



**Universidad  
Zaragoza**

# Trabajo Fin de Grado

## **Grado en Ciencias Ambientales**

Protocolo de buenas prácticas de la actividad turística para evitar  
la transmisión de enfermedades entre anfibios en barrancos  
(Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara)

Protocol of good practices for tourist activity to avoid the  
transmission of diseases between amphibians in ravines (Parque  
Natural de la Sierra y Cañones de Guara)

Autora

Tamara Sierra Aznar

Directora

Ester Ginés Llorens

Ponente

Rocío López Flores

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR 2023

El Trabajo de Fin de Grado que presento para su exposición y defensa es original y todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tamara Sierra Aznar', enclosed within a large, loopy oval shape.

Fdo: Tamara Sierra Aznar  
DNI: 72997904-K

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutora Ester Ginés Llorens no solo por tutorizar y guiar en todo momento el trabajo, sino también por haberse implicado tan afondo en que pudiera culminar mi formación académica a pesar de las dificultades.

A mi tutora Rocío López Flores, no solo como tutora de este trabajo, sino como docente de la Escuela Politécnica, gracias no solo por compartir tus conocimientos en mi formación, sino por tu calidez e implicación emocional. Eres de las pocas profesoras que es capaz de dejar huella en su alumnado.

Y para terminar, quiero agradecer a mis padres, hermana y amigas por estar siempre ahí. A Boira, mi compañera de vida de cuatro patas. A Nuria, estrella polar en la oscuridad. Y por supuesto a ti Chorche, porque siempre creíste en mí, este trabajo es para ti.



## ÍNDICE

### Contenido

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Anfibios ibéricos .....	6
1.2. Presencia de especies exóticas.....	8
1.3. Anfibios presentes en Aragón.....	8
1.4. Causas del declive de los anfibios .....	11
1.4.1. Pérdida y degradación del hábitat.....	11
1.4.2. Cambio climático.....	12
1.4.3. Enfermedades.....	12
1.4.4. Fuego.....	12
1.4.5. Especies invasoras .....	13
1.4.6. Radiación ultravioleta.....	13
1.5. Situación legal de protección de los anfibios en España- Marco legal .....	13
1.6. Antecedentes estudios relacionados con el trabajo .....	14
2. JUSTIFICACIÓN .....	17
3. OBJETIVOS .....	18
3.1. General.....	18
3.2. Específicos .....	18
4. MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
4.1. Área de estudio: PN de la Sierra y Cañones de Guara .....	19
4.1.1. Descripción .....	20
4.1.2. Ámbito legal del PN de la Sierra y Cañones de Guara .....	23
4.2. Vías de transmisión antrópica de enfermedades de los anfibios.....	25
4.2.1. Actividades deportivas que se realizan en ENP susceptibles a ser transmisoras de enfermedades .....	25
4.2.1.1. Barranquismo en Guara .....	25

4.2.1.2.	Pesca recreativa.....	27
4.2.1.3.	Actividad recreativa del baño.....	28
4.2.2.	Fómites principales transmisores de la enfermedad.....	28
4.2.2.1.	Actividades de turismo activo que puedan ser vehiculantes de los patógenos.	28
4.2.2.2.	Barranquismo .....	28
4.2.2.3.	Pesca recreativa.....	29
4.2.2.4.	Actividad recreativa del baño.....	30
4.2.2.5.	Actividades de investigación o gestión en el medio natural .....	30
4.3.	Distribución de especies susceptibles en el PN Sierra y Cañones de Guara. ....	31
4.3.1.	Elaboración cartográfica de los mapas de distribución.....	31
4.4.	Enfermedades en anfibios .....	31
4.5.	Medidas de bioseguridad para prevenir la transmisión de enfermedades.....	32
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1.	Distribución de especies susceptibles en el PN Sierra y Cañones de Guara. ....	33
5.1.1.	Tritón pirenaico ( <i>Calotriton (Euproctus) asper</i> ).....	37
5.1.2.	Rana común ( <i>Pelophylax perezi</i> ) .....	39
5.1.3.	Sapo común ( <i>Bufo spinosus</i> ) .....	41
5.1.4.	Sapo corredor ( <i>Bufo calamita</i> ) .....	43
5.1.5.	Sapo partero común ( <i>Alytes obstetricans</i> ).....	45
5.1.6.	Sapillo moteado común ( <i>Pelodytes punctatus</i> ).....	47
5.2.	Revisión bibliográfica enfermedades transmisibles en anfibios.....	50
5.2.1.	Quitridiomycosis.....	50
5.2.1.1.	Factores bióticos que intervienen en la presencia, prevalencia e intensidad de la infección por Bd:.....	53
5.2.1.2.	Factores abióticos que intervienen en la prevalencia e intensidad de la infección por Bd: .....	53
5.2.2.	<i>Batrachochytrium salamandrivorans</i> (BSAL).....	54
5.2.3.	Ranavirus.....	57
5.3.	Susceptibilidad a enfermedades emergentes de los anfibios presentes en el PNSCG .....	61
5.3.1.	Susceptibilidad a enfermedades del tritón pirenaico ( <i>Calotriton asper</i> ) ....	62

5.3.2.	Susceptibilidad a enfermedades de la rana común ( <i>Pelophylax perezii</i> ) ...	62
5.3.3.	Susceptibilidad a enfermedades del sapo común ( <i>Bufo spinosus</i> ) .....	63
5.3.4.	Susceptibilidad a enfermedades del sapo corredor ( <i>Bufo calamita</i> ) .....	63
5.3.5.	Susceptibilidad a enfermedades del sapo partero ( <i>Alytes obstetricans</i> ) ...	64
5.3.6.	Susceptibilidad a enfermedades del sapillo moteado común ( <i>Pelodytes punctatus</i> ) .....	66
5.4.	Susceptibilidad de ríos y barrancos a la transmisión de enfermedades entre poblaciones de anfibios en el PN de la Sierra y Cañones de Guara .....	66
5.5.	Medidas preventivas para evitar la transmisión de enfermedades .....	67
5.5.1.	Desinfectantes .....	68
5.5.2.	Pautas de desinfección .....	69
5.6.	Regulación de actividades en el PN de Sierra y Cañones de Guara para evitar la transmisión de enfermedades de anfibios .....	72
6.	CONCLUSIONES .....	74
7.	LIMITACIONES Y PROSPECTIVA: .....	76
7.1.	Limitaciones .....	76
7.2.	Posibles líneas de investigación .....	76
7.3.	Aplicaciones del trabajo realizado.....	76
8.	LISTADO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	77
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	78
	ANEXOS.....	87
	Anexo I. Empresas de turismo activo que realizan la actividad del barranquismo dentro del Parque Natural Sierra y Cañones de Guara. ....	87
	Anexo II. Entrevista monitor de barrancos de una empresa del sector de turismo activo que realizan su actividad en el Parque Natural Sierra y Cañones de Guara (realizada el 13 de octubre 2023, vía telefónica) .....	89
	Anexo III. Protocolos de desinfección para bsal .....	93

## Índice de figuras

Figura 1 Porcentaje de especies en peligro de extinción en grupos taxonómicos que la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha evaluado completamente, o mediante un enfoque de “muestreo” o de las que ha evaluado subgrupos seleccionados. Los grupos se han ordenado en función de la mejor estimación de la proporción de especies existentes que se consideran amenazadas (indicada mediante las líneas azules verticales), suponiendo que las especies para las que hay un déficit de datos están tan amenazadas como las especies para las que ese déficit no existe. (Fte: IPBES, 2019. <a href="http://www.iucnredlist.org">www.iucnredlist.org</a> ) .....	3
Figura 2 Extinciones desde 1500 para grupos de vertebrados. Las tasas de los reptiles y peces no se han evaluado para todas las especies. (Fte: IPBES, 2019. <a href="http://www.iucnredlist.org">www.iucnredlist.org</a> ) .....	4
Figura 3 Riesgo de extinción por órdenes de anfibios extraído de GAA2. (Fte: Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group,2023). .....	5
Figura 4 Tipos de amenazas que afectan a las especies de anfibios de la Lista Roja de la IUCN de especies de anfibios amenazas a escala mundial. Las secciones coloreadas en gris hacen referencia al número de especies para las cuales el momento de la amenaza es futuro. (Fte: Luedtke et al., 2023).....	11
Figura 5. Ubicación de los espacios protegidos ubicados dentro del territorio aragonés. (Fte: Gobierno de Aragón) .....	19
Figura 6. Delimitación del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (Fte: Gobierno de Aragón: Folleto-desplegable-mapa-uso-publico-PN-Guara) .....	19
Figura 7. Mapa del PNSCG. (Fte: Lacosta Aragüés, 2002) .....	24
Figura 8 Regulación actividad barranquismo en el PN Sierra y Cañones de Guara (Fte: web Red Natural de Aragón) .....	25
Figura 9. Regulación de la pesca en la cuenca del río Alcanadre para la temporada 2023. (Fte:Web del Gobierno de Aragón).....	27
Figura 10 Distribución del tritón pirenaico ( <i>Calotriton (Euproctus) asper</i> ) en Aragón (Fte: Elaboración propia) .....	34
Figura 11 Distribución de la rana común ( <i>Pelophylax perezi</i> ) en Aragón (Fte: Elaboración propia).....	34
Figura 12 Distribución del sapo corredor ( <i>Bufo calamita</i> ) en Aragón (Fte: Elaboración propia).....	35
Figura 13 Distribución del sapo común ( <i>Bufo spinosus</i> ) en Aragón (Fte: Elaboración propia).....	35

Figura 14 Distribución del sapo partero ( <i>Alytes obstetricans</i> ) en Aragón (Fte: Elaboración propia).....	36
Figura 15 Distribución del sapillo moteado ( <i>Pelodytes punctatus</i> ) en Aragón (Fte: Elaboración propia).....	36
Figura 16. Ejemplar de tritón pirenaico ( <i>Calotriton (Euproctus) asper</i> ). (Autor: E.Ginés)	38
Figura 17 Mapa de distribución de tritón pirenaico ( <i>Calotriton (Euproctus) asper</i> ) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia) .....	39
Figura 18. Ejemplar de rana común ( <i>Pelophylax perezi</i> ). Autor: E.Ginés .....	40
Figura 19 Distribución de rana común ( <i>Pelophylax perezi</i> ) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia).....	41
Figura 20. Ejemplar de sapo común ( <i>Bufo spinosus</i> ). (Autor: E.Ginés) .....	42
Figura 21 Distribución de sapo común ( <i>Bufo spinosus</i> ) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia).....	43
Figura 22 Ejemplar de sapo corredor ( <i>Bufo calamita</i> ). (Autor: David Pérez).....	44
Figura 23 Distribución de sapo corredor ( <i>Bufo calamita</i> ) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia).....	45
Figura 24. Ejemplar de sapo partero común ( <i>Alytes obstetricans</i> ). (Autor: Alexandre Roux) .....	46
Figura 25 Distribución de sapo partero ( <i>Alytes obstetricans</i> ) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia).....	47
Figura 26. Ejemplar de sapillo moteado común ( <i>Pelodytes punctatus</i> ). (Autor: Alexandre Roux) .....	48
Figura 27 Distribución de sapillo moteado común ( <i>Pelodytes punctatus</i> ) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia) .....	49
Figura 28. Micrografía electrónica de barrido de la superficie de la epidermis de un juvenil de <i>S. salamandra</i> (izq) y de un <i>B. bufo</i> postmetamórfico (drch) del Parque Natural de Peñalara infectados por hongos quítridos, que muestra tubos de descarga de zoosporangios de <i>B. dendrobatidis</i> (Fte: Bosch y Martínez-Solano, 2006).....	51
Figura 29. Mapa de la detección de Bd en el mundo a diciembre de 2019. (Fte: Olson et al., 2021) .....	52
Figura 30. Mapa de España con la presencia y mortalidad en anfibios del hongo a 2019. Bd. (Fte: <a href="http://www.sosanfibios.org">www.sosanfibios.org</a> ).....	52
Figura 31. Imagen de un esporangio maduro de <i>Batrachochytrium salamandrivorans</i> con rizoides a través del microscopio electrónico. (Fte: Martel et al., 2013).....	55
Figura 32. Mapa con el conocimiento del Bsal hasta 2018 en Europa. (Fte: Miranda et al., 2018).....	56

Figura 33. Mapa de España con la presencia y mortalidad en anfibios del hongo Bsal a fecha del 2019. (Fte: <a href="http://www.sosanfibios.org">www.sosanfibios.org</a> ).....	56
Figura 34 Sección histológica del hígado que muestra cuerpos de inclusión intracitoplásmicos característicos de las infecciones ranavirus (flechas) dentro de los hepatocitos (células del hígado). (Fte: Campbell et al., 2018) .....	58
Figura 35 Mapa de distribución de ranavirus a 2015. En color rosa, la distribución de casos de Ranavirus en anfibios en el mundo. (Fte: Duffus et al., 2015).....	59
Figura 36 Mapa de España con la presencia y mortalidad en anfibios de Ranavirus. (Fte: <a href="http://www.sosanfibios.org">www.sosanfibios.org</a> ) .....	60
Figura 37. Métodos de desinfección para materiales utilizados en el medio acuático. (Fte.: Elaboración propia. Modificado Life Tritó Montseny) .....	70

## Índice de tablas

Tabla 1 Listado de especies autóctonas de anfibios presentes en España. (Fte: elaboración propia) .....	7
Tabla 2 Listado de especies exóticas invasoras de anfibios incluidos en el Real Decreto 630/2013. (Fte: Elaboración propia) .....	8
Tabla 3. Listado de especies de anfibios autóctonos presentes en Aragón. (Fte: Elaboración propia) .....	10
Tabla 4 Positivos en Bd en función del material. (Fte: Rodríguez, 2018).....	16
Tabla 5 Principales ríos y barrancos del PN de la Sierra y Cañones de Guara. (Fte: Revista Mayencos,2016).....	21
Tabla 6 Estimación de Nº personas que transitan por los principales barrancos del ENP (Fte: Lopez, R. 2022) .....	26
Tabla 7 Distribución de los anfibios en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara. (Fte: Elaboración propia).....	37
Tabla 8 Susceptibilidad de las especies de anfibios presentes en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara a las principales enfermedades descritas para este grupo faunístico. (Fte: Elaboración propia).....	61
Tabla 9 Relación de especies de anfibios presentes en los ríos y barrancos del PN de Sierra y Cañones de Guara y su susceptibilidad a enfermedades. (Fte: Elaboración propia).....	67
Tabla 10 Protocolo de desinfección propuesto. (Fte: Elaboración propia) .....	72



## RESUMEN

En los últimos 50 años se ha producido una pérdida muy elevada de biodiversidad de vertebrados. Esta disminución y declive es especialmente importante en el grupo de los anfibios, donde el 41% de las especies se encuentran amenazadas. Entre las principales causas de esta pérdida, se encuentran las enfermedades de origen fúngico como *Batrachochytrium dendrobatidis* y *Batrachochytrium salamandrivorans*, o el ranavirus. La transmisión de estos patógenos entre poblaciones se puede dar de forma natural o mediante la acción humana, por el traslado de estos en los materiales que utilizamos en actividades de ocio y de investigación. El objetivo de este trabajo, es poder analizar y ofrecer soluciones a esta amenaza en un espacio natural protegido que se caracteriza por una elevada afluencia de visitantes como es el Parque Natural de Sierra y Cañones de Guara. A partir de los mapas elaborados sobre susceptibilidad de las especies presentes en el parque, se ha elaborado un protocolo específico para reducir la posibilidad de transmisión de dichas enfermedades, y se ha visto la necesidad de establecer una regulación de las actividades realizadas en este Espacio Natural Protegido con medidas dirigidas a mantener y proteger las poblaciones presentes de anfibios.

**Palabras claves:** Barranquismo, anfibios, fómites, ranavirus, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal), susceptibilidad, bioseguridad, espacios naturales.

## ABSTRACT

Over the past 50 years, there has been a dramatic loss of vertebrate biodiversity. This decrease and decline have specially impacted the group of amphibians, where around 41% are currently threatened. Among the main causes of this loss are fungal diseases such as *Batrachochytrium dendrobatidis* and *Batrachochytrium salamandrivorans*, or ranavirus. The transmission of these pathogens between populations can occur naturally or through human action, due to their transfer in the materials that we use in leisure and research activities. The objective of this study is to analyse and offer solutions to this threat in a Protected Natural Area that is characterized by a high influx of visitors such as Parque Natural Sierra y Cañones de Guara. Based on the produced maps related to the susceptibility of the 6 species present in the Natural Park, a specific protocol has been developed to reduce the possibility of transmission of these diseases. Likewise, it shows the need to establish a regulation of the activities carried out in this Protected Natural Area, which includes measures aimed at maintaining and protecting the present amphibian populations.

**Keywords:** Canyoning, amphibians, fomites, ranavirus, *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal), susceptibility, biosecurity, natural spaces.

## 1. INTRODUCCIÓN

La diversidad de especies en la Tierra ha aumentado sin cesar desde que la vida apareció hace unos 4.500 millones de años. Pero este aumento no ha sido constante, existiendo períodos de elevadas tasas de especiación y episodios de extinciones masivas, destacando la que ocurrió a finales del Pérmico. Actualmente estamos asistiendo a la sexta gran extinción, debido sobre todo a causas antropogénicas. Si la extinción es un proceso natural, ¿por qué preocuparnos? La especiación es un proceso extraordinariamente lento, y las extinciones masivas del pasado fueron compensadas por la evolución de nuevas especies. Sin embargo, las tasas de extinción ahora exceden las de especiación.

Las tasas de extinción de los vertebrados han aumentado vertiginosamente en el último siglo y muchas especies se encuentran en una situación de alto riesgo de desaparecer en los próximos años (Reques, 2020), según la UICN (Figura 1) más de 42.100 especies están amenazadas de extinción en el mundo (UICN, 2023).

La Evaluación Global de Anfibios 2 (GAA2), finalizada en junio de 2022, incluyó una revisión de 8.011 especies de anfibios, identificando que el 40.7% están globalmente amenazadas, es decir, 2 de cada 5 especies están en amenaza. Estos datos muestran que, este grupo de vertebrados se encuentra entre los más amenazados a nivel mundial, frente al 27% de los mamíferos, 21 % de los reptiles o el 13% de las aves, según la Lista Roja de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN, 2023).

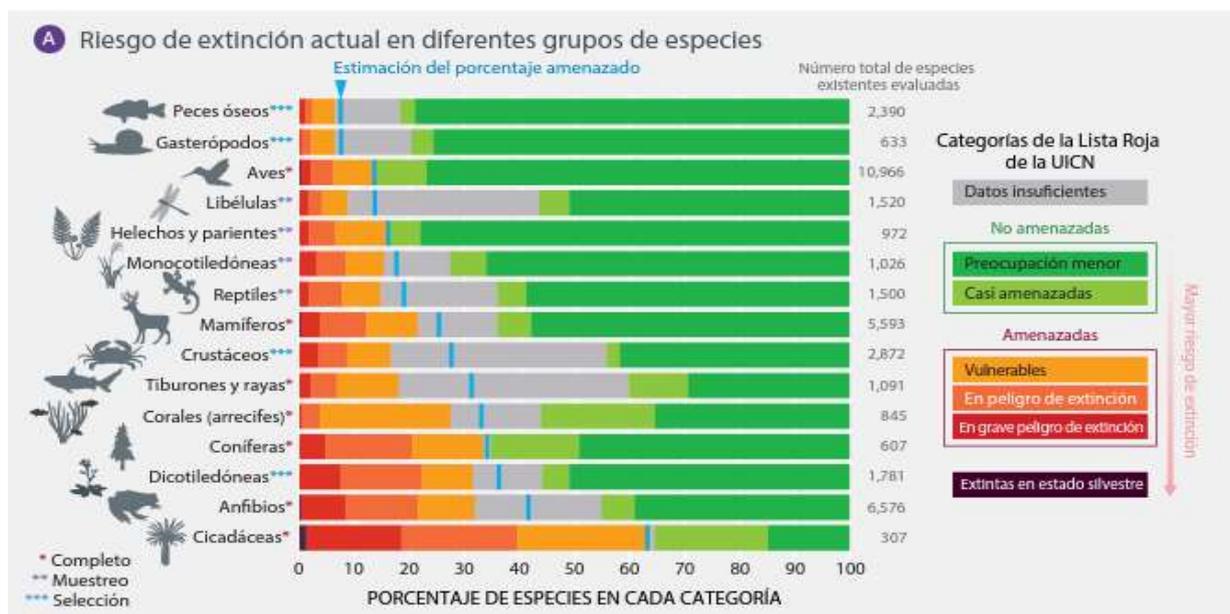


Figura 1 Porcentaje de especies en peligro de extinción en grupos taxonómicos que la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha evaluado completamente, o mediante un enfoque de “muestreo” o de las que ha evaluado subgrupos seleccionados. Los grupos se han ordenado en función de la mejor estimación de la proporción de especies existentes que se consideran amenazadas (indicada mediante las líneas azules verticales), suponiendo que las especies para las que hay un déficit de datos están tan amenazadas como las especies para las que ese déficit no existe. (Fte: IPBES, 2019. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org))

Desde 1980, las extinciones documentadas de anfibios han aumentado (Figura 2), sumando 37 extinciones hasta 2022. Las enfermedades, especialmente la quitridiomicosis, y la expansión agrícola han contribuido a las extinciones y declives de las poblaciones de anfibios.



Figura 2 Extinciones desde 1500 para grupos de vertebrados. Las tasas de los reptiles y peces no se han evaluado para todas las especies. (Fte: IPBES, 2019. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org))

Los anfibios: ranas, sapos, tritones, salamandras y cecilias se han convertido en el canario de las minas y se les ha considerado como verdaderos testigos de la actual crisis de la biodiversidad que está siendo aceptada ya como el sexto evento de extinción que ha padecido la historia de la vida en la tierra (Tejedo, 2003).

A nivel europeo, existen 85 especies de anfibios, de las cuales más de la mitad del total (59 %) están retroceso (Figura 3) lo que situada a este grupo en una situación de riesgo mayor que la de los mamíferos y aves europeas (UICN, 2009).

La destrucción del hábitat y las enfermedades son causas bien documentadas de la disminución de los anfibios, pero un nuevo artículo publicado en la revista Nature (Luedtke, et al., 2023) que analiza dos décadas de datos de todo el mundo ha descubierto que el cambio climático está emergiendo como una de las mayores amenazas para las ranas, salamandras y cecilias.

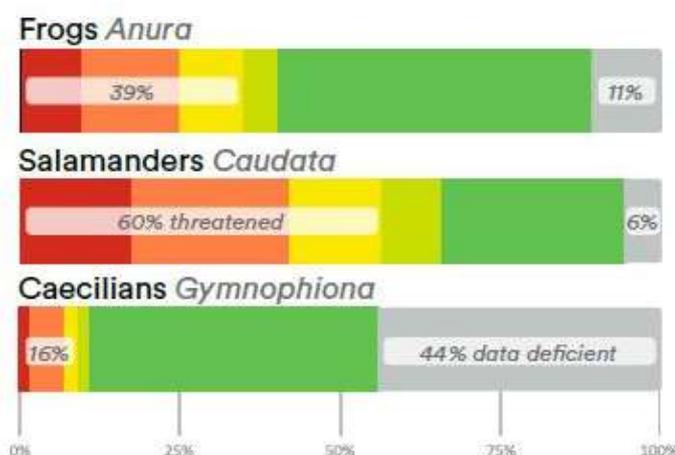


Figura 3 Riesgo de extinción por órdenes de anfibios extraído de GAA2. (Fte: Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2023).

Esta regresión se está haciendo notar también en España, donde muchas especies se encuentran en declive y una gran parte de las especies está amenazada. Según el Atlas y Libro Rojo de Anfibios y Reptiles en España de 2002, aproximadamente un tercio de las especies españolas están amenazadas a nivel estatal según las categorías de la UICN. Desde el último Libro Rojo de los Vertebrados de España realizado en 1992, la tendencia general ha sido el agravamiento de la situación (WWF, 2013).

La disminución se ha relacionado con una serie de factores, incluido el cambio climático, la destrucción del hábitat y las enfermedades. Sin embargo, no fue hasta la identificación de la enfermedad fúngica infecciosa quitridiomycosis, con agentes etiológicos *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) y *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) (Martel et al., 2013), así como el patógeno viral Ranavirus (Cunningham et al., 1966; Bosch, 2003), que se estableció la causa de algunas de las pérdidas más graves y rápidas.

Pese a esta situación, muy pocas comunidades autónomas han implementado planes de recuperación o conservación específicos para los anfibios, y los que existen se concentran en muy pocas especies. En el caso de Aragón, actualmente no existe ningún plan de gestión que garantice la conservación de alguna de las especies incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón (2022).

Para conseguir que Aragón pueda planificar adecuadamente la gestión para decidir la adopción de estrategias de conservación específicas que intenten mitigar el declive de estas especies en su territorio, resulta imprescindible evaluar adecuadamente algunos de los impactos que están actuando sobre ellas, entre las que se encuentra la transmisión de enfermedades en los diferentes hábitats donde se encuentran presentes las especies.

Por todo lo expuesto, este trabajo se marca como objetivo principal identificar la susceptibilidad de las especies de anfibios presentes en nuestro territorio a las principales enfermedades descritas para este grupo, relacionado con la transmisión vía antrópica entre hábitats de estas enfermedades. De este modo, se podrán establecer protocolos profilácticos que nos permita disminuir al menos la posibilidad de la transmisión entre poblaciones.

Se ha considerado en este trabajo, exclusivamente el área comprendida en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (Huesca), por ser este espacio natural un claro representante de la actividad humana ligada al ocio, la naturaleza y la investigación, al objeto de que sirva como modelo para todo el territorio de esta Comunidad Autónoma.

La incorporación al mercado del turismo activo en nuestro medio natural es a día de hoy una realidad muy presente a nivel nacional, y más concretamente a la zona de nuestro estudio. El barranquismo, kayak, rafting o la pesca deportiva son las principales actividades que se llevan a cabo en los principales ríos del Parque Natural.

El barranquismo ha sido un deporte que ha tenido un desarrollo espectacular y masivo en Guara, sobre todo a partir de los años 80 hasta la actualidad. Este desarrollo se debe a la presencia de numerosos cañones de diferentes tamaño, caudal y morfología (Melendo, 2008).

### 1.1. Anfibios ibéricos

En España se encuentran representado el 35% de todas las especies de anfibios del territorio europeo. La península ibérica se caracteriza por presentar una alta riqueza de especies endémicas y presenta, al mismo tiempo, una de las mayores concentraciones de especies de anfibios consideradas de las más amenazadas (UICN, 2019).

La elevada diversidad presente es debida a la particular situación de la Península Ibérica donde convergen dos tipos de fauna: la de origen centroeuropeo y la de origen africano. Además, España es un país rico en endemismos específicos y subespecíficos que le otorgan una importancia singular, muy significativo en el caso de las islas, algunas de ellas en grave peligro de desaparición.

Existen 34 anfibios en la Península Ibérica, de los cuales 2 de ellos de reciente descubrimiento (*Lissotriton maltzani* y *Alytes almogavan*). Dentro de estas especies presentes en España, 12 son endemismos ibéricos.

En la siguiente tabla (Tabla 1) se muestran las especies presentes y su categoría de amenaza según marca el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero y el DECRETO 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

Tabla 1 Listado de especies autóctonas de anfibios presentes en España. (Fte: elaboración propia)

Grupo taxonómico/ Nombre científico	Nombre común	Población referida	CEEA	CAEA D.129/2022
<b>CAUDATA</b>				
<b>Salamandridae</b>				
<i>Calotriton arnoldi</i>	Tritón del Montseny		PE	-
<i>Calotriton (Euproctus) asper</i>	Tritón pirenaico		LESRPE	-
<i>Chioglossa lusitanica</i>	Salamandra rabilarga		VU	-
<i>Lissotriton boscai</i>	Tritón ibérico		LESRPE	-
<i>Lissotriton helveticus</i>	Tritón palmeado		LESRPE	VU *
<i>Mesotriton alpestris</i>	Tritón alpino		VU	-
<i>Pleurodeles waltl</i>	Gallipato		LESRPE	-
<i>Salamandra algira</i>	Salamandra norteafricana		VU	-
<i>Triturus marmoratus</i>	Tritón jaspeado		LESRPE	VU *
<i>Triturus pygmaeus</i>	Tritón pigmeo		LESRPE	-
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra común	Aragón	-	VU
<b>ANURA</b>				
<b>Alytidae</b>				
<i>Alytes cisternasii</i>	Sapo partero ibérico		LESRPE	-
<i>Alytes dickhilleni</i>	Sapo partero bético		VU	-
<i>Alytes muletensis</i>	Ferreret		PE	-
<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo partero común		LESRPE	VU
<i>Discoglossus galganoi</i>	Sapillo pintojo ibérico		LESRPE	-
<i>Discoglossus jeanneae</i>	Sapillo pintojo meridional		LESRPE	-
<i>Discoglossus pictus</i>	Sapillo pintojo mediterráneo		LESRPE	-
<b>Bufonidae</b>				
<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor		LESRPE	-
<i>Bufo balearicus</i>	Sapo verde balear		LESRPE	-
<i>Bufo spinosus</i>	Sapo común	Aragón	-	LAESRPE
<b>Hylidae</b>				
<i>Hyla arborea</i>	Ranita de San Antón		LESRPE	-
<i>Hyla meridionalis</i>	Ranita meridional	Península y Baleares	LESRPE	-
<b>Pelobatidae</b>				
<i>Pelobates cultripes</i>	Sapo de espuelas		LESRPE	-
<b>Pelodytidae</b>				
<i>Pelodytes ibericus</i>	Sapillo moteado ibérico		LESRPE	-
<i>Pelodytes punctatus</i>	Sapillo moteado común		LESRPE	-
<b>Ranidae</b>				
<i>Pelophylax perezi</i>	Rana común	Aragón	-	LAESRPE
<i>Rana dalmatina</i>	Rana ágil		VU	-
<i>Rana iberica</i>	Rana patilarga		LESRPE	-
<i>Rana pyrenaica</i>	Rana pirenaica		VU	PE
<i>Rana temporaria</i>	Rana bermeja		LESRPE	-

## 1.2. Presencia de especies exóticas

Conforme al Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras aprobado por el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, en el Estado español se encuentran incluidas cuatro especies de anfibios (Tabla 2), ninguna de ellas descrita ni detectada hasta el momento en territorio aragonés.

Sólo la rana toro (*Lithobates catesbeiana*) ha sido identificada en España, ya que esta especie, originaria de Norteamérica, se ha introducido en distintos territorios por todo el mundo, principalmente para su explotación en granjas, dada su importancia gastronómica. Ocasionalmente para preñar insectos perjudiciales y como animal de compañía. Sus larvas son vendidas en acuariología (Guerrero, Guerrero y Jarne, 2014).

Según la información disponible del Gobierno de Aragón (Web), la peligrosidad de estas especies en Aragón es media. En la siguiente tabla se señalan las principales características de estas cuatro especies anuros incluidos el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.

Tabla 2 Listado de especies exóticas invasoras de anfibios incluidos en el Real Decreto 630/2013. (Fte: Elaboración propia)

Familia	Especie	Nombre común	Distribución nativa	Detectada en España	Detectada Aragón (Peligrosidad)
Bufonidae	<i>Bufo marinus</i>	Sapo marino	Sur de EEUU, América central y norte de Sudamérica	NO	NO (MEDIA)
Bufonidae	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	Sapo común asiático	Asia	NO	NO (MEDIA)
Ranidae	<i>Lithobates catesbeiana</i>	Rana toro	Este de Norteamérica	SI	NO (MEDIA)
Pipidae	<i>Xenopus laevis</i>	Rana de uñas africana	Centro y sur de África	NO	NO (MEDIA)

## 1.3. Anfibios presentes en Aragón

En la comunidad autónoma de Aragón están presentes 14 especies de anfibios (Tabla 3). La riqueza es, por tanto, relativamente elevada ya que confluyen especies de origen diverso y endemismos pirenaicos.

Como características comunes de todos los anfibios presentes en Aragón son insectívoros, necesitan un medio acuático para poner los huevos e hibernan, aunque las especies que se encuentran en el Pirineo lo hacen en un periodo de tiempo mucho más largo que los de áreas más cálidas.

En Aragón se encuentran presentes 4 especies diferentes de **urodelos**, la salamandra común y tres especies de tritones, el tritón pirenaico, tritón jaspeado y tritón palmeado.

La salamandra común es una especie de hábitos terrestres y se encuentra en ambientes húmedos y sombríos. Puede encontrarse en cualquier tipo de comunidad vegetal, con poblaciones más abundantes en bosques caducifolios del Pirineo, siempre que las condiciones de humedad

sean elevadas y existan masas de agua próximas (arroyos o charcas), a escala nacional se considera abundante, especialmente en el norte peninsular, aunque sus poblaciones se encuentran en declive moderado.

El tritón jaspeado lo encontramos en todo Aragón salvo en las zonas de alta montaña mantiene por lo general buenas poblaciones en toda su área de distribución, aunque se ha constatado la desaparición de varias poblaciones por la construcción en los alrededores de los núcleos urbanos y por la desaparición de charcas. El tritón palmeado lo encontramos la Sierra del Moncayo y existen poblaciones en los alrededores de Zaragoza, Monegros y áreas cercanas a la desembocadura del Ebro. En el área central de los Pirineos, desde Huesca hasta Lérida, se distribuye solamente en cotas altas.

El tritón pirenaico es un endemismo de los Pirineos que se distribuye por España, Francia y Andorra, con una distribución típicamente montaña y alta montaña. Habita preferentemente los torrentes de montaña media-alta con fuerte desnivel de aguas frías y fuerte o moderada corriente. Otros hábitats secundarios son los lagos e ibones de alta montaña, los torrentes y riachuelos.

La trucha de río (*Salmo trutta*) es el principal predador del tritón pirenaico, aunque de forma general cualquier especie íctica de mediano tamaño puede convertirse en su potencial predador por lo que las repoblaciones o introducciones ilegales con esta especie son una seria amenaza.

En cuanto a los **anuros**, en Aragón se encuentra presentes cuatro especies de ranas y seis de sapos.

La ranita de San Antonio (*Hyla arborea*) es muy escasa en Aragón, se encuentran algunas poblaciones citadas que se encuentran cercanas a Zaragoza y en el Moncayo, aunque es probable que se encuentre más distribuida. Suele asociarse a hábitats húmedos con abundante vegetación herbácea o de matorral en las orillas de los medios acuáticos. Parece mostrar preferencia por los sustratos silíceos.

La rana común o rana verde (*Pelophylax perezi*), se encuentra presente en todo Aragón salvo zonas elevadas, es una especie estrictamente acuática. Ocupa todo tipo de cuerpos de agua, aunque está presente fundamentalmente en ambientes permanentes, incluso en áreas muy antropizadas.

Las otras dos especies de ranas son estrictamente pirenaicas, la rana bermeja (*Rana temporaria*), se pueden encontrar en una gran variedad de hábitats, desde brezales y praderías de montaña hasta en bosques caducifolios de robles y hayas. Durante la época de reproducción, esta especie frecuenta las charcas temporales, tanto naturales como artificiales.

La rana pirenaica (*Rana pirenaica*), es un Endemismo pirenaico. Por la parte española se distribuye en el Pirineo central y occidental, desde el Valle de Irati en Navarra hasta el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en Aragón. El rango altitudinal abarca desde los 440 m a los 2.100 m. Es una especie eminentemente acuática. Su hábitat típico son torrentes de montaña, de aguas rápidas frías y oxigenadas.

La trucha (*Salmo trutta*) y el salvelino (*Salvelinus fontinalis*), son los principales predadores de la rana pirenaica, aunque de forma general cualquier especie íctica de mediano tamaño puede convertirse en su potencial predador por lo que las repoblaciones o introducciones ilegales con estas especies son una seria amenaza.

Los sapos, son de costumbres más terrestres, normalmente los adultos están alejados del agua. Tienen una piel mucho más rugosa y áspera que las ranas. Para desplazarse caminan en vez de saltar

Las especies menos frecuentes en Aragón son el sapo pintojo meridional (*Pelodytes ibericus*), es escaso en Aragón, solo citado en algunas zonas del sistema ibérico turolense (también en la provincia de Huesca, como en Jaca) y el Sapillo moteado (*Pelodytes punctatus*), es muy escaso en Aragón y las citas son muy dispersas.

Las especies más frecuentes en Aragón son el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*), que se distribuye por todo el territorio salvo en zonas de montaña y los hábitats que ocupan son variados, pudiendo encontrarse en zonas boscosas, como encinares y pinares, pero también en zonas abiertas, como campos agrícolas, pastizales, vegas fluviales, etc. El sapo corredor (*Bufo calamita*), y el más abundante de todo el sapo común (*Bufo spinosus*), aunque diversos indicios apuntan a que podría estar sufriendo un declive más o menos generalizado, especialmente en las zonas más áridas de la Península, como consecuencia de la falta de hábitats apropiados.

El Sapo partero (*Alytes obstetricans*) ocupa sobre todo zonas de alta pluviosidad y se encuentra presente en gran variedad de hábitats, desde áreas de montaña, zonas agrícolas, bosques, riberas, prados e incluso áreas muy humanizadas.

Tabla 3. Listado de especies de anfibios autóctonos presentes en Aragón. (Fte: Elaboración propia)

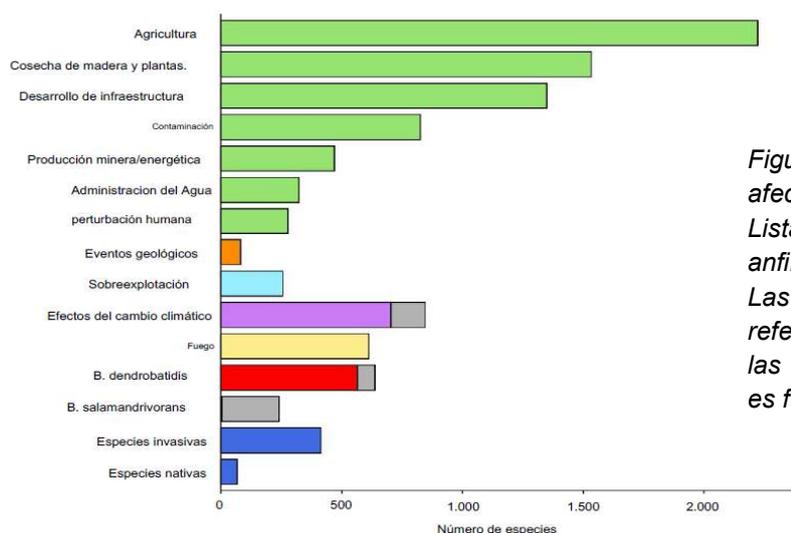
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Catalogo Aragón D 129/2022	UICN Categoría de amenaza
<b>Caudata</b>	Salamandridae	<i>Euproctus asper</i>	Tritón pirenaico	-	Casi amenazada NT
		<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra común	VU	Vulnerable VU A2ce + B1ab.
		<i>Triturus marmoratus</i>	Tritón jaspeado	VU	Preocupación menor LC.
		<i>Triturus helveticus</i>	Tritón palmeado	VU	Preocupación menor LC.
<b>Anura</b>	Alytidae	<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo partero común	VU	Casi Amenazada NT
		<i>Discoglossus pictus</i>	Sapillo pintojo ibérico	-	Preocupación menor LC.
	Pelobatidae	<i>Pelobates cultripes</i>	Sapo de espuelas	-	Casi amenazada NT
	Pelodytidae	<i>Pelodytes punctatus</i>	Sapillo moteado	-	Preocupación menor LC
	Bufonidae	<i>Bufo bufo</i>	Sapo común ibérico	LAESRPE	Preocupación menor LC
		<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor	-	Preocupación menor LC
	Hylidae	<i>Hyla molleri</i>	Ranita de San Antonio	-	Casi Amenazada NT.
	Ranidae	<i>Rana pyrenaica</i>	Rana pirenaica	PE	Vulnerable VU B1ab+2ab
		<i>Rana temporaria</i>	Rana bermeja	-	Preocupación menor LC
<i>Rana perezi</i>		Rana común	LAESRPE	Preocupación menor LC	

## 1.4. Causas del declive de los anfibios

A día de hoy, existen 8.600 especies de anfibios descritas en el planeta cuya distribución no es homogénea. Aunque la mayoría viven en bosques tropicales cálidos, otros viven en desiertos, praderas, bosques templados, humedales y en arroyos de las grandes cadenas montañosas de la tierra (Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2023).

Según la segunda Evaluación de Anfibios (GAA2) completada en junio de 2022, de las 8.001 especies descritas, 2.873 especies se encuentran amenazadas, es decir, el 41% de los anfibios evaluados están dentro de las categorías de “peligro crítico”, “en peligro” o “vulnerables” (Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2023).

Con estos datos queda más que demostrado que el declive de los anfibios es un fenómeno global que afecta a multitud de especies en todo el mundo, por lo que es necesario conocer las causas. En la siguiente gráfica (Figura 4) se muestran las principales categorías/causas que amenazan a los anfibios en correlación de especies que se ven afectadas por ellas dentro la categoría de amenazadas.



*Figura 4 Tipos de amenazas que afectan a las especies de anfibios de la Lista Roja de la IUCN de especies de anfibios amenazas a escala mundial. Las secciones coloreadas en gris hacen referencia al número de especies para las cuales el momento de la amenaza es futuro. (Fte: Luedtke et al., 2023)*

### 1.4.1. Pérdida y degradación del hábitat

Son aquellas amenazas originadas por el ser humano debido a su crecimiento poblacional y la actividad que realizan. En este punto se incluirían la deforestación, la agricultura, infraestructura de desarrollo, la producción de energía y la contaminación principalmente.

La pérdida de hábitat sigue siendo la amenaza más común para los anfibios, afectando al 93% de las especies amenazas. Siendo la expansión agrícola, dentro de esta pérdida del hábitat, la principal causa, seguida de la explotación maderera y el desarrollo de infraestructuras. (Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2023).

No obstante, numerosas evidencias del declive en regiones Neotropicales del planeta, tales como Australia y Norteamérica presentan una serie de características comunes como la de localizarse en áreas relativamente alejadas de la intervención directa del hombre, incluso en parques naturales o en lugares apartados (Tejero, 2003).

En Aragón, como a su vez en otros lugares de la península, la desaparición de hábitat y lugares de reproducción se deben, en mayor medida, a la rotulación de parcelas con vegetación espontánea, la desecación de zonas encharcables, la canalización de cursos y masas de agua (riberas de ríos, barrancos y balsas), el abandono y la colmatación de balsas de riego y abrevaderos de ganado o la creación de grandes embalses que inundan amplias zonas (Ortega y Ferrer, 2000).

#### 1.4.2. Cambio climático

Es uno de los desafíos más emergentes para la supervivencia de los anfibios (para el 30% de especies amenazadas). Con los cambios previstos adicionales de temperatura y humedad, esta amenaza se espera que alcance mayor significación en un futuro muy próximo.

A su vez, esta amenaza puede exacerbar o actuar de forma sinérgica con otras amenazas tales como los incendios, enfermedades o especies invasoras agravando así los impactos. Cada vez son más numerosos los estudios que relacionan los cambios climáticos globales (reducción de precipitaciones y aumento de las temperaturas) con alteraciones en la distribución y abundancia de insectos, anfibios, reptiles y otros taxones e incluso de ser responsables de episodios de extinción (Reques, 2020).

#### 1.4.3. Enfermedades

La quitridiomycosis, una enfermedad causada por el hongo quitridio *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*), ha sido implicado en la disminución de anfibios en todo el mundo. Esta enfermedad es la causa sospechosa de 9 de las 11 extinciones documentadas desde los años 1980 (Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2023). Actualmente según GAA2 tiene un valor de impacto del 22% en el total de especies amenazadas.

Otro hongo estrechamente relacionado con *Bd* es *Batrachochytrium salamandrivorans* (*Bsal*), el cual ha surgido recientemente en Europa y que representa una grave amenaza para las poblaciones de salamandras en todo el mundo. Puesto que es una enfermedad muy reciente su estimación es potencial a las 238 especies de la lista de la UICN.

Otro agente que se incluye dentro de este apartado son los Iridovirus. Son aquellos virus que afectan a los anfibios, siendo *Ranavirus* el género que afecta a los anfibios y a su vez a otras familias de reptiles y peces. El número de epizootias en poblaciones de anfibios causadas por virus del género *Ranavirus* está aumentando en todo el mundo.

El virus del sapo partero común (CMTV) y el virus de la rana 3 (FV3) son responsables de mortalidades masivas en la Península Ibérica desde finales de los años 1980 (Thumsová et al., 2022).

#### 1.4.4. Fuego

La evolución en frecuencia e intensidad de los incendios ha supuesto que esta amenaza alcance al 22% de las especies de anfibios amenazados en todo el mundo, no solo los efectos de acción inmediata como son la mortalidad de los individuos, sino también a largo plazo (pérdida y degradación del hábitat, reducción de presas). Según las proyecciones actuales sobre el cambio climático y el uso del suelo, se espera que la ocurrencia y gravedad de los incendios forestales

aumente su intensidad de un 30% para 2050 y en un 50% para finales de siglo (Rewild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2023).

#### 1.4.5. *Especies invasoras*

Las especies invasoras representan una amenaza para el 14% de los anfibios amenazados. La introducción de seres vivos tiene un impacto negativo sobre las especies nativas a través de fenómenos de competición, depredación, contaminación genética, e introducción de patógenos (Pleguezuelos, 2002).

#### 1.4.6. *Radiación ultravioleta*

Por último, y a pesar de que no venga reflejado en la gráfica se debe tener en cuenta el efecto de la radiación ultravioleta en las poblaciones de anfibios. El aumento de los niveles de la radiación ultravioleta daña a los anfibios, en particular a aquellos que viven en las latitudes más altas, donde la capa de ozono tiende a ser más débil. Los anfibios en las zonas más altas también son especialmente susceptibles, dado que, a mayor altura, hay menos atmósfera para filtrar la radiación ultravioleta (Fernández-Beaskoetxea y Bosch, 2016).

### 1.5. Situación legal de protección de los anfibios en España- Marco legal

La Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres) establece como especies de interés comunitario (Anexos II, IV y V) a todas aquellas que, en el territorio europeo de los Estados miembros de la UE, se encuentran en peligro, son vulnerables, raras o endémicas.

En España, sólo hay dos especies de anfibios que está incluidas en esta Directiva, lo que obliga a la administración a tomar medidas de conservación y notificar los resultados de su seguimiento cada 6 años a la Comisión Europea, de acuerdo con su artículo 17 (Dir. 92/43//CEE del Consejo, de 21 de mayo de 2012).

En España, la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, confiere un marco legal a las estrategias de conservación de especies amenazadas y de lucha contra las principales amenazas para la biodiversidad, identificándolas y orientando a las comunidades autónomas, las responsables de elaborar y aprobar los planes de conservación y recuperación. Dicha ley es la referencia normativa del Real Decreto 139/2011, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. En dicho Listado se recogen 29 especies de anfibios, estando 8 de ellas incluidas también en el Catálogo (MAPA, 2011).

Son las comunidades autónomas las que ejercen la competencia de desarrollo legislativo y ejecución de la legislación básica del Estado en materia de protección del medio ambiente. Así, en Aragón corresponde a los organismos de la Comunidad Autónoma ejecutar lo dispuesto en la Directiva Hábitats (seguimiento y conservación de las especies incluidas en ella), y en la Ley 42/2007 (establecer regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación así lo requiera) (PNB 42/2007, de 13 de diciembre).

Aragón cuenta también con el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, regulado por el Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. (Boletín oficial de Aragón, 2022). En el Listado Aragonés encontramos 6 especies, de las que 4 se encuentran en la categoría de Vulnerable y una en Peligro de Extinción, la rana pirenaica.

Si bien, algunas comunidades autónomas han desarrollado algunos planes específicos o conjuntos para la conservación de anfibios, en Aragón no se ha aprobado hasta el momento ningún Plan.

También resulta reseñable indicar que actualmente en Aragón no hay aprobado ningún plan de recuperación o de conservación para ninguna de las 5 especies de anfibios incluidas en su Catálogo de Especies Amenazadas.

La ley 42/2007, en su capítulo III, establece los criterios para la prevención y control de las especies exóticas invasoras, mediante la creación del Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, regulado por el Real Decreto 630/2013, modificado por la Sentencia 637/2016 del Tribunal Supremo, y por la Ley 7/2018. Este catálogo cuenta actualmente con 4 especies exóticas invasoras de anfibios.

A toda esta normativa, hay que añadir los compromisos adquiridos por el Estado Español al suscribirse a diversos convenios internacionales, como el Convenio de Berna (1979), donde se incluyen especies presentes en Aragón. En su Anexo II se incluyen varias especies estrictamente protegidas que deben ser objeto de disposiciones legales o reglamentarias a fin de garantizar su conservación, y aquellas que figuran en su Anexo III deben ser objeto de medidas especiales en su gestión para mantenerlas fuera de peligro (prohibición temporal o local de explotación, normativa para su transporte o venta, etc....).

A nivel mundial, en la década de 1950, la IUCN inició la Lista Roja de Especies Amenazadas, que actualmente proporciona el enfoque global más completo y objetivo para evaluar el riesgo de extinción de especies de plantas y animales. A pesar de no conllevar obligaciones legales, es considerada como un referente ya que constituye la fuente de información más influyente para la conservación de especies en el mundo y se utiliza para informar y orientar las políticas nacionales e internacionales y las decisiones sobre conservación de la naturaleza.

### 1.6. Antecedentes estudios relacionados con el trabajo

Para la realización de las búsquedas de información fue necesario utilizar herramientas de búsquedas tales como Alcorze, búsqueda en las principales bases de datos como Dialnet, bases de datos del CSIC, Scopus o ScienceDirect. También se utilizó las principales webs oficiales que recogen información a nivel territorial como es la página oficial del Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y el portal de Gobierno de Aragón. Además, se consultó las publicaciones recopiladas por la Asociación Española de Herpetología y a nivel internacional, las publicaciones de la Unión internacional para la conservación de la Naturaleza (IUCN).

De dicha búsqueda realizada, se analizó artículos publicados entre 2003 y 2023. La elección de este periodo se basa en las primeras publicaciones sobre enfermedades emergentes

dentro del territorio nacional hasta la actual fecha de elaboración de este trabajo, más concretamente sobre *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) y ranavirus.

Entre artículos científicos, manuales, informes, atlas de distribución, planes de acción, etc. Se han analizado un total de 41 publicaciones, de las cuales 8 son investigaciones sobre ranavirus, 17 sobre el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, 6 sobre *Batrachochytrium salamandrivorans* y 5 sobre protocolos de bioseguridad para estas enfermedades. También destacamos que 8 de los estudios poblacionales sobre la presencia de las enfermedades y la susceptibilidad de algunas especies a estas enfermedades, están realizados dentro del territorio Aragonés.

A continuación, resumiremos aquellos que han sido más relevantes para la justificación de este trabajo.

- En un estudio realizado durante los meses de junio y agosto de 2016 y 2017, en ubicaciones situadas del Pirineo Francés y Español se detectaron la presencia de Bd y Bsal en Tritón Pirenaico, de las 29 poblaciones estudiadas, **se detectaron 5 poblaciones de *Calotriton asper* del pirineo español con infección de Bd**, con una prevalencia del 3,29% (16 de los 486 individuos muestreados del total) y signos específicos de la enfermedad. Cabe mencionar, que no se obtuvo ningún valor positivo en Bsal (Martínez-Silvestre, et al., 2020).
- En marzo de 2018 se detectó *B. salamandrivorans* en un embalse del PN del Montnegre (Cataluña) a 1.000 km de la aparición más cercana conocida del norte de Europa. Se descubrió en la campaña de erradicación tritón crestado de Anatolia (especie exótica invasora), dando positivo para Bsal en 2 individuos de la especie sin signos externos de la enfermedad. Esto fue seguido a un evento de mortalidad masiva de tritones jaspeados en la zona en mayo de 2018. **Siendo este estudio el primer caso con presencia de Bsal en la Península Ibérica** (Martel et al., 2020)
- En mayo de 2017 se muestreo 234 embarcaciones kayak durante un campeonato de España de piragüismo en el embalse de Pontillón de Castro (Pontevedra), para analizar la presencia de Rv, Bd, Bsal. Un total de 22 (9.40%) resultaron positivos para Rv. Siendo este **estudio la primera evidencia de la relación entre el contagio de una enfermedad de anfibios por parte de embarcaciones para deportes acuáticos**. De los 22, 15 kayaks era positivos a la llegada al embalse y 7 después de la regata. Hay que remarcar que este embalse existía presencia de Rv en estudios predecesores. En cuanto a los orígenes previos de los positivos de las embarcaciones a la llegada, se desconoce el origen (los participantes provienen de competiciones celebras en Europa y España). El número de muestras positivas fue mayor antes de la llegada de las embarcaciones al embalse (68.18%) que después de una previa desinfección con hipoclorito sódico diluido al 5% de la mitad de kayaks. Después de dicha desinfección se obtuvo un porcentaje de positivos del 22.72% (Casais et al., 2019).
- En un informe no publicado, realizado en 2018 en Aragón para el seguimiento de la *Rana pyrenaica*, se pretendía evaluar los posibles mecanismos de transmisión del hongo Bd por parte del ser humano en el Pirineo Aragonés. Por ello se seleccionó para el estudio, los equipos de trabajo de actividades de barranquismo (neopreno, cuerdas, escaarpines, etc.), siendo estos posibles receptores de presencia del hongo debido al contacto con el agua. El equipamiento de barranquismo pertenecía a varias empresas del sector que operan en Torla

y Ainsa. Los resultados fueron los siguientes: **De los 82 análisis de fómites se obtuvieron 13 positivos para Bd, siendo el fómite del neopreno el que más positivos reflejaba** (rodríguez, 2018)

La siguiente tabla (Tabla 4) muestra los resultados en función del material:

*Tabla 4 Positivos en Bd en función del material. (Fte: Rodríguez, 2018)*

Material	Analizados	positivos	% positivos
Arnés	6	0	0
Botas	7	0	0
Casco	6	2	33,3
Escarpines	14	1	7,1
Neopreno	35	10	28,6

## 2. JUSTIFICACIÓN

El declive de las poblaciones de anfibios autóctonos en la Península Ibérica es realmente alarmante, y pese a ello, muy pocas CCAA han implementado Planes de Recuperación o Conservación específica para estas especies, y los que existen se centran en muy pocas especies. En el caso de Aragón, no existe ningún plan de gestión para conservar ninguna de las especies incluidas en el Catálogo (Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón).

Para conseguir que Aragón pueda conservar y planificar adecuadamente la gestión para la conservación de los anfibios presentes en su territorio resulta imprescindible, por un lado, realizar un seguimiento y aproximación a su estado de conservación, y por otro establecer estrategias y planes que conserven estas especies, los cuales irremediablemente deberán contener diferentes propuestas para mitigar o al menos reducir, las presiones a las que este grupo se ve sometido.

Como ya hemos visto, los anfibios son el grupo de vertebrados más amenazado en el mundo, y se baraja como su principal amenaza la pérdida y deterioro de su hábitat como la principal causa, sin embargo, este declive global de los anfibios presenta causas múltiples y variadas, que operan incluso en las áreas mejor conservadas y protegidas como los espacios naturales protegidos. Estos espacios naturales protegidos no son ajenos al cambio global, la contaminación, las especies exóticas invasoras o las enfermedades.

Cabe añadir que, a priori y con la perspectiva del impacto que pueden sufrir los ecosistemas acuáticos de los que este grupo es totalmente dependiente, debido al cambio climático, lo que previsiblemente hará disminuir o desaparecer, muchos de los hábitats idóneos para estas especies.

Este trabajo, se centra especialmente en uno de los aspectos que han sido señalados como una de las principales causas del declive de este grupo, las enfermedades que les afectan y pueden estar detrás de la pérdida de poblaciones locales, por lo que la prevención en la transmisión entre poblaciones es una herramienta necesaria para la protección y conservación de muchas especies.

Para conseguir este objetivo principal de mitigar la transmisión de enfermedades que afectan a este grupo, se han desarrollado varios objetivos específicos que ayuden en un futuro a implementar medidas de gestión específicas y generales en los posibles planes de gestión de estas especies.

Por todo ello, este trabajo busca aportar algo más de conocimiento sobre la susceptibilidad de los anfibios autóctonos presentes en un Espacio Natural Protegido, como es el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara, a las principales enfermedades conocidas y establecer medidas concretas de profilaxis para evitar su transmisión.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. General

Análisis y revisión bibliografía de los estudios existentes sobre las principales enfermedades que afectan a los anfibios y como la actividad humana puede actuar como vector de transmisión de las misma en ecosistema con alto nivel de conservación.

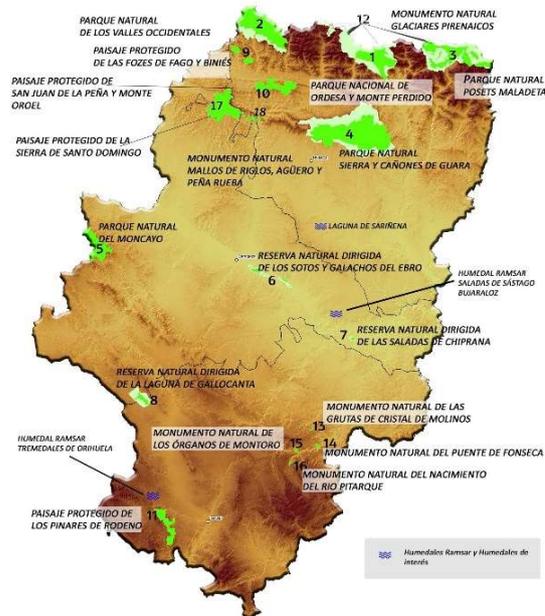
#### 3.2. Específicos

1. Determinar de qué forma las actividades de turismo activo puede ser un vector de propagación de enfermedades en los anfibios.
2. Elaboración de mapas de distribución potencial de las especies autóctonas presentes en la zona de estudio para determinar la vulnerabilidad de estas poblaciones a las enfermedades.
3. Realización de un protocolo de buenas prácticas para la prevención de enfermedades entre anfibios para las actividades turísticas realizadas dentro del Parque Natural Sierra y Cañones de Guara (Huesca).

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1. Área de estudio: PN de la Sierra y Cañones de Guara

El presente trabajo se ha realizado en el ámbito del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara.



Este espacio natural protegido (Figura 5) ocupa 80.739 Ha y es la correspondiente al Parque de la Sierra y Cañones de Guara (47.453 Ha) y su Zona Periférica de Protección (33.286 Ha). Dicha superficie comprende íntegramente los términos municipales de Bierge y Colungo y parcialmente los de Abiego, Adahuesca, Aínsa-Sobrarbe, Alquézar, Arguís, Bárcabo, Boltaña, Caldearenas, Casbas de Huesca, Huesca, Loporzano, Nueno y Sabiñánigo, todos ellos pertenecientes a la provincia de Huesca.

Están integrados en un total de cuatro comarcas: Alto Gállego, Hoya de Huesca, Sobrarbe y Somontano de Barbastro (Figura 6).

Figura 5. Ubicación de los espacios protegidos ubicados dentro del territorio aragonés. (Fte: Gobierno de Aragón)



Figura 6. Delimitación del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (Fte: Gobierno de Aragón: Folleto-desplegable-mapa-uso-publico-PN-Guara)

#### 4.1.1. Descripción

El Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara es el Espacio Natural Protegido de mayor extensión de la Red Natural de Aragón, se extiende por un total de 15 municipios en las dos vertientes de la cadena montañosa.

La Sierra de Guara engloba la alineación montañosa más importante de las sierras exteriores altoaragonesas conocido como Prepirineo. Esta, se extiende de Oeste a Este con su máxima altitud en el Tozal (2077 metros) y su mínima es de 430 metros. Este gradiente altitudinal hace que se generen distintos ambientes bioclimáticos, podemos encontrar en su alineación montañosa (sentido Este-Oeste) una vegetación predominantemente mediterránea, y en las zonas orientadas al N, una dominancia de vegetación eurosiberiana gracias a la humedad y temperaturas más bajas en la zona.

Esa diversidad de ecosistemas da lugar a extensas masas de robles quejigos, bosques de hayas, abetos y pinos negros en la vertiente norte más húmeda; y a grandes carrascales en la vertiente sur mucho más seca, en la que también cobran importancia el pino laricio, el boj, la coscoja o la sabina.

Su estratégica situación, entre las estepas del Ebro y los Pirineos, con un clima entre lo atlántico y lo mediterráneo, se refleja en una gran diferencia entre la vegetación de las vertientes norte y sur de este espacio natural lo que ha generado una gran variedad de ambientes con numerosas especies vegetales. Además, al hallarse aislada de otras montañas, también ha dado lugar a algunas plantas exclusivas de estas sierras, destacando la oreja de oso (*Ramonda myconi*) y la corona de rey (*Saxifraga longifolia*).

Su vegetación se puede dividir en dos grandes grupos (Melendo, 2008):

- Formaciones arbóreas, las cuales, dependiendo de su ubicación altitudinal dentro de la sierra, tendremos *Pinus uncinata* (pino negro) y *Abies alba* (abeto) en las cotas más altas, *Pinus silvestre* (pino silvestre) a menor altitud. En laderas con orientación Norte predominan los hayedos de *Fagus Sylvatica*, y en su costa más bajas *Quercus faginea* (quejigo), los cuales ocupan una gran proporción del parque. Y la especie dominante de este grupo en la sierra a cotas bajas, *Quercus ilex* (encina).
- Matorral: casi un 40% de parque se encuentra cubierto por *Buxus sempervivens* (boj), *Quercus ilex* de porte arbustivo y *Echinospartum horridum* (erizón)

Desde el marco geológico, el Parque de Guara está situado arcillas y calizas del Trías, calizas y calcarenitas del Cretácico Superior (Cuchí et al., 2010).

La espectacularidad del Parque reside en su paisaje, donde el agua ha modelado sus rocas calizas, dando lugar a los famosos cañones, con tramos estrechos de paredes verticales, que alternan cascadas, caos de piedras y sifones, así como sorprendentes formas kársticas, como cuevas, dolinas, lapiaces y surgencias.

Las geomorfologías más representativas son los canchales en laderas con cierta altitud y pendiente, y sobre material calizo y arcillas, una serie de modulado propio de zonas karstificadas (dolinas, lapiaces, simas). Pero son los cañones los ambientes más característicos de este espacio natural de origen fluviokárstico sobre calizas y

conglomerados, permitiendo que las paredes de los barrancos serán casi verticales y de muchos metros de profundidad en algunos tramos (Melendo, 2008).

La geología en este espacio natural, tiene entidad propia, en su borde sur, de los conglomerados emergen los famosos mallos, farallones verticales. Las escarpadas paredes rocosas son lugares excepcionales para que las grandes aves como el buitre leonado, el águila real o el quebrantahuesos establezcan sus nidos.

En cuanto al marco hidrológico, Guara consta con nueve cursos fluviales que cortan dos docenas de grandes cañones acompañados por un centenar de afluentes encajados en un accidentado y espectacular escenario geológico (Tabla 5). En verano, en ausencia de tormentas, los caudales son muy bajos. En los cauces más importantes sólo fluyen unos pocos litros por segundo. Los restantes se secan, salvo en las marmitas (Cuchi et al., 2010).

Además, y formando parte de algunos de los cauces al paso por el parque los embalses de Sta. María de Belsué, Cienfuens, Vadiello y Calcón.

El modelado fluvial que da origen a los barrancos y cañones de Guara está determinado por el material geológico que los componen. Tenemos 2 tipo de barrancos:

- Barrancos en caliza: En su mayoría, son profundos pasillos entre paredes verticales, donde las zonas más sombrías reciben el nombre de “oscuros” o “oscuras”. También abundan en este tipo de barrancos los saltos de agua con “badinas” o pozas a los pies de estos. También podemos encontrar depósitos de caliza secundarios los cuales suelen formar recrecimientos en tobogán (Cuchi et al., 2010).
- Barrancos en conglomerados: Suelen aparecer de forma menos frecuentes los bozos y sus dimensiones son menores que los barrancos en caliza. Sus paredes evolucionan hacia formas más redondas salvo presencia de fracturas. Los cauces de los barrancos se encajan (en su mayoría) progresivamente en meandros estrechos que evolucionan hacia una serie de marmitas y saltos que pueden llegar a tener forma de tirabuzón (Cuchi et al., 2010).

Al ser barrancos situados en la región mediterránea, están caracterizados por una dinámica natural de fuertes fluctuaciones estacionales como bruscas crecidas y fuertes estiajes lo cual tiene una importante repercusión en el ecosistema.

*Tabla 5 Principales ríos y barrancos del PN de la Sierra y Cañones de Guara. (Fte: Revista Mayencos, 2016)*

Cuenca	Barranco
Cuenca del Río Flumen	Barranco superior del Flumen
	Estrechos de la Carruaca
	Barranco de las Gorgas
	Palomeras del Flumen
	San Martín de la Val D´Onsera
	Barranco Llenases
Cuenca Guatizalema	La Pillera
	Cuello
	Gargantas del Guatizalema (inferior y superior)

Cuenca	Barranco
	Matosa Salado Los Pepes Estrechos del Palomar El Huevo Las Cabras Rincón del Lazas Canaleta Cuevas de la Reina Isarre A Foratata San Chinés Escomentué Canal del palomo Circo O´Ciego
Cuenca del Formiga	Barranco Formiga (Superior e inferior) Barranco Yara Barranco Gorgonchón
Cuenca Alcanadre	Gorgas Negras Barrasil Peonera
Cuenca del Mascún	Mascún Raisen D´os Cochass/San Martín Fornazos Otín Quejigar D´Aglera Barranco de la Virgen
Cuenca del Balcez	Fondo Fontaneta Juncar Cueva cabrito Alborceral Torla Rincón de la Figueras Cutiecho (superior e inferior) Trillas Pallas Cerrigüelo Viña Balced Integral:Superio + Oscuros de Balcez + Estrechos
Cuenca del Vero	Vero Barranco de las Pilas Reguero Basender Choca Chimiachas Argatín

Cuenca	Barranco
	Portiacha Lumos Alpán Viñamartiz Cueva Cortada
Cuenca Fornocal	Fornocal Baricolla Barranco de las Gargantas Sarratanas Palomeras del Fornocal Malpaso

#### 4.1.2. *Ámbito legal del PN de la Sierra y Cañones de Guara*

La sierra de Guara y su entorno rural en la segunda mitad XX se encontraba en una situación de abandono y despoblación. Dadas sus características naturales y potencialidades turística, permitieron un desarrollo de las actividades deportivas relacionadas con el medio natural, las cuales han contribuido a detener el proceso de pérdida de población y revitalizando la economía local gracias también a la declaración en 1990 del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara.

El Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara fue declarado mediante la Ley 14/1990, de 27 de diciembre del Gobierno de Aragón y se estableció su delimitación territorial.

La finalidad de esta declaración, se encuentra recogida en su artículo 3, en la que entre otros objetos se establece la de garantizar la pervivencia de los ecosistemas que integran el espacio declarado mediante el respeto a sus estructuras y dinámicas funcionales y la de regular los usos y actividades de carácter educativo, científico, recreativo, turístico, forestales y urbanísticos del espacio natural, haciendo compatibles las finalidades de protección y conservación del medio natural y rural con las de un adecuado desarrollo socioeconómico.

El Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Parque Natural, fue aprobado por el Decreto 164/1997, de 23 de septiembre, del Gobierno de Aragón y modificado posteriormente por el Decreto 263/2001, de 23 de octubre, del Gobierno de Aragón.

Los PORN son unos instrumentos jurídicos de planificación cuyo objetivo es definir y señalar el estado de conservación de los recursos y ecosistemas del ámbito territorial que comprenden, para llegar a concretar la normativa básica que ha de definir la gestión del Espacio Natural Protegido que se declaren en su zona de estudio.

En 2014 se aprobó por el Decreto 204 /2014, de 2 de diciembre, del Gobierno de Aragón, el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara.

Los PRUG son un instrumento de planificación de la gestión de los Espacios Naturales Protegidos. Su ámbito de actuación se restringe a los límites del Espacio Natural Protegido y comprenden los siguientes aspectos, definidos en el artículo 34 del

Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón:

- Diagnóstico de la situación de los recursos naturales presentes en el espacio y de su evolución previsible.
- Establecimiento de los objetivos específicos a alcanzar durante el periodo de validez del plan para la conservación de los citados recursos naturales o la mejora de su estado inicial.
- Zonificación interna del espacio natural protegido y de su zona periférica de protección.
- Definición de las medidas que haya que aplicar para la consecución de los objetivos establecidos, que podrán ser de carácter regulatorio, directrices o actuaciones de gestión.

Tanto el PORN como el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) regulan la actividad del barranquismo en este Espacio Natural Protegido (ENP), entre la que se encuentra la normativa sobre el barranquismo en el parque, que regula los periodos donde está prohibida la actividad, el número de personas que pueden conformar los grupos y el material obligatorio (Figura 7).

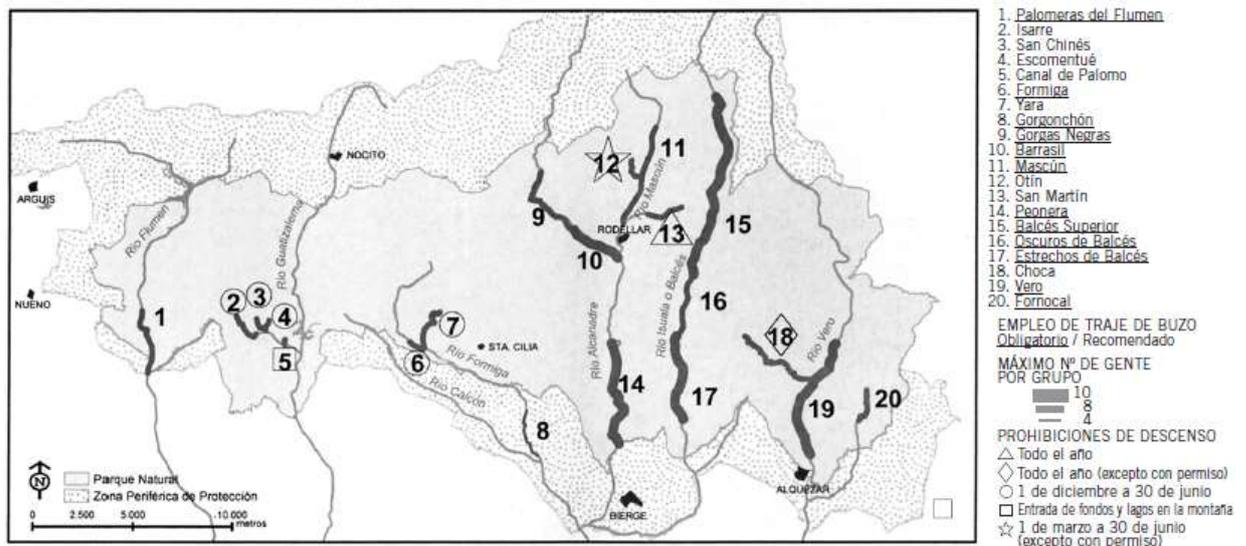


Figura 7. Mapa del PNSCG. (Fte: Lacosta Aragüés, 2002)

## 4.2. Vías de transmisión antrópica de enfermedades de los anfibios

### 4.2.1. Actividades deportivas que se realizan en ENP susceptibles a ser transmisoras de enfermedades

Dentro de todas las actividades deportivas que se realizan en el Parque nos vamos a centrar en aquellas vinculadas con el agua, y más concretamente en aquellas que se realizan los barrancos y cañones de Guara.

Cabe destacar que a pesar de que nuestro estudio está delimitado a los barrancos, existen otras masas de agua dentro del parque donde se desarrollan las poblaciones de anfibios, tales como embalses, ríos propiamente dichos, cuevas vinculadas a la hidrología de las cuencas e incluso pequeñas charcas temporales. También dejaremos a un lado otras actividades acuáticas que se pueden desarrollar en masas de agua de mayor proporción y capacidad como son kayak, rafting.

#### 4.2.1.1. Barranquismo en Guara

Existe una regulación de la actividad de la actividad del barranquismo que se realiza en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (Figura 8), que regula las fechas en las que se encuentra prohibida la actividad en algunos barrancos, el tamaño del grupo y el material mínimo obligatorio para realizar la actividad.

Número Number Número	Barranco (tramo) Canyon (section) Canyon (section)	Fechas prohibidas <sup>(1)</sup> Prohibited dates <sup>(1)</sup> Dates interdites <sup>(1)</sup>	Tamaño grupo <sup>(2)</sup> Group size <sup>(2)</sup> Taille de groupe <sup>(2)</sup>	Material obligatorio <sup>(4)</sup> Mandatory equipment <sup>(4)</sup> Matériel obligatoire <sup>(4)</sup>
0				
1	Palomeras del Flumen	Del 15/II al 30/VI <sup>(2)</sup>	8	A+N
2	San Martín de la Bal d'Onsera (primer tramo hasta 100 metros aguas abajo de la Ermita de San Martín)	Todo el año	-	-
2	San Martín de la Bal d'Onsera (tras los 100 primeros metros bajo la Ermita de San Martín)	-	8	A
3	Piedra Foratata	Del 1/XII al 30/VI	8	A
4	San Chinés	Del 1/XII al 30/VI	8	A
5	Escomentué	Del 1/XII al 30/VI	8	A
6	Lazas	Del 1/XII al 30/VI	8	A
7	Canal del Palomo (5)	-	8	A
8	Isarre	Del 1/XII al 30/VI	8	A
9	Del Diablo o del Rincón de Lazas	Del 1/XII al 30/VI <sup>(2)</sup>	8	A
10	Las Cuevas de la Reina (Peña de San Cosme)	Todo el año	-	-
11	La Canaleta (Peña de San Cosme)	Todo el año	-	-
12	Formiga (aguas arriba de su confluencia con el Yara)	Del 1/XII al 30/VI	8	A+N
13	Formiga	-	8	A+N
14	Yara (hasta su confluencia con el Formiga)	-	8	A+N
15	Gorgonchón	-	4	A+N
16	Gorgas Negras	-	8	A+N
17	Barrasil	-	10	N
18	Barranco de Otín	Del 1/III al 30/VI <sup>(2)</sup>	8	A
19	Mascún Superior	-	8	A+N
20	Peonera	-	10	A+N
21	Balcés Superior	-	10	N
22	Oscuros de Balcés	-	8	A+N
23	Estrechos de Balcés	-	10	N
24	La Choca	Todo el año <sup>(2)</sup>	-	-
25	Vero	-	10	N
26	Fornocal	-	8	A+N

Figura 8 Regulación actividad barranquismo en el PN Sierra y Cañones de Guara (Fte: web Red Natural de Aragón)

De las 274 empresas de turismo activo registradas con sede en Huesca (a fecha de febrero de 2023), 137 están dedicadas a actividades relacionadas con agua (pesca deportiva, barranquismo, piragüismo, kayak, rafting). De este subgrupo podemos extraer 54 empresas que realizan la actividad del barranquismo en los cañones del parque (Anexo I).

Hay que tener en cuenta que hay muchas empresas francesas que no están dentro del registro de turismo activo de Huesca que también realizan la actividad. De forma individual, existen guías con la titulación de técnico deportivo de barrancos (aparecen registrados 81 guías con licencia en Huesca según la Asociación Española de Guías de Montaña) también llevan a cabo descensos para grupos en Guara. Por último, y según lo establecido en el PORN del parque, no es obligatorio realizar la actividad con un guía titulado, sino con el material obligatorio para cada barranco.

Todo esto hace muy difícil poder estimar el aforo de los barrancos a lo largo del año.

Otros datos recogidos, son las encuestas realizadas la asociación de montaña segura a 1942 personas entre el 15 de julio y 15 de agosto del 2022 en los parkings de acceso a los barrancos Formiga, Peonera inferior y Oscuros de Balcéz.

Por último, en un informe realizado por Rocío López y Diego Mota en diciembre 2022 para la caracterización ecológica de los barrancos de Guara, encargado por el Gobierno de Aragón, se obtuvieron mediante fototrampeo a la entrada de los 3 barrancos más frecuentados (Formiga, Peonera y Balcéz) los siguientes datos, recogidos entre los meses de julio y agosto del 2022, en temporada alta (Tabla 6).

*Tabla 6 Estimación de N° personas que transitan por los principales barrancos del ENP (Fte: Lopez, R. 2022)*

Barranco	Periodo (total diario)	N.º personas
<b>Formiga</b>	Entresemana	173
	Fin de semana	101
<b>Peonera</b>	Entresemana	313
	Fin de semana	332
<b>Balcéz</b>	Entresemana	47
	Fin de semana	52

Puesto que, al tratarse de un trabajo bibliográfico localizado en un entorno natural concreto, fue necesario conocer de primera mano cómo se desarrolla la actividad del barranquismo en Guara y cuál era el conocimiento de la problemática de los anfibios. Para ello se contactó con el gerente de una de las empresas de turismo activo que ofrecen entre sus actividades el descenso de barrancos en Guara.

La entrevista se realizó vía telefónica a Omar Catalá Sinisterra, monitor de barrancos de la empresa Atuel Aventura, situada en la localidad de Bierge. La entrevista se encuentra transcrita en el Anexo II.

### 4.2.1.2. Pesca recreativa

Esta actividad se define como un conjunto de técnicas que utiliza el hombre, ayudado de diversos aparejos, para capturar peces del mar, de los ríos o de lagunas.

En el ámbito de este ENP, existen diferentes regulaciones para la actividad, conforme a la Orden AGM/1967/2022, de 21 de diciembre, por la que se aprueba el Plan General de Pesca de Aragón para la temporada 2023.

Todos los ríos y barrancos del Parque se encuentran incluidos en la Cuenca del río Alcanadre (Figura 9), salvo el río Vero que pertenece a la Cuenca del río Cinca, y todos los cursos fluviales del ámbito de nuestro trabajo son aguas declaradas habitadas por la trucha, por lo que existe una regulación específica en el Plan de Pesca Anual.

Existen también diferentes tramos fluviales vedados, el barranco de Vadiello, el río Calcón, el río Formiga y el río Mascún a lo largo de todo su recorrido por el Parque Natural.

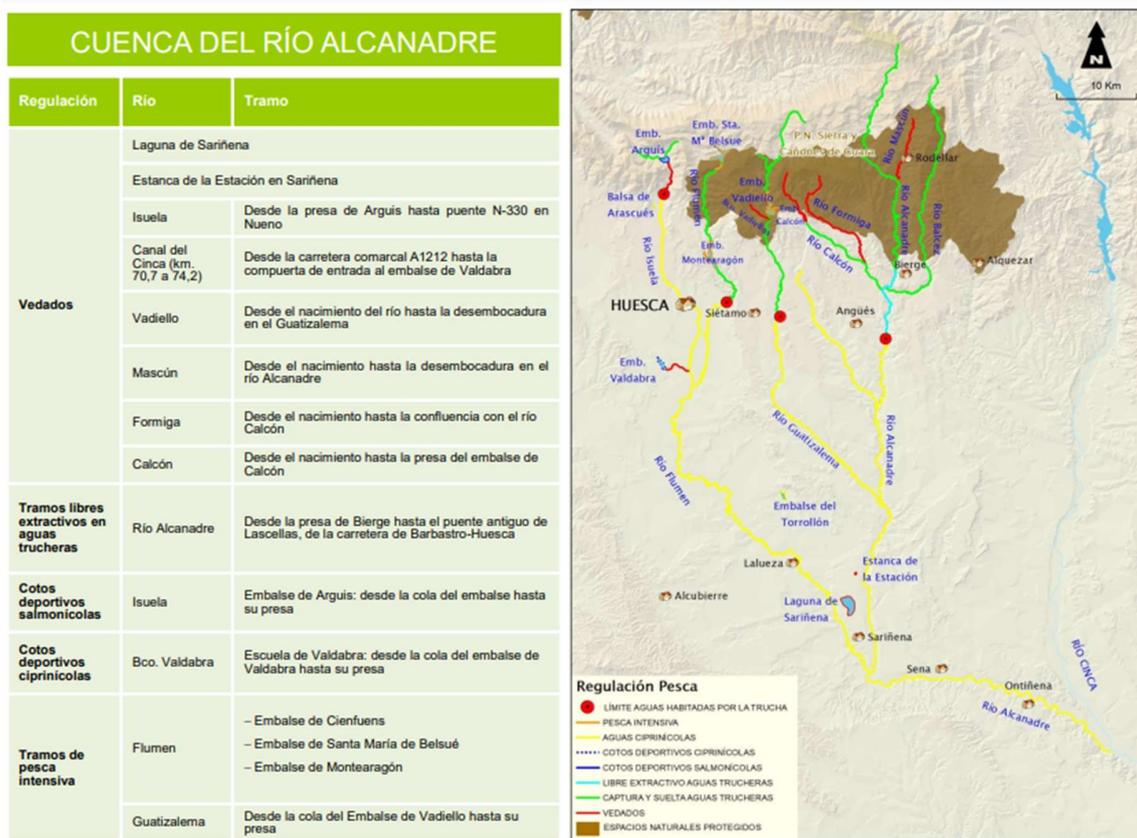


Figura 9. Regulación de la pesca en la cuenca del río Alcanadre para la temporada 2023. (Fte: Web del Gobierno de Aragón)

#### *4.2.1.3. Actividad recreativa del baño*

Esta actividad es una de las más populares en cualquier ambiente donde exista la presencia de ríos, lagos o embalses. Las zonas para el baño que proporcionan los ríos de alta montaña suscitan un mayor interés por la calidad del agua (ambientes menos degradados por la actividad humana) y por la ubicación, haciendo de estos lugares espacios de gran valor paisajísticos para los usuarios.

Esta actividad no viene contemplada ni regulada dentro del PRUG establecido para el Parque Natural. Pero es importante tener en cuenta que esta actividad está al alcance de todas las personas que visitan el Parque, y todas pueden ser usuarios de la misma al no existir ningún tipo de control. Por lo que la presencia en todos los tramos de acceso a las corrientes de agua es susceptible al uso de esta actividad de ocio y por lo tanto de muy difícil control a la hora de cuantificar la presencia de personas.

#### *4.2.2. Fómites principales transmisores de la enfermedad*

Se ha realizado una exhaustiva revisión de las actividades que se realizan en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara, para inferir los posibles fómites que podrían estar funcionando como transmisores de estas enfermedades entre los diferentes hábitats acuáticos presentes en este Espacio Natural.

Podemos dividir estas actividades en:

1. Actividades de turismo activo ligado a las actividades acuáticas
2. Actividades de investigación

Tanto las zoosporas, forma infecciosa y principal mecanismo de los hongos Bd y Bsal, como virus similares al Ranavirus pueden ser transportados de forma mecánica a través de aves e incluso mediante vectores pasivos como embarcaciones, cañas y redes de pesca (Whittington et al., 1996).

La definición de fómite, nos permite explicar la importancia de su identificación en este trabajo, ya que, conforme a la Real Academia Nacional de Medicina de España, significa aquel objeto inanimado que, por estar contaminado por agentes infecciosos, puede transmitir infecciones.

Si podemos evaluar aquellos materiales que se utilizan en diferentes actividades que puedan transmitir la enfermedad, esto nos permitirá elaborar protocolos dirigidos a su desinfección y evitar de este modo la transmisión de estas enfermedades entre los diferentes hábitats.

##### *4.2.2.1. Actividades de turismo activo que puedan ser vehiculantes de los patógenos.*

##### *4.2.2.2. Barranquismo*

Esta actividad se define como descender por el fondo de barrancos o cañones. Dicho descenso puede realizarse en terrenos muy variados, pero es quizás en terrenos calizos con dinámicas fluviales donde mayor valor adquiere la actividad, donde los efectos erosivos producidos por el agua en la disolución de la roca favorecen el desarrollo de

todas las variantes y técnicas de la actividad. La persona debe superar una serie de cambios en su recorrido, ya sea caminando, nadando, destreando y en algunos casos rapelando o mediante “caída libre”.

Esta actividad se viene realizando desde hace más de 80 años y se le da su origen precisamente en nuestra área de estudio, la Sierra de Guara, por parte del francés Alfred Martel, quien empezó a catalogar los barrancos de Guara y todo el pirineo.

El material necesario para realizar la actividad consta de:

- Traje de neopreno reforzado
- Cuerda dinámica de 9 mm de diámetro y entre 40 y 60 metros de longitud
- Descensor
- Arnés
- Casco de escalada
- Calzado ligero
- Escarpines
- Bidón estanco
- Accesorios de escalada (mosquetones, cintajos)

En cuanto a la obligatoriedad de todos los fómites descritos dependerá del nivel de dificultad del barranco a realizar y de la normativa sobre barranquismo vigente en la zona donde se practique.

#### 4.2.2.3. Pesca recreativa

Los materiales o fómites implicados en la pesca recreativa dependerán de cómo se practica la actividad, desde la orilla o desde dentro del a propia masa de agua. En el primer caso, la equipación básica constará de:

- Caña
- Sedal
- Anzuelo

De los cuales, tanto sedal como anzuelo están en constante contacto con la masa de agua.

En el caso de practicar la pesca desde dentro del agua serán necesarios, además de los comentados anteriormente, botas de agua y vadeador. El uso de uno o el otro dependerán de la profundidad de la masa del agua, por lo que uno exime al uso del otro.

También existen una serie de complementos para ambos casos que dependerán de la técnica que se quiera desarrollar en la actividad. Estos son:

- Plomos
- Flotadores
- Carrete

- Torniquetes
- Pinzas
- Selambres
- Red de pesca
- Ropa específica como chaqueta con múltiples bolsillos

De estos complementos, también será importante distinguir aquellos que se encontrar en contacto directo con el agua durante la realización de la actividad.

#### 4.2.2.4. *Actividad recreativa del baño*

No existen materiales obligatorios para poder llevar a cabo esta actividad, pero al encontrarse los ríos en un entorno completamente natural, se hace muy necesario el uso de calzado para transitar por el lecho de los ríos debido a la presencia de elementos naturales propios de cualquier río (catos rodados, piedras, ramas, etc.).

Debido a la ubicación altitudinal y que se trata de ríos de cabeceras de barrancos, las temperaturas del agua (dependiendo de la época del año) pueden hacer necesario el uso de ropa térmica adaptada para el agua, ya sean neoprenos completos, camisetas termorreguladoras o escaarpines.

#### 4.2.2.5. *Actividades de investigación o gestión en el medio natural*

Existen actualmente, y sobre todo en los ENP, diferentes estudios sobre la fauna y flora en el medio natural al objeto de realizar seguimientos o inventarios que den información sobre el estado de conservación de las diferentes especies en su hábitat.

En el transcurso de estas investigaciones o trabajos técnicos, es frecuente la manipulación de diferentes especímenes o simplemente el trasiego entre diferentes ambientes y áreas, lo que supone, un claro riesgo de transmisión de patógenos entre las diferentes áreas de estudio.

En el marco del PN de la Sierra y Cañones de Guara, existen diferentes trabajos ligados a hábitats acuáticos que utilizan diferentes equipos que pueden resultar vehiculantes de diferentes patógenos. Entre estos trabajos podemos señalar, el estudio de la ictiofauna, de la calidad de las masas fluviales a través del estudio de los macroinvertebrados, el seguimiento del cangrejo de río ibérico (*Austropotamobius pallipes*) o el inventario de anfibios.

En el marco de estos trabajos de seguimiento que realiza la propia Administración o a través de la Universidad de Zaragoza u otras empresas específicas del seguimiento de fauna silvestre, se utilizan diferentes materiales que pueden contribuir a la transmisión de los patógenos:

- Vadeadores o inglesas
- Red surber para macroinvertebrados.
- Equipos de pesca eléctrica.
- Salabres y otras redes.

- Tanques de mantenimiento de especies
- Bandejas
- Pinzas
- Guantes

### 4.3. Distribución de especies susceptibles en el PN Sierra y Cañones de Guara.

#### 4.3.1. Elaboración cartográfica de los mapas de distribución

Los mapas de distribución de los anfibios presentes en el ámbito de trabajo seleccionado, el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara, han sido elaborados a partir de los datos expuestos en la reciente publicación del Atlas de Distribución de los Anfibios y Reptiles de Aragón (Campo y Ruiz, 2019).

En esta publicación se cuenta con una base de datos de más de 10.000 registros digitalizados, que han servido como punto de partida para la elaboración de la publicación del Atlas en Aragón, a los que se han incluido datos de la base de datos de anfibios y reptiles de España de la Asociación Herpetológica Española (AHE), del Departamento de Medio Ambiente y Turismo del Gobierno de Aragón y aportaciones de bases particulares.

Por parte del Gobierno de Aragón, se ha solicitado la colaboración de los autores con la cesión de los datos digitalizados para la realización de este Trabajo de Final de Grado.

Para la elaboración de los mapas de distribución de los anfibios se han transformado las bases de datos remitidos a los datos geográficos y se han procesado con el software ArcMap de la herramienta ArcGIS (ESRI, 2014).

Se han seleccionado de la base de datos sólo los registros de los anfibios presentes en el ámbito de este trabajo, en cuadrículas 10x10 de todo Aragón, para seguidamente, elaborar mapas específicos de su distribución dentro del Espacio Natural protegidos, en cuadrículas de 1x1.

### 4.4. Enfermedades en anfibios

Se ha realizado la revisión bibliográfica de las principales etiologías de las principales enfermedades descritas para anfibios, tanto a nivel internacional como a nivel de Estado español y local.

Concretamente, la actividad del hongo quítrido *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) sobre las poblaciones de anfibios ha provocado consecuencias catastróficas a lo largo de casi todo el planeta. Este hongo es el responsable de la quitridiomycosis, una enfermedad emergente infecciosa que afecta a una gran diversidad de anfibios (Kilpatrick et al., 2010).

La quitridiomycosis también puede ser causada por otro patógeno fúngico más “reciente” y desconocido, *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) (Yap et al., 2017). Se cree que este hongo quítrido se originó en Asia y se extendió a través del comercio

internacional a Europa, donde se ha relacionado con graves descensos en poblaciones de salamandras (Yap et al., 2017). En España tan solo se ha detectado la presencia de este patógeno en el noreste, en 2018 (Martel et al., 2020).

Con un impacto menos relevante se encuentran los brotes de ranaviriosis. Este virus ha provocado descensos poblacionales en anfibios en el Parque Nacional de los Picos de Europa y en Galicia (Price et al., 2014). En Aragón, el ranavirus ha sido detectado en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en el año 2020 (Bosch et al., 2020), afectando a poblaciones de Rana pirenaica, y podría estar detrás del declive de esta especie en Ordesa.

En el marco de este hallazgo, se concluyó que, los Espacios Naturales Protegidos, “son un foco de atracción turística y reciben multitud de visitantes de todo el mundo, frecuentemente son las zonas de entrada de patógenos”.

#### 4.5. Medidas de bioseguridad para prevenir la transmisión de enfermedades

Como se ha explicado en el punto anterior, no hay duda de que, en los últimos años, las enfermedades emergentes están siendo fatales para el mantenimiento de las poblaciones de anfibios a lo largo de todo el planeta. Por lo que la urgente necesidad de tomar medidas para intentar parar la rápida propagación de las enfermedades en anfibios, hace necesario la instalación de protocolos de higiene y medidas de bioseguridad para frenar, de la manera más eficaz posible los virus y hongos que pueden llevar a ciertas especies a un punto sin retorno en el mantenimiento de sus poblaciones.

En los últimos años, se han llevado a cabo estudios para comprobar la eficacia de una serie de productos químicos para desinfectar material de la presencia de *Ranavirus*, *B. dendrobatidis* y *B. salamandrivorans*. A la hora de seleccionar unos u otros, se debe tener en cuenta, no solo la eficacia de estos, sino aquellos que puedan dañar en su uso a los anfibios o el hábitat donde viven.

En el apartado 5.4 se analizarán, tras revisión bibliográfica de varios manuales de higiene y bioseguridad, las medidas preventivas más recomendadas para evitar la transmisión de enfermedades entre las poblaciones presentes en el PNSCG.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Distribución de especies susceptibles en el PN Sierra y Cañones de Guara.

La información de cada especie extraídas del trabajo del Atlas de Anfibios y Reptiles de Aragón (Campo y Ruiz, 2019) y el análisis de los datos de la presencia de las especies de anfibios en el territorio Aragonés, se han volcado al sistema de información geográfica ArcGIS, obteniendo la presencia en el PNSCG de 6 especies de anfibios en los barrancos del parque, un caudata y 5 anuros:

- Tritón pirenaico (*Calotriton (Euproctus) asper*)
- Rana común (*Pelophylax perezi*)
- Sapo común (*Bufo spinosus*)
- Sapo corredor (*Bufo calamita*)
- Sapo partero común (*Alytes obstetricans*)
- Sapillo moteado común (*Pelodytes punctatus*)

Conforme establecen los propios autores del Atlas, sin duda muchos de los vacíos en las distribuciones de muchas especies se deben a falta de datos y no se corresponden con la distribución real. Es por esto, que los datos ofrecidos en este trabajo deben tomarse con cautela y bajo la premisa del principio de precaución, antes de afirmar taxativamente la ausencia de unas especies en un área determinada.

Conforme al Atlas de anfibios de Aragón, existen 6 especies presentes en el ámbito de este trabajo que se representan en las siguientes figuras (Figura de 10 a 15). No se han realizado los planos de las especies que no se encuentran dentro del ámbito del Parque Natural.

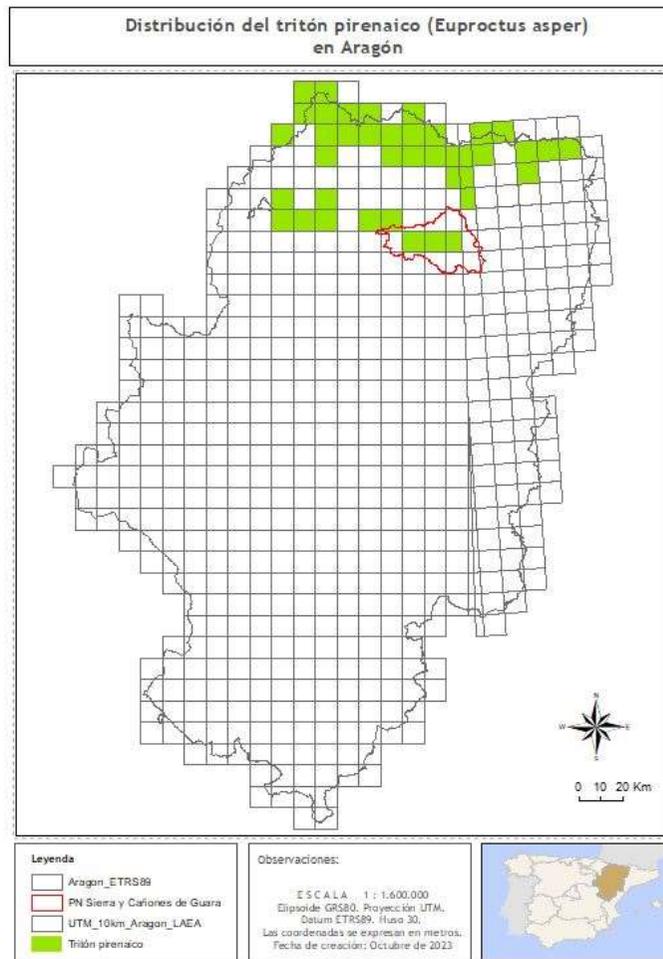


Figura 10 Distribución del tritón pirenaico (*Calotriton (Euproctus) asper*) en Aragón (Fte: Elaboración propia)

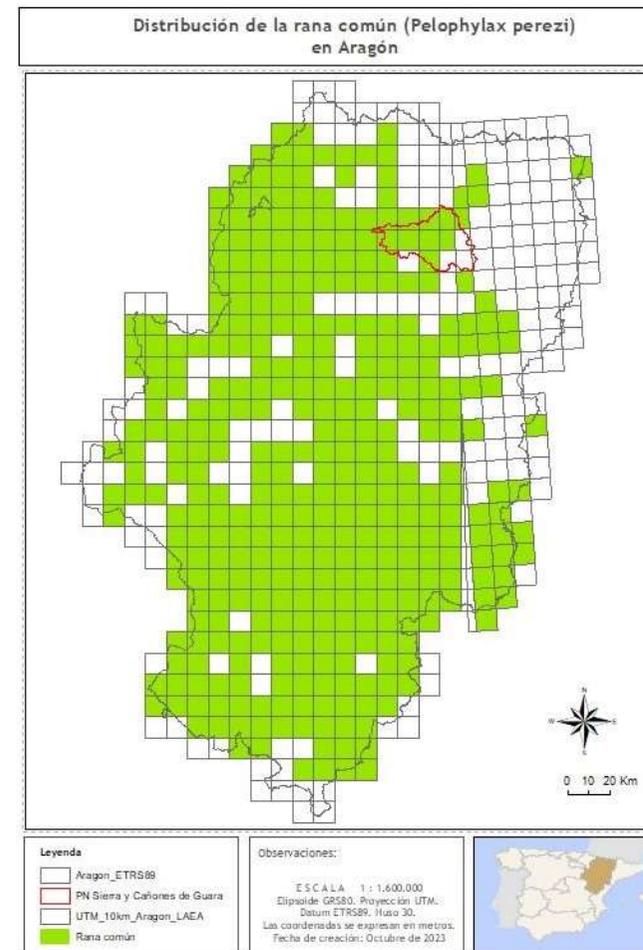


Figura 11 Distribución de la rana común (*Pelophylax perezi*) en Aragón (Fte: Elaboración propia)

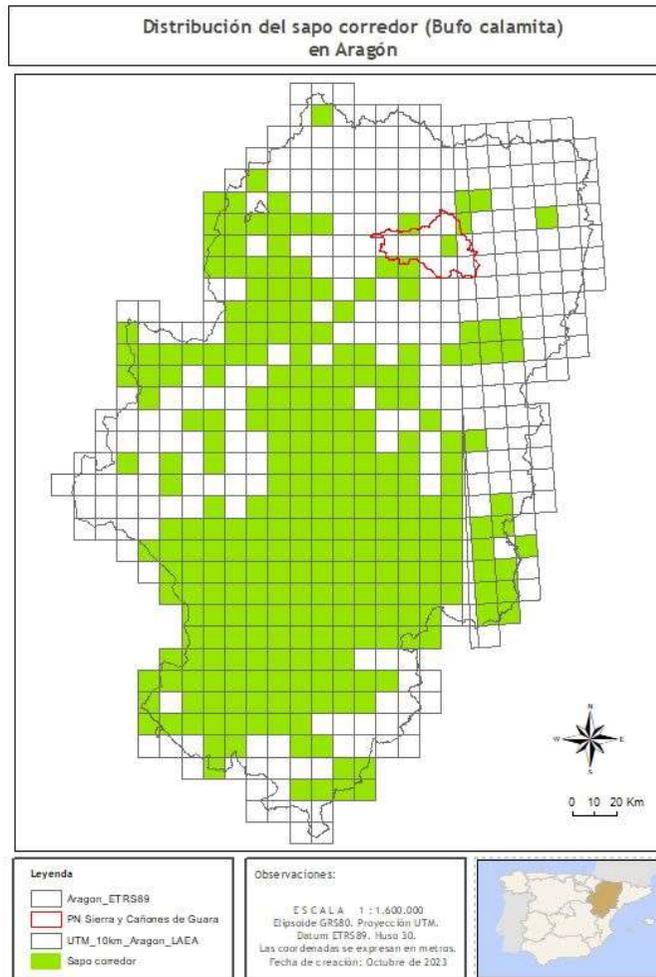


Figura 12 Distribución del sapo corredor (Bufo calamita) en Aragón (Fte: Elaboración propia)

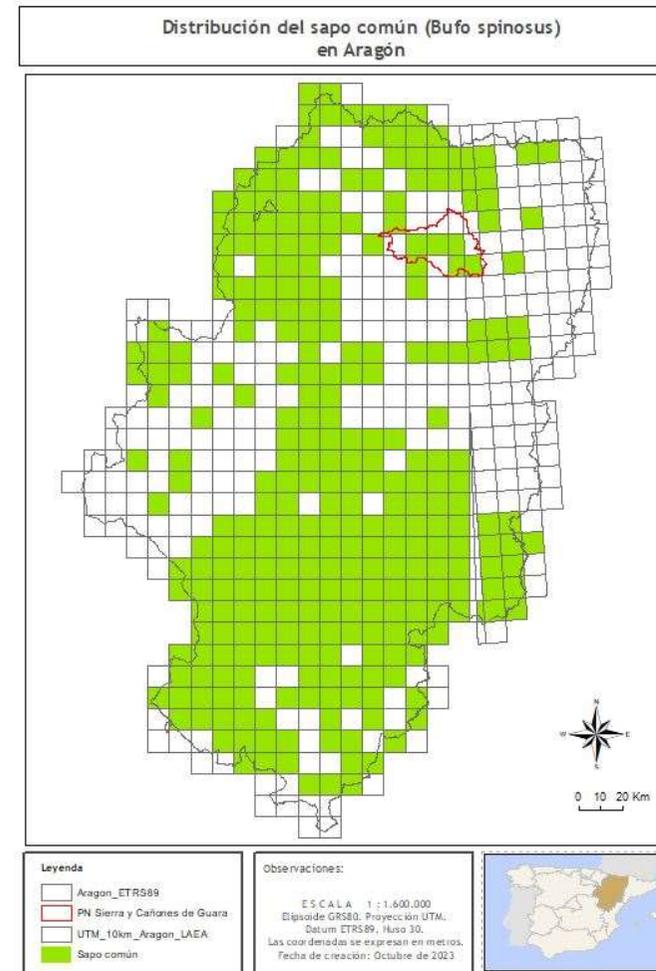


Figura 13 Distribución del sapo común (Bufo spinosus) en Aragón (Fte: Elaboración propia)

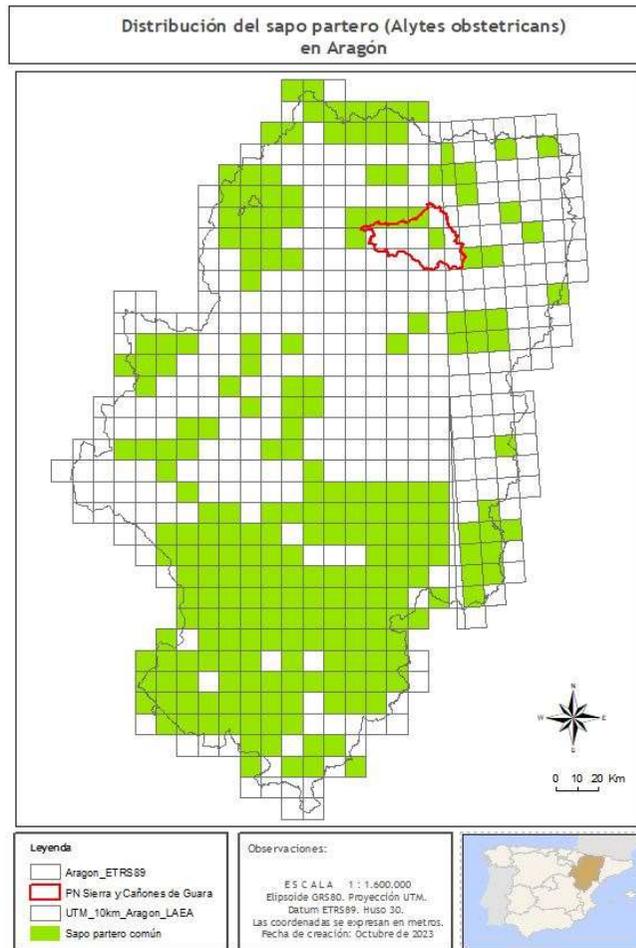


Figura 14 Distribución del sapo partero (*Alytes obstetricans*) en Aragón (Fte: Elaboración propia)

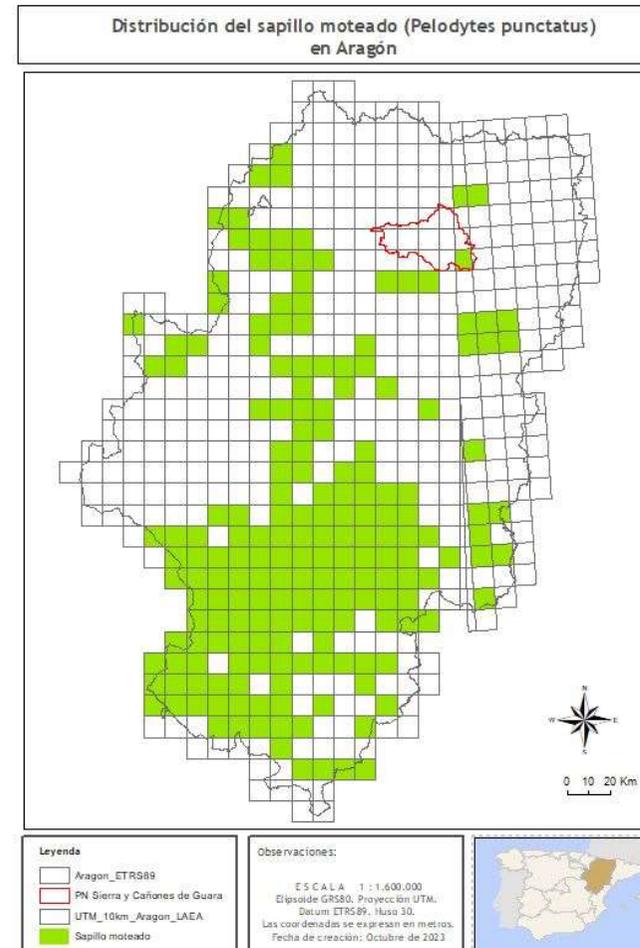


Figura 15 Distribución del sapillo moteado (*Pelodytes punctatus*) en Aragón (Fte: Elaboración propia)

Una vez analizadas las citas de las especies de anfibios en cada uno de los ríos y barrancos más importantes del Parque Natural, se ha elaborado la relación de las especies presentes en cada uno de ellos (Tabla 7), apareciendo de manera detallada en los siguientes apartados de manera individual para cada una de las seis especies.

Tabla 7 Distribución de los anfibios en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara. (Fte: Elaboración propia)

	RÍOS Y BARRANCOS DEL PN SIERRA Y CAÑONES DE GUARA								
	Isuela	Flumen	Guatizalema	Calcón	Formiga	Alcanadre	Mascún	Balcez	Vero
Tritón pirenaico	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Rana común	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO
Sapo común	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
Sapo corredor	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Sapo partero	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
Sapillo moteado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

### 5.1.1. Tritón pirenaico (*Calotriton (Euproctus) asper*)

Tritón endémico de la cordillera pirenaica, tanto en su vertiente española como francesa. Su distribución en Aragón se limita al Pirineo y Prepirineo (Figura 16).

Es típica su presencia en zonas prepirenaicas en manantiales y fuentes donde emana agua fría, encontrándose los tritones solo a pocos metros de la surgencia, ya que la temperatura del agua aumenta rápidamente a medida que nos alejamos. Evita los cursos de agua de un tamaño considerable ya que no convive con las truchas.

Ha sido descrito en los principales barrancos de la Sierra de Guara, salvo en los ríos más al este del ENP, el barranco Balcez y el río Vero (Figura 17).



Figura 16. Ejemplar de tritón pirenaico (*Calotriton (Euproctus) asper*). (Autor: E.Ginés)

Categoría IUCN a 7 de diciembre 2021: Preocupación menor (LC)

Categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA): LESRPE

Categoría en el Catálogo Aragonés de Especies Amenazadas (CAEA): VU

Tendencia de la población según IUCN: Decreciente

Amenazas:

- Zonas turísticas y recreativas
- Cultivos no maderables anuales y perennes
- Carreteras y ferrocarriles
- Especies/enfermedades invasoras no nativas/exótica
- Represas y gestión/uso del agua
- Efluentes agrícolas y forestales



Figura 17 Mapa de distribución de tritón pirenaico (*Calotriton (Euproctus) asper*) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia)

### 5.1.2. Rana común (*Pelophylax perezi*)

Es la rana más común en nuestra región (Figura 18). Evita las aguas muy frías y los cursos de aguas rápidas o con mucha pendiente. Es por esto por lo que falta en las partes altas de los Pirineos y en zonas continentales de Teruel. La encontramos en todo tipo de ambientes acuáticos, tanto temporales como permanentes. Su presencia va desde medios acuáticos, ya sean dinámicos como ríos, barrancos, arroyos, donde ocupa los tramos más tranquilos, hasta medios estáticos como son, fuentes, abrevaderos, charcas, balsas, lagunas, tanto en espacios naturales como altamente humanizados.

Esta especie ha sido localizada en todos los cauces principales del Parque Natural, salvo en el río Vero. La altitud máxima a la que ha sido encontrada es a los 1000 metros (Figura 19).



Figura 18. Ejemplar de rana común (*Pelophylax perezi*). Autor: E.Ginés

Categoría IUCN a 23 de abril de 2020: Preocupación menor (LC)

Categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA): no está incluida

Catálogo Aragón Decreto 129/2022: LESRPE

Tendencia de la población según IUCN: **Decreciente**

Amenazas:

- Cultivos no maderables anuales y perennes
- Ganadería
- Caza y captura de animales terrestres.
- Especies/enfermedades invasoras no nativas/exóticas
- Efluentes agrícolas y forestales

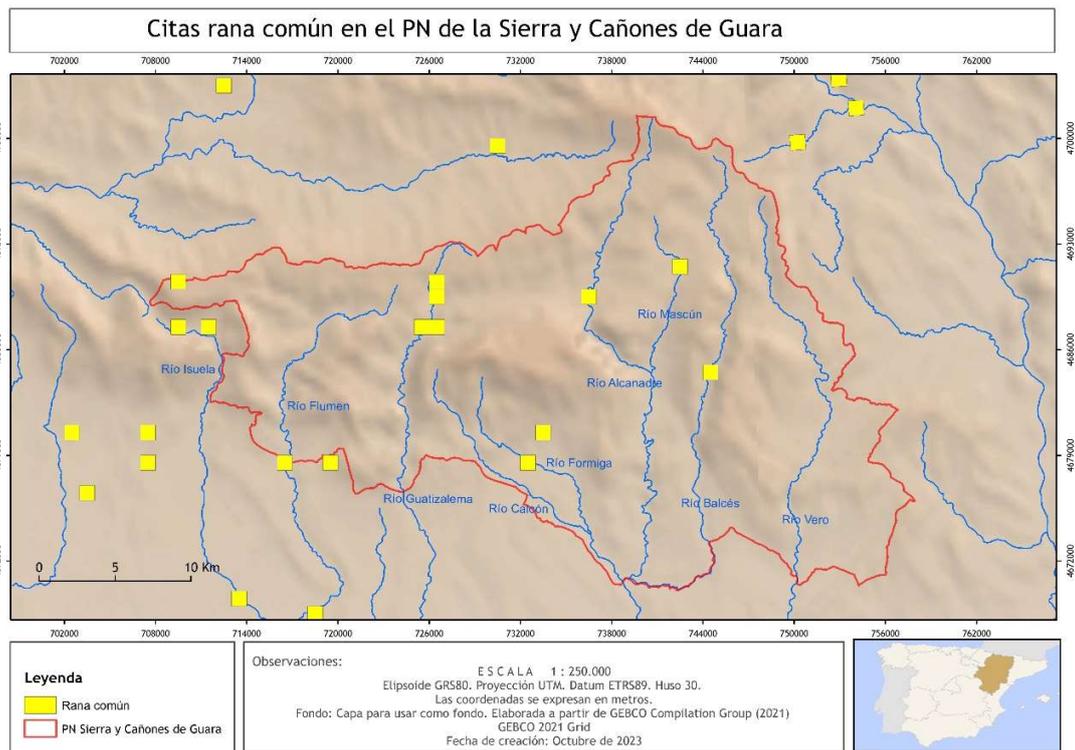


Figura 19 Distribución de rana común (*Pelophylax perezi*) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia)

### 5.1.3. Sapo común (*Bufo spinosus*)

Este anuro es capaz de vivir en ambientes de lo más diverso (Figura 20). Vive tanto en la alta montaña, como en los terrenos secos y esteparios de Aragón, pasando por un sinfín de ambientes intermedios. Es una especie terrestre, que acude al agua únicamente para reproducirse.

Es muy abundante en la alta montaña, alcanzando densidades muy elevadas en algunas zonas del Pirineo y sistema Ibérico. En estas zonas ocupa bosques de todo tipo, o bien zonas abiertas a gran altura tales como canchales o praderas. Se reproduce en turberas, brazos de río de corriente lenta, arroyos, ibones, charcas, abrevaderos, embalses, depósitos de agua, piscinas abandonadas, etc.

El sapo común es de amplia distribución en todo el PN, y sólo no ha sido localizado en el río Formiga (Figura 21).



Figura 20. Ejemplar de sapo común (*Bufo spinosus*). (Autor: E.Ginés)

Categoría IUCN a 14 de diciembre 2008: Preocupación menor (LC)

Categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA): no está incluida

Catálogo Aragón Decreto 129/2022: LESRPE

Tendencia de la población según IUCN: **Estable**

Amenazas:

- Cultivos no maderables anuales y perennes.
- Especies/enfermedades invasoras no nativas/exóticas.
- Especies/enfermedades nativas problemáticas.
- Efluentes agrícolas y forestales

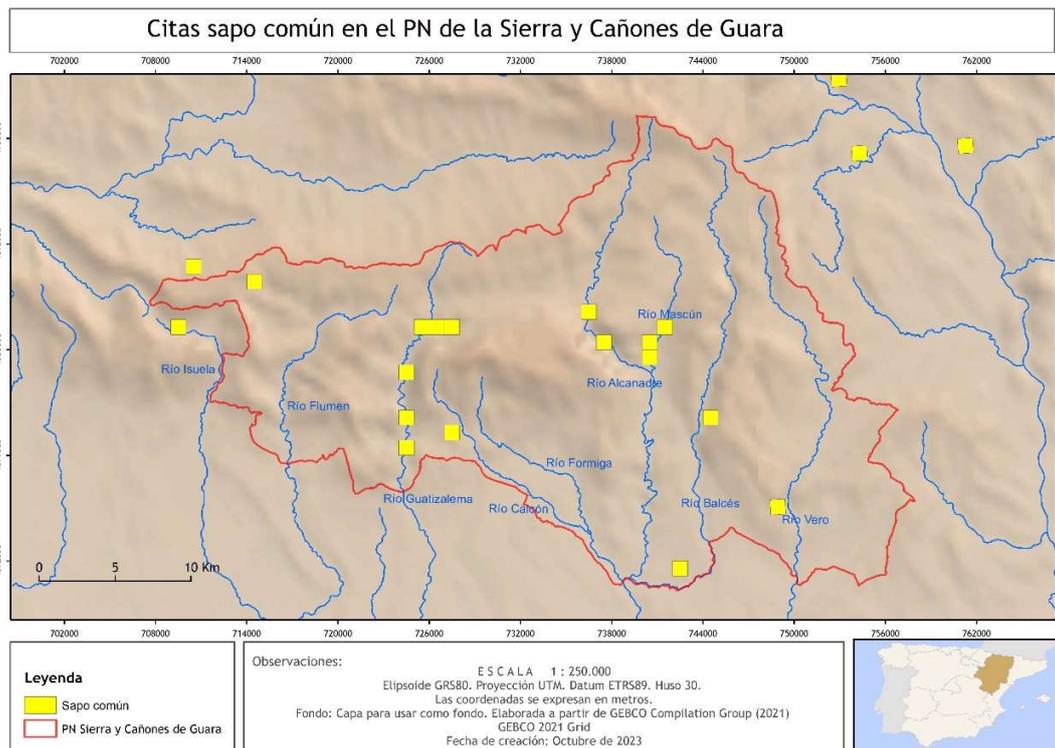


Figura 21 Distribución de sapo común (*Bufo spinosus*) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia)

#### 5.1.4. Sapo corredor (*Bufo calamita*)

Especie muy común en toda nuestra región, este sapo tiene hábitos exclusivamente terrestres, solo acude al agua para reproducirse (Figura 22). Ocupa multitud de hábitats, desde bosques y matorrales mediterráneos hasta pinares y bosques de ribera, también en sabinars. Es frecuente en las estepas del valle del Ebro y tiene gran tolerancia a ambientes con importante influencia humana como cultivos, tanto de secano como de regadío y graveras. Suele faltar en zonas con vegetación densa y cerrada y prefiere áreas abiertas y bien soleadas. Soporta bien las altas temperaturas y la insolación, para ello elige terrenos con suelos blandos o arenosos donde se entierra para protegerse de la desecación.

En Aragón, esta especie se encuentra entre los 170 m del Bajo Ebro y los más de 1.700 m en el Moncayo y zonas de Teruel. Las larvas se desarrollan en masas de aguas tranquilas (balsas, estanques) y es frecuente que elijan charcas efímeras como las que se forman en las cunetas o charcas de lluvia.

En estos espacios temporales evitan la competencia con el sapo común y los depredadores. Soporta bien la salinidad en las aguas donde cría.

Pese a ser considerada una especie muy común en todo Aragón, esta especie sólo ha sido localizada en el Barranco del Mascún en el año 1987 (Figura 23).



Figura 22 Ejemplar de sapo corredor (*Bufo calamita*). (Autor: David Pérez)

IUCN a 30 de abril de 2020: Preocupación menor (LC)

Categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA): LESRPE

Tendencia de la población según IUCN: Decreciente

Amenazas:

- Zonas turísticas y recreativas
- Cultivo no maderables anuales y perennes
- Plantaciones de madera y pulpa
- Minería y canteras
- Actividades recreativas
- Contaminación transportada por el aire
- Cambio y alteración del hábitat

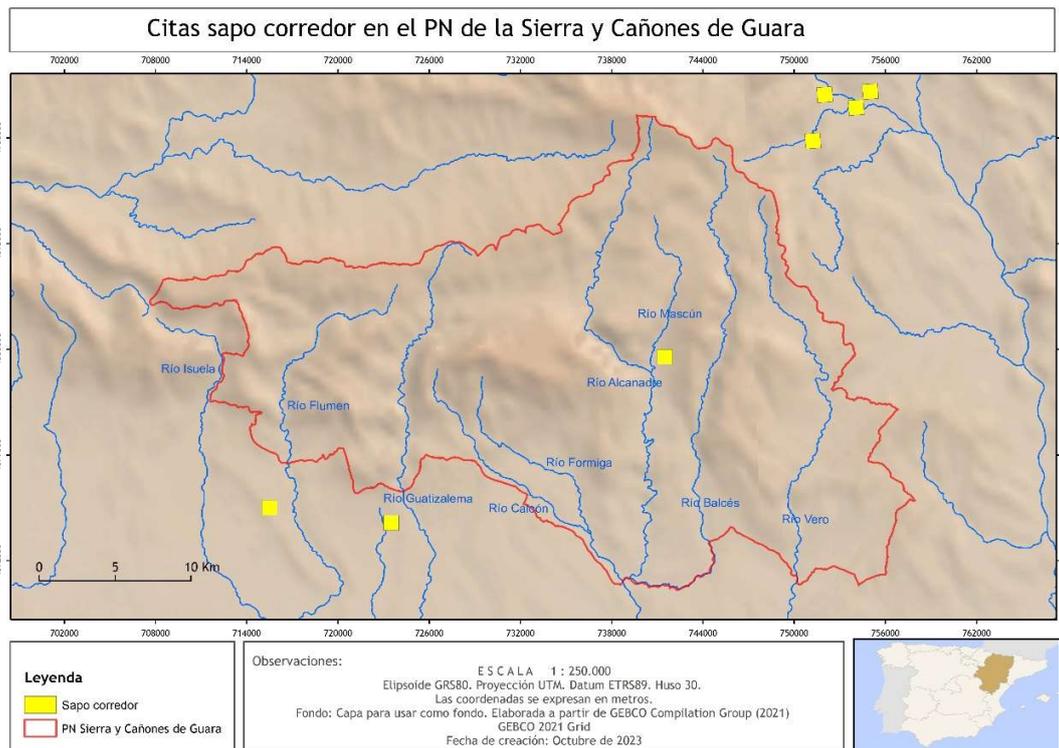


Figura 23 Distribución de sapo corredor (*Bufo calamita*) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia)

### 5.1.5. Sapo partero común (*Alytes obstetricans*)

Pequeño anfibio amante de las montañas y la humedad (Figura 24). En Aragón ocupa principalmente los Pirineos, el Moncayo, y las sierras de Teruel. Es posible encontrarlo en zonas de huerta y sotos del valle del Ebro, así como en algunas zonas áridas.

Su largo desarrollo larvario condiciona su presencia a zonas con puntos de agua de larga duración, tanto naturales (ibones, lagunas, charcas, remansos de arroyos y fuentes) como de origen humano (balsas de riego, abrevaderos, piscinas abandonadas, estanques en jardines, y pilones).

Es abundante en las zonas húmedas y montañosas, y se vuelve más escaso a medida que desciende la altitud y aumenta la aridez. En las zonas bajas y más secas, ocupa lugares frescos y húmedos. Los adultos no se alejan mucho del agua y ocupan una gran variedad de hábitats: distintos tipos de bosques (hayedos, encinares, pinares, bosques de ribera), zonas de prados, cultivos de secano y regadío, paisajes esteparios y también zonas humanizadas como parques y jardines. Es nocturno y muy terrestre, pasando el día oculto entre la vegetación, piedras, escombros, o bien enterrado en el suelo.

En Aragón su distribución en altura va desde los apenas 200 m en el valle del Ebro en La Cartuja Baja, pasando por los 1.700 m en Orihuela del Tremedal en la provincia de Teruel y llegando a los 2.250 m en el Ibón de Bachimaña o los 2400 m en San Juan de Plan en la comarca del Sobrarbe.

En el PN sólo ha sido localizado en la localidad Arguís en el nacimiento del río Flumen y en el Barranco Balcells en Adahuesca (Figura 25).



Figura 24. Ejemplar de sapo partero común (*Alytes obstetricans*). (Autor: Alexandre Roux)

Categoría IUCN a 24 de abril de 2020: Preocupación menor (LC)

Categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA): LESRPE

Catálogo Aragón Decreto 129/2022: **Vulnerable**

Tendencia de la población según IUCN: **Decreciente**

Amenazas:

- Viviendas y zonas urbanas
- Cultivos no maderables anuales y perennes
- Ganadería
- Efluentes agrícolas y forestales
- Especies/enfermedades invasoras no nativas/exóticas
- Enfermedades virales/inducidas por priones

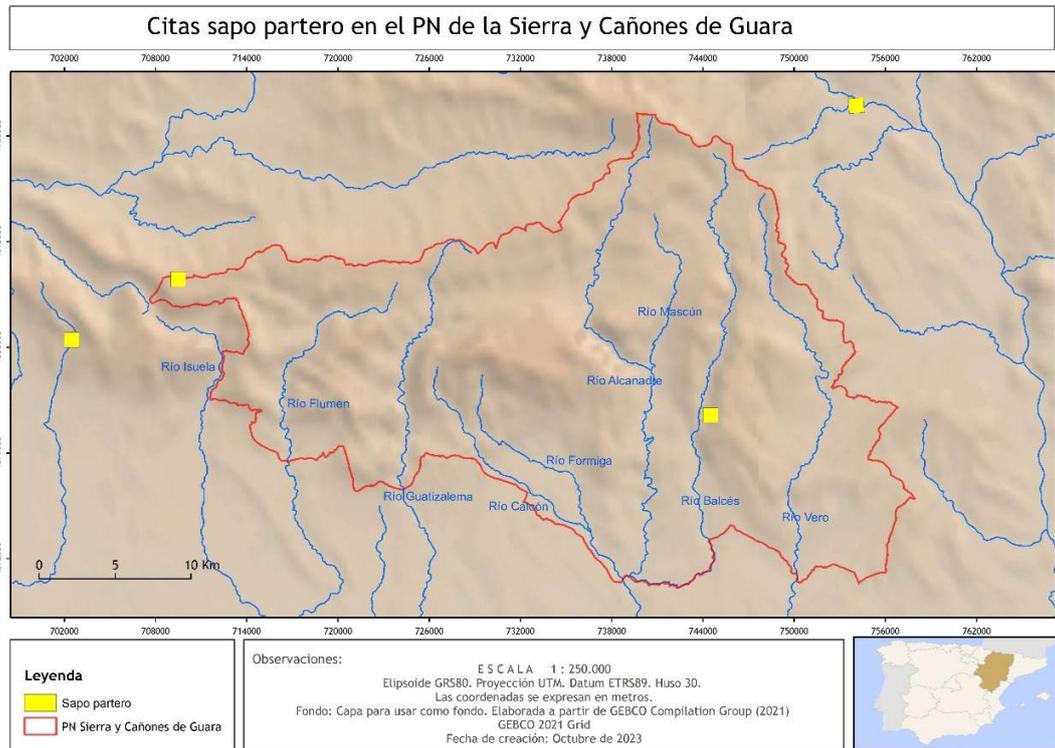


Figura 25 Distribución de sapo partero (*Alytes obstetricans*) en PNSCG. (Fte: Elaboración propia)

### 5.1.6. Sapillo moteado común (*Pelodytes punctatus*)

Esta especie ocupa un gran número de hábitats, pero tiene preferencia por sustratos calizos o de yesos (Figura 26). Podemos encontrarla en diversos tipos de formaciones vegetales, siempre que no sean muy densas. Muy común en las formaciones vegetales de tipo mediterráneo; pinares, matorrales y también encinares. Frecuente en las estepas del valle del Ebro y en campos de cultivo de secano. Puede ocupar zonas de carrizal y bosques de ribera y en la provincia de Teruel la encontraremos en prados y turberas. Es común su presencia en el interior de cuevas profundas.

La especie se encuentra en un rango altitudinal que va desde los 190 m en las cercanías de Zaragoza a los 1.800 en la sierra de Albarracín. Se reproduce en charcas, balsas o arroyos de poca corriente. Soporta altos niveles de salinidad en el agua. En el PNSCG solo se ha citado en el río Vero (Figura 27).



Figura 26. Ejemplar de sapillo moteado común (*Pelodytes punctatus*). (Autor: Alexandre Roux)

Categoría IUCN a 24 de abril de 2020: Preocupación menor (LC)

Categoría en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA): LESRPE

Catálogo Aragón Decreto 129/2022: **Vulnerable**

Tendencia de la población según IUCN: **Decreciente**

Amenazas:

- Viviendas y zonas urbanas
- Cultivos no maderables anuales y perennes
- Ganadería
- Efluentes agrícolas y forestales
- Especies/enfermedades invasoras no nativas/exóticas
- Enfermedades virales/inducidas por priones



**Figura 27** Distribución de sapillo moteado común (*Pelodytes punctatus*) en PNCSG. (Fte: Elaboración propia)

## 5.2. Revisión bibliográfica enfermedades transmisibles en anfibios

Este apartado del trabajo, ha consistido en la revisión de estudios de enfermedades transmisibles de anfibios (quitridio, ranavirus, y otros de llegada más reciente como es Bsal) y especies susceptibles que se encuentran presentes en el Parque Natural.

### 5.2.1. Quitridiomycosis

*Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) es un hongo de la familia *incertae sedis*. Es un hongo patógeno generalista que muestra una amplia capacidad para infectar y causar enfermedades entre especies. Infecta la piel de los anfibios pudiendo provocar una enfermedad llamada quitridiomycosis, que tiene como finalidad la interrupción de las funciones vitales de la piel de los anfibios (Bosch et al., 2010).

El ciclo de vida de Bd está constituido por dos fases; la zoospora móvil, de vida corta y vehiculada por el agua para la dispersión, y el tallo estacionario que se desarrolla en la epidermis de los anfibios una vez infectados de Bd convirtiéndose en un zoosporangio para la amplificación asexual (OIE, 2021). Las posibles respuestas del hospedados pueden ser:

- Resistencia a la infección (diluentes de la infección)
- Tolerancia a la infección (reservorio de infección)
- Variación en la susceptibilidad a enfermedades letales

La supervivencia del hongo antes de alcanzar al huésped, en condiciones adecuadas de temperatura y humedad (tanto en agua, tierra humedad u otras fuentes de queratina distintas a la de los anfibios) es de hasta 2 meses (Kilpatrick et al., 2010; Van Rooij et al., 2017), los animales ya infectados pueden desprender zoosporas durante largos periodos (24 – 220 días) antes de morir. La transmisión de Bd se puede dar entre renacuajos infectados de diferentes especies, y de renacuajos a adultos postmetamórficos (Kilpatrick et al., 2010).

Los síntomas varían desde una alteración significativa de la piel, hasta la muerte súbita sin signos visuales de la enfermedad. En adultos o postmetamórficos, los sistemas más comunes son enrojecimiento o descoloración y una muda excesiva de la epidermis (Figura 28). En larvas de anuros, los síntomas se limitan a la parte bucal, donde únicamente en esta presente en este estadio la queratina, con la despigmentación de esta (OIE, 2021).

Los mecanismos de transmisión de Bd puede darse por el contacto entre anfibios o con zoosporas móviles movidas por el agua. De forma antrópica puede darse por medio de equipamiento utilizado tanto para la pesca, como para la investigación u otras actividades que entren en contacto con las zoosporas (OIE, 2021).

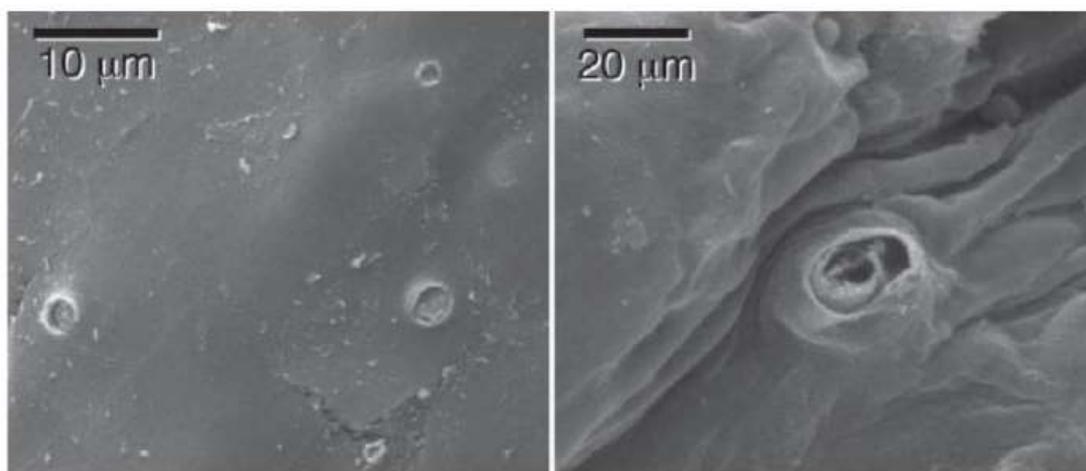


Figura 28. Micrografía electrónica de barrido de la superficie de la epidermis de un juvenil de *S. salamandra* (izq) y de un *B. bufo* postmetamórfico (drch) del Parque Natural de Peñalara infectados por hongos quítridos, que muestra tubos de descarga de zoosporangios de *B. dendrobatidis* (Fte: Bosch y Martínez-Solano, 2006)

Hace 3 décadas, los biólogos comenzaron a informar sobre la disminución y extinción de poblaciones de anfibios en todo el mundo. A finales de los 90 se observaron repentinas mortalidades masivas de anfibios en áreas protegidas, especialmente en hotspots de biodiversidad como Centroamérica, el Caribe y Australia, fue *B. dendrobatidis* el identificado como la principal causa (Berger et al., 1998). Como se puede observar en la Figura 29, esta enfermedad ya se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, y se han detectado diferentes episodios de mortalidad en algunas de las provincias de España, aunque se encuentra presente en todo el país (Figura 30).

El primer episodio de infección por Bd notificado en Europa tuvo lugar en la Sierra de Guadarrama, España, en 1997, provocando el descenso muy elevado de poblaciones de sapo partero (*Alytes obstetricans*) (Bosch et al., 2001). Posteriormente, Bd también afectó a poblaciones de sapo común ibérico (*Bufo spinosus*) y salamandra común (*Salamandra salamandra*) en el mismo lugar (Bosch y Martínez-Solano, 2006). En Portugal, Bd también ha ocasionado la muerte de cientos de *Alytes obstetricans* (Rosa et al., 2012).

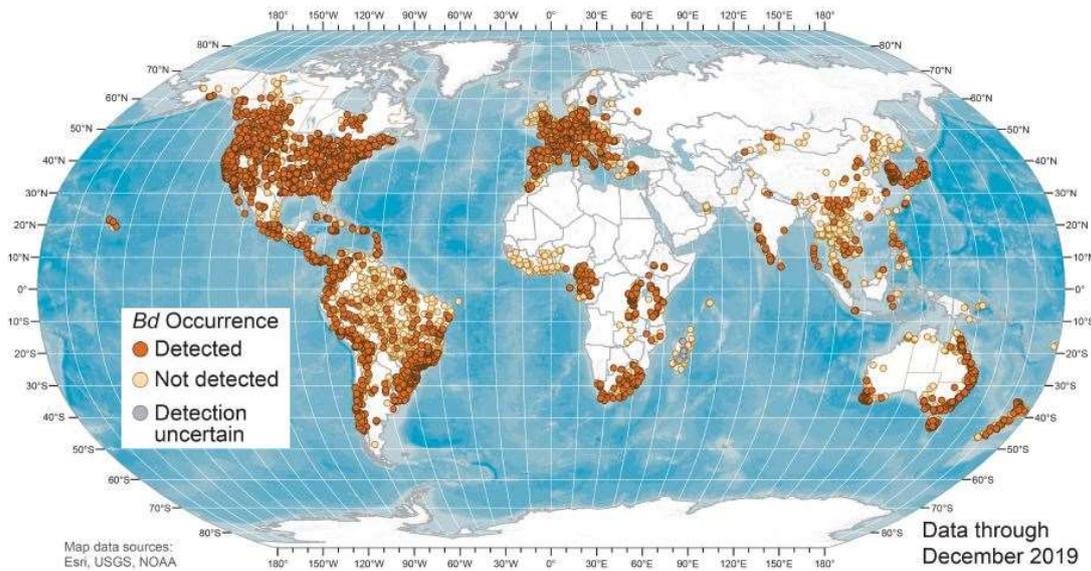


Figura 29. Mapa de la detección de Bd en el mundo a diciembre de 2019. (Fte: Olson et al., 2021)

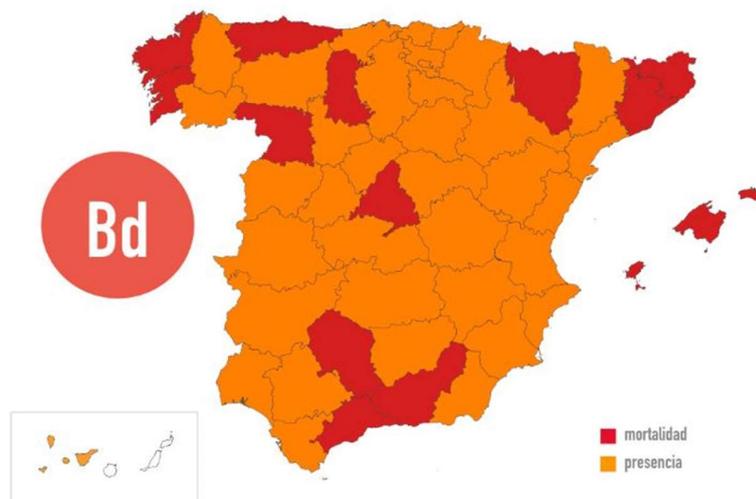


Figura 30. Mapa de España con la presencia y mortalidad en anfibios del hongo a 2019. Bd. (Fte: [www.sosanfibios.org](http://www.sosanfibios.org))

Bd es una amenaza importante y continua para 600 especies amenazadas, y una amenaza futura para 75 especies. Se ha implicado la quitridiomycosis en 9 de las 11 extinciones desde la década de 1980. (Rewild, Synchonicity, IUCN, 2023). Figurando como una de las 100 peores especies exóticas invasoras del mundo. En España, *Batrachochytrium dendrobatidis* está incluida el catálogo de especies exóticas invasoras regulado por el RD 630/2013.

Como hemos dicho anteriormente Bd es un patógeno generalista que puede afectar a múltiples especies de anfibios, pero este, a su vez, presenta diferente

patogenicidad dependiendo de la susceptibilidad del hospedador. Por lo que tanto factores biótico y abiótico pueden modular el desarrollo de la enfermedad (Fernández-Beaskoetxea y Bosch, 2016).

#### 5.2.1.1. Factores bióticos que intervienen en la presencia, prevalencia e intensidad de la infección por Bd:

Recientemente se ha descubierto que la susceptibilidad a la infección disminuye a lo largo del desarrollo postmetamórfico de los individuos, y que aumenta la vulnerabilidad frente al patógeno durante la metamorfosis y poco después de esta en anuros. Esto se puede deber a una inhibición regulatoria de la función inmune, ocasionado por el alto coste energético de la reorganización de tejidos durante las etapas finales de metamorfismo. A esto se le une, la escasa ingesta nutricional durante el proceso. Y quizás lo más importante de esta fase de cambio, es que la piel queratinizada aumenta desde la boca a toda la superficie del cuerpo, por lo que aumenta el tejido disponible para la infección de Bd (Humphries et al., 2022)

En el caso de los urodelos, la incidencia de Bd suele ser más baja, esto puede deberse a la falta de filas de dientes o picos queratinizados en sus fases larvianas. Pero algunas larvas de urodelos, como *Salamandra salamandra*, tienen la piel queratinizada en las patas, y, en consecuencia, son susceptibles a la infección por quitridio (Bosch y Martínez-Solano, 2006).

No solo es importante la fase metamórfica de las especies, sino que en los estadios de desarrollo larvario es la más susceptible de albergar la infección, y juegan un papel clave como reservorio y transmisor de la enfermedad (Garner et al., 2009). Como ejemplo de esto último, sabemos que el taxon *Alytes* en Europa es el más vulnerable a la enfermedad, puesto que sus larvas actúan como un super- hospedador que mantiene y amplifica la infección en otras especies por transmisión directa (Fernández-Beaskoetxea et al., 2016).

Se debe tener en cuenta también que las poblaciones genéticamente empobrecidas pueden ser más susceptibles a la infección de quitridiomycosis, esto es debido a la reducida variabilidad genética de los genes implicados en la respuesta inmunológica al quitridio (Bosch y Martínez-Solano, 2006).

#### 5.2.1.2. Factores abióticos que intervienen en la prevalencia e intensidad de la infección por Bd:

Se ha demostrado que la radiación UV destruye las zoosporas y contribuye a controlar la infección en zonas altas. En el caso de la especie *Alytes obstetricans* en Peñalara demostró que la prevalencia de Bd era inversamente correlacionada con la cantidad de radiación UV en la zona, y que el riesgo de mortalidad aumenta muy notablemente en áreas con temperaturas mínimas y elevada altitud (Bosch et al., 2007; Walker et al., 2010).

Pero quizás el factor abiótico que más contribuye al desarrollo de la enfermedad es la temperatura, la cual modula, por un lado, la capacidad de respuesta del hospedador

a la infección (su susceptibilidad) y, por otro, la tasa de crecimiento y desarrollo del patógeno (Fernandez-Beaskoetxea et al., 2016).

Al mismo tiempo, Los efectos del calentamiento global estarían aumentando el número de días con temperaturas óptima de desarrollo del patógeno en zonas de mayor altitud. Por tanto, zonas templadas y de montaña están dando lugar a la predominancia de las epizootias de quitridiomycosis (Clare, et al., 2016).

Otro factor biótico a tener en cuenta es el medio acuoso donde se puede desarrollar Bd. En los arroyos, las zoosporas de Bd son arrastradas por la corriente, por lo que la transmisión es menor y las cargas de infección son más bajas. En las charcas, la transmisión del patógeno es más fácil y los niveles de infección se mantienen altos, siempre y cuando la masa de agua no sea temporal, ya que, en ese caso, con las temperaturas altas del verano esta se puede desecar y perder dicho reservorio de la enfermedad para el año siguiente (Fernandez-Beaskoetxea et al., 2016).

Por último, las líneas de investigación de *Batrachochytrium dendrobatidis* deben tender al desarrollo de métodos paliativos de la enfermedad. Por medio de la identificación de los mecanismos de supresión de la enfermedad y la parametrización de las variables que regulan la infección mediante modelos testados en espacio naturales. Una vez conseguido esto, se podrá llevar a cabo procesos de manejos adaptativos en el campo en condiciones naturales (Bosch, 2020).

De los estudios realizados para la reducción y control de la prevalencia de Bd en la naturaleza fueron de especial significación, pero de débil impacto en la infección del año siguiente en los experimentos en campo realizados. Solo cuando se llevó a cabo una eliminación extrema de larvas como estrategia de mitigación, se logró existir en la eliminación de la infección. Todo ello va en contra de los objetivos de conservación de una especie, y más aún si se trata de una especie con poca distribución geográfica y con poblaciones pequeñas (Fernández-Loras, Boyero y Bosch, 2020).

### 5.2.2. *Batrachochytrium salamandrivorans* (BSAL)

*Batrachochytrium salamandrivorans* es un agente patógeno intracelular capaz de desarrollarse dentro de las células epidérmicas de los anfibios (Figura 31). Y como el caso de *B. dendrobatidis*, también puede provocar quitridiomycosis en los individuos infectados. Bsal coincide con Bd en su ciclo de vida y en las estrategias para persistir en el ambiente.

Bsal es un agente patógeno que afecta principalmente a los urodelos. Los resultados de las pruebas experimentales y los brotes de la enfermedad en el medio natural, muestran que la mayoría de las especies de la familia *Salamandridae* y la familia *Hynobiidae* son susceptibles a la infección por exposición a Bsal (OIE, 2021). En un estudio de laboratorio reciente, se obtuvo que *Alytes obstetricans* es susceptible a la infección por Bsal cuando se expone a dosis muy elevadas de zoosporas (más de 100.000). Los individuos no mostraban signos clínicos de la enfermedad, pero eran capaces de transmitirla (Yap et al., 2017).

Parece ser que la expresión de la enfermedad por Bsal sólo se limita a la infección de la epidermis de salamandras y tritones. Los signos externos de la enfermedad pueden

ser: ulceraciones epidérmicas, muda excesiva de piel, hemorragias cutáneas, apatía y posturas corporales anormales (Martel et al., 2013)

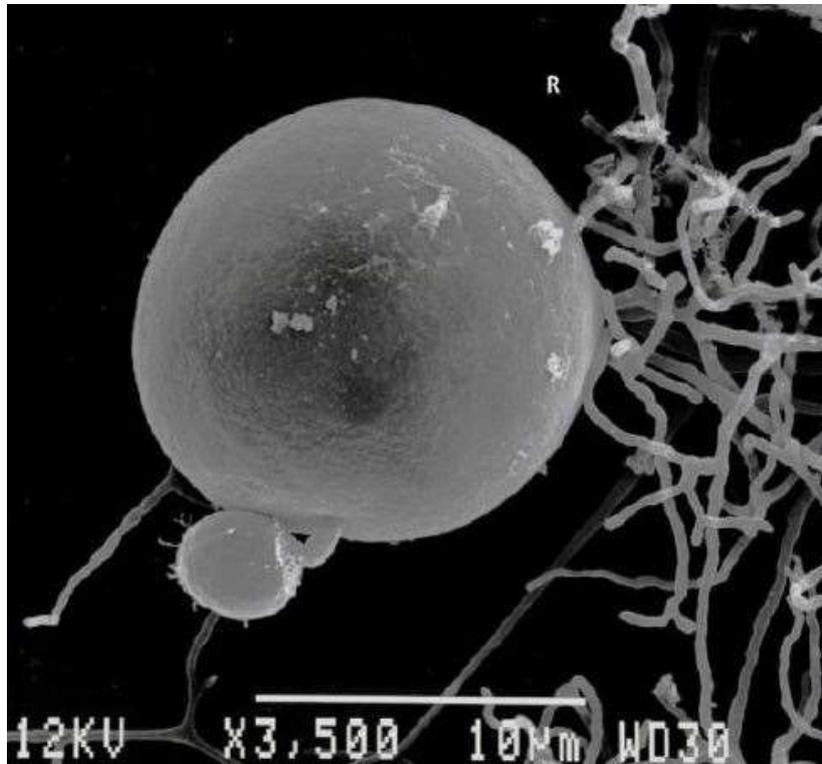


Figura 31. Imagen de un esporangio maduro de *Batrachochytrium salamandrivorans* con rizoides a través del microscopio electrónico. (Fte: Martel et al., 2013)

Bsal es el responsable del declive de más de 500 especies de anfibios en todo el mundo y la extinción de, al menos, 90 especies. Bsal es originario del este de Asia, pero se ha expandido por Europa a través del comercio internacional de mascotas, más concretamente del comercio de anfibios. La llegada de este patógeno a ecosistemas europeo, ha provocado declives poblacionales de urodelos en Bélgica, Alemania, Países Bajos y España (Bosch, 2021).

Se identificó por primera vez en Europa en episodios de mortalidad en salamandras de fuego en 2013 en Países Bajos, ocasionando la disminución del 99.9% de las poblaciones de *S. salamandra*. Posterior a esto, gracias a estudios de posibles especies susceptibles a la enfermedad, se detectó en Bélgica, Alemania y Reino Unido (Martel et al., 2013) (Figura 32).

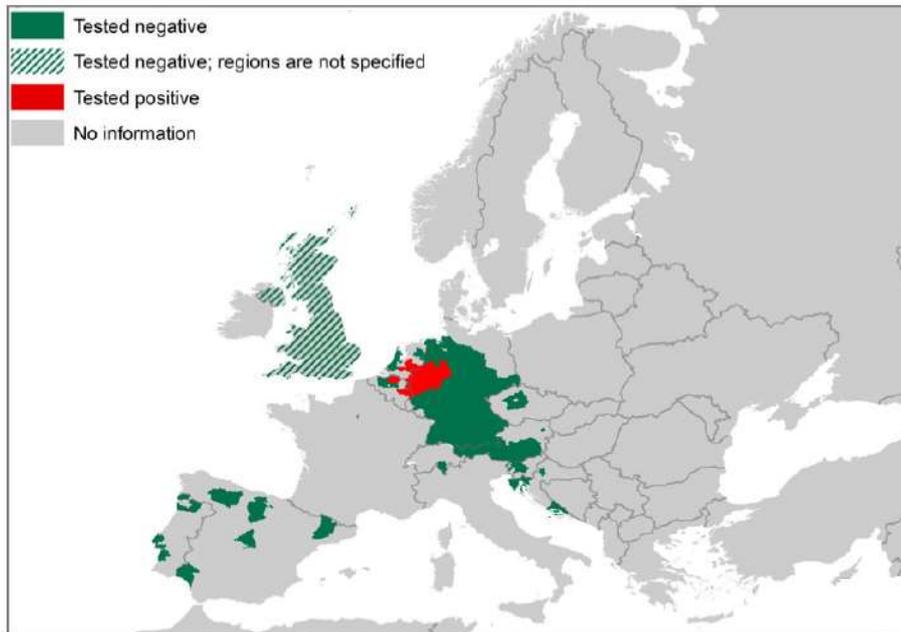


Figura 32. Mapa con el conocimiento del Bsal hasta 2018 en Europa. (Fte: Miranda et al., 2018)

Hasta 2018 no se detectó el primero caso de Bsal en Ibérica (Figura 33). Este se dio en un embalse del Parque Natural de Montnegre (Cataluña). Esta detección se descubrió durante una campaña para erradicar los tritones exóticos invasores presentes en el espacio (Tritón crestado de Anatolia). Esta introducción ocasiono un evento de mortalidad masiva en tritones jaspeados (*Tritus marmoratus*) debido a la prevalencia del hongo en las poblaciones de la especie (Martel, et al., 2020). La presencia de Bsal en una región que se sitúa a menos de 100 km de los Pirineos hizo saltar todas las alarmas por las posibles llegadas del hongo a las regiones montañosa donde se sitúa las poblaciones de *Calotriton asper*, de pequeña distribución geográfica y endemismo de los Pirineos.



Figura 33. Mapa de España con la presencia y mortalidad en anfibios del hongo Bsal a fecha del 2019. (Fte: [www.sosanfibios.org](http://www.sosanfibios.org))

Bsal puede ser transmitido tanto por portadores activos como son otros anuros, como por portadores pasivos (aves silvestres y agua contaminada con el hongo). La entrada a nuevas áreas y poblaciones es más probable que se dé a causa de la actividad humana, sobre todo aquella que esté vinculada con el medio acuático (Miranda et al., 2018).

La prevalencia observada en poblaciones infectadas puede verse afectada por la virulencia de la enfermedad, ya que en caso de alta virulencia habría menos posibilidad de recolectar individuos muertos o enfermos. Sin embargo, la detección de Bsal también se produce en animales con cargas bajas, asintomáticos y portadores (Martel et al. 2020) lo que permite asegurar, de momento, que la enfermedad aún no está afectando a poblaciones silvestres de tritón pirenaico. (Martínez-Silvestre, 2020).

El crecimiento de Bsal está relacionado con la temperatura. En cultivo de laboratorio, crece a una temperatura entre 5-25 °C, con un crecimiento óptimo entre 10-15°C (Yap, et al., 2017).

La evaluación de riesgos del Plan de Acción de Bsal para la UE, indica que este patógeno compromete la supervivencia de las poblaciones de, al menos, 30 de las 40 especies de urodelos europeos, e incluso la supervivencia de, al menos, 10 especies en un plazo de 10 años. La combinación de su capacidad para provocar declives severos de poblaciones de urodelos, su errática dispersión debido a las impredecibles introducciones provocadas por el hombre, así como la existencia de varios taxones de urodelos muy amenazados, convierten a Bsal en un peligro sin precedentes para la diversidad de urodelos europeos (Gilbert y Spitzen-van der Sluijs, 2020).

El Plan de Acción europeo contra Bsal establece las prioridades de conservación de los urodelos ante la amenaza de Bsal, y pretende guiar a la Comisión Europea y a los estados miembros de la UE en su respuesta ante la aparición de Bsal con acciones específicas para las distintas fases de pre-invasión, invasión, y fase endémica de la invasión de Bsal. La inmediata implementación de este Plan de Acción a nivel europeo y de los estados miembros podría evitar la amenaza de Bsal en Europa (Gilbert y Spitzen-van der Sluijs, 2020).

### 5.2.3. *Ranavirus*

Los ranavirus son virus grandes de ADN bicatenario (Figura 34), pertenecientes a la familia *Iridoviridae*. Son un grupo emergente de patógenos que tienen un rango de huéspedes muy amplio, puede infectar a todos los vertebrados ectotérmicos, es decir, es capaz de causar enfermedades a peces, reptiles y anfibios (Bosch et al., 2021). Actualmente, Ranavirus (Rv) es reconocido por ser una de las mayores causas de eventos de mortalidad masiva en poblaciones de anfibios silvestre de muchas partes del mundo, con 6 especies conocidas que infectan al menos a 720 especies de anfibios en 14 familias (Duffus et al., 2015).

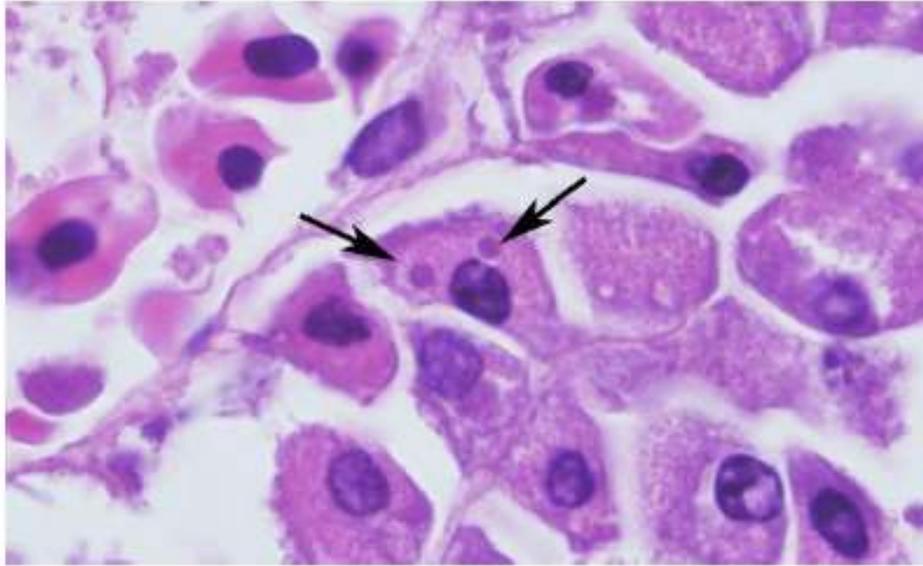


Figura 34 Sección histológica del hígado que muestra cuerpos de inclusión intracitoplásmicos característicos de las infecciones ranavirus (flechas) dentro de los hepatocitos (células del hígado). (Fte: Campbell et al., 2018)

Los Ranavirus asociados a anfibios se han clasificado en tres grupos principales (Thumsova, et al., 2022):

- Virus de la rana 3 (FV3)
- Virus del sapo partero común (CMTV)
- Virus *Ambystoma tigrinum* (ATV)

La vía de infección del virus se desconoce, pero son susceptibles experimentalmente tras una exposición por baño. (OIE, 2011).

La supervivencia del virus antes de alcanzar al huésped es muy elevada, ya que resisten a la desecación, pueden sobrevivir meses en el agua, he incluso en tejidos congelados durante más de 2 años (Langdon, 1989). En condiciones adversas, pueden sobrevivir más de 90 días en agua destilada, más de 100 días en superficies secas, o más de 1000 días a temperaturas de hasta  $-70^{\circ}\text{C}$ . Son altamente infecciosos, con una tasa de muerte del 100% (a los 4-17 días), afectando a larvas, individuos metamórficos y adultos (Bosch, 2003).

Algunas de la sintomatología que muestran los individuos infectados son: hemorragias cutáneas, ulceración en la piel, hemorragia visceral y edemas subcutáneos. Por fuera, la infección puede parecerse al “síndrome de pierna roja”, que cuando aún no se conocía bien el virus, muchos casos fueron catalogados erróneamente como tal. En cuanto a los órganos más dañados son el hígado, riñones, bazo y pulmones (OIE, 2011).

Los vectores de transmisión pueden darse de forma indirecta o directa entre individuos. Se han documentado casos por exposición aguas contaminadas por contacto directo con esta, contacto directo con personas (los fómites que puedan llevar

contaminados). También se puede dar por la ingesta de tejidos infectados (necrofagia o canibalismo) (Miller, Gray y Storfer, 2011).

Los casos de mortalidad masiva de anfibios se conocen desde su descubrimiento en 1965 en EEUU, se descubrió fortuitamente al cultivar células renales de ranas leopardo del norte (*Lithobates pipiens*) (Bosch, 2003). Fue denominado virus de la rana 3 y se convirtió en la especie tipo del género ranavirus (Rv) (Duffus, 2015, Figura 35).

Desde su aparición ha causado mortalidades masivas en anfibios de América, Europa, Asia y Australia.

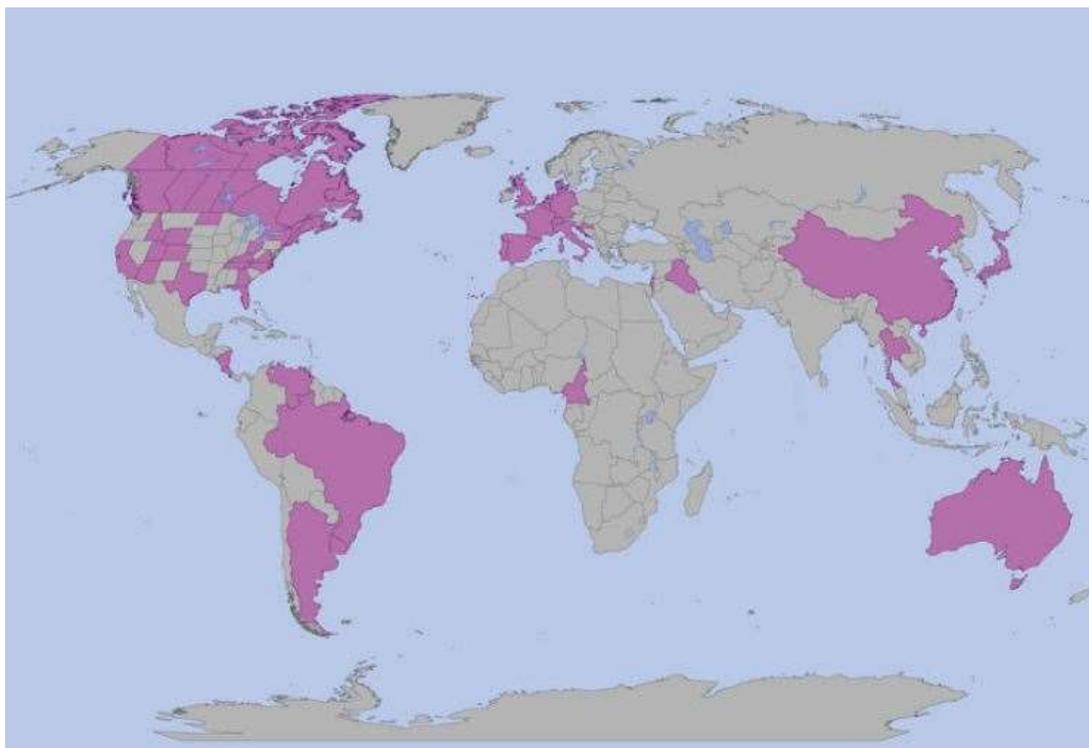


Figura 35 Mapa de distribución de ranavirus a 2015. En color rosa, la distribución de casos de Ranavirus en anfibios en el mundo. (Fte: Duffus et al., 2015)

El virus del sapo partero común (CMTV) proviene de Europa y es el causante de la mortalidades masivas y disminuciones poblacionales de anfibios de la mayoría de caso de Rv. Los primeros brotes observados por primera vez en Ibérica, se dieron en el Parque Nacional de los Picos de Europa en 2005, provocando disminuciones muy importantes en las poblaciones de algunas especies presentes en el parque (Bosch et al., 2021). Desde entonces la presencia de Rv ha sido detectada en una gran parte del territorio español (Figura 36).

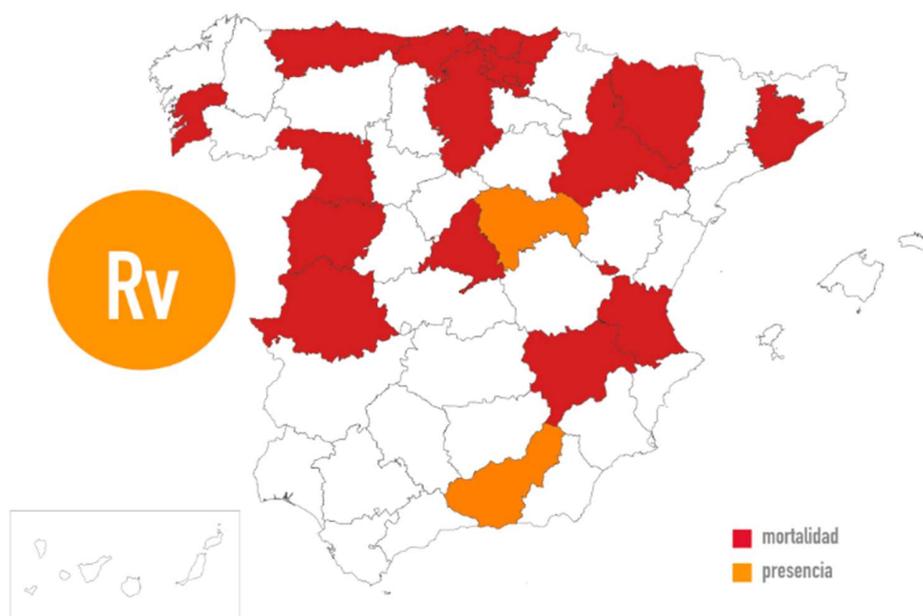


Figura 36 Mapa de España con la presencia y mortalidad en anfibios de Ranavirus. (Fte: [www.sosanfibios.org](http://www.sosanfibios.org))

En cuanto a la relación entre la presencia, prevalencia e intensidad de Rv, y factores ambientales, existen varios estudios que demuestran cierta correlación. Se ha demostrado que la temperatura puede impulsar la intensidad de la infección de CMTV en Ibérica en sitios ubicados por encima de los 1.000m de altitud. El alto grado de aislamiento genético y las condiciones climáticas extremas hacen que poblaciones ubicadas en ámbitos montañosos sean más susceptibles a la infección. Por lo que el cambio climático se agudiza más en las zonas de montaña, pudiendo aumentar considerablemente el número de epizootias en las poblaciones propias de estas altitudes (Thumsova et al., 2022).

Los ambientes alterados antropogénicamente pueden aumentar la probabilidad de epizootias por Rv. Se ha estudiado que la probabilidad de infección de especies aumenta en abrevaderos para el ganado, por un lado, al agrupar mayor volumen de larvas de diferentes especies en ellas, y por otro, debido a los niveles altos de amoníaco presentes en ellas, los cuales estresan a las larvas haciéndolas más susceptibles a la infección (Miller, Gray y Storfer, 2011).

En cuanto a las diferentes etapas de desarrollo de los anfibios y como Rv actúa sobre ella, se ha descubierto que los juveniles son más susceptibles a la infección que los adultos. Esto puede deberse a que los huéspedes en la etapa postmetamórfico son más vulnerable debido al gasto energético que supone la metamorfosis, provocando un periodo de inmunosupresión natural que hace que ranavirus actúe con más virulencia sobre el hospedador (Brunner, 2015).

En un estudio realizado en el Parque Nacional de Picos de Europa, tras un análisis de poblaciones de diferentes especies durante más de una década, los resultados sugirieron que los sitios que habían experimentado una mortalidad masiva de Rv tenían más probabilidad de tener poblaciones en disminución en comparación con aquellas poblaciones afectadas por el hongo quitridio (Bosch, et al., 2021)

Los espacios protegidos no están a salvo de las enfermedades emergentes, es más, estos en la actualidad es un gran foco de atracción para turistas. Este volumen de personas se convierte en un vector principal de la entrada de patógenos a estos espacios mejor conservados (Bosch, 2020).

Por último, y haciendo referencia al estudio mencionado al principio del apartado de enfermedades, se ha detectado en el Parque Nacional de Ordesa y Monte perdido, unos valores altísimos de susceptibilidad de la especie endémica del pirineo, la *Rana pyreniaca*. Los datos recogidos para la especie muestran que el 70.8% de los adultos muestreados están infectados por ranavirus y el 100% de las larvas muestreadas. A pesar de que no se han realizados todavía las últimas valoraciones, estos brotes de Rv es el más importante y virulento que se ha encontrado en Ibérica hasta la fecha (Bosch, 2020).

### 5.3. Susceptibilidad a enfermedades emergentes de los anfibios presentes en el PNSCG

Una vez realizada la revisión bibliográfica de las enfermedades emergentes que afectan a los anfibios, el resultado fue que las seis especies presentes en el ámbito del parque natural tienen susceptibilidad variable para las tres principales enfermedades estudiadas. En la siguiente tabla (Tabla 8) se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 8 Susceptibilidad de las especies de anfibios presentes en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara a las principales enfermedades descritas para este grupo faunístico. (Fte: Elaboración propia)

Especie	BD	BSAL	RANAVIRUS
Tritón pirenaico <i>Calotriton (Euproctus) asper</i>	SI	SI	SI
Rana común <i>Pelophylax perezi</i>	SI	-	-
Sapo común <i>Bufo spinosus</i>	SI	-	SI
Sapo partero <i>Alytes obstetricans</i>	SI	SI	SI
Sapillo moteado común <i>Pelodytes punctatus</i>	-	-	-
Sapo corredor <i>Bufo calamita</i>	SI	-	-

### 5.3.1. Susceptibilidad a enfermedades del tritón pirenaico (*Calotriton asper*)

Según el Plan de acción de *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) para los urodelos de Europa (Gilbert et al. 2020), el tritón pirenaico presenta para Bsal una susceptibilidad baja. Este valor se basa en la ausencia de Bsal en experimentos de laboratorio con la especie. Sin embargo, se debe tener en cuenta la presencia de especies potenciales reservorios del hongo dentro de su área de distribución (*salamandra salamandra*, *Lissotriton herveiticus* y *triturus marmoratus*) y el alto potencial de introducción mediada por el hombre. En cuanto al riesgo de extinción por Bsal para un nivel de población bajo dado su rango de distribución y al tratarse de una especie endémica, el nivel del taxón a 10 años es bajo y a nivel de 100 años es medio. Por todo ello, determina que las acciones específicas para esta especie a día de hoy no requieren ningún tipo de acción específica.

En un estudio realizado durante los meses de junio y agosto de 2016 y 2017, tanto en ubicaciones situadas en el Pirineo Frances y Español para detectar la presencia de Bd y Bsal en el *Tritón pirenaico*, de las 29 poblaciones estudiadas, se detectaron en 5 poblaciones españolas presencia de Bd en la especie, con una prevalencia del 3,29% (16 de los 486 individuos muestreados en total) y signos específicos de la enfermedad (Martínez-Silvestre, et al., 2020).

En un estudio que comenzó en 2020 y que a día de hoy solo están publicados los resultados preliminares, de un proyecto de investigación sobre los efectos demográficos de las enfermedades infecciosas de anfibios en parques nacionales de montaña, tras el marcaje con microchip y recogida de muestras de infección en *Rana pyrenaica* y *Calotriton asper* (96 ejemplares de este último), se obtuvo que para la infección por ranavirus que más de la mitad de los adultos muestreados de tritón pirenaico están infectados (51.3%, n= 72) en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. En cambio, la intensidad de la infección se mantenía muy baja. (Bosch, et al., 2020).

### 5.3.2. Susceptibilidad a enfermedades de la rana común (*Pelophylax perezi*)

En 2016 se publicó un estudio realizado en ejemplares de *Pelophylax perezi* y *Pelophylax kl. grafi* de ejemplares recogidos en diferentes localidades de la comunidad autónoma de Cataluña. Los resultados de este estudio arrojaron la resistencia a *Batrachochytrium dendrobatidis* del género *Pelophylax* (puede variar en función de la especie), siendo bastante tolerante a la infección ya que no mostraron síntomas a la infección aun dando PCR positivas para Bd.

Se debe tener en cuenta que estos resultados pueden variar si se dan cambios en las condiciones ecológicas que puedan modificar la eficacia del sistema inmunitario de los individuos de las especies (Bargalló et al., 2016).

En cuanto a la susceptibilidad de la especie a ranavirus, en toda la bibliografía consultada no se ha hecho referencia a esta especie en concreto. Dado el carácter tan

generalista del virus y el nivel de extensión de la enfermedad a lo largo de todo el mundo, no se descarta que *P. perezi* pueda dar valores positivos para la presencia de Rv.

### 5.3.3. Susceptibilidad a enfermedades del sapo común (*Bufo spinosus*)

Esta especie fue la tercera especie del Parque Natural de Peñalara más afectada por la quitridiomycosis en 2001. Sin embargo, y al contrario que *S. salamandra*, la mortalidad de esta especie se concentraba en los ejemplares recién metamorfoseados. Por suerte, el enorme tamaño de puesta de esta especie y la mayor tasa de supervivencia de los metamorfos al hongo, ha hecho que la especie no esté en declive por esta enfermedad dentro de Peñalara (Bosh, 2007).

En un estudio realizado en la cordillera Pirenaica (Lac Arlet a 1986 metros de altitud) en 2016 Frances, et al. Para demostrar la asociación temporal entre el momento del deshielo primaveral por forzamiento climático y la prevalencia a la infección por Bd en 2 especies hospedadoras. Descubrieron en *Bufo spinosus* que el inicio temprano de la primavera resultó en una mayor prevalencia de la infección por Bd. También descubrieron que la infección fue significativamente mayor en los metamorfos de esta especie en todos los años de estudio. Incluso llegó a extinguirse localmente en un año determinado (2013) la especie en la zona.

Años más tarde el impacto Bd sobre las poblaciones *Bufo spinosus* de Peñalara fueron analizados sus parámetros demográficos mediante marcaje y seguimiento individual de 1.500 ejemplares durante 5 años lo cual demostraron que las poblaciones situadas en una de las lagunas no temporales, se producía una elevada mortalidad de *B. spinosus* tras la metamorfosis que en lagunas estacionales de ambiente similar (Fernández-Beaskoetxea y Bosch, 2016).

En cuanto a la susceptibilidad de *Bufo spinosus* a ranavirus, en un estudio de largo recorrido (14 años) en el Parque nacional de Picos de Europa, en uno de los sitios muestreados se obtuvo 17 positivos a ranavirus en 40 individuos de la especie muestreada, con una prevalencia de entre 0.4 y 0.8. Con una tendencia poblacional de la especie decreciente desde el inicio del estudio (Bosch et al., 2021).

### 5.3.4. Susceptibilidad a enfermedades del sapo corredor (*Bufo calamita*)

Sufrió un descenso poblacional debido Bd en la década de los 90 en Peñalara (Martínez – Solano et al. 2003), pero, sin embargo, en los últimos años la especie ha ido aumentando su abundancia larvaria progresivamente y actualmente continúa siendo una de las especies más abundantes del Parque (Bosch, 2013).

En cuanto a la susceptibilidad de la especie a ranavirus, como ha pasado con la rana común, en toda la bibliografía consultada no se ha hecho referencia a esta especie en concreto. Dado el carácter tan generalista del virus y el nivel de extensión de la enfermedad a lo largo de todo el mundo, no se puede descartar que *P. perezi* pueda dar valores positivos para la presencia de Rv.

### 5.3.5. Susceptibilidad a enfermedades del sapo partero (*Alytes obstetricans*)

En el estudio realizado en el Parque Natural de Peñalara sobre *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), donde fue el primer caso de quitridiomycosis conocido en Europa en 1999 realizado por Bosh y otros científicos, *Alytes obstetricans* fue una de las especies más afectadas por el hongo.

Dentro del territorio aragonés se realizó un muestreo de 6 localidades del sur de Teruel en junio de 2010 donde se analizaron 120 hisopados del disco oral de ejemplares en fase larvaria de *A. Obstetricans* por la presencia de Bd en las mismas (20 por localidad). Los datos muestran que 4 de las 6 localidades presentan infección por el hongo patógeno, lo que podría estar relacionado con los declives poblacionales observados en la zona para esta especie. Las tasas de infección son elevadas (entre 55 – 90%), pero sin embargo con una carga media zoosporas no muy elevadas, pudiendo ser causa de la época del año de recogida de las muestras (junio). (Bosch y Fernández, 2011)

En el mismo año que el estudio anterior, se llevó a cabo un análisis de 3016 individuos de *Alytes obstetricans* de 126 sitios ubicados en Cordillera Cantábrica, Pirineos y la Sierra de Guadarrama para determinar la presencia de Bd y su relación con variables ambientales. Se obtuvo que el 25% de los individuos estaban infectados con Bd y la prevalencia media entre las tres regiones era de un 0.6. La distribución generalizada pero heterogénea de Bd reportada en el análisis muestra un riesgo potencial de quitridiomycosis para poblaciones de *A. obstetricans* en toda la Península Ibérica (Walker et al., 2010).

Posteriormente en otras zonas de la península ibérica, se registraron nuevos brotes en Pirineos, la Serra da Estrela y Mallorca con el género *Alytes* como protagonista (Walker et al., 2008; Rosa et al., 2013).

Para comprobar el coste de la lucha del hospedador frente al patógeno, se recogieron muestras de hormona corticoesterona secretada por especies del género *Alytes*. Pudiendo comprobar que las larvas de *Alytes* de ejemplares infectados presentaban unos niveles de estrés muy superiores a los no infectados, lo que se acababa traduciendo en afecciones del sistema inmune, lo cual podría debilitar las defensas inmunológicas innatas de tienen en la piel los anfibios (Fernández-Beaskoetxea et al., 2016).

El género *Alytes* es considerado el taxón más vulnerable a la enfermedad en Europa, pero, además, sus larvas se comportan como super-hospedador que mantienen y amplifican la infección en otras especies por transmisión directa (Fernández-Beaskoetxea et al., 2016)

Se puede demostrar a través de estudios sobre *Alytes obstetricans* que los factores abióticos inflúan sobre el desarrollo de la infección de Bd. La prevalencia de la infección en *A. obstetricans* está inversamente correlacionada con la cantidad de radiación UV y que el riesgo de mortalidad aumenta muy notablemente en áreas con bajas temperaturas y con elevada altitud (Bosch et al., 2007; Walker et al., 2010; Ortíz-Santaliestra et al., 2011)

Otro factor abiótico que influye, y de forma más importantes al desarrollo de la infección por Bd es la temperatura. Siendo las temperaturas bajas (a pequeña escala temporal), el mejor predictor de la intensidad de la infección en poblaciones de *Alytes obstetricans* a baja altitud en poblaciones infectadas en Zamora, presentado sus valores más altos (tanto en intensidad como en prevalencia) en los meses más fríos del invierno (Fernández-Besakoetxea et al., 2015)

En un estudio realizado en la cordillera Pirenaica (Lac Arlet a 1986 metros de altitud) en 2016 Frances, et al. Para demostrar la asociación temporal entre el momento del deshielo primaveral por forzamiento climático y la prevalencia a la infección por Bd en 2 especies hospedadoras. Se demostró que el acaso de *Alytes obstetricans* (como tercera especie del estudio) que los metamórficos de esta especie eran altamente susceptibles a la infección y que la prevalencia a la infección se mantuvo alta independientemente de la época del deshielo primaveral.

En un estudio de laboratorio se obtuvo que *Alytes obstetricans* es susceptible a la infección por Bsal cuando se expone a dosis muy elevadas de zoosporas (más de 100.000), los individuos no mostraban signos clínicos de la enfermedad, pero capaces de transmitirla a otras especies de urodelos, siendo estos las susceptibles a desarrollar la enfermedad y desencadenar disminuciones drásticas de sus poblaciones (Yap et al., 2017).

Los científicos Fernández, Boyero y Bosch realizaron un estudio en 12 abrevaderos bovinos situados zona montañosa (altitud media de 1.550 metros) en la provincia de Teruel para la eliminación de Bd en *A. obstetricans* en 2020 cuyos resultados no fueron los deseados. A pesar de la eliminación total de las larvas de la especie en los 12 puntos y el secado total de las misma, el resultado sólo fue temporal. Dado que los hábitos terrestres de los adultos de la especie le impiden infectarse, es necesario una actuación extrema en los hábitats acuáticos de reproducción y cría de larvas de la especie, pero sin garantizar el existo a largo plazo.

En 2020, en un artículo publicado por Jaime Bosch et al. Sobre la reducción significativa de la abundancia de huéspedes impacta débilmente la intensidad de la infección de *Batrachochytrium dendrobatidis*. La quitridiomycosis descrita por primera vez en Europa hace 20 años en la Sierra de Guadarrama, la población de *Alytes obstetricans* fue extirpada de la zona por la enfermedad y se informó de dos especies más redujeron sus poblaciones de forma alarmante a causa de esta enfermedad, *S. salamandra* y *Bufo spinosus*. La susceptibilidad e *Alytes obstetricans* está relacionada con que tanto las larvas de esta como de *S. salamandra* pasan el invierno siendo la asegunda especie la principal fuente de infección en el ambiente acuático estudiado. Actuando las larvas de ambas especies como reservorios de la enfermedad que transmiten a las larvas del año siguiente.

La prevalencia de la infección de Bd en estadios larvales de *Alytes obstericans* se acerca al 100% durante los meses más fríos de las localidades de muestreo, Teruel y la Sierra de Guadarrama (Bosch, et al. 2020).

En el artículo de publicado por Thumsová et al., (2022) sobre cómo el calentamiento global desencadena la aparición de virus autóctonos en anfibios ibéricos, se analizaron muestras de los 15 incidentes de mortalidad masiva más significativos dentro de la península ibérica entre 1988 y 2020. De los 42 ejemplares de 6 especies de anfibios que dieron positivo en ranavirus mediante pruebas de qPCR específicas, 18 pertenecían a la especie *Alytes Obstetricans* con un valor de la prevalencia de la enfermedad del 77,8%.

#### 5.3.6. Susceptibilidad a enfermedades del sapillo moteado común (*Pelodytes punctatus*)

Para sapillo moteado común, en todas las búsquedas bibliográficas de las enfermedades no se ha encontrado referencia alguna a esta especie como posible hospedador de Bd o ranavirus, lo cual no la exime de ser susceptible a contraer cualquiera de las dos enfermedades.

Como ya se ha mencionado anteriormente, Bd está presente en seis continentes en dos órdenes de anfibios y 14 familias de anfibios, haciendo un total de presencia en más de 350 especies. Pudiendo situar esta especie dentro de las afectadas.

El caso de ranavirus, al ser una pandemia global también, tampoco se puede descartar que el sapillo moteado común pueda dar valores positivos para la presencia de Rv.

#### 5.4. Susceptibilidad de ríos y barrancos a la transmisión de enfermedades entre poblaciones de anfibios en el PN de la Sierra y Cañones de Guara

En este apartado se realizó el cruce entre los datos de las especies presentes en cada uno de los principales ríos del Parque Natural y su susceptibilidad a las principales enfermedades (Tabla 9).

El objetivo de este trabajo, fue poder concretar según las especies presentes, cuáles serían los métodos profilácticos necesarios para evitar la transmisión entre las poblaciones de anfibios de estas enfermedades a través de materiales infectados con los patógenos capaces de producirlas.

Tabla 9 Relación de especies de anfibios presentes en los ríos y barrancos del PN de Sierra y Cañones de Guara y su susceptibilidad a enfermedades. (Fte: Elaboración propia)

	Tritón pirenaico	Rana común	Sapo común	Sapo corredor	Sapo partero	Sapillo moteado	
Isuela	BD	BD	BD	*	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	RV	*	*	*	RV
Flumen	BD	BD	*	*	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	*	*	*	*	RV
Guatizalema	BD	BD	BD	*	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	RV	*	*	*	RV
Calcón	BD	*	BD	*	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	RV	*	*	*	RV
Formiga	BD	BD	*	*	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	*	*	*	*	RV
Alcanadre	BD	BD	BD	*	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	RV	*	*	*	RV
Mascún	BD	BD	BD	BD	*	*	BD
	BSAL	*	*	*	*	*	BSAL
	RV	*	RV	*	*	*	RV
Balcez	*	*	BD	*	BD	*	BD
	*	*	*	*	BSAL	*	BSAL
	*	*	RV	*	RV	*	RV
Vero	*	*	BD	*	*	*	BD
	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	RV	*	*	*	RV

Como podemos observar en la tabla anterior, a la hora de realizar cualquier actividad en los ríos y barrancos de este Espacio Natural, deberíamos tener la prevención de desinfectar todos aquellos materiales que puedan ser vehiculantes de la enfermedad, para evitar la transmisión entre sus poblaciones de anfibios.

Salvo en el caso del río Vero, donde no hay presencia de especies susceptibles a BSAL (al menos, según la bibliografía consultada no se ha confirmado que sea patógena ni en el sapo común, ni el sapillo moteado), en el resto de las masas fluviales, existen especies susceptibles a las tres enfermedades objeto de este trabajo.

### 5.5. Medidas preventivas para evitar la transmisión de enfermedades

Tras el análisis de varios manuales de higiene y bioseguridad vamos a remarcar aquellos que tiene mayor efectividad para cada especie y sobre los que se han realizado estudios sobre la eficacia de estos:

Para que la desinfección con productos químicos funciones correctamente, se debe retirar previamente con abundante agua cualquier resto de materia orgánica (barro,

residuos vegetales) que cubran el material utilizado. Para ello es importante que a la hora de realizar este paso se haga lo más alejado de las superficies naturales de agua (charcas, arroyos, etc). Este procedimiento será igual cuando se apliquen los desinfectantes.

En el caso de tratarse de una desinfección de material de investigación, y es necesario el muestreo en varios lugares, se recomienda llevar dos juegos de materiales de todo.

### 5.5.1. Desinfectantes

En la elección del desinfectante más eficaz o recomendable, existen varios. Y a su vez estos dependerán del patógeno que queramos eliminar:

Para *B. dendrobatides* (Requeno, 2020):

- Monopersulfato de potasio o más conocido comercialmente como Virkon® solución del 1%. En caso de sumergir el material en la solución, dejar actuar entre 5 y 10 minutos. Después enjuagar bien con agua limpia y dejar secar el material.
- Hipoclorito sódico, o comúnmente conocido como lejía. Solución de al menos al 1.6%, y repetir la misma operación que el producto anterior.
- Alcohol etílico al 70%. En este caso se dejará actuar 30 minutos y se repetirán los pasos anteriores.

Para *B. salamandrivorans* (Van Rooij et al., 2017):

- Virkon® al 1%. Dejar un tiempo de contacto con el producto de 5 minutos. Enjuagar con agua limpia y dejar secar el material.
- Lejía (hipoclorito de sodio) con una solución del 4% y con un tiempo de contacto con el material de 1 minuto. Enjuagar con agua limpia y dejar secar el material.
- Etanol al 70 % y con un tiempo de contacto con el material desinfectar de 1 minutos. Enjuagar con agua limpia y dejar secar el material.

Para ranavirus (Bryan et al., 2009):

- Clorhexidina o comercialmente llamado Nolvason® a una solución de 0.75% es eficaz a 1 minuto de contacto con el producto. Posteriormente enjuagar con agua limpia y dejar secar.
- Hipoclorito de sodio (lejía) al 3% de solución es eficaz a 1 minutos de contacto con el material. Posteriormente enjuagar con agua limpia y dejar secar.
- Virkon® al 1% de solución es eficaz al 1 minuto de contacto con el material a desinfectar. Posteriormente enjuagar con agua limpia y dejar secar.

A la hora de seleccionar algunos productos se deben tener en cuenta algunas desventajas de estos (Pessier y Mendelson, 2017):

- En el caso de la lejía, los materiales orgánicos tales como la tierra, desactivan su eficacia en la desinfección, por lo que es muy importante

limpiar con agua muy bien de restos de materia orgánica antes de su aplicación. Es corrosiva para metales, telas y sellantes de siliconas en concentraciones mu y elevadas. Y la lejía puede ser dañina para los ambientes acuáticos.

- El único inconveniente de Nolvason® sería que se desconoce su eficacia para acabar con Bd o Bsal.

Existen otros métodos de desinfección no químicos eficaces, pero quizás estos no son los más prácticos para poder utilizar en campo (Pessier y Mendelson, 2017):

- La aplicación de calor para Bd. se mataría al hongo a una temperatura de 32°C durante 96 horas de exposición o a 47°C durante 30 minutos. En el caso de Bsal, mueren a temperaturas superiores de 25°C.
- Desecación para Bd. este es vulnerable al secado completo tras 3 horas.
- Luz ultravioleta. La luz ultravioleta a 2.6  $\mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$  con una fluidez de 5000L/h es efectiva contra Ranavirus.

### 5.5.2. Pautas de desinfección

Como se ha visto en el punto 5.5.1 de este trabajo, relativo a las medidas de bioseguridad para prevenir la transmisión de enfermedades, las tres enfermedades que hemos tenido en consideración en este trabajo, son susceptibles a un abanico de productos fungicidas y viricidas similares.

Esta situación facilita el poder establecer un protocolo de desinfección de materiales utilizados tanto en el ámbito de las actividades ligadas al ocio o a la investigación en el Parque Natural.

Para evitar la transmisión de estas enfermedades, se deben establecer unas pautas de bioseguridad, por un lado, recomendaciones de actuación en el medio natural como para la correcta desinfección de todo el material que puede ser un vector de dispersión o introducción de estas enfermedades emergentes mediante criterios de bioseguridad estrictos.

En cuanto a las principales pautas de prevención se establecen entre otras:

1. **Material:** a poder ser deberían de ser de un solo uso o de fácil desinfección, priorizando todos aquellos que no acumulen agua, que tengan pocos pliegues y que sean de secado rápido.

Por ejemplo, si es necesario el manejo de anfibios o cualquier otro animal acuático se utilizarán guantes de nitrilo de un solo uso y se cambiarán entre los diferentes muestreos.

En cuanto al calzado en ambientes acuáticos (vadeadores para pesca o muestreos), se priorizarán botas de goma de caña alta (ingleras), que ofrezcan una superficie lisa que facilite su desinfección. Salvo para actividades como el barranquismo, se desaconsejan siempre las botas de neopreno que acumulan mucha agua.

Para el material de toma de muestras en trabajos científicos, deberán ser preferentemente de plástico o acero inoxidable para facilitar su desinfección.

En cuanto al material de contención y captura de ejemplares, como salabres, equipos de pesca eléctrica, cañas de pescar, trampas de captura deberán ser de materiales que faciliten su desinfección. Respecto a cubos, acuarios o bandejas deberán de ser de plástico o vidrio.

2. **Desinfección:** se debería realizar siempre antes y después de cualquier actividad en ambientes acuáticos y también antes de movernos de un punto a otro punto donde vayamos a realizar la actividad.

La desinfección se realizará siempre lejos del agua o zonas húmedas para no contaminar con los productos utilizados.

Para la desinfección se ha de utilizar el desinfectante más adecuado para cada tipología de material. Es necesario utilizar los productos desinfectantes respetando el tiempo de actuación necesario según el esquema siguiente (Figura 37).



Figura 37. Métodos de desinfección para materiales utilizados en el medio acuático. (Fte.: Elaboración propia. Modificado Life Tritó Montseny)

3. **Método de desinfección:** la desinfección mediante el producto Virkon® S, se puede realizar mediante un pediluvio o bien por pulverización. La concentración recomendada es de 5 g por cada litro de agua (0.5%).

Para la preparación de la disolución de Virkon® S, normalmente comercializado en polvo o pastillas, se ha de usar guantes de nitrilo y mascarilla, ya que es un producto irritante de las vías respiratorias antes de su dilución. Una vez diluido se biodegrada a los 10 días.

Cuando se vaya a utilizar el material previamente desinfectado, es recomendable lavarlo con agua limpia para asegurarnos de retirar los restos del desinfectante.

La desinfección con alcohol etílico se puede realizar por inmersión durante 30 segundos o por pulverización se hace de forma persistente y con producto abundante para asegurarnos que actúa sobre toda la superficie.

Para la desinfección de manos se puede utilizar geles comerciales desinfectantes con base de alcohol.

4. **Otras medidas de bioseguridad en condiciones especiales.**

En caso de la detección de cualquiera de las enfermedades descritas, se deberá especialmente precavidos con los protocolos de bioseguridad y se deberán cumplimentar medidas extremas para frenar la dispersión de los patógenos.

Lo más aconsejable sería prohibir las actividades de ocio en los tramos afectados, y en casos de que fuese estrictamente necesario la visita de las zonas afectadas, debería disminuirse la afluencia lo máximo posible y ser muy cuidadosos con la desinfección y el cumplimiento del protocolo descrito.

A modo de resumen, se incluye en la siguiente tabla (Tabla 10), el resumen del protocolo de desinfección para minimizar la transmisión de enfermedades entre las poblaciones de anfibios presentes en el Parque Natural.

Tabla 10 Protocolo de desinfección propuesto. (Fte: Elaboración propia)

	Fómites de la actividad	Protocolo de desinfección
BARRANQUISMO	Traje de neopreno reforzado, cuerda dinámica, descensor, arnés, casco de escalada, calzado ligero, escaarpines, bidón estanco y accesorios de escalada (mosquetón, cintajos).	Realizarlo antes y después de la actividad. Retirar con abundante agua cualquier resto de materia orgánica (residuos vegetales, barro).
PESCA	Caña, sedal, anzuelo, plomos, flotadores, carrete, torniquetes, pinzas, selambres, redes de pesca, ropa específica en contacto con el agua, vadeadores, botas de agua.	Realizar el paso lo más alejado de la superficie natural de agua. Desinfectar el material con los productos adecuados.
ACTIVIDA RECREATIVA DEL BAÑO	Calzado ligero, escaarpines, neopreno	Sumergir el material en una solución de Virkon® a una solución del 0.5%. Dejar actuar entre 5 – 10 min. Enjuagar bien con agua limpia y dejar secar el material.
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN O GESTIÓN EN EL MEDIO	Vadeadores o ingleras, red suber para macroinvertebrados, equipos de pesca eléctrica, salabres y otras redes, tanques de mantenimiento de especies, bandejas, pinzas.	

### 5.6. Regulación de actividades en el PN de Sierra y Cañones de Guara para evitar la transmisión de enfermedades de anfibios

Es necesario regular las actividades que se realizan en el ámbito de Espacio Natural Protegido para garantizar la conservación de su biodiversidad, es por ello que, a través de la planificación en la gestión en su PRUG, debería incluir medidas dirigidas a prevenir la transmisión de enfermedades.

Estas regulaciones podrán realizarse en diferentes ámbitos y en el marco también de las autorizaciones que realizan sus gestores para la realización de actividades en el Parque Natural.

Regular no siempre tiene que conllevar la prohibición de la actividad, pero sí que se considera necesario, establecer medidas preventivas que en algunos casos deberían ser obligatorias para la realización de la actividad.

Asimismo, y considerando la necesaria regulación de algunas actividades, resulta imprescindible conocer las áreas más importantes para los anfibios en el Parque Natural, debiendo ser estas áreas protegidas de manera prioritaria y pudiendo en estos casos, establecer prohibiciones totales o temporales a determinadas actividades.

Las principales regulaciones que se consideran deberían ser estudiadas para regular las actividades que se realicen en el PN, sin olvidar, que todas estas regulaciones sólo tendrán sentido si desde la Administración y los órganos gestores de los ENP se realiza de manera complementaria un trabajo de divulgación que facilite y ayude a su cumplimentación:

1. Exigir a empresas y particulares a realizar protocolos de desinfección de todo el material que se utilice en las actividades de ocio.
2. Establecer áreas refugio de anfibios donde se prohíba total o temporalmente las actividades de ocio.
3. No manipular en ningún caso los anfibios y en caso de localizar ejemplares enfermos o muertos avisar a las autoridades.
4. En el caso de trabajos científicos o de seguimiento de especies acuáticas, requerir en las autorizaciones de los trabajos de manera obligatoria a realizarlo con los protocolos de desinfección establecidos al efecto.

## 6. CONCLUSIONES

- De todos los estudios analizados para la elaboración de este trabajo en referencia a la presencia de *Batrachochytrium dendrobatidis*, *Batrachochytrium salamandrivorans* y ranavirus, solo en 8 trabajos se ha detectado presencia, en especies ubicadas dentro del territorio aragonés. Y solamente, un único estudio donde se analizan los fómites del barranquismo como posibles vectores de transmisión de las enfermedades.
- La elaboración de mapas de la presencia de anfibios en los ríos y barrancos del PNSCG, se realizaron en base al atlas de distribución de Anfibios y reptiles de Aragón, cuyos autores remarcan la escasa disposición de citas de las especies en el territorio. Por lo que los resultados obtenidos no corresponden a los datos actuales y siendo posible la existencia de especies todavía no detectadas y viceversa.
- Tras el análisis de los mapas de distribución, la diversidad de especies en las diferentes cuencas varía, se puede encontrar con un mínimo de 2 especies por cuenca, en las de menor diversidad, y con 4 especies en la cuenca con más diversidad (barrancos del río Mascún). De las 6 especies, el tritón pirenaico tiene una distribución geográfica limitada al tratarse de un endemismo propio del Pirineo. Esta especie está presente en al menos 7 de las 9 cuencas que trascurren por el Parque.
- En cuanto a la susceptibilidad de las especies ubicadas en el parque a Bd, Bsal y Rv, todas las especies son susceptibles a Bd y Rv, y solo una, el tritón pirenaico, a Bsal, debido a ser una enfermedad específica de urodelos. Se debe puntualizar que, según un estudio recogido en el trabajo, el sapo partero común puede actuar de hospedador de Bsal y a su vez, también a Bd y Rv, sin desarrollo de la enfermedad.
- El sapillo moteado común parece no ser susceptible a ninguna de las tres enfermedades, sin embargo, esto se debe a que no se ha encontrado ningún estudio sobre la infección de esta especie con Rv y Bd. Por lo que a la hora de establecer un protocolo de bioseguridad para la prevención de las enfermedades, se ha de incluir al sapillo para Rv y Bd, por el alcance mundial de ambas enfermedades. Debido al mismo razonamiento, se aplicó una posible susceptibilidad de Rv para rana común y sapo corredor.
- En todos los ríos del PNSCG y sus barrancos se detectó la presencia de las 3 enfermedades, salvo en uno (río Vero), donde solo encontraríamos Bd y ranavirus, debido a que no está presente tritón pirenaico (véase tabla 9 de resultados).
- En cuanto a las medidas preventivas para evitar la transmisión de las enfermedades, se recomienda el producto químico Virkon® al 0.5% de solución y con un tiempo de aplicación entre 5 – 10 minutos para las tres enfermedades. También se incluye la lejía al 4 % de solución durante un tiempo de aplicación de entre 5 y 10 minutos, ya que esta también puede usarse para las 3 enfermedades, en caso de no disponer del otro producto químico.

- Debido a las dificultades que hemos tenido para cuantificar la presencia del ser humano en los barrancos y por no existir un control de los aforos de las actividades realizadas en dichos espacios, se considera necesaria la regulación de las actividades turísticas asociadas al medio acuático en el Plan Rector del Uso y Gestión del Parque, todo esto unido a medidas que garanticen la conservación de las especies de anfibios.

## 7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA:

### 7.1. Limitaciones

- Dificultad para establecer la distribución y estado de conservación de las especies de anfibios en los barrancos debido a la escaso control y seguimiento de las especies de anfibios presentes en el PN.
- Falta de homogeneidad en los datos
- Falta de control sobre el número de persona que entran en los barrancos, falta de métodos de contabilización de presencia humana

### 7.2. Posibles líneas de investigación

- Realización de estudios específicos para las especies presentes de anfibios en los barrancos de Guara a Ranavirus, *B. dendrobatides* y *B. salamandrivorans*. Evaluación de la presencia o no de las enfermedades en las poblaciones ubicadas en los barrancos del PNSCG.
- Estudiar la carga de zoosporas o virus en los materiales de las actividades que se realizan en el Parque Natural.

### 7.3. Aplicaciones del trabajo realizado

- Línea de partida para establecer un protocolo en otros espacios naturales donde, dadas las condiciones del medio acuático, se puedan practicar otro tipo de actividad de turismo activo como puede ser el rafting, kayak o submarinismo en ibones.
- Elaboración de un protocolo específico de desinfección de los fómites que prestan a los clientes las empresas y guías de barrancos que realizan la actividad del barranquismo en Guara, todo ello teniendo en cuenta las necesidades de estas para hacer frente a los requisitos marcados por el protocolo.
- Elaboración de cursos de educación ambiental para la sensibilización de los usuarios del parque sobre las enfermedades a las que se exponen los anfibios si no se toman una serie de medidas de bioseguridad.
- Estudios de viabilidad de establecimiento de estaciones de limpieza de los principales fómites de barranquismo, baño y pesca deportiva a la entrada y salida de los barrancos (aparcamientos de coches próximos al acceso de los barrancos) por parte del organismo a cargo de la gestión del Parque Natural Sierra y Cañones de Guara.

## 8. LISTADO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

AHE: Asociación Herpetológica Española

ATV: Virus *Ambystoma Tigrum*

Bd: *Batrachochytrium dendrobatidis*

Bsal: *Batrachochytrium salamandrivorans*

CAEA: Catalogo Aragonés de Especies Amenazadas

CEEA: Catalogo Español de Especies Amenazadas

CHE: Confederación Hidrográfica del Ebro

CMTV: Virus del sapo partero común

CSIC: Consejo Superior de Investigación Científica

ENP: Espacio Natural Protegido

FV3: Virus de la rana 3

GAA: Evaluación Global de Anfibios

GAA2: Segunda Evaluación Global de Anfibios

LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial

LAESRPE: Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial

LC: Preocupación menor

MARM: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

OIE: Organización Mundial para la Salud Animal

Rv: Ranavirus

PE: Peligro de Extinción

PN: Parque Natural

PNSCG: Parque Natural Sierra y Cañones de Guara

PORN: Plan de Ordenación de los Recursos Naturales

PRUG: Plan Rector de Uso y Gestión

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

VU: Vulnerable

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### A

Asociación Española de Guías de Montaña. Consultada el 3 de noviembre de 2023.  
<https://www.aegm.org/>

Asociación Herpetológica Española. Consultada el 28 de octubre de 2023.  
<https://herpetologica.es/>

Aram Agasyan, A., Avisi, A., Tuniyev, B., Crnobrnja Isailovic, J., Lymberakis, P., Andrén, C., Cogalniceanu, D., Wilkinson, J., Ananjeva, N., Üzüm, N., Orlov, N. y Podloucky, R. (2009). *Bufo bufo*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2009*: e.T54596A11159939. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T54596A11159939.en>. Accessed on 27 October 2023.

### B

Bargallo, F., Martínez-Silvestre, A. y Fernandez, D. (2016). Detección de *Batrachochytrium dendrobatidis* en anfibios asintomáticos en Cataluña. *Boletín de la Asociación de Herpetológica Española*, 27 (2), 88-91.

Boletín Oficial de Aragón. Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. BOA núm. 179. 34720 – 34740 pp.

Bosch, J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. *MUNIBE*, 16. 2- 18.

Bosch, J. y Martínez-Solano, I. (2006). Chytrid fungus infection related to unusual mortalities of *Salamandra salamandra* and *Bufo bufo* in the Peñalara Natural Park, Spain. *Oryx*40(1). 84-89.

Bosch, J. (2007). *Actuaciones recientes para la conservación de los anfibios de Peñalara*. Consejería de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/259827596>

Bosch, J. y Fernández, A. (2011). *Informe preliminar sobre la presencia del hongo patógeno de anfibios Batrachochytrium dendrobatidis en el sur de la provincia de Teruel*. Ministerio de Ciencia e Innovación, CSIC y mncn.

Bosch, J., Sanchez-Tomé, E., Fernández-Loras, A., Oliver, J., Fisher, M. y Garner, T. (2015). Successful elimination of a lethal wildlife infectious disease in nature. *Biology Letters*, 11 (20150874), 1 – 4.

Bosch, J., Thumsová, B., Velarde, R. y Martínez-Silvestre, A. (2 de diciembre de 2020). *Diferente susceptibilidad de Rana pyrenaica a dos enfermedades emergentes de anfibios*. VI Jornadas de Investigación. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Recupera de: <https://www.researchgate.net/publication/350037870>

- Bosch, J. (12 de febrero de 2021). Plan de acción europeo contra Bsal. [Entrada en un blog]. Recuperado de: <https://www.parquenacionalsierraguadarrama.es/parque/blogs/blogs-sos/983-barbas-anfibios-1>
- Brunner, J.L., Storfer, A., Gray, M.J. y Hoverman, J.T. (2015). Ranavirus Ecology and Evolution: From Epidemiology to Extinction. In: Gray, M., Chinchir, V. (eds) *Ranaviruses*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-13755-1\\_4pp71-104](https://doi.org/10.1007/978-3-319-13755-1_4pp71-104).
- Bryan, L., Baldwin, C., Gray, M. & Miller D. (2009). Efficacy of select disinfectants at inactivating Ranavirus. *Diseases of aquatic organisms*, 84. 89-94. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/26247574\\_Efficacy\\_of\\_select\\_disinfectants\\_at\\_inactivating\\_Ranavirus](https://www.researchgate.net/publication/26247574_Efficacy_of_select_disinfectants_at_inactivating_Ranavirus)

## C

- Campbell, E., Adams, M.J., Fisher, R.N., Grear, D.A., Halstead, B.J., Hossack, B., Muths, E., Richgels, K., Russell, R., Smalling, K., Waddle, H., Paredes, S. y White, C. (2018). Identifying management -relevant research priorities for responding to disease-associated amphibian declines. *Global Ecology y Conservation*. 16. E00441.
- Campo, B. y Ruiz, E. (2019). *Anfibios y reptiles de Aragón. Atlas de distribución. Guía gráfica*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Recuperado de: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-13755-1\\_4?utm\\_source=getftr&utm\\_medium=getftr&utm\\_campaign=getftr\\_pilot](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-13755-1_4?utm_source=getftr&utm_medium=getftr&utm_campaign=getftr_pilot)
- Casais, R., Larrinaga, A., Dalton, K., Domínguez, P., Márquez, I., Bécares, E., Carter, D., Gray, M., Miller, D. y Balserio, A. (2019). Water sports could contribute to the translocation of ranaviruses. *Scientific Reports* 9:923440. Recuperado de: <http://doi.org/10.1038/s41598-019-39674-5>
- Clare, F.C., Halder, J.B., Daniel, O., Bielby, J., Semenov, M.A., Jombart, T., Loyau, A., Schmeller, D.S., Cunningham, A.A., Rowcliffe, M., Gamer, T.W.J., Bosch, J. y Fisher, M. (2016). Climate forcing o fan emerging pathogenic fungus across a montane multi-host community. *Philosophical Transations B*, 371:20150454. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0454>
- Clavero, M y Garcia-Berthou, E. (2005). Invasive species are a leading cause of animalexinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20 (3): 110
- Consejo de la Unión Europea. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los habitats naturales y de la fauna y flora silvestre. Recuperada de: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj>
- Cuchi, J. A., Villarroel, J. L., y Salamero, E. (2010). Los ríos en roca en el Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara. En *Patrimonio geológico: Los ríos en roca de la Península Ibérica*, 249–268. Madrid

Cunningham, A., Langton, T., Bennett, P., Lewin, J.F., Drury, S., Gough, R. y MacGregor, S. (1996). Pathological and microbiological findings from incidents of unusual mortality of the common frog (*Rana temporaria*). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 351. 1539-1557 pp.

## **D**

Duffus, A., Waltzek, T., Stöhr, A., Allender, M., Gotesman, M., Whittington, R., Hick, P., Hines, M. y Marschang, R. (2015). Distribution and Host Range of Ranaviruses. Gray, M. y Chinchar, G (Eds.), *Ranavirus: Lethal pathogens of ectothermic vertebrates* (9-55 pp). Springer International. DOI:[10.1007/978-3-319-13755-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-13755-1_2)

Dufresnes, C. y Martínez-Solano, I. (2020). Hybrid zone genomics supports candidate species in Iberian *Alytes obstetricans*. *Amphibia-Reptilia. Volume 41: Issue 1*.

## **E**

España. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado, 13 de diciembre, núm. 299. BOE-A-2007-21490

## **F**

Federación Aragonesa de Montañismo. (abril de 2016). Barrancos de la Sierra de Guara. *Revista Mayencos, canyoneering technical meeting*. Recuperado de: <https://www.fam.es/documentos/barranquismo/829-revista-mayencos-2016/file>

Fernández-Beaskoetxea, S. y Bosch, J. (2016). Aportaciones al conocimiento del impacto de *Batrachochytrium dendrobatidis* en España. *Boletín de la Asociación de Herpetológica Española*, 27 (2), 3-17.

Fernández-Loras, A., Boyero y Bosch, J. (2020). In-situ severe breeding habitat intervention only achieves temporary success in reducing *Batrachochytrium dendrobatidis* infection. *Brill, Amphibia -reptilia*, 41, 261-267.

## **G**

Garner T.W., Walker, S., Bosch, J., Leech, S., Rowcliffe, M.J. y Cunningham, A.A. (2009). Life history tradeoffs influence mortality associated with the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Oikos*, 118(5). 783-791 pp. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.17202.x>

Gilbert M. J., Spitzen-van der Sluijs, A.M., Canessa, S., Bosch, J., Cunningham, A., Grasselli, E., Laudelout, A., Lötters, S., Miaud, C., Salvidio, S., Veith, M., Martel, A. y Pasmans, F. (2020). Mitigating *Batrachochytrium salamandrivorans* in Europe. *Batrachochytrium salamandrivorans Action Plan for European urodeles*. Nijmegen, Países Bajos.

Gray, M.J. y Chinchar, V.G. (eds.). 2015. *Ranaviruses. Lethal Pathogens of Ectothermic vertebrates*. Springer International Publishing AG. 246 pp.

Gobierno de Aragón. Consulta el 20 de agosto de 2023. <https://www.aragon.es/>

- Gobierno de Aragón (2018). Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. Protocolo de actuación en trabajos de campo realizados por el Gobierno de Aragón con anfibios. Informe inédito
- Gobierno de Aragón. (2021). *Memoria de gestión del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara*. Recuperado de: <https://www.aragon.es/-/parque-natural-de-la-sierra-y-canonos-de-guara>
- Grupo de Especialistas en Anfibios (ASG) de la CSE de la UICN. Consultado el 5 de octubre de 2023. Global Amphibian Assessment 2. Recuperado de: <https://www.iucn-amphibians.org/red-listing/global-amphibian-assessment-2/>
- Guerrero, J., Guerrero, J y Jarne, M. (2014). Las especies invasoras en Aragón. Volumen 26. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. 238 pp.

## **H**

- Humphries, J.E., Lanctot C., Robert, J., McCallum, H., Newellc, D. y Grogan, L. (2022). Do immune system changes at metamorphosis predict vulnerability to chytridiomycosis? An update. *Developmental y Comparative Immunology*, 136 (104510).

## **I**

- IPBES. (2019) Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas. Consultada en: 28 de septiembre de 2023 desde <https://www.ipbes.net/>
- Internacional Union for Conservation of Nature (IUCN). Consultada el 14 de septiembre de 2023. Recuperado de: <https://www.iucn.org/es>
- IUCN. (2019). Análisis de las especies en Lista Roja de la UICN en España. *Asociación Herpetológica Española*. Extraído el 10 de octubre de 2023 desde <https://herpetologica.es/analisis-de-las-especies-en-lista-roja-de-la-uicn-en-espana-una-llamada-urgente-a-la-accion/>
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2022. *Calotriton asper*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2022*: e.T59448A89707795. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T59448A89707795.en>. Accessed on 27 October 2023.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2022. *Pelophylax perezii* (errata version published in 2022). *The IUCN Red List of Threatened Species 2022*: e.T58692A215522035. Accessed on 27 October 2023.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2022. *Epidalea calamita*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2022*: e.T54598A89700822. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T54598A89700822.en>. Accessed on 27 October 2023.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2022. *Alytes obstetricans*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2022*:

e.T178591974A89699462. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T178591974A89699462.en>. Accessed on 27 October 2023.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2022. *Pelodytes punctatus* (amended version of 2020 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species 2022*: e.T173111497A218083218. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T173111497A218083218.en>. Accessed on 15 November 2023.

## **K**

Kiilpatrick, A.M., Briggs, C.J. y Daszak, P. (2010). The ecology and impact of chytridiomycosis: an emerging disease of amphibians. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(2). 109-118 pp.

## **L**

Lacosta Aragüés A.J. (2002). *Los deportes de aventura y su incidencia en el desarrollo turístico de un espacio protegido: El Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (Huesca)*. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. Recuperado de: <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc6h4x4>

López Flores, R. y Mota de Echeandía, D. (2022). *Caracterización ecológica de los barrancos del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara.HB22031*. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales. Área de Ecología. Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Life Tritó Montseny, (2020). Bioseguretat: Protocols sanitaris per a les activitats que impliquin la interacció directa o indirecta amb les poblacions d'amfibis al medi natural. <https://lifetritomontseny.eu/es/>

Luedtke, J. (2023). Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threat. *Nature*, 622. 308-3019 pp. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>

## **M**

Martel, A., Spitzen-van der Sluijs, A., Blooi, M., Bert, W., Ducatelle, R., Fisher, M., Woeltjes, A., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F. y Pasmans, F. (2013). *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. Causes lethal chytridiomycosis in amphibians. *Proc Natl Acad Sci USA*, 110(38). DOI: 10.1073/pnas.1307356110

Martel, A., Vila-Escale, M., Fernández-Giberteau, D., Martínez-Silvestre, A., Canessa, S., Van Praet, S., Piulats, D., Li, Z., Pagone, V., Pérez-Sorribes, L., Molina, C., Tarragó-Guarro, A., Velarde-Nieto, R., Carbonell, F., Obon, E., Martínez-Martínez, D., Guinart, D., Casanovas, R., Carranza, S. y Pasmans, F. (2020). Integral chain management of wildlife diseases. *Conservation Letters*, (13:e12707), 1-6 pp. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/conl.12707>

Martínez-Silvestre, A. (2020). Presence of the Fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*, but not *Batrachochytrium salamandrivorans*, in Wild Pyrenean Brook Newts

- (*Calotriton asper*) in Spain and France. *Herpetological Review*, 51(4). 738-743 pp. Recuperado de: <https://digital.csic.es/handle/10261/224988>
- Melendo, J. del Valle. (2008). *Potenciales turísticos y conflicto ambiental en el PNSCG (Huesca)*. X Coloquio de Geografía del Turismo, Ocio y Recreación (A.G.E), Cuenca. Recuperado de: <https://elibro-net.cuarzo.unizar.es:9443/es/ereader/unizar/54957>
- Miller, D., Gray, M. y Storfer, A. (2011). Ecopathology of ranaviruses infecting amphibians. *Viruses*, (3)2351-2373 pp. DOI: 10.3390/v3112351
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Consultada en : 9 de octubre de 2023. <https://www.mapa.gob.es/es/>
- Miranda, M.A., Botner, A., Bicout, D. y Butterworth, A. (2018). Risk of survival, establishment and spread of *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) in the EU. *EFSA Journal*, abril 2018. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5259
- Montañas seguras. Consultada el 23 de octubre de 2023. <https://montanasegura.com/>
- Montori, A., Llorente, G. A., Alonso-Zarazaga, M. A., Arribas, O., Ayllón, E., Bosch, J., Carranza, S., Carretero, M.A.; Galán, P., García-París, M., Harris, D. J., Iluch, J., Márquez, R., Mateo, J.A.; Navarro, P., Ortiz, M., Pérez-Mellado, V., Pleguezuelos, J.M., Roca, V., Santos, X. y Tejedo, M. (2005; actualizada en diciembre de 2018). *Conclusiones de nomenclatura y taxonomía para las especies de anfibios y reptiles de España*. MONTORI, A. y LLORENTE, G. A. (coord.). Asociación Herpetológica Española, Barcelona.
- O**
- Olson, D., Ronnenberg, K., Glidden, C., Christiansen, K. y Blaustein, R. (2021). Global Patterns of the Fungal Pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* Support Conservation Urgency. *Frontiers in Veterinary Science*, 8:685877. doi: 10.3389/fvets.2021.685877. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/353309485\\_Global\\_Patterns\\_of\\_the\\_Fungal\\_Pathogen\\_Batrachochytrium\\_dendrobatidis\\_Support\\_Conservation\\_Urgency/link/6202bef03b8968353d335e35/download](https://www.researchgate.net/publication/353309485_Global_Patterns_of_the_Fungal_Pathogen_Batrachochytrium_dendrobatidis_Support_Conservation_Urgency/link/6202bef03b8968353d335e35/download)
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2011). *Manual de las Pruebas de Diagnóstico para los Animales Acuático*, décima edición 2023. Recuperado de: <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-manual-acuatico/>
- Organización Mundial para la Sanidad Animal (OIE, 2021). Aquatic Manual [Manual de pruebas de diagnóstico para los animales acuáticos], 2021. <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-manual-acuatico/>
- Ortega Martínez, M. y Ferrer Justes, C. (2000). *Los anfibios del Alto Aragón*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. 47pp.

**P**

- Pessier, A. y Mendelson, J. (2017). *Manual para el control de enfermedades infecciosas en colonias de supervivencia de anfibios y programas de reintroducción*. Versión 47 2.0. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley, MN. Recuperado de: [www.cbsg.org](http://www.cbsg.org)
- Pérez, D. (2010). *Bufo calamita* (Fotografía). Recuperada de: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epidalea\\_calamita\\_02\\_by-dpc.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epidalea_calamita_02_by-dpc.jpg)
- Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. y Lizana, M., (eds.). (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetologica Española (2ª impresión), Madrid, 587 pp. Recuperado de: [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet\\_anfib\\_reptl\\_lr\\_indice.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_anfib_reptl_lr_indice.html)
- Prince, S.J., Garner, T., Nichols, R.A., Balloux, F., Ayres, C., Mora-Cabello, A. y Bosch, J. (2014). Collapse of Amphibian Communities Due to an Introduced Ranavirus. *Current Biology*, 24. 2586-2591 pp.

**R**

- Red Natural de Aragón. Consultada el 3 de octubre de 2023 en <https://www.rednaturaldearagon.com>
- Reques, R. (2020). *Ecología, estudio y conservación de los anfibios*. Tundra. 309 pp.
- Re:wild, Synchronicity Earth, IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2023). *State of the World's Amphibians: The Second Global Amphibian Assessment*. Texas, USA: Re:wild. Recuperado de: <https://www.iucn-amphibians.org/state-of-the-worlds-amphibians/>
- Rodríguez, D. (2018). *Informe de presencia del hongo quitridio en muestras de rana pirenaica y equipos de barranquismo*. Primer informe correspondiente al contrato RB84607 Conservación y seguimiento de la *Rana pyrenaica* en Aragón. CSIC
- Rosa, G.M., Anza, I., Moreira, P.L., conde, J., Martins, F., Fisher, M.C., y Bosch, J. (2012). Evidence of chytrid-mediated population declines in common midwife toad in Serra da Estrela, Portugal. *Animal Conservation*, 16(3). 306-2015 pp. DOI: 10.1111/j.1469-1795.2012.00602.x
- Roux, A. (2015). *Alytes obstetricans* (fotografía). Recuperada de: <https://www.flickr.com/photos/30142279@N07/19435524566>
- Roux, A. (2015). *Pelodytes punctatus* (fotografía). Recupera de: <https://www.flickr.com/photos/30142279@N07/16323835723>

**S**

Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España SIARE. Consultado el 21 de septiembre de 2023. <http://www.siare.herpetologica.es/>

SOS anfibios. Proyecto de la Asociación Herpetológica española. Consultado el 16 de noviembre de 2023. <https://sosanfibios.org/>

**T**

Tejedo, M. (2003). *El declive de los anfibios. La dificultad de separar las variaciones naturales del cambio climático global*. MUNIBE 16.

Thumsová, B., Precio, S., González-Cascón, V., Voros, J., Martínez-Silvestre, A., Goncalo, M.R., Machordom, A. y Bosch, J. (2022). Climate warming triggers the emergence of native viruses in Iberian amphibians. *iScience*, 25 (12), 1-14. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589004222018132>

Turismo de Aragón. Consultada el 5 de octubre de 2023. <https://www.turismodearagon.com/>

**V**

Van Rooij, P., Pasmans, F., Coen, Y. y Martel, A. (2017). Efficacy of chemical disinfectants for the containment of the salamander chytrid fungus *Batrachochytrium salamandrivorans*. *PLOS ONE* 12 (10). Recuperado de: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186269>

Viñuales Cobos, E. (2001). Barranquismo. Villalvilla Asenjo, H. (Eds), Blázquez Jiménez, A. (Coord) y Sánchez Jaén, J. (Coord), *Deporte y Naturaleza. El impacto de las actividades deportivas y de ocio en el medio ambiente* (pp. 153- 160). Madrid: Talasa Ediciones S.L

**W**

Walker, S., Bosch, J., Gomez, V., Garner, T., Cunningham, A., Schmeller, D., Ninyerola, M., Henk, D., Ginestet, C., Arthur, C.P. y Fisher, M. (2010). Factors driving pathogenicity vs. Prevalence of amphibian panzootic chytridiomycosis in Iberia. *Ecology Letters*, 2010, 1 – 10.

Whittington, R., Kearns, C., Hyatt, A. D., Hengstberger, S. y Rutzou, T. (1996). Spread of epizootic haematopoietic necrosis virus (EHNV) in redfin perch (*Perca fluviatilis*) in Southern Australia. *Australian Veterinary Journal* 73 (3): 112-114pp.

WWF. (2013). *Prioridades para la conservación de anfibios en España*. Extraído el 6 de septiembre de 2023 desde <https://www.wwf.es/?28125/WWF-alerta-de-que-son-necesarias-medidas-urgentes-para-la-proteccion-de-los-anfibios>

**Y**

Yap, T., Nguyen, N., Serr, M., Shepack, A. y Vredenburg, V. (2017). *Batrachochytrium salamandrivorans* and the risk of a second amphibian pandemic. *EcoHealth*, 14. 851-864 pp. DOI: 10.1007/s10393-017-1278-1

## CITA GIS

Printed map references should be cited in the following order: Author. *Title*. [Format] Edition (if known). Scale. Place of publication: Publisher, Date.

Maps created using a specific GIS software should have that information appended to the citation:

Author. "Map title" [format]. Scale. Edition. Place of production: Producer, Date of copyright or production. Using: *Computer software title* [format]. Edition. Place of production: Producer, Date of copyright or production.

Dempsey, Caitlin. Cartogram map of the distribution of billionaires based on citizenship [map]. Scale Not Given. "Geography of Billionaires: Mapping Nationalities and Residency." March 2012. <https://gislounge.com/geography-of-billionaires-mapping-nationalities-and-residency/>. (September 24, 2012). Using: *ArcGIS* [GIS software]. Version 10.0. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2010.

"Maps throughout this book were created using ArcGIS® software by Esri. ArcGIS® and ArcMap™ are the intellectual property of Esri and are used herein under license. Copyright © Esri. All rights reserved. For more information about Esri® software, please visit [www.esri.com](http://www.esri.com)."

## ANEXOS

### Anexo I. Empresas de turismo activo que realizan la actividad del barranquismo dentro del Parque Natural Sierra y Cañones de Guara.

En color verde son aquellas que encuentran su sede en los municipios que se encuentran parcial o completamente dentro del Parque Natural. (Fte: Elaboración propia).

Empresa	localización	Actividades	Web
Cayontrek	Abiego	Barranquismo, ferratas	<a href="http://www.cayontrekguara.com">www.cayontrekguara.com</a>
Roca y agua	Adahuesca	Barranquismo, ferratas, escalada, trekking	<a href="http://www.rocayagua.com">www.rocayagua.com</a>
Rumbo aventura	Adahuesca	Barranquismo, escalada, ferratas, rafting, trekking	<a href="http://www.rumboaventura.es">www.rumboaventura.es</a>
Antuan mountain guide	Adahuesca	Barranquismo, trekking	<a href="http://www.guiademontanapirineosantuan.com">www.guiademontanapirineosantuan.com</a>
Goudurix	Adahuesca	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.goudurix.org">www.goudurix.org</a>
AventuraTrek	Aínsa	Barranquismo, ferratas	<a href="http://www.aventuratrek.com">www.aventuratrek.com</a>
Aguas blancas	Aínsa	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.aguasblancas.com">www.aguasblancas.com</a>
Aventura entremontes	Aínsa	Barranquismo, escalada, trekking, espeleología	<a href="http://www.entremontes.es">www.entremontes.es</a>
Pyrene365	Aínsa	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.pyrene365.com">www.pyrene365.com</a>
Sarratillo-24	Aínsa	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.sarratillo.com">www.sarratillo.com</a>
Senderos Ordesa	Aínsa	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.senderosordesa.com">www.senderosordesa.com</a>
T-T aventura	Aínsa	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.ttaventura.com">www.ttaventura.com</a>
Compañía de guías de bierge	Bierge	Barranquismo, escalada, ferratas	<a href="http://www.guiasdebierge.com">www.guiasdebierge.com</a>
Atuel Aventura	Bierge	Barranquismo, ferratas, trekking, escalada	<a href="http://www.atuelaventura.com">www.atuelaventura.com</a>
<b>Guara Natura</b>	Bierge	Barranquismo, escalada, ferratas, trekking	<a href="http://www.guaranatura.es">www.guaranatura.es</a>
Guara Norte	Huesca	Barranquismo, kayak(fuera), escalada, ferratas	<a href="http://www.guaranorte.es">www.guaranorte.es</a>
Guías de Huesca	Huesca	Barranquismo	<a href="http://www.guiashuesca.com">www.guiashuesca.com</a>
Píxel vertical	Huesca	Barranquismo, ferratas, escalada	<a href="http://www.pixelvertical.com">www.pixelvertical.com</a>
Tron Aventuras	Huesca	Barranquismo, escalada, ferratas, trekking	<a href="http://www.tronaventuras.com">www.tronaventuras.com</a>
Expediciones	Las Almunias de Rodellar	Barranquismo, ferratas, trekking	<a href="http://www.expediciones-sc.es">www.expediciones-sc.es</a>
<b>Solo canyon</b>	Las Almunias de Rodellar	Barranquismo	<a href="http://www.alberguelasalmunias.com">www.alberguelasalmunias.com</a>
Rodellar aventura	Rodellar	Barranquismo, ferratas, escalada, trekking	<a href="http://www.rodellaraventura.com">www.rodellaraventura.com</a>
Guara canyon	Rodellar	Barranquismo, ferratas, escalada	<a href="http://www.guaracanyon.com">www.guaracanyon.com</a>
Iggy barrancs	Rodellar	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.iggybarrancs.blogspot.com">www.iggybarrancs.blogspot.com</a>

## ANEXOS

<b>Alquézar aventura</b>	Alquézar	Barranquismo, vías ferratas, rafting	<a href="http://www.alquezaraventura.com">www.alquezaraventura.com</a>
<b>Guías boira</b>	Alquézar	Barranquismo, ferratas, rafting, escalada, trekking	<a href="http://www.guiasboira.com">www.guiasboira.com</a>
<b>Buenaventura</b>	Alquézar	Barranquismo, ferratas, rafting, trekking	<a href="http://www.alquezarbuenaventura.com">www.alquezarbuenaventura.com</a>
Vertientes	Alquézar	Barranquismo, ferratas, rappel, escalada, trekking	<a href="http://www.vertientesaventura.com">www.vertientesaventura.com</a>
Awa aventura	Alquézar	Barranquismo, ferratas	<a href="http://www.awaventura.com">www.awaventura.com</a>
Avalancha	Alquézar	Barranquismo, trekking	<a href="http://www.avalancha.org">www.avalancha.org</a>
Sally adventures	Alquézar	Barranquismo, ferratas, rafting, trekking	<a href="http://www.sallyadventures.es">www.sallyadventures.es</a>
Casa de los guías	Barbastro	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.casadelosguias.com">www.casadelosguias.com</a>
Edgar Sánchez Canyoning &trekking guide	Barbastro	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.barranquismoguarapirineos.es">www.barranquismoguarapirineos.es</a>
Milorcha	Benasque	Barranquismo	<a href="http://www.guiasmilorcha.com">www.guiasmilorcha.com</a>
<b>All Radical Mountaie</b>	Benasque	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.allradicalmountain.com">www.allradicalmountain.com</a>
Impande Guías	Bielsa	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.impandeguias.com">www.impandeguias.com</a>
Guías Casteret	Broto	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.casteret.es">www.casteret.es</a>
CuestaArriba guías de Pirineo	Broto	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.cuestarribaordesa.com">www.cuestarribaordesa.com</a>
Kayak campo	Campo	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.kayakcampo.com">www.kayakcampo.com</a>
Sin fronteras adventure	Campo	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.sinfronterasadventure.com">www.sinfronterasadventure.com</a>
Pirinea Nordic	Canfranc	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.pirineanordic.com">www.pirineanordic.com</a>
Ekurguias	Castejón de sos	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.ekur.es">www.ekur.es</a>
Pics D´Europa esports D´aventura	Cerler	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.pcisdeuropa.com">www.pcisdeuropa.com</a>
Proyecto akua	Costean	Barranquismo, escalada, ferratas, trekking	<a href="http://www.proyectoakua.com">www.proyectoakua.com</a>
Nomadas del Pirineo	Escalona	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.nomadasdelpirineo.com">www.nomadasdelpirineo.com</a>
Solo monte	Escalona	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.solomonte.com">www.solomonte.com</a>
Ecoaventura pirineos	Hecho	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.ecoaventurapirineos.com">www.ecoaventurapirineos.com</a>
Aragon aventura	Jaca	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.aragonaventura.es">www.aragonaventura.es</a>
Sausan Guia Guara	Junzano	Barranquismo, ferratas, trekking	<a href="http://www.sausanguiguara.com">www.sausanguiguara.com</a>
<b>Planetsport</b>	Madrid	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.planetsport.es">www.planetsport.es</a>
River Gurú	Murillo de Gállego	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.riverguru.es">www.riverguru.es</a>
Alcorce rafting y kayak	Murillo de Gállego	En Guara Barranquismo	<a href="http://www.alcorcerafting.com">www.alcorcerafting.com</a>
<b>Camping cañones de guara y Formigal</b>	Panzano	Barranquismo	<a href="http://www.campingura.com">www.campingura.com</a>
<b>Guara.info</b>	Pozan de Vero	Barranquismo, ferratas, trekking	<a href="http://www.guara.info">www.guara.info</a>

Anexo II. Entrevista monitor de barrancos de una empresa del sector de turismo activo que realizan su actividad en el Parque Natural Sierra y Cañones de Guara (realizada el 13 de octubre 2023, vía telefónica)

**Nombre**

*Omar Catalá Sinisterra*

**Empresa para la que trabaja**

*Atuel Aventura*

**Puesto que ocupa en dicha empresa**

*Guía de Barrancos, pero realizan también el resto de las actividades que ofrece la empresa*

**Ubicación de las instalaciones de la empresa**

*Bierge (Huesca)*

**Actividades que realizan en dicha empresa en el ámbito de turismo activo**

*Descenso de barrancos, senderismo, escalada, vías ferratas, BTT, ornitología.*

**Barrancos donde desempeñan la actividad de barranquismo**

*Barrancos secos o barranco de otoño, que solo llevan agua cuando llueve. Estos se suelen hacer cuando los barrancos de agua llevan mucho caudal de agua.*

*Barrancos con agua: Rio Vero, Rio Isuela, la parte de los Oscuros de Balcez, Rio Macún (en primavera, porque luego se seca), Mascún superior, macun inferior, Rio Alcanadre (tramo de la peonera, dentro de este está Peonera superior y Peonera inferior, que acaba en el salto de Bierge. En el Rio Alcandre está un tramo llamado Barracil, y el de más arriba del todo gorgas negras. Hacia la zona del Calcon, tiene el Rio Formiga (se hace en ese rio un tramo que se llama Formiga y otro Fornocal).*

*Y luego está la zona de Badiello, allí la mayoría son barrancos secos, porque el Guatizalema está en el embalse de Badiello. Algunos están prohibidos porque están nidificando, y otros de ellos terminan en el pantano de Badiello.*

*La dificultad del barranco va sujeta al nivel de agua que lleven y el nivel de preparación o de experiencia de la persona.*

**Nº de personas que realizan cada actividad (dentro de una actividad/clientes/monitores)**

*Viene determinado por la normativa. Guara es el único parque natural con restricción del número de personas por barranco.*

### **Que recomendaciones /prohibiciones marcan a los clientes antes de realizar la actividad**

*Se recomienda seguir el camino pisado por el guía dentro del tramo puede haber zona de orilla o de pozas. El intenta pisar siempre siguiendo un camino más o menos fijo dentro del barranco. Para ello es importante respetarlo los tiempos entre los grupos que entran en el barranco, para evitar esperar dentro y que las personas se muevan por toda la zona mientras esperar en cada tramo.*

*Con el tema de desperdicios, ellos llevan bidón estanco, para guardar tanto lo necesario como desperdicios generados.*

### **Cuando tiempo permanecen dentro de la actividad (en el agua)**

*Depende del barranco que se esté haciendo y también de la concurrencia que haya, numero de grupos. Se deja entre grupos un tiempo de entrada al barranco de unos 10 minutos para evitar embotellamiento por tramos del barranco.*

**En la realización de la actividad te transita siempre dentro del agua, cruzan pequeños barrancos, pisoteo de orillas, etc.**

*Depende del barranco que se esté haciendo, pero sí.*

### **Periodo en el que realizan la actividad**

*Se puede realizar en cualquier época del año, todo dependerá del barranco, si es seco, época de cada barranco para saber cantidad del agua. Ya mencionado anteriormente.*

### **Nº al día de personas que realizan la actividad en la temporada (aprox.)**

*Ellos no lo pueden saber ya que, al no llevar un control por parte del parque, no se puede cuantificar. Vienen de forman individual sin guía, de empresas francesas, otras empresas de la zona. Etc.*

### **Material necesario para realizar la actividad**

*Traje de neopreno, cuerda, descensor, arnés, casco de escalada/calzado deportivo, escaarpines, bidón estanco y accesorios de escalada (mosquetones, cintajos).*

### **El material es propio (de la misma empresa o lo traen los clientes)**

*Si es propio, salvo el calzado, pero se incluyen los escaarpines en el préstamo de material. Ellos ponen todo el material mencionado en punto anterior.*

### **Realizan algún tipo de desinfección del material al terminar la actividad. (si es así, cual)**

*Se realiza después de cada actividad una limpieza de tipo higiénica con producto antibacteriano de escaarpines, neopreno, arnés y casco. Después de aclarar, se deja secar al aire.*

### **Conocimientos sobre la fauna que tiene como hábitat estos barrancos**

*Sí. A parte de sus conocimientos como Ornitólogo, conoce y ve una gran variedad de fauna acuática.*

### **Ha podido visualizar anfibios en las incursiones turísticas en los barrancos**

*Ranas, tritón pirenaico es fácil de ver.*

### **Ha podido ver ejemplares muertos dentro del mismo o en las inmediaciones del propio barranco en dicha actividad**

*En principio no, puede haber visto alguna vez resto de alguna rana o tritón que ha sido depredado por otra especie. Pero él no ha visto algo significativo de origen extraño.*

### **Es conocedor de alguna enfermedad que pueda afectar a los anfibios de la zona.**

No

### **Por parte de organismo de gestión de PNSCG se les indica como proceder en la actividad (deben informar de cuando van a realizarla/número de personas que la realizan/normativa que deben cumplir)**

*De ningún tipo, no hay casi presencia de los Agentes de Protección del Medio próximos al barranco, ni dentro de ellos de forma de control de vez en cuando. Son los propios guías y empresas que intentan delimitar las malas actuaciones de la gente, vaya o no con su grupo.*

*Pero no existe una figura de autoridad presente en ellos.*

### **Como gestionan el descenso de un mismo barranco entre las empresas para evitar "embotellamientos"**

*En la entrada a los barrancos, cuando hay muchos grupos seguidos, se mantiene una espera de unos 10 minutos antes de entrar cada grupo. Si un grupo es más numeroso o llevan niños, y hay u grupo de 3 personas que van equipados y que tiene experiencia y van más rápido, pues se les deja adelantar para que no tengan que esperar tanto.*

*Pero se organizan entre los propios usuarios del barranco y los guías, por parte de los administradores del parque, nada.*

### **Como considera el estado ecológico de los barrancos donde realizan la actividad (cuidado del entorno/ presencia excesiva/ malos comportamientos de ensuciar o dañar dichos cauces)**

*Bueno, ya que son ellos, en su caso, en mantener en el mejor estado posible los barrancos, no solo porque es su lugar de trabajo, sino también por el nivel de consciencia de respeto que tiene del entorno natural a muchos niveles.*

### **A título personal, mejoras que podrían llevarse a cabo para un buen uso de los barrancos con el fin de proteger la fauna, en especial anfibios**

*Si que le gustaría que estuvieran más presentes en el entorno los Agentes de Protección del Medio en los barrancos (entradas, salidas e incluso en el propio barranco) para delimitar y sancionar el mal uso del espacio. También, que deberían ser cuadrillas de Agentes con formación en los barrancos para poder acceder a ellos y que estos grupos fueran más constantes en la zona y no rotaran tanto, ya que, al no estar fijo en una zona, desconocen aspectos fundamentales de esta.*

*Se debe tener en cuenta más factores a la hora de dañar estos entornos, no solo la actividad del barranquismo sino muchos aquellos provenientes una mala gestión de los residuos de los pueblos situados dentro del parque, los cuales no disponen de depuradoras, sino que van directamente a los ríos. Este sería un ejemplo de ellos.*

*Está totalmente de acuerdo con llevar a cabo todas las medidas necesarias para proteger la fauna del entorno siempre y cuando antes de imponerlas se haya realizado un estudio previo y de seguimiento del problema, antes de aplicar medidas limitantes o prohibitivas si conocer realmente son necesario en un barranco concreto en un espacio de tiempo concreto.*

## Anexo III. Protocolos de desinfección para bsal

## Batrachochytrium salamandrivorans (Bsal)

Este folleto se puede utilizar para reconocer Bsal en el huésped anfibio. Importante: los síntomas son variables y pueden ser difíciles de detectar en una etapa temprana de la infección. Es frecuente que las lesiones se hagan evidentes en una etapa relativamente tardía de la infección por Bsal.

### Síntomas

Aún no se ha demostrado que el hongo pueda infectar a las larvas. Puede infectar ranas y sapos, pero estos huéspedes no son susceptibles a las enfermedades, por lo que no se enferman, sino que actuarán como vectores y transmitirán el hongo como a las salamandras y los tritones.

Las salamandras y los tritones metamorfoseados suelen mostrar erosiones superficiales multifocales (agujeros en la piel) y ulceraciones epidérmicas extensas (úlceras en la piel) en todo el cuerpo. El animal también puede sufrir anorexia (dejar de comer) y ataxia (espasmos musculares) y mostrar un desprendimiento excesivo de la piel. Al final el animal muere.



Créditos de las fotografías: Frank Pasmans, An Martel, Martha van Diepenbeek, Gwij Stegen

Anexo IIIa. Sintomatología de Bsal en urodelos. (Fte: Gilbert et al., 2020)

## Protocolo de desinfección del trabajo de campo.



### Fondo

Este documento proporciona medidas simples pero efectivas que pueden ayudar a limitar la propagación de hongos y virus patógenos para los anfibios en áreas libres de enfermedades. Los consejos que se enumeran a continuación sólo abarcan métodos de investigación de campo "estándar". En caso de reintroducciones, traslados de animales, etc., se imponen requisitos higiénicos más estrictos.

Muchas enfermedades infecciosas emergentes, entre ellas los hongos quitridios *Batrachochytrium salamandri vorans* y *B. dendrobatidis*, pero también la ranivirosis, representan actualmente una amenaza importante para los anfibios en Europa. La propagación antropogénica de patógenos ha sido identificada como una amenaza considerable para la salud de los anfibios. Animamos a todos los biólogos, investigadores y voluntarios a desinfectar su material de campo.

De esta manera, podemos reducir la propagación y "ganar" tiempo mientras se realizan ensayos de campo y de laboratorio para contrarrestar o mitigar los efectos de estos agentes patógenos.



### Consejo

- Sólo manipule anfibios cuando sea absolutamente necesario. Allá No existen limitaciones en el campo siempre que se tomen medidas de precaución.
- También tenga en cuenta las medidas de precaución cuando trabaje con peces de agua dulce, invertebrados acuáticos o plantas acuáticas.
- Siempre devuelva los anfibios al lugar exacto<sup>1</sup> donde fueron capturados.
- Al manipular anfibios es necesario usar guantes desechables (sin polvo). Se recomiendan guantes de nitrilo. El desinfectante para manos sin perfume (que contiene etanol) también es eficaz para desinfectar las manos después.
- Todos los materiales utilizados en un lugar<sup>1</sup> deben desinfectarse antes de usarlos en otro sitio.
- Las botas y los trajes de vadeo que hayan estado en contacto directo con agua o tierra fangosa deben desinfectarse minuciosamente.
- Estacione su vehículo preferentemente en caminos pavimentados y no en caminos blandos, suelo fangoso o vegetación.
- Los anfibios muertos y enfermos pueden representar un alto riesgo ecológico. Manéjelos únicamente con guantes desechables, repórtelos a las autoridades correspondientes y, si es posible (y está legalmente permitido), llévelos consigo (animales muertos). Transporte los animales muertos en dos bolsas de plástico para evitar fugas. Informe a los salamanders muertos y enfermos directamente a su instituto de investigación.

<sup>1</sup> Una ubicación se define como un estanque o sistema de arroyo único que no está directamente conectado con otras aguas de la zona.



Desinfecta tu material de campo



Manipule los anfibios muertos con guantes desechables.

Ayudar a prevenir la mortalidad masiva.



Créditos de las fotografías: Martha van Diepenbeek, Jelger Herder, Rolf van Leeningen, Tariq Stark

## Protocolo de desinfección del trabajo de campo.



## Limpieza y desinfección

1. Retire los residuos vegetales y la tierra fangosa de las botas, materiales de campo, etc.
2. Enjuague con agua. El agua de un estanque es suficiente. Asegúrate de que los materiales estén lo más limpios posible.
3. Desinfectar siempre los materiales de la siguiente manera: a gran distancia de cualquier agua superficial (estanques, arroyos, etc.) y tratar de no contaminar el ambiente con el residuo. Utilice un balde o un recipiente grande para desinfectar sus materiales. Deseche el desinfectante en casa (según lo prescrito). Es preferible utilizar dos o más juegos de materiales de campo para limitar el uso de desinfectantes químicos.
4. Virkon S (solución al 1%) es el desinfectante preferido. Otros desinfectantes eficaces son la lejía (al menos 1,6% de hipoclorito de sodio), Nolvasan (solución al 0.75%) y etanol o alcohol al 70% (85% de contenido de alcohol). Utilice siempre soluciones "frescas" ya que sus propiedades desinfectantes pueden perderse con el tiempo.
5. Coloque los materiales en la solución o rocíe la solución sobre los materiales. Deje los materiales en remojo durante al menos cinco minutos.
6. Enjuague los materiales después de la desinfección con agua limpia (grifo), agua.
7. Si no es posible limpiar los materiales in situ, retire el barro y los residuos vegetales y enjuáguelos con agua. Llevar el material a casa en bolsas de plástico (por separado) y limpiarlas/desinfectarlas en casa.
8. Lávese las manos con un desinfectante o desinfectelas con un desinfectante para manos con propiedades desinfectantes.

Desechar la solución desinfectante.

Deseche la solución desinfectante por los medios prescritos. Preferiblemente llévalo contigo. Nunca lo deseche en la naturaleza.



## Evita contacto directo

Las soluciones desinfectantes descritas en este documento pueden ser perjudiciales para los seres humanos pero también para los anfibios, peces y otros organismos. Úselo con cuidado.



## Lista de Verificación

- Cepillo resistente
- Bañe
- Esponja
- Desinfectante
  - Bolsas de plástico
  - Desinfectante desinfectante para manos
- Guantes desechables
- Botella de spray



## Más información

Para obtener la versión más reciente de este protocolo de higiene e información adicional, visite:  
[www.BsalEurope.com](http://www.BsalEurope.com)



Créditos de las fotografías: Jeiger Herder, Rolf van Leeningen, Tariq Stark

Anexo IIIc. Protocolo de desinfección para Bsal. (Fte: Gilbert et al., 2020)



#### Consejo

- Debe tener como objetivo mantener o procesar suelos, lodos, plantas, etc. potencialmente contaminados dentro del área de origen.
- Si el equipo ha estado en contacto con agua o tierra húmeda es necesario desinfectarlo.
- Todos los materiales utilizados en un lugar<sup>1</sup> deben desinfectarse antes de usarlos en otros sitios.
- Evite el contacto innecesario del material con aguas superficiales y/o con orillas húmedas de ríos y arroyos.
- Dirigir las medidas de desinfección a las partes de los materiales/máquina que han estado en contacto directo con el agua del suelo (húmedo) cerca de las orillas de ríos, arroyos y estanques. Por ejemplo: cucharas de excavadora sobre topadoras, cucharas de segadora, neumáticos y orugas, etc.
- Es importante limitar al máximo la cantidad de material transportado. ¿No es posible la desinfección? Luego retire la mayor cantidad posible de tierra fangosa y vegetación de la máquina.

<sup>1</sup> Una ubicación se define como un estanque o sistema de arroyo único que no esté conectado directamente con otras aguas del área.

#### Limpieza y desinfección

1. Retire los residuos de plantas y la tierra fangosa con una pala, escoba, cepillo o rociador de agua a alta presión. Enjuague los materiales o parte de la máquina con agua limpia y asegúrese de que la superficie esté lo más limpia posible.
2. Desinfectar siempre los materiales de la siguiente manera: a gran distancia de cualquier cuerpo de agua (estanques, arroyos, etc.) y tratar de no contaminar el ambiente con el residuo.
3. Virkon S (solución al 1%) es el desinfectante preferido. Otros desinfectantes eficaces son la lejía (al menos 1,6% de hipoclorito de sodio), Nolvasan (solución al 0,75%) y etanol o alcohol al 70% (85% de contenido de alcohol). Utilice siempre soluciones "frescas" ya que sus propiedades desinfectantes pueden perderse con el tiempo.
4. Coloque los materiales en la solución o rocíe la solución sobre los materiales. Deje los materiales en remojo durante al menos cinco minutos.
5. Enjuague los materiales después de la desinfección con agua limpia (grifo, agua).
6. En algunos lugares puede que no sea preferible o no esté permitido el uso de ciertos desinfectantes. Luego limpie y desinfecte en el taller o depósito de almacenamiento, o limpie sin el uso de estas soluciones lo más a fondo posible.
7. No olvide desinfectar los materiales y equipos más pequeños, herramientas y botas. Por favor consulta nuestro protocolo de desinfección para trabajos en campo.



#### Más información

Para obtener la versión más reciente de este protocolo de higiene e información adicional, visite:  
[www.BsalEurope.com](http://www.BsalEurope.com)



Créditos de las fotografías: Jelger Herder, Rolf van Leeningen, Tariq Stark

Anexo III.d. Protocolo de desinfección para Bsal. (Fte: Gilbert et al., 2020)