, teniendo turba, no cumplen el criterio de 30 cm de espesor de turba para una superficie considerable del enclave, así como aquellos hábitat que presentando hidromorfía y vegetación característica de turbera tienen un suelo mineral de al menos 15 cm de espesor con contenidos de carbono comprendidos entre el 8-15%. En el caso de aquellos hábitat que presentando hidromorfía y vegetación formadora de turba no cumplan los anteriores requisitos (es decir, o tienen contenidos de carbono inferiores al 8% o presentan un espesor inferior a 15 cm) se exigirá la conexión a un hábitat de turbera u un hábitat paraturboso para su clasificación como paraturbera.

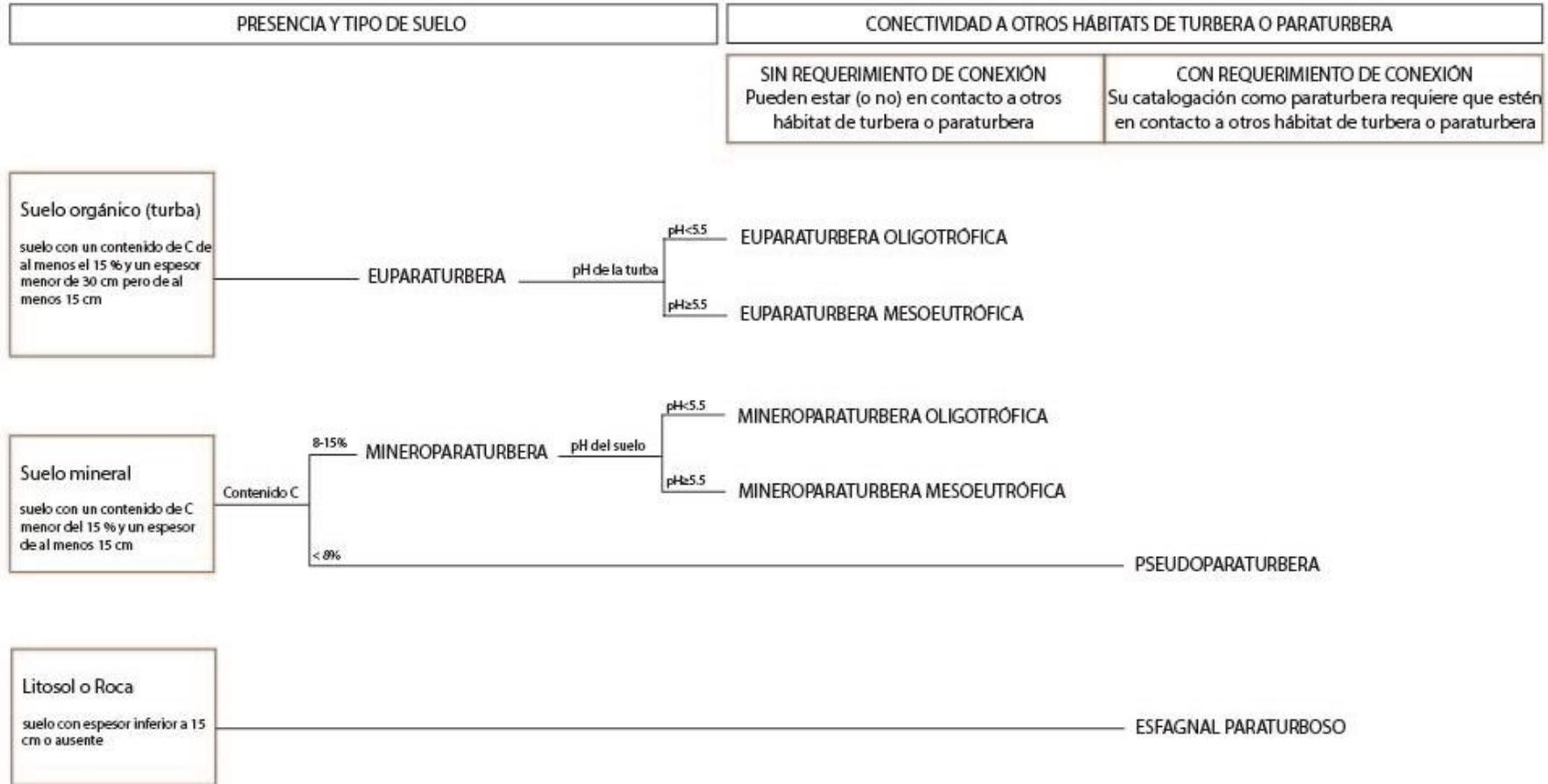


Figura 4 Clave dicotómica para la tipificación de paraturberas. Fuente: elaboración propia.



3.3.1. Euparaturbera oligotrófica

Tipo de hábitat con vegetación característica de turberas y con suelos hidromorfos con un manto de turba de espesor inferior a 30 cm, pero superior a 15 cm, de naturaleza minerotrófica y procesos de terrestización con condiciones tróficas pobres en cationes básicos, y pH de la turba inferior a 5,5. Estas euparaturberas pueden estar (o no) conectadas a otros tipos de hábitat de turbera o paraturbera. En caso de conexión a un tipo de hábitat de turbera, marcarían la zona natural de expansión de la turbera a la que están asociadas y juegan un papel significativo en la conservación de las condiciones ambientales que permiten la pervivencia de las turberas.

De mantenerse la estabilidad ambiental, estos sistemas paraturbosos podrían progresar hacia turberas elevadas (THIC 7110*), turberas de cobertor (THIC 7130) y tremedales oligotróficos (THIC 7140). La vegetación que se establece sobre estas euparaturberas está formada por comunidades en mayor o menor grado de desarrollo propias de estos tres tipos de turberas dependiendo de hacia qué sistema evolucionen: Turberas elevadas (Tabla 2), Turberas de cobertor (Tabla 4) o Tremedales oligotróficos (Tabla 6). También son frecuentes especies típicas del tipo de hábitat brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*, en adelante, brezales higrófilos (THIC 4020*) como *Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana*, *E. tetralix*, *Genista anglica*, *G. berberidea*, *G. micrantha*, *Myrica gale* o *Salix repens*.

3.3.2. Euparaturbera mesoeutrófica

Tipo de hábitat con vegetación característica de turberas en suelos hidromorfos con un manto de turba de espesor inferior a 30 cm y pero superior a 15 cm, de naturaleza minerotrófica y procesos de terrestización con condiciones tróficas ricas o moderadamente ricas en cationes básicos, y pH de la turba superior o igual a 5,5. Estas euparaturberas pueden estar (o no) conectadas a otros tipos de hábitat de turbera o paraturbera. En caso de conexión a un tipo de hábitat de turbera, marcarían la zona natural de expansión de la turbera a la que están asociadas y juegan un papel significativo en la conservación de las condiciones ambientales que permiten la pervivencia de las turberas.

De mantenerse la estabilidad ambiental, estos sistemas paraturbosos podrían progresar hacia tipos de hábitat de turbera (i.e. THIC 7210*, 7230 o 7240*). La vegetación que se establece sobre estas euparaturberas está formada por comunidades en mayor o menor grado de desarrollo propias de estos tres tipos de turberas dependiendo de hacia qué sistema evolucionen: Tremedales mesotróficos calcáreos (Tabla 8), Tremedales mesotróficos alcalinos (Tabla 9) o Tremedales mesotróficos pioneros (Tabla 11). Aparecen también comunidades de prados húmedos o juncales de carácter basófilo (orden *Molinietalia*), que deberían ser asignadas al THIC 6410 Prados-juncales de *Molinion caeruleae* y *Juncion acutiflori*. Como se comentó anteriormente, cuando se disponga de datos de inventario adecuados habrá de evaluarse la posibilidad de establecer un subtipo de 'euparaturbera oligomesoeutrófica'.



3.3.3. Mineroparaturbera oligotrófica

Tipo de hábitat con vegetación característica de turberas en suelos minerales (sin turba) con un espesor superior a 15 cm y contenidos de carbono orgánico entre el 8 y el 15%, con condiciones tróficas pobres en cationes básicos y un pH del suelo inferior a 5,5. Estas mineroparaturberas pueden estar (o no) conectadas a otros tipos de hábitat de turbera o paraturbera. En caso de conexión a un tipo de hábitat de turbera, marcarían la zona natural de expansión de la turbera a la que están asociadas jugando un papel significativo en la conservación de las condiciones ambientales que permiten la pervivencia de las turberas. Estos sistemas pueden, debido a cambios ambientales drásticos, progresar hacia otros sistemas paraturbosos e incluso hacia turberas, pero habitualmente mantienen su estatus mineral y, en este estado, su valor reside en su función como soporte de comunidades vegetales de tipos de hábitat de turbera, y en consecuencia como repositorios biológicos. Las características de este tipo de hábitat permiten el establecimiento de comunidades pioneras, a escala de nano/microtopo, importantes por la presencia de especies amenazadas que solo prosperan en estas condiciones. Destacan las zonas perimetrales de drenaje y canales (*lags*) o zonas de turbera degradadas temporalmente, que permiten el establecimiento de comunidades pioneras formadas principalmente por ciperáceas de pequeño porte, plantas insectívoras y estratos muscinales ricos en hepáticas.

De mantenerse la estabilidad ambiental, estos sistemas paraturbosos podrían progresar hacia turberas elevadas (THIC 7110*), turberas de cobertor (THIC 7130) y tremedales oligotróficos (THIC 7140). La vegetación que se establece sobre estas mineroparaturberas está formada por comunidades en mayor o menor grado de desarrollo propias de los tremedales oligotróficos (THIC 7140; Tabla 6). También son frecuentes especies típicas de brezales higrófilos (THIC 4020*) como *Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana*, *E. tetralix*, *Genista anglica*, *G. berberidea*, *G. micrantha*, *Myrica gale* o *Salix repens*.

3.3.4. Mineroparaturbera mesotrófica

Tipo de hábitat con vegetación característica de turberas en suelos minerales (sin turba) hidromorfos, con un espesor superior a 15 cm y contenidos de carbono orgánico entre el 8 y el 15%, con condiciones tróficas ricas o moderadamente ricas en cationes básicos y pH del suelo superior o igual a 5,5. Estas mineroparaturberas pueden estar (o no) conectadas a otros tipos de hábitat de turbera o paraturbera. En caso de conexión a un tipo de hábitat de turbera, marcarían la zona natural de expansión de la turbera a la que están asociadas y juegan un papel significativo en la conservación de las condiciones ambientales que permiten la pervivencia de las turberas. Estos sistemas pueden, debido a cambios ambientales drásticos, progresar hacia otros sistemas paraturbosos e incluso hacia turberas, pero habitualmente mantienen su estatus mineral y, en este estado, su valor reside en su función como soporte de comunidades vegetales de tipos de hábitat de turbera, y en consecuencia como repositorios biológicos. Las características de este tipo de hábitat permiten el establecimiento de comunidades pioneras, a escala de nano/microtopo importantes por la presencia de especies amenazadas que solo prosperan en estas condiciones. Destacan las zonas perimetrales de drenaje y canales (*lags*) o zonas de turbera degradadas temporalmente, que permiten el establecimiento de comunidades pioneras formadas principalmente por ciperáceas de pequeño porte, plantas insectívoras y estratos muscinales ricos en hepáticas.

La vegetación que se establece sobre estas mineroparaturberas está formada por comunidades en mayor o menor grado de desarrollo propias de estos tres tipos de turberas dependiendo de hacia qué



sistema evolucionen: Tremedales mesotróficos calcáreos (Tabla 8), Tremedales mesotróficos alcalinos (Tabla 9) o Tremedales mesotróficos pioneros (Tabla 11). Aparecen también comunidades de prados húmedos o juncales de carácter basófilo (orden *Molinietalia*), que deberían ser asignadas al THIC 6410 Prados-juncales de *Molinion caeruleae* y *Juncion acutiflori*.

Como se sugirió anteriormente, cuando se disponga de datos de inventario adecuados habrá de evaluarse la posibilidad de establecer un subtipo de 'mineroparaturbera oligomesoestrófica'.

3.3.5. Pseudoparaturbera

Tipo de hábitat con vegetación característica de turberas en suelos minerales (sin turba) hidromorfos, de al menos 15 cm de espesor y contenidos de carbono orgánico inferiores al 8%, que están conectados espacialmente con otro sistema paraturboso o con una turbera. Su presencia juega un papel significativo en la conservación de las condiciones ambientales que permiten la pervivencia de las turberas. Las características de este tipo de hábitat permiten el establecimiento de comunidades pioneras, a escala de nano/microtopo importantes por la presencia de especies amenazadas que solo prosperan en estas condiciones. Destacan las zonas perimetrales de drenaje y canales (*lags*) o zonas de turbera degradadas temporalmente, que permiten el establecimiento de comunidades pioneras formadas principalmente por ciperáceas de pequeño porte, plantas insectívoras y estratos muscinales ricos en hepáticas.

La vegetación que se establece sobre las pseudoparaturberas está formada por comunidades en mayor o menor grado de desarrollo propias de: i) tremedales oligotróficos (THIC 7140; Tabla 6), siendo en este caso también frecuentes especies típicas de brezales higrófilos (THIC 4020*) como *Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana*, *E. tetralix*, *Genista anglica*, *G. berberidea*, *G. micrantha*, *Myrica gale* o *Salix repens*; ii) tremedales mesotróficos calcáreos (Tabla 8); iii) tremedales mesotróficos alcalinos (Tabla 9), o iv) tremedales mesotróficos pioneros (Tabla 11).

De haber influencia mesotrófica (casos de ii a iv) aparecen también comunidades de prados húmedos o juncales de carácter basófilo (orden *Molinietalia*), que deberían ser asignadas al THIC 6410 Prados-juncales de *Molinion caeruleae* y *Juncion acutiflori*. Es común que la vegetación de las pseudoparaturberas sea la misma que la que se da en el tipo de hábitat de turbera o paraturbera con el cual establece conexión, aunque esto no ocurre siempre.

3.3.6. Esfagnal paraturboso

Tipo de hábitat dominado por especies del género *Sphagnum*, que se desarrollan sobre un sustrato mineral de menos de 15 cm de espesor o directamente sobre un sustrato rocoso, pero que tienen conexión espacial con un tipo de hábitat de turbera o con otro tipo de hábitat paraturboso. Estos ambientes son importantes reservorios biológicos para las comunidades de turbera.



3.4. Clave dicotómica de los tipos de hábitat de turbera y paraturbera del Estado español

- i) Presencia de turba (un sustrato orgánico de color oscuro formado *in situ*, en condiciones de hidromorfía, por acumulación de restos vegetales y, en menor medida, animales, y con un contenido de carbono orgánico igual o superior al 15%) y con un espesor igual o superior a 30 cm para una superficie considerable del enclave..... **TURBERAS**
- ii) Presencia de turba (un sustrato orgánico de color oscuro formado *in situ*, en condiciones de hidromorfía, por acumulación de restos vegetales y, en menor medida, animales y con un contenido de carbono superior al 15%) pero con un espesor inferior a 30 cm para una superficie considerable del enclave, o
- iii) presencia de hidromorfía y vegetación característica de turberas, cumpliéndose además uno de los siguientes requisitos: a) suelos con contenidos de carbono orgánico comprendidos entre el 15 y el 8 %, o b) conexión espacial con un tipo de hábitat de turbera o con otro tipo de hábitat paraturboso **PARATURBERAS**

TURBERAS

T1a. Alimentación hídrica exclusiva o casi exclusiva por vía atmosférica T2

T1b. Alimentación hídrica producto de la combinación de aguas de escorrentía, superficiales, freáticas y procedentes de la vía atmosférica..... T3

T2a. La escala espacial sobre la que se desarrolla el enclave es de macrotopo, es decir, amplias áreas de turbera con continuidad espacial de la capa freática..... **Turberas de cobertor**

T2b. La escala espacial sobre la que se desarrolla el enclave es de mesotopo, es decir, está asociado a formas del terreno como parte de un continuo, o bien como entes aislados o semiaislados..... **Turberas elevadas**

T3a. La escala espacial sobre la que se desarrolla el enclave es de macrotopo, es decir, amplias áreas de mesotopos de tremedal con conexión hidrológica **Complejos de tremedal**

T3b. La escala espacial sobre la que se desarrolla el enclave es de mesotopo, es decir, está asociado a formas del terreno como parte de un continuo, o bien como entes aislados o semiaislados..... T4

T4a. El mesotopo no está densamente poblado con especies arbóreas (excluyendo la repoblación forestal) de germinación espontánea T5

T4b. El mesotopo está densamente poblado con especies arbóreas autóctonas de germinación espontánea **Tremedales boscosos**

T5a. Tremedales con pH de la turba < 5,5..... **Tremedales oligotróficos**

T5a. Tremedales con pH de la turba ≥ 5,5 en todo o parte del mesotopo **Tremedales mesoeutróficos**



PARATURBERAS

P1a. Presencia de un suelo de tipo orgánico (turba) de un espesor comprendido entre 15 y 30 cm para una superficie considerable. La catalogación del suelo como orgánico requiere que el contenido de carbono medido en el promedio de los 10-15 cm superiores, excluida la vegetación de superficie, sea de al menos el 15%..... P2 (Euparaturbera)

P1b. Sin capa continua de turba o con una de espesor inferior a 15 cm P3

P2a. pH de la turba menor 5,5 **Euparaturbera oligotrófica**

P2b. pH de la turba mayor o igual 5,5 **Euparaturbera mesoeutrónica**

P3a. Suelo mineral con un espesor de al menos 15 cm. La catalogación del suelo como mineral requiere que el contenido de carbono medido en el promedio de los 10-15 cm superiores, excluida la vegetación de superficie, sea menor del 15%. P4

P3b. Suelo con un espesor inferior a 15 cm o ausente y existencia de contacto entre el tipo de hábitat y otros tipos de hábitat de turbera o paraturbera **Esfagnal paraturboso**

P4a. Contenido de carbono del suelo (medido en el promedio de los 10-15 cm superiores, excluida la vegetación de superficie) comprendido entre el 8 y el 15% P5 (Mineroparaturbera)

P4b. Contenido de carbono del suelo (medido en el promedio de los 10-15 cm superiores, excluida la vegetación de superficie) menor del 8% y existencia de contacto entre el tipo de hábitat y otros tipos de hábitat de turbera o paraturbera **Pseudoparaturbera**

P5a. pH del suelo menor de 5,5 **Mineroparaturbera oligotrófica**

P5b. pH del suelo mayor o igual de 5,5 **Mineroparaturbera mesoeutrónica**

3.5. Tipología de turberas y paraturberas y su relación con los tipos de hábitat de interés comunitario

En la Tabla 12 se hace una indicación de las equivalencias entre la tipología propuesta en este trabajo y los tipos de hábitat de interés comunitario, así como con el sistema europeo de clasificación EUNIS (*European Nature Information System*), con indicación de las alianzas fitosociológicas correspondientes a cada tipo. Dicha tabla revela que las turberas ácidas y los tremedales mesoeutrónicos presentan alianzas fitosociológicas diferenciadas (excepción hecha de *Molinion caeruleae*, que está presente en ambas). Sin embargo, las cuatro alianzas (*Magnocaricion ellatae*, *Caricion davallianae*, *Caricion maritimae* y *Molinion caeruleae*) asociadas a los tremedales mesoeutrónicos pueden estar representadas en cualquiera de los tres tipos de hábitat descritos. Igualmente, en el caso de las turberas ácidas, cinco alianzas (*Ericion tetralicis*, *Erico mackainanae-Sphagnion papilloso*, *Rhynchosporion albae*, *Anagallido tenellae-Juncion bulbosi*, *Eleocharition multicaulis*) están presentes en todos los tipos de hábitat. Tan solo tres (*Festucion frigidae*, *Molinion caeruleae*) se asocian de forma exclusiva a los tremedales oligotróficos; si bien este grupo contiene dos tipos de hábitat diferentes. Este solapamiento



de alianzas fitosociológicas hace desaconsejable, como ya se ha comentado con anterioridad, su empleo como criterio diagnóstico en la tipología de los tipos de hábitat de turbera, ya que implicaría un nivel de detalle excesivo que complicaría la gestión de los mismos.



Tabla 12 Equivalencias entre la tipología propuesta en el presente trabajo, los tipos de hábitat de interés comunitario (THIC) y el sistema europeo EUNIS, con indicación de las alianzas fitosociológicas correspondientes a cada tipo. Fuente: elaboración propia.

Turberas	THIC	Alianzas fitosociológicas										EUNIS para península ibérica		
		<i>Ericion tetralicis</i>	<i>Erico mackaianae-Sphagnion papilloso</i>	<i>Rhynchosporion albae</i>	<i>Anagallido tenellae-Juncion bulbosi</i>	<i>Eleocharition multicaulis</i>	<i>Festucion frigidae</i>	<i>Molinion caeruleae</i>	<i>Juncion acutiflori</i>	<i>Magnocaricion elatae</i>	<i>Caricion davallianae</i>		<i>Caricion maritimae</i>	
Turberas elevadas	7110* Turberas elevadas activas	✓	✓	✓	✓	✓								<i>D1.1 Raised bogs</i> <i>D1.11 Active, relatively undamaged raised bogs</i> <i>D1.111 Raised bog hummocks, ridges and lawns</i> <i>D1.1111 Colourful sphagnum hummocks</i> <i>D1.1112 Bog cottonsedge-sphagnum lawns and hummock bases</i> <i>D1.1113 Dwarf shrub hummocks</i> <i>D1.12 Damaged, inactive bogs</i> <i>D1.121 Damaged, inactive bogs, dominated by Molinia</i> <i>D1.14 Myrica gale scrub on raised bogs</i>
Turberas de cobertor	7130 Turberas de cobertor	✓	✓	✓	✓	✓								<i>D1.2 Blanket bogs</i> <i>D1.21 Hyperoceanic low-altitude blanket bogs, with dominant Trichophorum</i> <i>D1.22 Montane blanket bogs, Calluna & Eriophorum vaginatum often dominant</i>
Tremedales oligotróficos Tremedales boscosos	7140 Tremedales 91D0 Turberas boscosas	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓					<i>D2.2 Poor fens and soft-water spring mires</i> <i>D2.21 Eriophorum scheuchzeri fens</i> <i>D2.22 Carex nigra, Carex canescens, Carex echinata fens</i> <i>D2.24 Carex intricata pozzines</i> <i>D2.25 Trichophorum cespitosum and Narthecium ossifragum acidic fens</i> <i>D2.26 Eriophorum angustifolium fens</i> <i>D2.3 Transition mires and quaking bogs</i> <i>D2.31 Carex lasiocarpa swards</i> <i>D2.33 Carex rostrata quaking mires</i> <i>D2.37 Rhynchospora alba quaking bogs</i> <i>D2.38 Sphagnum and Eriophorum rafts</i> <i>D2.39 Menyanthes trifoliata and Potentilla palustris rafts</i>

Continúa en la siguiente página ►



Turberas	THIC	Alianzas fitosociológicas										EUNIS para península ibérica	
		<i>Ericion tetralicis</i>	<i>Erico mackaiana-Sphagnion papilloso</i>	<i>Rhynchosporion albae</i>	<i>Anagallido tenellae-Juncion bulbosi</i>	<i>Eleocharition multicaulis</i>	<i>Festucion frigidae</i>	<i>Molinion caeruleae</i>	<i>Juncion acutiflori</i>	<i>Magnocaricion elatae</i>	<i>Caricion davallianae</i>		<i>Caricion maritimae</i>
Tremadales mesoeutróficos	7210* Áreas pantanosas calcáreas con <i>Cladium mariscus</i> y especies de <i>Caricion davallianae</i>												<p>D4.1 Rich fens, including eutrophic tall-herb fens and calcareous flushes and soaks</p> <p>D4.11 Schoenus nigricans fens</p> <p>D4.14 Pyrenean Carex davalliana fens</p> <p>D4.15 Carex dioica, Carex pulicaris and Carex flava fens</p> <p>D4.16 Carex nigra alkaline fens</p> <p>D4.18 Carex frigida fens</p> <p>D4.2 Basic mountain flushes and streamsides, with a rich arctic-montane flora</p>
	7230 Turberas minerotróficas alcalinas						✓		✓	✓	✓		
	7240* Formaciones pioneras alpinas de <i>Caricion maritimae</i>												



4. REFERENCIAS

- Benito-Alonso J L. 2003. Las comunidades con *Carex bicolor* All. del Pirineo. Acta Botanica Barcinonensia. 49: 229-243.
- Blanca G, Cueto M, Martínez-Lirola M J & Molero-Mesa J. 1998. Threatened vascular flora of Sierra Nevada (southern Spain). Biological conservation. 85(3): 269-285.
- Braun-Blanquet J & Tüxen R. 1952. Irische Pflanzengesellschaften. Veroff. Geobot. Inst. Rubel, Zurich. 25: 224-415.
- Carreras R & Vigo J. 1987. Las comunidades del orden *Molinietalia caeruleae* en los Pirineos catalanes. Lazaroa. 7: 497-513.
- Clymo R S 1970. The growth of *Sphagnum*: methods and measurements. Journal of Ecology. 58(1): 13-49.
- Egido F & Puente E. 2009. Nuevas comunidades higrófilas de la Cordillera Cantábrica y aledaños. pp. 617-632. En: Llamas F & Acedo C (eds.) Botánica Pirenaico-Cantábrica en el siglo XXI. Área de Publicaciones de la Universidad de León. León.
- European Commission. 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28. DG Environment, Nature ENV B.3, European Commission. 144 pp.
- García-Rodeja E & Fraga M I. 2009a. 7230 Turberas minerotróficas alcalinas. 58 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- García-Rodeja E, Fraga M I, Fidalgo C & González J A. 2009. 7210 Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium mariscus* y especies de *Caricion davallianae* (*). 62 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- García-Rodeja E & Fraga M I. 2009b. 7240 Formaciones pioneras alpinas del *Caricion maritimae*. 36 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Gorham E & Janssens J A. 1992. Concepts of fen and bog re-examined in relation to bryophyte cover and the acidity of surface waters. Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 61(1): 7-20.
- Hájek M, Horsák M, Hajkova P & Dítě D. 2006. Habitat diversity of central European fens in relation to environmental gradients and an effort to standardise fen terminology in ecological studies. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 8(2): 97-114.
- Heikkilä H. 1987. The vegetation and ecology of mesotrophic and eutrophic fens in western Finland. Annales Botanici Fennici. 24(2): 155-175.
- Ihobe. 2011. Primera evaluación del estado de conservación de los habitats hidroturbosos de interés comunitario en el País Vasco. Sociedad Pública del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Bilbao. 60 pp.



IUSS Working Group WRB. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014. Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos, 106. FAO. Roma. 206 pp.

Jiménez-Alfaro B, Díaz-González T E & Fernández-Pascual E. 2011. Grupos de vegetación y hábitats de tremedales neutro-basófilos en las montañas pirenaico-cantábricas. *Acta Botanica Barcinonensia*. 53: 47-60.

Lyndsay R, Birnie R & Clough J. 2014. Peat Bog Ecosystems: Key Definitions. Briefing Note nº 1. IUCN UK Committe Petaland Programme.

Martínez-Cortizas A, Pontevedra-Pombal X, Nóvoa-Muñoz J C, Rodríguez-Fernández R, López-Sáez J A, Rodríguez-Racedo J, Costa M, Ferro-Vázquez C & Ferrín-Prieto C. 2009. 7140 Mires de transición (Tremedales). 34 pp. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.

Ninot J M, Carreras J, Carrillo E & Vigo J. 2000. Syntaxonomic conspectus of the vegetation of Catalonia and Andorra. I: hygrophilous herbaceous communities. *Acta Botanica Barcinonensia*. 46: 191-237.

Olid C, García-Orellana J, Martínez-Cortizas A, Peitido E & Sánchez-Cabeza J A. 2008. Role of surface vegetation in ²¹⁰Pb-dating of peat cores. *Environmental Science and Technology*. 42(23): 8858-8864.

Olid C, Diego D, García-Orellana J, Martínez-Cortizas A & Klaminder J. 2016. Modelling the downward transport of ²¹⁰Pb in peatlands: initial penetration-constant rate of supply (IP-CRS) model. *Science of the Total Environment*. 541: 1222-1231.

Onaindía M & Navarro C. 1986. Comunidades vegetales en los ambientes de turbera de Vizcaya: vegetación de carácter relíctico en nuestro territorio. *Kobie (Serie Ciencias Naturales)*. 15: 199-206.

Pérez-Haase A, Carrillo E, Batriu E & Ninot J M. 2011. Diversitat de comunitats vegetals a les molles de la Vall d'Aran (Pirineus centrals). *Acta Botanica Barcinonensia*. 53: 61-112.

Pontevedra-Pombal X, Nóvoa-Muñoz J C & Martínez-Cortizas A. 2008. Peat. pp: 510-511. In: Chesworth W (ed.) *Encyclopedia of Soil Science*. Springer. Dordrecht.

Pontevedra-Pombal X, Silva-Sánchez N & Martínez-Cortizas A. 2019. Descripción de métodos para estimar las tasas de cambio del parámetro 'Superficie ocupada' por los tipos de hábitat herbáceos con componente turbófilo en sus respectivos rangos de distribución (paraturberas y tremedales mesoeutróficos). Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 30 pp.

Pontevedra-Pombal X, Rodríguez-Lado L, Blanco-Chao R, Andrés-Santiago S & García-Rodeja E. 2019. Descripción de métodos para estimar las tasas de cambio del parámetro 'Superficie ocupada' por los tipos de hábitat de turberas ácidas. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 33 pp.

Rivas-Martínez S, Fernández-González F, Loidi J, Lousa M & Penas A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*. 14: 5-341.



- Rivas-Martínez S, Díaz-González T E, Fernández-González F, Izco J, Loidi J, Lousa M & Penas A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. *Itinera Geobotanica*. 15(1): 5-432.
- Rivas-Martínez S & coautores. 2011. Mapa de Series, Geoseries y Geopermaseries de Vegetación de España. (Memoria del mapa de Vegetación Potencial de España). Parte II. *Itinera Geobotanica (Nueva Serie)*. 18(1-2): 5-800.
- Rivas-Martínez S, Penas A, Asensi A, Costa M & Llorens L. 2003. Atlas y Manual de los Hábitat de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 492 pp.
- Rodríguez-Gutián M, Ramil-Rego P, Real-Rodríguez C, Díaz-Varela R A, Ferreiro da Costa J & Cillero C. 2009. Caracterización vegetacional de los complejos de turberas de cobertor activas del SW europeo. pp. 633-654. En: Llamas F & Acedo C (eds.) *Botánica Pirenaico-Cantábrica en el siglo XXI*. Área de Publicaciones de la Universidad de León. León.
- Romero-Pedreira D, Fraga M I & Sahuquillo E. 2008. NW Iberian Peninsula blanket bogs: their vegetation and relationships with the British blanket bogs. pp: 45-48. In: Farrell C & Feehan J (eds.) *After wise use- the future of peatlands*. Vol. 2. The international peat society. Finland.
- Romero-Pedreira D. 2015. Caracterización Florística y Fitoecológica de las Turberas de las Sierras de Xistral y Ancares (NW Península Ibérica). Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. 275 pp.
- Siegenthaler A, Buttler A, Grosvernier P, Gobal J M & Mitchell E. 2014. Discrepancies in growth measurement methods of mosses: an example under two keystone species grown under increased CO₂ and N supply in a restored peatland. *American Journal of Plant Science*. 5(15): 2354-2371.
- Vicente-Liz A. 2018. Estado do coñecemento sobre as turbeiras alcalinas (Código 7230 de Rede Natura) en España: bases para a súa conservación. Trabajo de Fin de Grado. Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Universidade de Santiago de Compostela. 46 pp.
- Wheeler B D & Proctor M C F. 2000. Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires. *Journal of Ecology*. 88(2): 187-203.

Bibliografía adicional de interés

- Bressoud B. 1989 Contribution a la connaissance du Caricion atrofusco-saxatilis dans les Alpes. *Phytocoenologia*. 17(2): 145-270.
- Casanovas L. 1996. Contribución a l'estudi de les molleres dels Pirineus. *Fol. Bot. Misc.* 10: 175-201.
- Cirujano S. 1980. Las lagunas manchegas y su vegetación. I. *Anales Jardín Botánico de Madrid*. 37(1): 155-192.
- Fernández-Prieto J A, Fernández-Ordóñez M C & Collado-Prieto M A. 1987. Datos sobre la vegetación de las «turberas de esfagnos» galaico-asturianas y orocantábricas. *Lazaroa*. 7: 443-471.
- Pérez-Raya F & López-Nieto J M. 1991. Vegetación acuática y helofítica de la Depresión de Padul. *Acta Botanica Malacitana*. 16(2): 373-389.



Rivas-Martínez S & Rivas-Sáenz S. 1996-2018. Worldwide Bioclimatic Classification System, Phytosociological Research Center. <http://www.globalbioclimatics.org>

Velasco-Neguerela A. 1980. Notas sobre la vegetación de los enclaves higroturbosos de los Montes de Toledo (España). *Anales Jardín Botánico de Madrid*. 37(1): 125-128.



ANEXO I. Metodología para la tipificación de turberas y paraturberas

A continuación, se hace una descripción sintética de la metodología a emplear para la tipificación de los tipos de hábitat de turbera y paraturbera.

La toma de muestras se hará con ayuda de la información cartográfica y la visita a cada una de las áreas de estudio. Se recorrerá la unidad espacial desde el centro hacia la periferia en todas las direcciones, efectuándose una comprobación de la profundidad cada 50 o 100 m, utilizando para ello una sonda de presondeo. En cada punto se anotará la profundidad y se tomará la posición GPS (del inglés *Global Positioning System*). En un número representativo de puntos, dependiendo del tamaño del enclave, se tomarán testigos en profundidad mediante el empleo de barrenas. Idealmente se muestreará toda la profundidad del suelo, aunque el mínimo exigible serán los primeros 50 cm del mismo (o hasta su profundidad máxima en caso de que esta sea inferior). Tras describir la estratigrafía de los testigos, estos se submuestrearán en secciones de entre 1 y 5 cm para determinar el contenido de carbono y el pH en agua del suelo aplicando los protocolos estandarizados. En caso de que se describan distintas subunidades estratigráficas se evitará que las submuestras resultantes estén compuestas por materiales de distintas subunidades.

Contenido en carbono

El color, así como la textura-estructura del suelo son propiedades muy relacionadas con el contenido en materia orgánica del suelo, por ello la simple inspección visual puede aportar indicios para la distinción entre suelo orgánico (turba) y suelo mineral, pero como se comenta en distintos apartados del texto, dado que estos métodos no son totalmente resolutivos, a fin de tipificar los tipos de hábitat de turbera o paraturbera es necesario efectuar medidas del contenido de carbono en laboratorio.

Obtención del valor de referencia: la sección y los valores umbrales a considerar para la obtención del valor de carbono de referencia para el enclave dependerán del tipo de hábitat de turbera-paraturbera evaluado (ver criterios umbrales establecidos en la tipología). Por ejemplo, en el caso de turberas se comprobará la existencia de una capa de al menos 30 cm en la que el contenido de carbono sea mayor del 15%; en el caso de euparaturberas este espesor se reduce a 15 cm; etc. En cualquier caso, se valorarán un número representativo de testigos en profundidad y no se considerarán ni la vegetación de superficie ni los 5 cm superiores del suelo.

Procedimiento estandarizado de medición: se miden por combustión en un autoanalizador CNH en una submuestra seca finamente molida y homogeneizada de masa conocida (entre 100 y 200 mg).

Métrica: %



Acidez-pH en agua del suelo

La presencia de determinadas especies vegetales puede ser indicativa de unas determinadas condiciones de pH, sin embargo, al igual que en el caso del carbono, la medición directa de la propiedad será el factor más simple para la unificación de criterios a escala del Estado español. Técnicamente, $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, donde $[\text{H}^+]$ es la concentración de protones en una disolución acuosa. El pH varía en una escala de 0 a 14 donde los valores menores de 7 indican una tendencia ácida y los valores mayores de 7 alcalina. Sin embargo, teniendo en consideración la variación de esta propiedad en la naturaleza, en los tipos de hábitat de turbera y paraturbera se propone 5,5 como el valor umbral para la clasificación de los distintos tipos de hábitat.

Obtención del valor de referencia: la obtención del valor de pH de referencia para el enclave se hará valorando, en el conjunto de testigos en profundidad, el promedio de los 10-15 cm superiores, excluida la vegetación de superficie, y los 5 cm superiores del suelo. Aunque este sería el mínimo exigible, se ha de mencionar que, idealmente, a fin de ir generando un repositorio de información de los tipos de hábitat de turbera y paraturbera, el pH en agua del suelo habría de ser determinado en cada una de las submuestras resultantes de dividir los testigos en profundidad en secciones de 1 a 5 cm de espesor.

Procedimiento estandarizado de medición: para la medida del pH se utiliza un pH-metro con un electrodo combinado de pH y una sonda CAT (Compensación automática de temperatura). Para la medición del pH se emplea una relación turba:disolución de tal forma que la relación suelo (peso)/disolución (volumen) sea 1:2,5. Se recomienda utilizar muestras de turba en húmedo pues su secado puede provocar una modificación sustancial de su actividad y propiedades químicas reales. A fin de obtener resultados inmediatos y a título informativo la acidez del suelo podría ser también determinada en campo mediante el empleo de un pH-metro para sólidos.