



DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA GENERAR UNA PROPUESTA DE LOCALIDADES DE SEGUIMIENTO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FORMACIONES TOBÁCEAS

Ana María Cabrera
Juana Vegas
Luis Carcavilla



Madrid, 2019



DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA GENERAR UNA PROPUESTA DE LOCALIDADES DE SEGUIMIENTO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FORMACIONES TOBÁCEAS





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 del proyecto *Establecimiento de un 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 2015 y 2017.

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo Martín¹

Realización y producción

Tragsatec

Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo² y Juan Carlos Simón Zarzoso²

Coordinación científica

Juana Vegas Salamanca³

Autores

Ana María Cabrera Ferrero³

Juana Vegas Salamanca³

Luis Carcavilla Urqui³

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 Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

Cabrera A M, Vegas J & Carcavilla L. 2019. Definición de criterios para generar una propuesta de localidades de seguimiento para los diferentes tipos de formaciones tobáceas. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 17 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
2. CARACTERÍSTICAS DE LAS LOCALIDADES DE SEGUIMIENTO.....	8
3. PROCESOS CLAVES PARA EL FUNCIONAMIENTO ECOLÓGICO DEL TIPO DE HÁBITAT	9
4. ELEMENTOS Y PROCESOS CAUSANTES DE CAMBIO	9
4.1. Factores ambientales	9
4.2. Factores antropogénicos. Presiones y amenazas	10
5. ESCALAS DE TRABAJO, PERIODICIDAD Y FRECUENCIA EN LA MONITORIZACIÓN	11
6. PROPUESTA DE LOCALIDADES DE SEGUIMIENTO.....	11
7. REFERENCIAS	17



1. INTRODUCCIÓN

Las formaciones tobáceas constituyen un tipo de hábitat de gran fragilidad, que por lo general ocupa superficies reducidas (decenas o unas pocas centenas de m²) y aparece fragmentado en el paisaje, por sus requerimientos topográficos y, principalmente, por sus requerimientos de composición del agua y sobresaturación de carbonatos.

En la actualidad, la mayor parte de los grandes edificios tobáceos que continúan precipitando carbonato cálcico se encuentran de forma genérica en la región biogeográfica mediterránea, y más concretamente en el sistema Ibérico. Las formaciones tobáceas presentes en las regiones alpina, atlántica y la macaronésica tienen menor representación en el conjunto (González-Martín & González-Amuchastegui 2014). En la Figura 1 se muestra la distribución espacial del tipo de hábitat de interés comunitario (THIC) 7220* Manantiales petrificantes con formación de tuf (*Cratoneurion*)¹, en adelante Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas.

Debido a su pequeña expresión cartográfica para las escalas de trabajo habituales, con frecuencia, los inventarios nacionales y autonómicos no las contemplan. Esta es una de las principales razones por las cuales, en la actualidad, no existe un registro a nivel nacional con información homogénea categorizada que describa los depósitos tobáceos activos e inactivos existentes en España.

Además de la falta de información homogénea existente, hay que añadir que se trata de un tipo de hábitat con unas particularidades y requerimientos geomorfológicos bastante específicos. La precipitación del carbonato se produce de manera estacional (principalmente en primavera), teniendo una influencia directa con el clima y las regiones biogeográficas.

Estos condicionantes dificultan enormemente la localización regionalizada de enclaves estadística y ecológicamente significativos, por lo que este trabajo se limitará a hacer una propuesta de seguimiento para algunos de los lugares considerados de mayor valor patrimonial, teniendo en cuenta que esta selección adolece de ciertas carencias en cuanto a representatividad, que necesariamente podrán ser subsanadas con su futuro estudio y dedicación.

¹ Los tipos de hábitat de interés comunitario que se señalan con un asterisco (*) son considerados prioritarios.

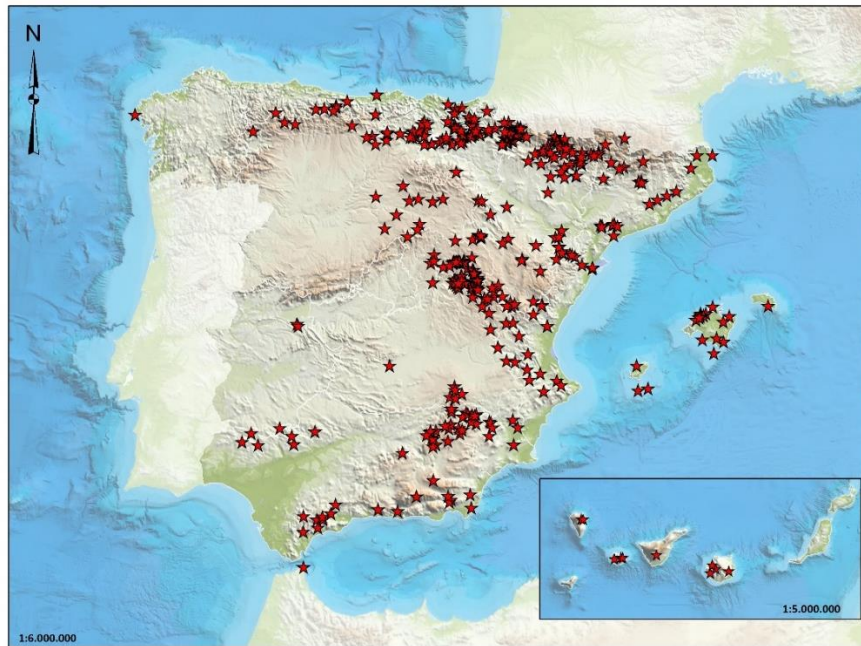


Figura 1 Distribución espacial del THIC 7220* Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas. Fuente: elaboración propia según selección del Inventario Español de Lugares de interés Geológico (IELIG)² (2017), Carcavilla *et al.* (2009) y López & López-Fernández (2014), posicionadas sobre el Modelo Digital de Elevaciones en España (Instituto Geográfico Nacional de España).

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS LOCALIDADES DE SEGUIMIENTO

Para la elección de los lugares objeto de seguimiento se han priorizado los siguientes condicionantes:

- Que sean representativos de las diferentes tipologías de formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas.
- Que estén activas en la actualidad y presenten calidad tanto composicional, como estructural y/o funcional.
- Que presenten cantidad (rango geográfico y área de distribución), priorizando entre aquellos que presenten un mayor valor de conservación.
- Que se encuentren en lugares en los que existe un gran interés en su conservación, bien por su riqueza florística, por su rareza o por su grado de madurez.
- Que estén situados en lugares que muestren una clara diferenciación entre zona activa real, rango e inactiva, que permita analizar su evolución con el paso del tiempo.
- Que representen diferentes tipologías de cuencas. Unas con aporte hídrico reducido, que permita un fácil control de las variables que intervienen en el sistema e incluso la monitorización de procesos, y otras con aporte hídrico de mayor complejidad.
- Que se trate de lugares con grados de presión y amenaza variable, es decir, lugares que no se encuentren amenazados antrópicamente y otros que sí que lo estén.

² <http://www.igme.es/patrimonio>



3. PROCESOS CLAVES PARA EL FUNCIONAMIENTO ECOLÓGICO DEL TIPO DE HÁBITAT

El estudio de las condiciones ambientales y componentes ecológicos existentes en las formaciones tobáceas, permitirá cuantificar los procesos intervinientes en su funcionamiento y proporcionará los medios para probar hipótesis que permitan relacionar cómo interactúan los diferentes procesos.

Ya se ha indicado que se trata de un tipo de hábitat muy frágil y muy vulnerable que presenta unas particularidades y requerimientos geomorfológicos, hidrogeológicos y climáticos bastante específicos. Conocer aspectos climáticos óptimos para su formación como el caudal, la temperatura y/o la composición química del agua que las alimenta, es uno de los objetivos más importantes en los que debe centrarse la gestión de estos tipos de hábitat.

4. ELEMENTOS Y PROCESOS CAUSANTES DE CAMBIO

Las tobas son tipos de hábitat particularmente sensibles a los cambios en la temperatura media anual, los cambios en el volumen y la forma de precipitaciones o a otros factores como la orientación, la insolación, la existencia de determinadas coberturas vegetales, presencia de microorganismos, etc.

Todos estos factores tienen un claro reflejo en su posibilidad de crecimiento y funcionamiento. A la hora de valorar el estado de conservación no solo serán valorados estos elementos y procesos sino también será importante discernir qué papel juega la participación antrópica en los cambios, para así poder diferenciar los propios a la evolución del sistema de los 'externos'. Para la monitorización del ecosistema, por tanto, se relacionarán los efectos de las presiones y amenazas antropogénicas, así como las posibles causas de variabilidad ambiental que se estén introduciendo en el tipo de hábitat, teniendo en cuenta las complejidades intrínsecas de esas relaciones.

4.1. Factores ambientales

Para poder evaluar los distintos escenarios de cambio en el tipo de hábitat, habrá que llevar a cabo un seguimiento y análisis de los factores ambientales que están influyendo en mayor o menor medida en su desarrollo. Tres líneas de trabajo serán las más adecuadas de desarrollar:

- **Seguimiento de la evolución climática actual.** Factores como la altitud, la insolación o la temperatura son determinantes para su formación. Se llevará a cabo el seguimiento de posibles cambios en estos factores designados como climáticos. Hay que destacar que los ciclos de formación y de destrucción del tipo de hábitat son de gran utilidad científica y ecológica, ya que este tipo de hábitat funciona como un auténtico archivo natural paleoambiental.
- **Definición de sistemas de control y calidad de las aguas.** La formación de las tobas está directamente relacionada con el caudal, así como con la temperatura y la composición química del agua que las alimenta (superficial y subterránea). Se llevará a cabo una monitorización de posibles cambios en la calidad de las aguas que desemboquen en una pérdida o disminución del tipo de hábitat. Se recomienda realizar un muestreo de control al menos una vez al año.



- **Detección de cambios en la biodiversidad.** Dentro del posible abanico de especies vegetales presentes en las tobas, será necesario monitorizar cambios en la abundancia y calidad de especies, diferenciando entre especies indicadoras de alta calidad o especies indicadoras positivas, especies acompañantes, especies indicadoras potencialmente negativas y/o especies indicadoras negativas para el ecosistema (Lyons & Kelly 2016). Para ello, se propone hacer un seguimiento de las especies presentes, dando prioridad a las recogidas en los anexos de Red Natura 2000, en los libros rojos de flora y fauna, así como la detección de especies endémicas/relictas.

4.2. Factores antropogénicos. Presiones y amenazas

Los principales factores antropogénicos relacionados con valores patrimoniales y/o históricos son los siguientes (Carcavilla *et al.* 2014):

- **Utilización como material constructivo.** La asociación de los edificios tobáceos con el agua y la vegetación, les ha convertido en enclaves donde el hombre ha desarrollado buena parte de su actividad desde tiempos ancestrales, utilizándolos como material constructivo y asentando en ellos incluso sus núcleos urbanos.
- **Yacimientos antropogénicos.** La presencia de agua, unida a la posibilidad de refugio tras las oquedades o resaltes morfológicos favorables a la defensa de grupos, ha hecho que en muchas ocasiones exista una coincidencia entre los afloramientos de tobas y los yacimientos arqueológicos.
- **Construcción de presas.** Para su conservación no solo es necesario mantener el buen estado de los afloramientos, sino también preservar las tasas de precipitación naturales evitando la construcción de presas.

Los principales factores antropogénicos relacionados con valores recreativos y turísticos son los siguientes:

- **Interés recreativo.** El valor estético de estas formaciones y su consiguiente interés recreativo y turístico propicia en muchos casos que sean objeto de uso público. Su formación es muy rápida en tiempos geológicos y esta característica hace que también sean muy vulnerables a la erosión y a la contaminación.
- **Interés turístico.** La excavación de pequeños túneles y pasadizos, así como la instalación de embarcaderos, miradores, pasarelas, etc. para su uso turístico pueden generar daños en este tipo de hábitat.



5. ESCALAS DE TRABAJO, PERIODICIDAD Y FRECUENCIA EN LA MONITORIZACIÓN

La monitorización de las formaciones tobáceas se llevará a cabo en periodos de 5-10 años.

Para la correcta delimitación y caracterización de este tipo de hábitat, sobre todo el THIC 7220* por su menor tamaño y superficie, interesa bajar a un mayor detalle que el ofrecido por los vuelos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Se recomiendan escalas cercanas al 1:5.000, para así precisar bien la ubicación de formaciones tobáceas y los travertinos (generalmente muy pequeños).

Dada esta escala de detalle sería necesario recurrir a la realización de fotogrametría con drones. Con este tipo de tecnología es posible obtener una precisión de hasta 1 cm en planimetría, gracias a la inclusión de puntos de apoyo tomados por un sistema global de navegación por satélite (GNSS del inglés *Global Navigation Satellite System*). Se trata de una tecnología actualmente en pleno desarrollo y actualización.

6. PROPUESTA DE LOCALIDADES DE SEGUIMIENTO

Las localidades propuestas para el seguimiento de las formaciones tobáceas son las siguientes (Figura 2):

- Lagunas de Ruidera
- Laguna de Taravilla (Guadalajara)
- Las Chorreras del río Cabriel (Cuenca)
- Toba Ojo de la Higuera
- Monasterio de Piedra (Zaragoza)

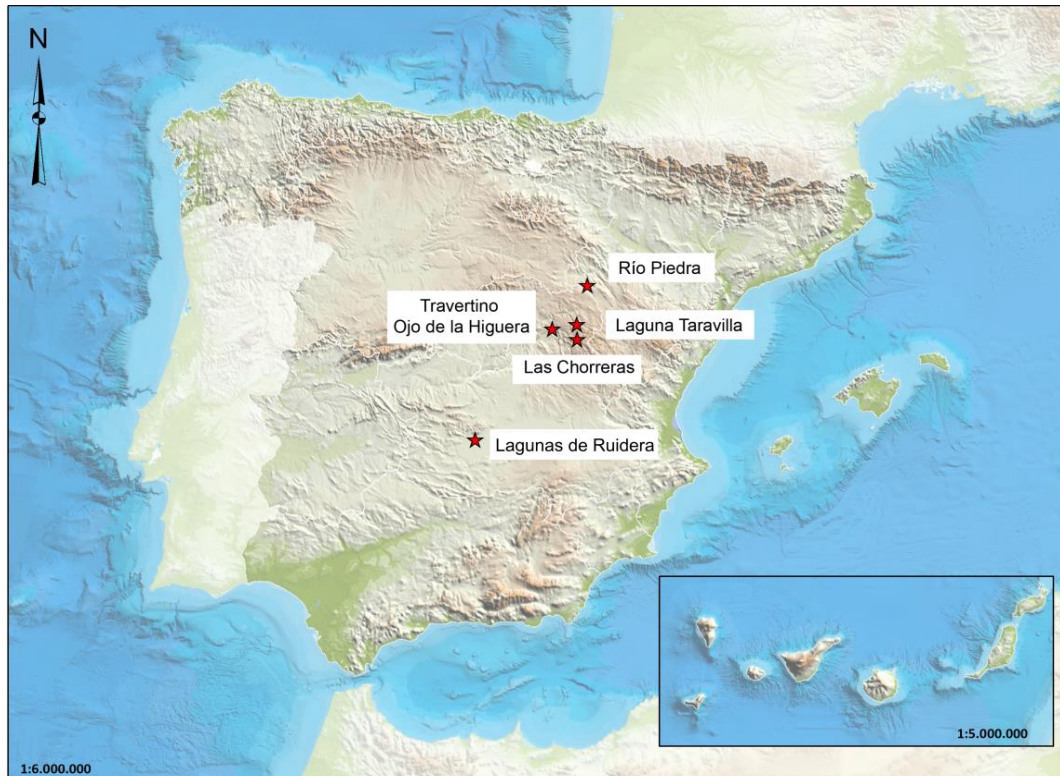


Figura 2 Distribución espacial de las localidades de seguimiento propuestas. Fuente: elaboración propia a partir de las coordenadas de las localidades de las formaciones tobáceas seleccionadas, posicionadas sobre el modelo digital de elevaciones en España (Instituto Geográfico Nacional de España).

La Tabla 1 muestra los criterios científicos que han sido tenidos en cuenta para realizar la elección de las localidades de seguimiento y evaluación del estado de conservación del THIC 7220* Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas.

**Tabla 1** Localidades propuestas para el seguimiento de las formaciones tobáceas. Fuente: elaboración propia.

	Monasterio de Piedra	Lagunas de Ruidera	Chorreras del Cabriel	Toba Ojo de la Higuera	Laguna de Taravilla
Región biogeográfica	Mediterránea	Mediterránea	Mediterránea	Mediterránea	Mediterránea
Criterios ambientales					
Climáticos					
Altura	786 m	700-1100 m	800 m	580 m	1120 m
Clima	Mediterráneo continentalizado	Mediterráneo de continentalidad marcada	Mediterráneo de continentalidad marcada	Mediterráneo de continentalidad marcada	Mediterráneo de continentalidad marcada
T^a	Media anual de 12°C con oscilaciones entre 27 y 3°C	Media anual de 14°C con fuertes oscilaciones térmicas (33°C / 0°C)	Media anual de 13°C con fuertes oscilaciones térmicas (30°C / 0°C)	Media anual de 9°C con fuertes oscilaciones térmicas (25°C / -4°C)	Media anual de 9°C con fuertes oscilaciones térmicas (25°C / -4°C)
Precipitación	400-500 mm	440 mm	430 mm	570 mm	570 mm
Control y calidad de las aguas					
Río drenante	Río Piedra, tributario del Jalón	Río Guadiana y el Cigüela	Río Cabriel tributario del Júcar	Manantial que confluye en el río Cabrillas	Manantial que confluye en el río Tajo
Cuenca de drenaje	1545 km ²	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Descarga media anual	38 hm ³	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Caudal medio	1,22 m ³ /s	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Aporte intermitente. Sin datos
Acuífero	Acuífero carbonatado mesozoico	Acuífero carbonatado mesozoico	Acuífero carbonatado mesozoico	Acuífero carbonatado mesozoico	Acuífero carbonatado mesozoico
Hidroquímica	Aguas bicarbonatadas cálcicas	Aguas bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas-magnésicas	Aguas bicarbonatadas sulfatadas cálcicas	Aguas bicarbonatadas cálcicas	Aguas bicarbonatadas cálcicas

Continúa en la siguiente página ►



	Monasterio de Piedra	Lagunas de Ruidera	Chorreras del Cabriel	Toba Ojo de la Higuera	Laguna de Taravilla
Composición y temperatura de las aguas					
Travertinos proximales en terrazas	Aguas termales				
Travertinos distales en coladas					
Tobas asociadas a sistemas kársticos	Aguas meteóricas		Surgencias kársticas asociadas	Surgencias kársticas asociadas	Surgencia kárstica
Tobas asociadas a sistemas fluviales		Ambientes de barrera cascada, represamientos	Fundamentalmente barreras tobáceas	Cascadas, saltos de agua y pozas	
Tobas en sistemas lacustres y palustres		Áreas palustres asociadas.	Depósitos lacustres		Depósitos lacustres y barrera de represa lacustre
Geodiversidad y biodiversidad					
	Existencia de 4 tipos de sistemas tobáceos: láminas (estromatolíticas), masivas, laminadas con briofitas y algas y láminas en ambientes endokársticos.	Sistema único de lagunas fluviales escalonadas y represadas por barreras tobáceas de hasta 15 m de altura. Alimentación complementaria de surgencias kársticas. Gran valor geomorfológico y ecológico.	Gran interés sedimentológico, gran variedad y dimensiones de las estructuras sedimentarias de tipo estromatolito (calidad y variedad de los afloramientos), interés geomorfológico, espectaculares cascadas y marmitas de gigante, producidas por la acción fluvial e importante interés botánico y paleobotánico	Toba activa con precipitación de carbonato. Presencia de <i>Cratoneurum commutatum</i> , <i>Bryum pseudotriguetrum</i> y <i>Catascopium nigratum</i> .	Combinación de tobas de surgencia, palustres y de barrera lacustre con una amplia zona con praderas carbonatadas. Aporte de agua estacional pero permanencia estable en el vaso de la laguna. Humedal importante en la zona.

Continúa en la siguiente página ►



	Monasterio de Piedra	Lagunas de Ruidera	Chorreras del Cabriel	Toba Ojo de la Higuera	Laguna de Taravilla
Criterios culturales					
Valores patrimoniales y/o históricos	Monasterio Cisterciense del siglo XIII	Con una treintena de artilugios en apenas 50 km	Las maderadas del Cabriel. Túneles de las Chorreras de Arriba	Acondicionada con una pasarela para su visita	Laguna visitada sobre todo en meses estivales con zona acondicionada para baño
Valores recreativos y/o turísticos	Si (alto valor)	Si (alto valor)	Si (alto valor)	Si (alto valor)	Si (alto valor)
Criterios científicos					
Archivos naturales paleoambientales	Si (alto valor)	Si (alto valor)	Si (alto valor)	Si (alto valor)	Si (alto valor)
Seguimiento de la evolución climática actual	De gran utilidad. Formación de tobas en la actualidad.	De gran utilidad. Formación de tobas en la actualidad.	De gran utilidad. Formación de tobas en la actualidad.	De gran utilidad. Formación de tobas en la actualidad.	De gran utilidad. Formación de tobas en la actualidad y de varios tipos.
Criterios relacionados con el estado de conservación					
Figuras de protección	Inventario Español de Puntos de Interés Geológico, Paisaje Pintoresco Nacional y conjunto de interés cultural.	Sitio Natural de interés Nacional (1933), Parque Natural (1979) ³	Monumento Natural ⁴	Parque Natural del Alto Tajo. Geoparque de Molina-Alto Tajo	Parque Natural del Alto Tajo. Geoparque de Molina-Alto Tajo.

Continúa en la siguiente página ►

³ Real Decreto 2610/1979 de 13 de julio por el que se declara el Parque Natural de las Lagunas de Ruidera y alrededores

⁴ Decreto 52/2019, de 18 de junio, por el que se declara el Monumento Natural Chorreras del Cabriel en los términos municipales de Enguídanos y Villora, provincia de Cuenca



	Monasterio de Piedra	Lagunas de Ruidera	Chorreras del Cabriel	Toba Ojo de la Higuera	Laguna de Taravilla
Presión turística	275 000 visitantes/año. Gran antropización en el recinto.	Ha sufrido una importante antropización en el recinto del Parque Natural. Además hay una explotación masiva de aguas subterráneas en su entorno para regadío.	Exceso de visitantes que supera el umbral de carga. Central hidroeléctrica aguas arriba.	Visitada pero generalmente por grupos reducidos. La existencia de la pasarela evita la degradación por la visita.	Visitada, pero sobre todo en los meses de verano y por grupos pequeños.



7. REFERENCIAS

Carcavilla L, de la Hera Á, Fidalgo C & González-Martin J A. 2009. 7220 Formaciones tobáceas generadas por comunidades briofíticas en aguas carbonatadas. 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.

Carcavilla L, Durán J J, Vázquez Á & Vázquez-Navarro J. 2014. Patrimonio geomorfológico: conservación y gestión de los edificios y paisajes tobáceos. pp. 339-348. En: González-Martín J A & González-Amuchastegui M J (eds.) Las tobas en España. Sociedad Española de Geomorfología.

González-Martín J A & González-Amuchastegui M J. 2014. Las tobas en España. Sociedad Española de Geomorfología. Badajoz. 340 pp.

López S & López-Fernández M L. 2014. Active "Petrifying springs with tufa formation (*Cratoneurion*) 7220*", in Navarra, Spain: Map of its locations. Habitat of priority conservation in the European Union. Documentos Aljibe on-line, vol. I, nº 3. Ciudad Real. Edita Sociedad Surcos.

Lyons M D & Kelly D L. 2016. Monitoring guidelines for the assessment of petrifying springs in Ireland. Irish Wildlife Manuals, Nº. 94. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage, Regional, Rural and Gaeltacht Affairs, Ireland.