



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de creación de hábitats para la conservación de Anfibios en la provincia Jaén

Alumno: Francisco José Lizana Romero

Junio, 2016



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de creación de hábitats para la conservación de Anfibios en la provincia Jaén

Alumno: Francisco José Lizana Romero

Junio, 2016

INDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 ¿Por qué conservar los anfibios?.....	5
1.2 Importancia de las metapoblaciones.....	7
1.3 Objetivos.....	9
1.4 Monografía sobre el sapo partero bético.....	9
2. ANTECEDENTES.....	13
2.1 Actuaciones para la conservación de anfibios en España y Andalucía.....	13
2.2 Actuaciones para la conservación del sapo partero bético.....	14
2.3 Detalles sobre el programa S.A.R.E en el sapo partero bético.....	17
2.4 Otros modelos de conservación.....	19
3. AREA DE ACTUACIÓN.....	21
3.1 Características geográficas y climáticas de la provincia de Jaén.....	21
3.2 Descripción de la vegetación de la Provincia de Jaén.....	23
3.3 Condiciones a la hora de elegir una zona.....	25
3.4 Puntos de actuación.....	26
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
4.1 Consideraciones básicas sobre la biología y ecología de los anfibios.....	31
4.2 Proceso de construcción de una charca.....	34
4.3 Gestión y conservación del medio terrestre.....	39
4.4 Seguimiento de las nuevas poblaciones.....	41
5. APARTADO ECONÓMICO.....	42
6. CRONOGRAMA.....	45
7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA.....	46

RESUMEN

Este proyecto pretende la conservación de los anfibios de la provincia de Jaén, en especial el sapo partero bético, especie endémica de España e icónica de Andalucía. La preocupación y el interés sobre la fauna herpetológica de Jaén es debido al mal estado de sus poblaciones por el incremento de la degradación de sus hábitats naturales, cada vez más modificados. Se propone la construcción de tres redes de charcas artificiales, una en la Sierra Sur, otra en la Sierra de Mágina y la tercera en la Sierra de Cazorla, Segura y las Villas, para que constituyan un hábitat natural y seguro donde se puedan reproducir sin peligro a que ese medio cambie o desaparezca, además contribuyendo a la conexión de poblaciones fragmentadas aumentando así el acervo genético de estas especies.

ABSTRACT

This project aims at the conservation of amphibians in the province of Jaen, especially the Betic midwife toad, endemic to Spain and iconic in Andalusia. The concern and interest on the herpetofauna of Jaen is due to the poor state of their populations by increasing degradation of their natural habitats, increasingly modified. It intends the construction of three networks of artificial ponds, one in Sierra Sur, the other in Sierra Mágina and the third in Sierra de Cazorla, Segura and Las Villas, in order to be a safe and natural habitat where they can reproduce with other amphibians without danger to the environment changes or disappears, also contributing to connecting fragmented populations and thus increasing the gene pool of these species.

1. INTRODUCCIÓN

Los anfibios actualmente son los vertebrados más amenazados del Planeta (Stuart et al. 2004, Wake and Vredenburg 2008, Collins and Crump 2009), con aproximadamente un 40 % de las especies amenazadas en todo el mundo según los criterios de la UICN (Hoffmann et al. 2010).

1.1 ¿PORQUE CONSERVAR LOS ANFIBIOS?

Hay multitud de características que se podrían enumerar que convertirían en vital su conservación, por ejemplo son las especies más antiguas del planeta, pero aparte de cuestiones éticas y filosóficas son consumidores de insectos, por tanto controladores de plagas, pero sobre todo tienen una cualidad que sobresale sobre todas las demás. Y es que son uno de los mejores bioindicadores de salud local y global del planeta. Esto significa que detectando su presencia o no podemos saber si un ecosistema goza de buena salud o por el contrario se encuentra sobre explotado, contaminado etc., Son tan buenos bioindicadores porque tienen una piel permeable que los hace muy susceptibles ante cualquier cambio de temperatura, radiación solar o sustancias contaminantes disueltas en el agua, además a lo largo de su vida tienen una fase acuática y otra terrestre (Fig. 1 y 2) y eso los hace muy vulnerables ante algún cambio en ambos ambientes.

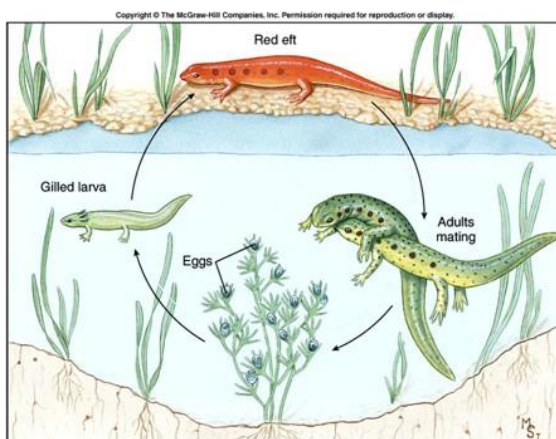


Fig. 1. Ciclo de vida de un urodelo

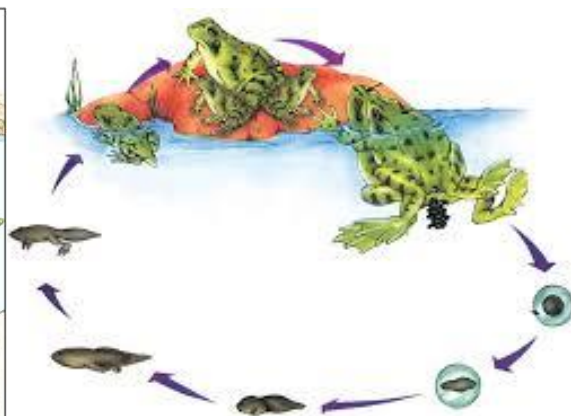


Fig. 2. Ciclo de vida de un anuro

Los anfibios desaparecen porque su mundo cambia, unas veces sus hábitats se reducen, otras se alteran y otras simplemente desaparecen, las causas específicas que producen estos efectos aún no se saben con certeza, pero parece que la explotación y alteración de sus hábitats por parte del hombre, debido a cambios en el uso del suelo (deforestación, construcciones, usos agrícolas, etc.), contaminación de medios acuáticos (vertidos químicos, pesticidas, usos ganaderos, etc.) y la aparición de especies exóticas invasoras parecen sus principales responsables (Lizana et al. 2002), con la consecuente fragmentación de poblaciones (Sinch, 1992; Baker & Halliday, 1999; Cushman 2006)

En el caso de España la mayor parte de especies se reproducen en humedales de carácter temporal que constituyen hábitats muy frágiles y susceptibles de desaparecer debido a sus pequeñas dimensiones, este pequeño tamaño implica que su pérdida sea prácticamente indetectable y que las agencias de conservación no los consideren prioritarios, se ha calculado que se ha perdido el 65% de grandes y pequeños humedales en Andalucía durante los últimos 50 años (Reques R. 2005).

Tanto los anfibios como los pequeños humedales de los que dependen se encuentran entre los elementos más amenazados por el cambio climático, (Pachauri et al, 2014) algo que ya es un hecho, y la prevista disminución de precipitaciones y el aumento de temperatura hacen que la durabilidad de estas charcas sea cada año más escasa, ante este nuevo escenario es fundamental adoptar nuevas medidas que aseguren la conservación de los anfibios en el futuro.

En Norteamérica, Europa y otras zonas de España y Andalucía ya se han llevado a cabo medidas efectivas como son la recuperación de charcas y pequeños humedales y la creación de otros nuevos donde han sufrido una gran explotación en zonas con agricultura y ganadería extensivas. Estas actuaciones son relativamente sencillas y efectivas a corto plazo que no solo ayudan a los anfibios sino a otras muchas comunidades biológicas.

Algunos casos en España son la creación de charcas en las proximidades de San Sebastián (Guipúzcoa) para conservación de la única población de ranita meridional (*Hyla meridionalis*) del País Vasco y la creación de charcas en el robledal de Orgi (Navarra) o la adaptación del humedal de

Salburúa, en el entorno de Vitoria (C.E.A., 2002), para la rana ágil (*Rana dalmatina*), único anfibio español, junto a *Alytes muletensis*, considerado En peligro de extinción (Román, 2002). O las recientes actuaciones llevadas a cabo por la Junta de Andalucía sobre la creación de nuevas charcas en las provincias de Cádiz, Málaga o Córdoba, y en este proyecto se pretende aumentar esa proyección a la provincia de Jaén, concretamente las Sierras Béticas, donde habita el Sapo partero bético, endémico de la Península Ibérica y donde el 80% de su especie habita en Andalucía (Fig. 3.) por lo que es vital la conservación de sus ecosistemas cada vez más fragmentados.



Fig. 3. Distribución mundial del Sapo partero bético (*A. dickhilleni*)

1.2 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE METAPOBLACIONES

El valor ecológico de la construcción de una red de charcas interconectadas es principalmente que van a basar su vida en ellas y alrededor de ellas (Beebee 1996, Mendelson et al. 2006, Sinsch et al. 2007) por lo que también es importante gestionar el entorno de las charcas y su conexión entre ellas, porque lo realmente interesante es aparte de conservar las poblaciones existentes y ayudar a su crecimiento es la comunicación entre poblaciones que actualmente estén aisladas. El objetivo principal es provocar mediante una mejora del hábitat que haya intercambio genético para que varias poblaciones crezcan y se fortalezcan creando un modelo de metapoblación, y no solo para

el sapo partero bético sino todas las especies de anfibios y de invertebrados acuáticos, que utilizan los mismos hábitats y que sufren igual nivel de amenazas, en este sentido el declive de poblaciones de anfibios debería considerarse en contexto de una mayor crisis de biodiversidad ya que afectan a muchos más organismos aparte de ellos (Novacek 2001; Halliday 2005)

En la comunicación de dos o más poblaciones aisladas se debe tener en cuenta que el número y densidad de poblaciones que componen cada metapoblación varía según las zonas o regiones y además se debe reconocer bien los requerimientos ecológicos de las diferentes especies incluyendo el éxito de las poblaciones locales y su estructura poblacional para no repetir errores cometidos en actuaciones similares (Semlitsch y Rothermel, 2003)

Debemos tener en cuenta que la dinámica de las metapoblaciones de anfibios está regida principalmente por dos factores:

1. Primero, por el número o la densidad de individuos que se dispersan entre las distintas poblaciones (flujo genético)
2. Segundo, por la distribución y la abundancia de las charcas presentes en un territorio, lo que determina las distancias de dispersión y la probabilidad de que estos individuos encuentren una de esas charcas (Ilkka Hanski. 1999).

Además de tener en cuenta que es y cómo se regula una metapoblación, también se ha de tener en cuenta la estructura y situación de las nuevas charcas artificiales, porque en un ambiente mediterráneo, la pérdida de charcas naturales no puede compensarse con la construcción de humedales con un hidropериodo estable (periodos de inundación seguidos de periodos de sequía) independientes y aislados ya que los organismos no llegarían a completar su fase acuática en la mayoría de los casos (Reques, 2005), pero tampoco es aconsejable la construcción de un gran humedal porque no compensa la pérdida de varios más pequeños ya que al reducir el número de charcas a su vez se reduce el número de microhábitats lo que repercute de forma directa a la dinámica metapoblacional de los anfibios. (Semlitsch y Bodie, 1998)

El modelo debe tener en cuenta la conectividad de las poblaciones, por lo que el éxito de estos nuevos medios acuáticos depende principalmente del estado del nuevo hábitat y la distancia a otras charcas próximas (Lehtinen y

Galatowitsch, 2001). De esta forma se pueden mitigar los procesos de extinción y otros factores que impliquen una pérdida parcial de una población, y que su recuperación natural sea efectiva mediante una recolonización de poblaciones procedentes de charcas cercanas.

En otros proyectos de conservación de anfibios, en lugar de la creación charcas se ha llevado a cabo una translocación de huevos y larvas (Dood C.K. 1991, Denton et. al. 1997) pero, al ser una medida drástica solo se recomienda cuando el lugar de reproducción ha sido completamente destruido y el aislamiento de la población es completo, impidiendo una colonización natural (Semlitch et al. 2003). Por tanto, al no ser este nuestro caso, el diseño más efectivo del proyecto es la conservación de las charcas naturales que van a ser el centro de origen y las de nueva creación para poder implementar un sistema metapoblacional más complejo y estable.

1.3 OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo del proyecto es la construcción de una serie de charcas artificiales que sirvan como reservorio natural de poblaciones de los anfibios de la provincia de Jaén, en concreto el sapo partero bético que es un endemismo ibérico y cuya conservación es prioritaria.

También se pretende crear un modelo de metapoblación mediante la conexión de varias charcas para aumentar el acervo genético de las zonas de actuación.

A continuación se describe las características más importantes sobre la biología y ecología del sapo partero bético para poder actuar en base a sus necesidades.

1.4 MONOGRAFIA DEL SAPO PARTERO BÉTICO

- *ALYTES DICKHILLI* Arntzen y García-París, 1995.

LISTADOS Y CATALOGOS DE ESPECIES AMENAZADAS

- Catalogo español (R.D 139/2011): Vulnerable
- Catalogo andaluz de EE.AA (Dec. 23/2012)

TAXONOMÍA

Cordados, Vertebrados, Anfibios, Anuros.

Familia *Discoglossidae*

DESCRIPCIÓN

Sapo de pequeño tamaño que alcanza una longitud de 50-55 mm. La morfología externa de los adultos es similar al sapo partero común (*A. obstetricans*) aunque a nivel genético (proteínas y ADN mitocondrial) es grupo hermano del ferreret o sapillo balear (*A. muletensis*) (Arntzen 1995; 1997).



Fig. 4 *A. dickhilleni*

Su piel es relativamente lisa con un diseño de manchas parduscas o verdosas sobre fondo claro, con zonas más claras entre los ojos y hocico; ausencia de manchas dorsales rojo-anaranjadas. Tres tubérculos metapalmares, el central más pequeño y en contacto con el externo; hocico con un surco nasolacrimal poco profundo; mandíbula superior claramente prognata; tímpano redondo. Falanges cortas y anchas, con el extremo de los dedos algo espatulado. Pupila vertical (González de la Vega J. P. et, al) (Fig. 4.)

Las larvas son grandes, alcanzando por lo general hasta 6-7 cm de longitud total. La cola es larga y gruesa y presenta multitud de manchas oscuras y está acabada en una punta redondeada. El color de las larvas varía según la exposición solar, la temperatura y el sustrato. En lugares fríos y/o de exposición solar escasa suelen ser negras y con el vientre plateado, mientras que en los lugares soleados son de color pardo, presentando en este caso una banda oscura longitudinal en forma de M, H o V, tras la cabeza, en la base de la cola. Las diferencias entre machos y hembras son poco patentes. (Junta de Andalucía, *Ficha sapo partero bético- programa de actuaciones para la conservación de anfibios en Andalucía*)

BIOLOGIA-ECOLOGIA

Especie ovípara, en la que cortejos y amplexus ocurren en el medio terrestre, los cortejos consisten en la emisión de un canto aflautado parecido al del autillo (*Otus scops*) desde su refugio, también es peculiar que el amplexus se produzca en medio terrestre cuando la mayoría de los anfibios lo hacen en el agua. Los machos transportan los huevos fecundados, enrollados en su parte trasera durante la primera fase embrionaria, transportan una media de 75 huevos, producidos por varias hembras, lo que muestra lo solicitados que pueden estar los ejemplares masculinos de esta especie en poblaciones formadas por solo una decena de individuos. (Gonzalez Mirás E. 2012) Tras un período aproximado de un mes de desarrollo terrestre desde el amplexus las larvas están completamente formadas dentro de los huevos el macho los libera posteriormente en cuerpos de agua temporales donde las larvas concluyen la metamorfosis, estos cuerpos de agua suelen ser arroyos, fuentes, albercas y represas.

Los adultos son bastante terrestres y de alimentación insectívora. La época de celo comienza en otoño, pudiendo prolongarse hasta el verano. Las larvas pueden pasar un invierno en el agua, adquiriendo considerable tamaño, el periodo larvario varía entre 3 meses en zonas de menor altitud y 16 meses en zonas de alta montaña. El mayor porcentaje de metamorfosis se suele obtener desde abril a septiembre, correspondiendo las de los primeros meses a larvas nacidas en el año anterior y que han prolongado su periodo larvario durante todo el invierno.

DISTRIBUCIÓN

Es una especie endémica de España, limitada exclusivamente a los sistemas montañosos del sureste de la Península ibérica (*Pleguezuelos et al. 2002*). En Andalucía está presente en las provincias de Málaga, Granada, Almería y Jaén, se calcula que en la comunidad andaluza se encuentra el 80% de su población mundial. En Jaén concretamente se encuentra desde el macizo de Alta Coloma por el oeste, Sierra Sur, Sierra Magina, hasta la Sierra del Pozo por el sureste, la Sierra de Cazorla y la Sierra de Segura por el norte (Fig. 5.) (Antúñez et al., 1988; Mendoza et al., 1992; García-París & Artzen, 1997; Benavides et al., 2000).

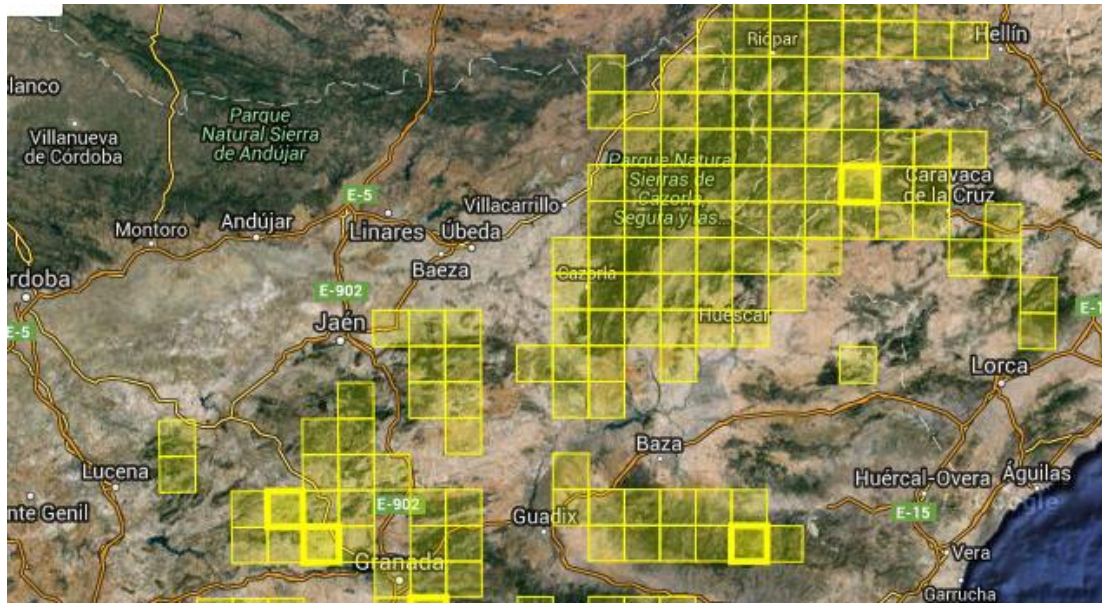


Fig. 5. Distribución de *A. dickhilleni* en la provincia de Jaén.

Delimitados por cuadrículas de 10x10 km, basadas en registros actuales de citas publicadas, como en campañas específicas o datos cedidos por colaboradores desinteresados.

Para más información acerca de S.I.A.R.E consultar *Montori A. et al., Recursos SARE: AHEnuario y base de datos. Utilización del SIARE para la incorporación de observaciones de anfibios y reptiles de España.*

HÁBITAT

Se encuentra en las proximidades de barrancos tanto con cobertura arbórea, como pinares aclarados de *Pinus nigra* y quejigares de *Quercus faginea*, (Pleguezuelos *et al.*, 2002) como en terrenos abiertos y sin vegetación, entre 700 y 2200m, en sustratos predominantemente calcáreos, aunque ocasionalmente ocupa zonas de pizarras y esquistos. Puede encontrarse en zonas de fuerte relieve y muy escarpadas. Los adultos se localizan en grietas y fisuras de los barrancos, bajo piedras junto a los arroyos, fuentes y albercas y en taludes de tierra suelta al borde de caminos y carreteras. Utilizan para la reproducción los escasos puntos de agua corriente permanente que subsisten en su área de distribución, siempre con aguas limpias y claras, y ocasionalmente de fuerte corriente, y también albercas, balsas, pilones, fuentes y abrevaderos que albergan agua durante la mayor parte del año (Antúñez *et*

al., 1988; Márquez et al., 1994; Márquez & Bosch, 1996; García-París & Arntzen, 1997; Salvador & García-París, 2001)

AMENAZAS

El sapo partero bético es uno de los anfibios más amenazados de nuestra fauna. La escasez de lugares con agua limpia, y estable en el tiempo, además de muchas de las estructuras de almacenamiento de agua para uso agrícola o ganadero como balsas, pilones y abrevaderos que mantienen las últimas colonias de la especie en amplias zonas, están sufriendo un proceso de abandono generalizado o son substituidas por estructuras modernas inaccesibles para los sapos (Márquez et al., 1994; García-París & Arntzen, 1997). La introducción de especies exóticas como la carpa (*Cyprinus carpio*) o el cangrejo americano (*Procambarus clarkii*) y el uso de fitosanitarios cerca de sus lugares de reproducción son causas importantes del declive de esta especie, pero sin duda la más alarmante es la fragmentación de sus poblaciones a nivel genético, las poblaciones con mayor número de efectivos se encuentran en las sierras de Segura y Cazorla, aunque las poblaciones periféricas se encuentran sometidas a procesos de extinción estocásticos (Pleguezuelos et al., 2002; Cachinero, 2014)., es decir, procesos de variabilidad ambiental un tanto aleatorios. [1]

2. ANTECEDENTES

2.1 ACTUACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ANFIBIOS EN ESPAÑA Y ANDALUCÍA

Como consecuencia de la fragilidad y el estado decadente de las poblaciones de anfibios en la actualidad, se ha generado un creciente interés por la conservación de anfibios y de sus hábitats, siendo multitud los programas de conservación iniciados dentro y fuera de nuestro país, como por ejemplo las actuaciones llevadas a cabo sobre el ferreret en 2005 (Mayol, 2005), o las actuaciones para la conservación de anfibios en Peñalara (Bosch, 2007)

2.2 ACTUACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL SAPO PARTERO BÉTICO

En el caso concreto del sapo partero bético, su carácter endémico ha atraído el interés de entidades privadas, publicas, asociaciones y herpetólogos aficionados con motivos conservacionistas. Por ejemplo hasta la fecha instituciones como la Universidad de Granada, la Estación Biológica de Doñana, la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, el Parque Natural de los Calares del Río Mundo y de la Sima, la Asociación Herpetológica Murciana (Ahemur), la Asociación Herpetológica Granadina y sobre todo la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y la Asociación Herpetológica Española que han sido las promotoras del 90% de las actividades realizadas.

Hasta la fecha se han realizado actuaciones en más de 80 localidades dentro del área de distribución del sapo partero bético, sobre todo dentro de dos planes de conservación.

- El Programa de Actuaciones para la Conservación de los Anfibios de la Sierra de los Filabres (Almería), dentro de este se realizaron obras en 21 localidades (González-Mirás et al. 2002), lo que posibilitó la recuperación de la especie en la zona y sirvió como base para futuros programas de conservación.
- El Programa para la Conservación de los Anfibios Amenazados de Andalucía, cofinanciado por la Junta de Andalucía y la Unión Europea. Acabó en el 2012 y dentro de él se llevaron a cabo actuaciones para todos los anfibios dentro de Andalucía, realizando modificaciones y mejoras en más de 60 localidades.

Este tipo de actuaciones sobre todo han estado relacionadas con la adecuación de los hábitats reproductivos (limpieza de puntos de agua, reconstrucción de balsas y abrevaderos, mejoras en los aportes de agua, instalación de rampas etc.), la creación de otros nuevos (charcas y abrevaderos) y la protección de estos (vallando su perímetro etc.), como es el caso de este proyecto. Esta clase de actuaciones son las más realizadas dado su bajo precio y su elevada eficacia, aun así también se han instalado paneles

informativos, se han eliminado especies exóticas y se han realizado translocaciones, aunque en menor medida. (Fig. 6) (Tabla 1)

La mayoría de las actuaciones se realizaron en montes públicos, pero igualmente se han firmado numerosos convenios de colaboración con particulares y ayuntamientos, implicándose en la conservación de esta especie. Y son los Agentes de Medio Ambiente junto con el Equipo de Seguimiento de Fauna de la Junta de Andalucía los que se encargan de realizar seguimientos en todos los lugares que se ha trabajado además de otros tantos naturales.

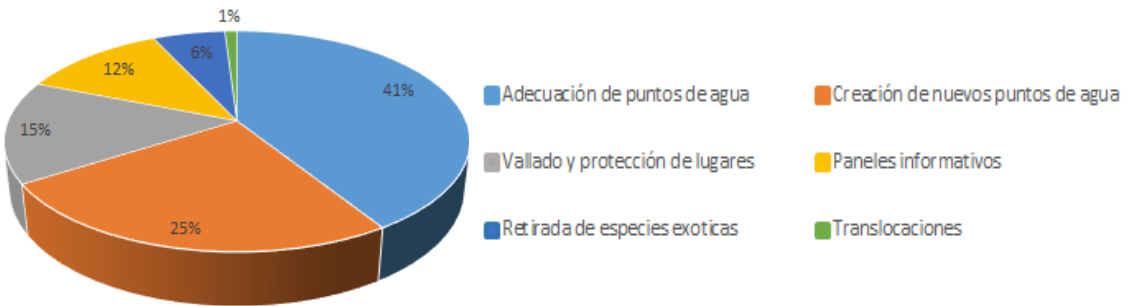


Fig.6. Medidas realizadas para la conservación del sapo partero bético en Andalucía

Tabla 1. Tipos de amenazas para el sapo partero bético y medidas llevadas a cabo para paliarlas.

Tipo de amenaza	Afecciones	Medidas llevadas a cabo
Abandono de infraestructuras	Perdida de la funcionalidad del sistema y finalmente desaparición del punto de agua.	Reparación y rehabilitación del punto de agua
Puntos de agua de difícil acceso o salida	Ahogamientos, muerte por inanición	Modificación de estructuras, instalación de rampas
Transformación de infraestructuras	Pérdida de la funcionalidad del sistema. Desaparición del punto de agua o creación de estructuras trampa	Adecuación de estructuras o creación de puntos de agua alternativos
Presión ganadera	Destrucción de la orla vegetativa y otros refugios. Contaminación del agua.	Vallado del punto de agua e instalación de punto alternativo para el ganado

	Aumento de la turbidez	
Sedimentación	Aporte excesivo de sedimentos a la charca y finalmente desaparición del punto de agua	Retirada de sedimentos de modo manual
Uso/Manejo inadecuado	Muerte de larvas por limpieza de vegetación acuática o vaciado del punto de agua. Proliferación de basuras. Riesgo de introducción de enfermedades	Vallado o instalación de enrejados sumergidos. Concienciación y divulgación. Instalación de paneles informativos
Introducción de especies exóticas	Depredación de puestas y larvas. Eliminación de la vegetación acuática. Aumento de la turbidez	Eliminación de especies, creación de refugios, instalación de paneles informativos
Aislamiento de poblaciones	Perdida de diversidad genética. Riesgo de desaparición por procesos estocásticos	Creación de puntos de agua intermedios. Mejoras en el hábitat terrestre. Translocaciones
Persecución/Captura	Muerte directa por persecución. Retirada de larvas por niños	Aplicación legislación vigente, regulación, instalación de paneles
Intoxicación por plaguicidas	Muerte de larvas y adultos por tratamientos con fitosanitarios	En zonas forestales, exclusión de las áreas de reproducción de las zonas de tratamiento

Este tipo de actuaciones son muy económicas en comparación con la mayor parte de programas de conservación de especies y muy fáciles de ejecutar, obteniéndose resultados en un corto plazo de tiempo, con un significativo beneficio en el aumento de la biodiversidad. Este es el caso de la Sierra de los Filabres (Almería), la cual en 10 años ha pasado de tener 5 lugares de reproducción en el año 2000 a 18 en el 2010, (Fig. 7.) y aunque no hay datos más actualizados seguro que este número se ha superado gracias a las actividades realizadas. (Nevado et. al 2002)

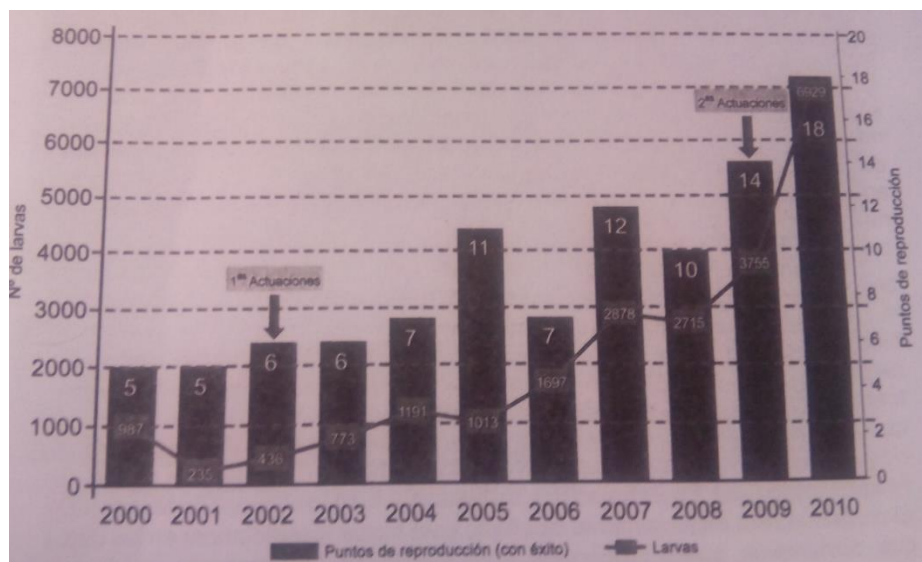


Fig.7. Evolución de las poblaciones del sapo partero bético en la Sierra de los Filabres

2.3 SEGUIMIENTO DE POBLACIONES GRACIAS AL PROGRAMA S.A.R.E

Como se ha visto los programas de seguimiento a medio y largo plazo son fundamentales para conocer las tendencias poblacionales, identificar las que tienen más riesgo de desaparecer e intensificar las actividades sobre ellas.

La Asociación Herpetológica Española (AHE) y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente tienen un ambicioso proyecto para el seguimiento sistemático de anfibios y reptiles en toda España, además se están realizando muestreos más específicos para especies amenazadas, llamado S.A.R.E (Seguimiento de Anfibios y Reptiles en España).

De esta manera, gracias a la monografía de seguimiento de *A. dickhilleni* se puede saber las poblaciones que se encuentran en la provincia de Jaén y su estado de conservación. De las más de 160 estaciones muestreadas se han encontrado presencia en 61, distribuyéndose la especie por todas las sierras béticas de la provincia, excepto las más aisladas y occidentales del conjunto de Sierra Sur, a excepción del macizo de Alta Coloma, donde se encuentra la población más al oeste (García & Arntzen, 2012) y sobre una de las cuales pretendemos actuar. La Sierra del Pozo contiene las poblaciones más al sureste y la Sierra de Segura por el norte y oeste. Por el noroeste, el límite parece constituirlo el margen izquierdo del río Guadalimar.

En la Sierra Sur y Mágina, se puede encontrar en zonas forestales de montaña, pinares, encinares y zonas de matorral entre 700 y 1800 m. También

pueden aparecer en zonas agrícolas marginales, de olivar y frutal. También puede llegar a ocupar zonas con bastante aridez, que no parece ser un factor limitante siempre que haya lugares de reproducción adecuados. En estas zonas suele utilizar medios artificiales para su reproducción, sobre todo porque la disponibilidad de lugares naturales adecuados es muy baja, así que la gran mayoría dependen de los artificiales como balsas y abrevaderos. En este conjunto se tratará de construir ambientes que se asemejen lo máximo posible a los naturales para que la dependencia a los medios artificiales sea menor, ya que estos están sujetos a alteraciones casi constantes, por ejemplo en Sierra Mágina y Sierra de Segura donde se están sustituyendo los antiguos abrevaderos de piedra o madera por otros metálicos con patas donde no tienen acceso los anfibios (Fig.8)



Fig.8. Conversión de antiguos tornajos de madera a otros metálicos

En las sierras del conjunto Cazorla-Segura los lugares naturales son elegidos antes que los artificiales debido a su mayor abundancia, aunque en los Campos de Hernán Perea, dentro de la Sierra de Segura, donde se localizan las poblaciones más abundantes de la provincia, suelen encontrarse en infraestructuras hidráulicas dedicadas a recoger el agua de lluvia, cuyo diseño son enormes balsas tapizadas con una lona de plástico. Este tipo de estructuras son muy peligrosas para los anfibios ya que suelen depositar miles de puestas en ellas y debido a su diseño a la hora de salir, los juveniles pueden morir deshidratados al ascender por las paredes plásticas de la charca a pleno sol y no poder encontrar ninguna zona de sombra alrededor. Por esta razón no es una buena idea depositar una lona de plástico a la hora de construir una charca natural, aun sabiendo que así tendrá agua durante más tiempo.

La construcción de estas charcas es una de las medidas más utilizadas y con más éxito para la conservación de anfibios en Andalucía (Fig.6) como son los casos de la construcción de charcas en el Parque Natural de los Alcornocales en 2014, en Huerta Grande (Algeciras, 2009) o en Sierra Morena en 2007, donde se construyeron más de 60 charcas para conectar poblaciones. Los resultados ante este tipo de actuaciones son casi inmediatos, ya que las charcas se suelen construir en los meses de verano cuando los anfibios tienen menos actividad antes de las lluvias otoñales y en esa misma primavera se suelen ver metamórficos de especies oportunistas como sapo corredor (*Epidalea calamita*) o el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*). Estas actuaciones fueron llevadas a cabo por el equipo de Ricardo Reques, investigador de la Estación Biológica de Doñana y debido a su efectividad este modelo puede ser exportado a otros lugares donde es necesario intervenir para asegurar la conservación de poblaciones de anfibios, además es una buena forma de anticiparse a los próximos escenarios ecológicos previstos para las próximas décadas cuando el cambio climático podría acelerar la extinción de sus poblaciones (Reques 2008).

2.4 MODELOS DE CONSERVACIÓN EX SITU

Aparte de tomar medidas de conservación en los lugares de reproducción, también hay entidades que se ocupan de la conservación *ex situ*. Este es el caso de Bioparc Fuengirola, que en 2008 inició un programa de Cría en Cautividad de *A. dickhilleni* [1] en colaboración con la CMA de la Junta de Andalucía y el CSIC, en la que después de cuatro años, en 2012 consiguió su primera reproducción en cautividad del sapo partero bético (Fig. 9.). La finalidad de este programa ha sido la de ampliar los conocimientos existentes sobre la cría en cautividad de la especie y mantener una reserva de animales ante futuros problemas que la pongan en peligro, e incluso la de reintroducir especies en lugares donde esta se ha extinguido.



Fig.9. Ejemplares de *A. dickhilleni* en cautividad. Bioparc Fuengirola

Aunque se ha comprobado que la reproducción en cautividad es una medida eficaz para la conservación de este sapo, las medidas *ex situ* más típicas son la divulgación y la educación ambiental, tanto de escolares como agricultores ganaderos y agentes de medio ambiente.

Otro tipo de medida de conservación que se está llevando a cabo es intentar reducir la quitridiomycosis, a la que el sapo partero bético es especialmente susceptible. Esta es una enfermedad producida por el hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*. Muchas poblaciones experimentan mortalidades de entre el 50% y el 100% en uno o dos años y ya es reconocida como una de las causas principales del declive generalizado de los anfibios en todo el mundo (Gascon et al, 2007)



Fig. 10. Sapo partero mallorquín muerto por quitridiomycosis. / Foto J. Bosch

Actualmente existe un Proyecto de Conservación *in situ* por parte de Bioparc Fuengirola, el Museo de Ciencias Naturales de Madrid (CSIC), la EAZA (European Association of Zoos and Aquaria) y el Amphibian Ark. Los objetivos

de este proyecto son, por una parte hacer un seguimiento de las poblaciones infectadas para estudiar su evolución en condiciones naturales y, por otro, ensayar diferentes métodos de mitigación de la enfermedad en la naturaleza.

Otra actividad realizada ha sido el estudio de la variabilidad genética en las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, desarrollando marcadores moleculares microsatélites, que caracterizan la variabilidad genética individual y poblacional mediante frecuencias génicas (Albert et al., 2010). Con la ayuda de estas herramientas un grupo de investigación de la Estación Biológica de Doñana ha sido capaz de realizar un seguimiento de la diversidad y el flujo genético entre sus poblaciones en dichas sierras.

El objetivo era tratar de averiguar las unidades genéticas significativas que componen la población total del parque, y como se reparte esa diversidad en un entorno tan accidentado como es la Sierra de Cazorla. El interés suscita en que sabríamos que poblaciones están genéticamente más aisladas de otras y por tanto cuales son más vulnerables y las actuaciones podrían centrarse en aquellas poblaciones con menor diversidad y flujo génico, ahorrándose así esfuerzo y dinero (Albert E. 2012)

3. AREA DE ACTUACIÓN

3.1 CONDICIONES GEOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN

El área de actuación comprende la provincia de Jaén, situada en el sureste de la Península Ibérica (37° 22'-38° 33' latitud N. y 2° 25' – 4° 17' longitud W.) (Fig. 11). Siendo su extensión de 13.492 km².

En el norte, ocupando casi el total ancho provincial se encuentra Sierra Morena, zona montañosa, de rocas silíceas y lomas suaves; en el centro discurre la Depresión del Guadalquivir; al sur se sitúan las Sierras Subéticas del Sur, comarca de montañas calizas y abruptas como Pandera Jabalcuz, Alta Coloma y Mágina, (Fig. 1.) esta última es una de las cuales se va a situar una red de charcas; al este se encuentran las sierras Béticas de Cazorla y Segura, también calizas y abruptas, dedicadas sobre todo al aprovechamiento forestal, cuya altitud media ronda los 950 msm; sólo queda el extremo sureste, en el

que se encuentra la Depresión del Guadiana Menor, constituida por terrenos altos y semejantes a las tierras baldías o “bad lands” de la Depresión de Guadix (Pezzi, 1982)

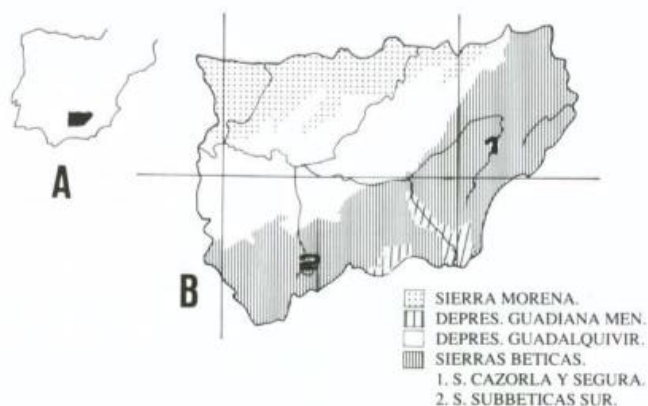


Fig 11. Posición de la provincia de Jaén respecto a la Península Ibérica (A) y la delimitación de sus comarcas (B) (Pezzi, 1982)

El Índice de Aridez de MARTONNE. $I = P/T + 10$ (P =precipitación media anual en mm. y T =temperatura media anual en °C.) nos define dos tipos de climas para esta provincia, uno con $I < 20$ propio de “estepas y países secos mediterráneos” y otro con $I > 20$, llamado de “secano y olivares”. La precipitación presenta un gran margen de variación, pues está comprendida entre 350mm, en la Depresión del Guadiana Menor. Hasta 1.300 mm, en zonas favorables y altas de las sierras Béticas, como Pandera, Mágina y Cazorla, (Fig.12.) este dato es importante ya que el llenado de las nuevas charcas va a ser completamente natural por precipitaciones (Castillo et al., 1978). En general se observa que la aridez se incrementa hacia el este (las sierras de Cazorla y Segura son una excepción) y se amortigua con la altitud (Pleguezuelos 1990)

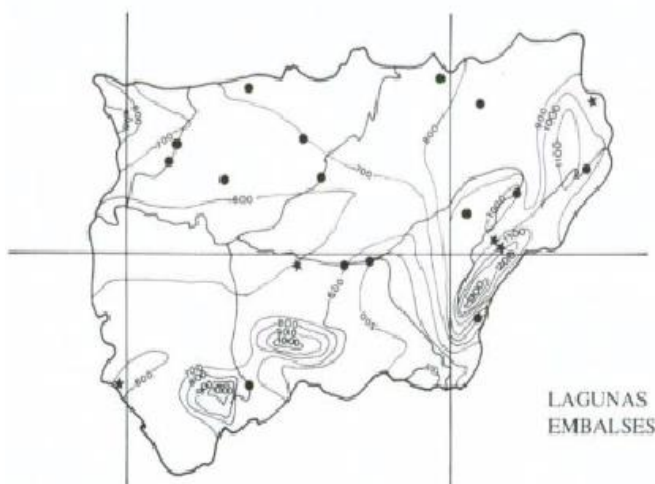


Fig. 12. Mapa pluviométrico de Jaén (en mm. de precipitación anual), representándose los puntos importantes de agua como lagunas y embalses

La precipitación media anual va a condicionar notablemente la presencia y tipo de masas de agua en la provincia. En las Sierras Béticas, de litología caliza, son frecuentes las fuentes, que suelen estar acompañadas de pilares; en las dolinas de algunas localidades se forman encharcamientos, algunos permanentes y la mayoría efímeros. En la depresión del Guadalquivir los principales puntos de agua son pequeñas albercas instaladas para el regadío en un paisaje totalmente agrícola. Es en esta comarca donde se encuentran las dos principales lagunas de la provincia (Fig. 12.) (Pleguezuelos 1990)

La temperatura media anual de la provincia oscila entre 18.5°C en Andújar (Depresión del Guadalquivir) (Fig. 13.) y 15.4°C en Siles (Sierra de Segura). Aunque en las zonas montañosas esta última debe ser más extrema. [1]

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LA PROVINCIA DE JAÉN

Para la descripción de la vegetación de las comarcas en las que se va a actuar, se entenderá a datos fisonómicos, con objeto de dar una idea del paisaje vegetal existente en Jaén. Para establecer una dinámica vegetal, se hará en base a la litología y en la clasificación bioclimática propuesta por Rivas-Martínez (1982) según la cual en esta provincia se hallan representados 4 de los 6 pisos bioclimáticos (p.b) definidos para la Región Mediterránea; termomediterráneo ($8 < T < 17^{\circ}\text{C}$.) mesomediterráneo ($13 < T < 17^{\circ}\text{C}$), supramediterráneo ($8 < T < 13^{\circ}\text{C}$) y oromediterráneo ($4 < T < 8^{\circ}\text{C}$), así como los ombroclimas semiárido ($P < 350 \text{ mm.}$), seco ($350 < P < 600 \text{ mm.}$) subhúmedo ($600 < P < 1.000 \text{ mm.}$) y húmedo ($P > 1.000 \text{ mm.}$) (Rivas Martínez 1982, 2004)

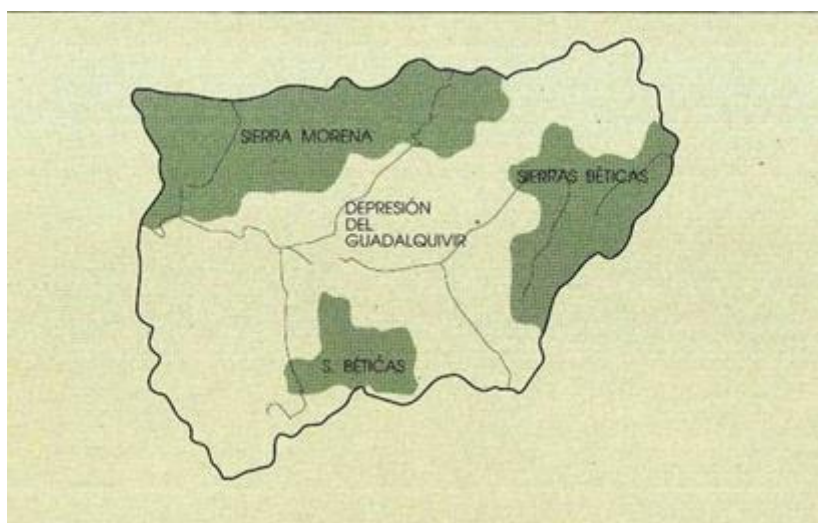


Fig. 13. Comarcas herpetológicas de la provincia de Jaén.

Para facilitar la descripción de la vegetación y al tener unas características similares, la

vegetación de las sierras de Mágina, Cazorla, Segura y las Villas se va a describir en forma de un mismo conjunto de sierras, las Sierras Béticas (Fig. 13.)

Las rocas carbonatadas son predominantes, que dan lugar a suelos más o menos básicos. Se pueden reconocer el piso meso, supra y oromediterráneo; los ombroclimas varían desde seco a húmedo. En el p.b. mesomediterráneo seco se desarrolla la serie de encinares béticos (*Quercus rotundifolia*) con peonias (*Paeonia coriácea*). Cuya etapa climática consiste en un bosque denso y bien estratificado de entre 5-7 m. de altura, con numerosas lianas como las esparragueras (*Asparagus acutifolius*) y madreselvas (*Smilax aspera*) y plantas herbáceas esciáfilas como peonias y algunas orquídeas (*Orchis mascula*), sin embargo este tipo de formaciones solo están bien representadas en Cazorla, mientras que en Segura y Pandera es más común los encinares abiertos y no muy adehesados debido a la explotación ganadera. Aunque sin duda lo que predomina son los matorrales de degradación constituidos por romerales (*Rosmarinus officinalis*, *Cistus clussi*, *Thymus zigys*) y algunos espartales (*Stippa tenacissima*) (Rivas Martinez, 1987) (Pleguezuelos, 1990)

En el piso supramediterráneo, que contiene un ombroclima subhúmedo, siguen apareciendo encinares pertenecientes a la serie de los encinares béticos con agracejo (*Berberis hispánica*) y en general más abierto que los anteriores a causa del frío, siendo muy frecuentes las especies espinosas caducifolias como los agracejos, majuelos (*Crataegus monogyna*) y escaramujos (*Rosa sp.*), en sus etapas de degradación predominan los lastonares (*Brachypodium pinnatum*), salviares (*Salvia lavandulifolia*) y esplegares (*Lavandula latifolia*). Cuando en este piso el ombroclima subhúmedo se acerca a húmedo se desarrollan bosques caducifolios con buena cobertura, con quejigares (*Quercus faginea*) y acerales (*Acer granatense*) en ambientes umbríos. (Rivas Martinez, 1987)

El último p.b., el oromediterráneo, aparece la serie bética de la sabina rastrera (*Juniperus sabina*). Cuya comunidad madura, el pinar de laricios (*Pinus nigra salzmanii*) con sabinas y enebros rastreros (*Junierus comunnis*). Está muy extendida y bien conservada en las altas cumbres de las Sierras de Cazorla y Segura, formando bosques muy abiertos con altos árboles. La

degradación de este biotopo conlleva al desarrollo de grandes extensiones de piornal (*Vella spinosa*) (Rivas Martínez 1997).

Por último cabe destacar las extensas repoblaciones llevadas a cabo hace varias décadas hacen que parte de estas sierras estén cubiertas de pinares, sobretodo de *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* en el p.b. mesomediterráneo y *Pinus nigra* en el supramediterráneo, sobre todo en las Sierras de Cazorla y Segura donde los pinares predominan en el paisaje, formando bosques a veces muy antiguos y cerrados.

3.3 CONDICIONES PARA ELEGIR UNA ZONA

El área de actuación de esta red de charcas va a consistir en 3 puntos, uno situado en la Sierra Sur, otro en Mágina y el tercero en la Sierra de Cazorla, y dentro de estas se deben seguir una serie de criterios para aumentar la probabilidad de colonización y recuperación de poblaciones.

- Primero hay que elegir una cuadrícula de 10x10 km establecida con coordenadas UTM. Este paso se realiza mediante el Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España (S.I.A.R.E) [2] creado a partir del programa de Seguimiento de Anfibios y Reptiles en España (S.A.R.E) [3]. Este paso es imprescindible porque gracias a este servidor podemos encontrar las citas publicadas por herpetólogos en sus muestreos, lo que facilita la localización de poblaciones en un determinado lugar. Se elegirá el cuadrante que mayor número de citas tenga en cada una de las Sierras, su justificación es que al construir nuevas charcas y estas al estar enlazadas, las poblaciones existentes tendrán mayor probabilidad de expansión y de cruzarse con otras poblaciones con las que anteriormente no podían comunicarse.
- Lo segundo, elegida ya una cuadrícula, dentro de ella se debe buscar zonas con agua, ya sean arroyos, lagunas, charcas, chortales, albercas etc., ya que los anfibios estarán directamente relacionados con ellas, pero a la vez sería conveniente escoger zonas con baja antropización, ya que si las situamos cerca de cortijos o cañadas se pueden alterar o destruir.

- El tercer punto consiste en situar la red de charcas en zonas de vaguada y en suelos en los que haya presencia de humedad, ya que el llenado de las charcas va a depender exclusivamente de las precipitaciones, asemejándose a humedales naturales propios del clima mediterráneo. (Reques, 2009)
- La elección del suelo es otro aspecto a considerar, se deberían buscar zonas que presentan un sustrato arcilloso con saturación completa de agua en determinados momentos del año (suelos hidromorfos) y vegetación higrófila característica como pueden ser juncos y carrizos. Este tipo de sustrato debería de asegurar el mantenimiento de un hidroperiodo natural en las charcas. (Reques R. 2009) Aunque en determinados casos es aconsejable impermeabilizar las charcas con una capa de arcilla.

3.4 PUNTOS DE ACTUACIÓN

A continuación se detalla la posición estratégica de cada red de charcas. Se han escogido terrenos de montes propiedad de los términos municipales de Noalejo en la Sierra Sur, Bedmar y Garciez en Sierra Mágina y Villacarrillo en las sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Se han evitado elegir terrenos privados de particulares para evitar la modificación de una propiedad privada aun con consentimiento del titular del terreno y aparte para implicar a los ayuntamientos en la conservación del medio ambiente.

1. Una red de charcas se situará en el sur la Sierra del Trigo, más conocido como Hoya del Salobral, situada en la Sierra Sur de Jaén, perteneciente al municipio de Noalejo. (Fig. 15.) Gracias a mapas cartográficos del Instituto Geográfico Nacional (Fig. 14.) [4] ha sido posible situar la zona idónea donde se van a fabricar las nuevas charcas.

Se trata de una zona adecuada para albergar poblaciones de anfibios, ya que se encuentra en una zona de vaguada entre el Tajo del Engarbo y el Cerrillo del Colorado por el que pasa a su vez el Río Engarbo, el cual no tiene fuertes corrientes y frecuentes zonas donde el agua se para en recodos formando pequeñas charcas, además los alrededores

están compuestos por rocas carbonatadas (Guerra, A., 1968), lo que implica la formación de riscos y recovecos donde estos animales pueden refugiarse, y la vegetación compuesta de encinas y quejigos [5] también es propia del hábitat del sapo partero. (Pleguezuelos. 2008) Aparte del sapo partero hay citas considerables de culebrilla ciega (*Blanus cinereus*) y de culebra de herradura (*Hemorrhois hippocrepis*) que también es propia de ambientes húmedos. (Feriche, M. 2015)

Fig. 14. Parte del mapa cartográfico de España, cedido por el Instituto



Geográfico Nacional, en el cual se ve el enclave específico donde se van a situar las charcas



Fig. 15.
Representación de la Sierra Sur, la zona corresponde a la esquina inferior izquierda.

2. Otra se situará un poco más al norte que la anterior, en Sierra Magina, concretamente cerca de Albánchez de Mágina debido a la cantidad de puntos de agua que hay en esta localidad. [6]

El punto de agua elegido a partir del cual situar cerca las nuevas charcas es “La caldera del Tío Lobo” (Fig. 6.) por su buen estado de conservación y su valor medioambiental, por lo que constituye un hábitat perfecto para la reproducción de anfibios. [7]

Gracias a los mapas cartográficos se puede identificar la situación de los arroyos y las zonas de vaguada donde colocar las charcas en lugares próximos. (Fig. 16.)

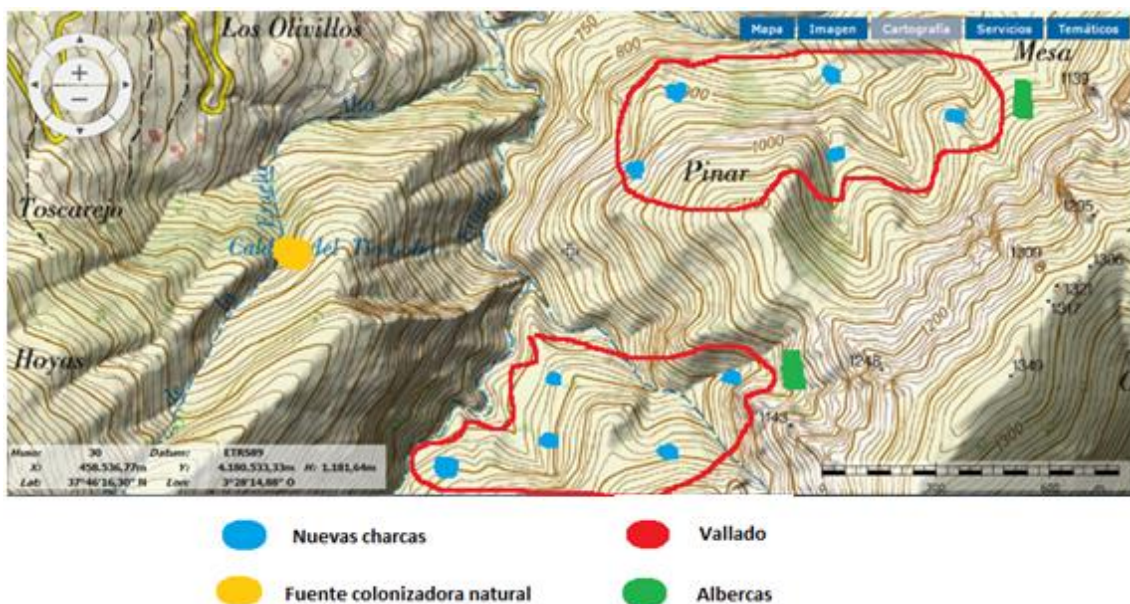


Fig. 16. Mapa cartográfico de la zona de actuación

Existen varias webs de senderismo que indican el camino hasta este peculiar punto de agua [8], pero lo que en un principio puede parecer un inconveniente, la dificultad para llegar a este punto es considerable, además las charcas no estarán cerca de senderos ni caminos para que el impacto que pueda causar los senderistas sea mínimo.

Al igual que la Sierra del Trigo, esta está compuesta por rocas calizas en su mayoría (Guerra, A. 1968) proporcionando escondites y zonas seguras para los anfibios.



Fig. 17. Cuadrante que engloba parte de Sierra Mágina, la zona de actuación se sitúa al noroeste.

3. La tercera se situará en el cuadrante que comprende el embalse de Aguascebas, en la sierra de Cazorla Segura y las Villas, concretamente en los alrededores de la pedanía de Vilchetes, perteneciente al municipio de Villacarrillo. (Fig. 19.) En esta cuadrícula se encuentran 28 citas del sapo partero (*A. dickhillenii*), lo que significa que es un lugar idóneo para construir una red de charcas que haga aumentar la población de este sapo y otros anfibios como la salamandra común (*Salamandra salamandra*) o sapo corredor (*Bufo calamita*), ambos con un número de citas considerable en dicha cuadrícula y que también necesitan de un medio acuático para su reproducción. (Fernandez Cardenete, J.R. et al. 2014.).

Esta localización tan especial ha sido encontrada gracias a los informes del programa “Conoce tus fuentes” de la Junta de Andalucía junto con la Universidad de Granada, en el que se detallan la localización en UTM, transito de ganado y personas, impacto ambiental, descripción de la fuente, alberca o charca, uso de esa agua etc. [9]

Al igual que en los dos enclaves anteriores, las características de este lugar son prácticamente las mismas. Gracias al mapa cartográfico podemos observar los valles que forma este sistema montañoso, que son zonas de vaguada idóneas para construir las nuevas charcas. (Fig. 18.)



Fig. 18. Extracto del mapa cartográfico de la Península Ibérica donde se van a situar las charcas



Fig. 19. Representación del cuadrante descrito en la sierra de Cazorla, Vilchetes se situaría en la parte más sur-este de dicho cuadrante.

4. MATERIAL Y METODOS. DISEÑO GENERAL DE LAS CHARCAS Y ALREDEDORES

El primer paso en el diseño de las nuevas charcas es elegir su situación, se han escogido áreas donde se sabe que hay puntos de reproducción de anfibios en base a la base de datos de la Asociación Herpetológica Española (A.H.E.). De esta manera partiendo de una charca reproductora piloto, la colonización de las nuevas charcas será mucho más efectiva y rápida. (Fig. 20.)



Fig. 20. Ejemplo de distribución de charcas en la Sierra de Cazorla, partiendo del “Chortal de Vilchetes” como charca piloto

4.1 CONSIDERACIONES BASICAS SOBRE LA BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE LOS ANFIBIOS

Hay que tener en cuenta estas consideraciones para evitar cometer errores y realizar una buena gestión

1. La elevada tasa de fecundidad y la variedad de modos de reproducción son cuestiones relevantes en la biología de conservación de anfibios. Además de bien es sabido que la mayor parte de su vida la pasan en el medio terrestre y solo acuden al agua (charcas, arroyos) para reproducirse y depositar los huevos, y estos pasaran una etapa acuática de larva hasta metamorfosearse en un adulto.
2. Podemos encontrar especies con fecundación externa y otras con fecundación interna, unas con cuidado parental y otras sin él. Además las tasas de fecundidad son muy diferentes entre especies. En el caso del sapo partero bético la fecundación es externa igual que la mayoría

de los anuros, y aun teniendo la peculiaridad de que no deposita los huevos en la charca sino que “carga” con ellos, el medio acuático sigue siendo imprescindible a la hora de la eclosión y el comienzo de la vida larvaria, otra especie peculiar es la salamandra común (*Salamandra salamandra*) la cual libera las larvas directamente de su cloaca cuando ya son capaces de nadar y alimentarse por sí mismas, estas estrategias hacen que el éxito de vida de los renacuajos sea mucho mayor que el de otras especies, sin embargo sus tasas de fecundidad son mucho más bajas que las de otras especies como el tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*) o el gallipato (*Pleurodeles waltl*). Por tanto las tasas de fecundidad va a condicionar de forma directa la estrategia de conservación de sus poblaciones.

3. No solo importa el medio acuático, conservar el medio terrestre es fundamental para la supervivencia de juveniles (Biek et al. 2002), ya que han de encontrar suficiente alimento y refugios adecuados hasta completar su fase adulta y poder reproducirse. Por ejemplo en casos como en el del sapo corredor (*Bufo calamita*) el paso de la etapa de juvenil a adulto supone un incremento de su tamaño de unas 300 veces y para conseguir esto debe disponer de alimento suficiente, (invertebrados terrestres de varios tamaños) durante toda su etapa de juvenil. Aun en la fase terrestre de su vida es fundamental conservar las zonas húmedas debido a las limitaciones fisiológicas que tienen los anfibios ya que no poseen una piel impermeable que les proteja de la pérdida de agua, esto junto con la fuerte filopatria y la escasa dispersión hacen que su exposición a cualquier amenaza o alteración sea mucho más palpable que en otros grupos de organismos.

También es importante saber la capacidad de dispersión de estos organismos, en general las poblaciones de distintos anfibios están concentradas en un área de 200 a 300 metros aproximadamente alrededor de una charca de reproducción (Semlitsch 1998), pero si en esos 300 metros hay otra charca colonizada, algunos individuos de

ambas poblaciones se pueden reproducir creando una metapoblación, por estos motivos las condiciones del medio terrestre alrededor de las zonas húmedas son tan importantes como las propias charcas si se quiere hacer una gestión adecuada para la conservación de las poblaciones.

4. En ambientes mediterráneos suelen presentarse años pluviométricamente secos en los que la reproducción de anfibios es escasa o nula, pero no debemos alarmarnos ante este hecho porque son procesos naturales a los que estos organismos están adaptados y que por otra parte estos procesos en los que la charca se seca completamente en verano sirven, para contrarrestar efectos nocivos de especies invasoras que no puedan soportar estas condiciones. Sobre todo en los casos en los que se introducen peces, como la carpa (*Cyprinus carpio*) que es un depredador natural de huevos de anfibios y de cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) en los que se ha observado que sus poblaciones disminuyen drásticamente llegando incluso a desaparecer (Braña et al. 1996). Además si su hábitat se encuentra en buenas condiciones algunos individuos pueden dispersarse y encontrar otras poblaciones más o menos cercanas, este movimiento de poblaciones constituye un factor decisivo para la conservación de este tipo de especies (Hanski 1999, Stevens et al. 2006).
5. Tener en consideración el hidroperiodo o duración de las charcas es fundamental a la hora del desarrollo larvario, ya que unas especies tienen un desarrollo más largo que otras por lo que la presencia de charcas con distintos hidroperiodos en un mismo lugar contribuye a mantener una mayor diversidad de anfibios (SEPA, 2000, Reques 2008).
6. También es importante atender a la sucesión vegetal ya que afecta a los anfibios de diferentes formas. Algunas especies necesitan medios abiertos y despejados de vegetación como el caso del sapo corredor

(Denton et al. 1997), y otras necesitan una mayor cobertura vegetal como la salamandra común (*Salamandra salamandra*). Igualmente, algunas especies como el tritón jaspeado pigmeo o la ranita meridional muestran preferencia por charcas con vegetación acuática (Reques 2000, 2006) y otras, como el sapo corredor o el sapillo pintojo meridional, prefieren charcas sin esta cobertura vegetal (Reques 2000, Sinsch 2007). Las actuaciones del hombre en estos procesos de sucesión también pueden tener efectos nocivos para las poblaciones de anfibios. Por ejemplo, la plantación de árboles cerca de las charcas aumenta la evapotranspiración y reduce la luz para los productores primarios alterando todo su funcionamiento ecológico (Skelly et al. 1999).

4.2 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CHARCA

Como hemos visto hay que tener en cuenta multitud de consideraciones a la hora de construir una charca así un acto que parece ser relativamente sencillo se torna bastante complejo.

Una vez elegido el lugar específico (*in situ* o mediante un Sistema de Información Geográfico, SIG). Estos lugares deben estar situados en zonas de vaguada y preferiblemente con sustrato arcilloso y también es importante la presencia de humedad (suelos parcialmente encharcados, vegetación característica como los juncos) y cerca de otra charca que este dentro del radio de dispersión de la mayoría de anfibios para que vayan colonizando los nuevos humedales.

La estructura idónea es un modelo de charcas en mosaico (SEPA, 2000), con una charca principal y más grande y otras alrededor más pequeñas, de esta forma se facilita la dispersión, además es importante vallar el perímetro para que no pueda entrar el ganado doméstico y alterar o destruir parcialmente las nuevas charcas, además cada zona contará con uno o varios abrevaderos externos adaptados para que las reses puedan beber agua y a la vez sean accesibles a anfibios. (Fig. 21.)

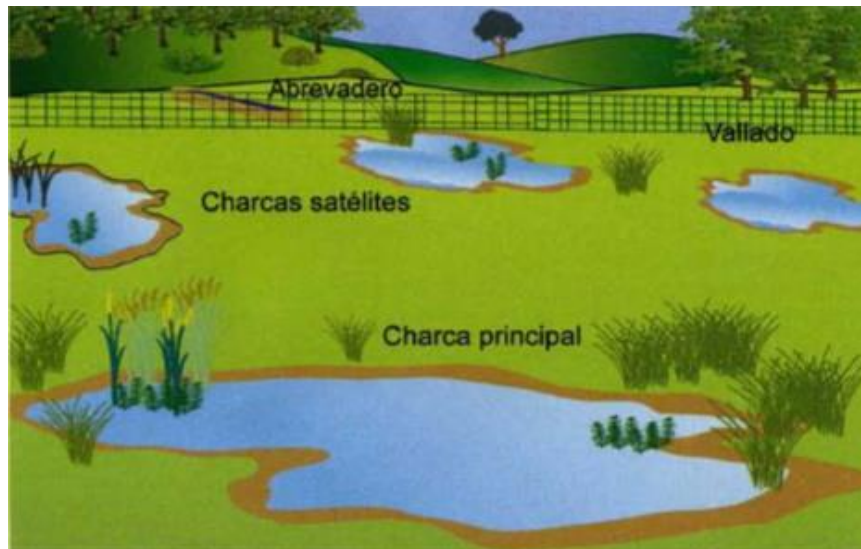


Fig. 21. Modelo de charcas en mosaico

El periodo por el cual las charcas tienen agua depende exclusivamente de su hidroperiodo natural, llenándose con las lluvias de otoño y secándose en verano, similares a los pequeños humedales naturales propios del clima mediterráneo, hay que procurar mantener una cierta variedad entre las charcas para que haya un hidroperiodo heterogéneo en su conjunto, así especies que necesitan más tiempo para su fase larvaria se puedan desarrollar en las charcas que contengan agua durante más tiempo, o incluso todo el año, como el caso del sapo partero bético, cuyas larvas necesitan entre 3 y 16 meses para metamorfosearse, además en un mismo cuerpo de agua pueden verse puestas a lo largo de varios meses, lo que podría deberse a una reproducción asincrónica entre los individuos de una misma población o a la consecución de varios eventos reproductivos. (González-Miras et al., 2012)

Las dimensiones de las nuevas charcas deben estar entre los 5 las más pequeñas y los 15 metros cuadrados las mayores, y una profundidad menor a un metro (Fig. 22.). Las charcas pequeñas pueden albergar mayor biodiversidad (anfibios, invertebrados, plantas) que las lagunas o los ríos que tienen agua permanente ya que sostienen a un grupo de organismos que no soportan un medio acuático permanente (Reques, 2008).

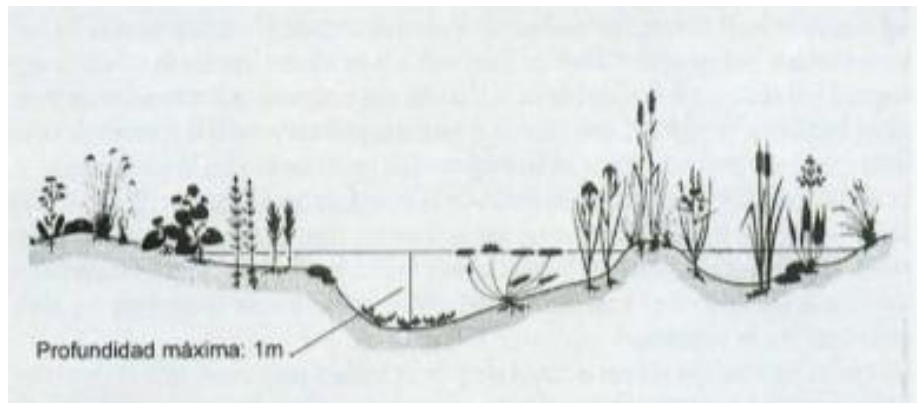


Fig. 22. Sección vertical de una charca principal

El perfil de la charca principal debe ser irregular para poder albergar diferentes microhábitats en la misma charca, el fundamento de crear zonas con diferentes profundidades y orillas con diferente grado de pendiente es que va a influir en el tipo de organismos que habiten esa charca y el objetivo es tener la mayor biodiversidad posible, tanto vegetal como animal (Corbet, 1999).

Por ejemplo especies como el sapo corredor (*Epidalea calamita*) o el sapillo moteado ibérico (*Pelodytes ibericus*), realizan sus puestas en pendientes suaves porque su desarrollo larvario tiene una demanda abundante de oxígeno y, a la vez, necesita una elevada insolación para mantener las temperaturas altas, pero otras especies como el tritón jaspeado pigmeo (*Triturus pygmaeus*) o la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) necesitan de zonas con mayor profundidad, ya que depositan sus puestas sobre plantas acuáticas y estas necesitan una determinada profundidad para crecer (Reques, 2008).

Respecto a nuestra especie clave, el sapo partero bético, suele ser la especie más frecuente en los puntos de agua en los que se reproduce, y es indiferente de la pendiente de la orilla a la hora de realizar sus puestas.

Comparte hábitat con otras siete especies de anfibios, siendo la rana común (*P. perezii*) la especie con la que coexiste con más frecuencia.

Sus relaciones con estas siete especies son diferentes, mientras que hay especies que evitan su presencia, como por ejemplo el sapo común (*Bufo bufo*) ya que sus larvas no tienen la misma fuerza competidora, también hay otras que no, como el caso de la salamandra común (*Salamandra salamandra*)

cuyas larvas pueden predar sobre larvas pequeñas de sapo partero bético (Martínez-Solano, 2003).

Debemos tener en cuenta que el desarrollo y presencia de larvas invernantes es diferente dependiendo de la tipología del medio; en lugares poco profundos, las larvas se desarrollan al mismo tiempo que crecen y metamorfosean a final del verano, mientras que en zonas donde la profundidad es mayor, las larvas crecen más, pero se desarrollan más lentamente, por lo que probablemente pasaran el invierno en el agua. (García-Cardenete, 2005). Dependiendo del diseño de cada charca se sabe de antemano cómo van a crecer las larvas de sapo partero.

Técnicamente, el proceso de construcción de una charca es bastante sencillo,

1. Una vez elegido el lugar se comienza por la retirada de sustrato con maquinaria pequeña y con facilidad de movimiento para evitar daños a la vegetación circundante (Fig. 4.) la excavación se debe comenzar por la zona más profunda e ir suavizando la pendiente progresivamente.
2. Una vez conseguido el perfil de la charca que se requiera según el caso, se debe compactar el suelo lo máximo posible, encima del suelo y siguiendo con el perfil de la charca se debe poner una capa de arena de obra siguiendo con el perfil de la charca, con esto evitamos que la lámina de material impermeable que va colocada justo encima se deteriore debido a las características del suelo desnudo. Con esta lámina se pretende que la charca tenga agua durante más tiempo para las especies que tienen una vida larvaria más larga.
3. Justo encima de la lámina impermeable se debe colocar una malla de plástico, porque la última capa de la charca es una capa de la propia tierra que se ha extraído y la malla va a evitar que con las primeras lluvias la tierra quede sujeta de forma uniforme y no se deslice hacia el centro de la charca y de esta forma se colmate. Esa tierra constituye un banco de semillas autóctonas que va a evitar la colonización de vegetación que no sea propia de la zona y especialmente vegetación cosmopolita con gran poder de colonización.
4. El resto de tierra sobrante en ningún caso debe echar sobre el suelo que hay bajo los árboles y arbustos ya que podría provocar que se sequen,

en lugar de eso esa tierra tiene que retirarse o distribuirse en lugares adecuados.

5. Hay que poner atención a los niveles de la charca, para que sean uniformes una vez llenada de agua, si quedan desniveladas no pueden llegar a llenarse con el volumen que esperamos.
6. Una vez llena podemos ver si su funcionamiento hídrico es el adecuado, si es así se deja para que se colonice de plantas y animales de forma natural y en pocos meses se puede ver el resultado de dicha colonización. (Fig. 23.)



Fig. 23. Proceso de creación de una charca en Algeciras. Reques, 2009

El cercado de las charcas es fundamental para evitar que el ganado domestico acelere la degradación de las charcas, por colmatación y contaminando el agua. Para compensar el vallado se va a proceder a la construcción de abrevaderos, para una mayor durabilidad se ha pensado en hacerlos de piedra y con una rampa interior y otra exterior para que otros organismos de menor tamaño también tengan acceso, incluso los propios anfibios. Su llenado podría proceder de depósitos instalados en el exterior o bien con agua de las propias charcas. El fin del vallado no es otro aumentar la vida de las charcas y que mantengan sus características ecológicas, y el de los abrevaderos es irrumpir lo menos posible en las actividades ganaderas de la zona. En otros proyectos se abre el vallado para que las reses entren cada dos o tres años y controlen el crecimiento de la vegetación durante el periodo de sequía de las charcas, de esta forma se retrasa el proceso natural de colmatación y desecación de los humedales (Reques, 2008), pero en este caso, debido a las características de las charcas se va a proceder al desbroce natural cuando se necesite, evitando que entren animales de gran tamaño y estropeen la lámina impermeable de las charcas.

En varios estudios se ha llegado a la conclusión de que se debe proteger un perímetro de al menos 40 metros alrededor de la charca (zona de influencia acuática) donde deben limitarse al máximo acciones como el arado mecánico o el desbroce, además esto minimiza el proceso de colmatación de las charcas (Rudolph y Dickson, 1990; Semlitsch y Rothermel, 2003)

4.3 CONSERVACIÓN Y GESTION DEL MEDIO TERRESTRE

Aunque la conservación de zonas húmedas es fundamental, los anfibios pasan la mayor parte de su vida en tierra, por lo que su gestión es igual de importante.

Los atropellos constituyen una de las principales causas de mortalidad de los anfibios, además las carreteras con construcciones que frecuentemente cortan la conexión entre poblaciones, por lo que concienzudamente se han elegido zonas donde no hay carreteras al lado de las poblaciones que queremos reforzar, pero si hay caminos rurales por los que pasan todoterrenos, motos y otros vehículos de montaña, y aunque este hecho no debería presentar ningún riesgo para las futuras poblaciones, en el posterior seguimiento de las charcas para comprobar su efectividad se evaluará el impacto que tienen estos caminos y si es necesario se tomarán medidas en los puntos más sensibles de paso, mediante la instalación de barreras que eviten el paso a estos animales y los desvíen hacia un paso subterráneo, pero solo si es necesario ya que en principio la existencia de esos caminos supone un mínimo riesgo.

En este caso no se va a llevar a cabo regeneración vegetal alrededor ni dentro de las charcas, es preferible que se colonicen de forma natural, en poco tiempo está previsto que las charcas se colonicen por macrófitos y los alrededores de vegetación palustre. En otros estudios (Alarcos G. 2003; Santos C. 2003) se ha visto como la vegetación alrededor de las charcas no influye en su colonización, teniendo el mismo éxito pastizales xerófilos, pastizal húmedo o formaciones arbustivas y de dehesa, no es el caso de la vegetación acuática, que favorece la presencia de la rana común y las especies del género *Triturus*. También se ha visto como la abundancia de vegetación puede limitar, o, incluso, llegar a impedir el desplazamiento de individuos en dispersión. Los diseños con vegetación poco densa en las inmediaciones de las charcas

incrementan la probabilidad de conexión de poblaciones y aumentan la persistencia de dichas poblaciones (Gibbs, 1993, Semlitsch y Bodie, 1998, Skelly et al. 1999).

Se debe hacer especial mención a la gestión de especies foráneas ya que es de vital importancia evitar la introducción o eliminación en caso de que haya llegado de forma espontánea de especies piscícolas y de cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) (Fig. 24.) ya que hay numerosos estudios que demuestran la disminución de poblaciones a causa de la predación de este tipo de especies. (Braña et. al 1996). Las especies más afectadas por la presencia de *P. clarkii* son *T. marmoratus* y *P. waltl* encontrándose el primero el (91%) en charcas sin cangrejos que con cangrejos (50%) y para el gallipato la presencia del cangrejo influye desde el 73% sin su presencia a el 25% estando presente. (Alarcos G. 2003).



Fig. 24. Un grupo de niños colaborando en la extracción del cangrejo rojo americano. Asociación Reforesta, 2007. Manual de creación de charcas para anfibios.

Otro aspecto de importancia es comprobar la presencia de refugios en los alrededores de las charcas, sobre todo para aumentar la probabilidad de supervivencia de los ejemplares juveniles. En caso de no haber refugios naturales se pueden colocar troncos secos o rocas de tamaños variables alrededor de las charcas de manera más o menos concentrada.

4.4 PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS NUEVAS POBLACIONES

Una vez construidas las charcas, es necesario realizar un seguimiento periódico para comprobar si la colonización es efectiva. El seguimiento se realizaría mediante una serie de muestreos siguiendo el mismo protocolo que

el *Programa de Actuaciones para la Conservación de los Anfibios Amenazados de Andalucía*, descrito a continuación:

- Se deben realizar mangueros a diferentes profundidades y distancias de la orilla, comenzando siempre por las zonas menos profundas e intentando cubrir zonas con y sin vegetación acuática. Los mangueros deben estar separados entre sí lo máximo posible, sin repetir, en la medida de lo posible, la zona manguerada. Para ello, se tiene que mantener la manga paralela a la orilla y a la misma profundidad, de esta forma se cubre aproximadamente unos 2 metros lineales en cada manguero. Después de cada manguero se revisa el contenido de la manga en la orilla, colocando las larvas cuidadosamente en bandejas con agua de la charca.
- El número de mangueros por charca depende del tamaño y de la complejidad de ésta. Los muestreos se detienen cuando se estima que el número de pases era suficiente para asegurar que se ha tomado una muestra representativa de la charca.
- Una vez terminado el muestreo se identifican *in situ* las diferentes especies de larvas capturadas. Para tomar las medidas morfológicas de longitud del cuerpo y estado de desarrollo, se toman diez individuos al azar de cada especie, se mira el estado de desarrollo y o bien se mide directamente extendiendo la larva sobre un papel milimetrado plastificado o bien se hace una fotografía identificando individualmente la larva para posteriormente medirla con un programa informático (Poole V. 2008). Posteriormente se ponen todos los renacuajos extendidos en la bandeja dejando ésta con muy poca agua (si la densidad de renacuajos es grande se pueden usar dos o más bandejas para poder distinguir individualmente las larvas). Dentro de la bandeja se coloca una regla o un trozo de papel milimetrado para tener una referencia de la medida. A continuación se hace una fotografía del contenido de la bandeja y, posteriormente, en la pantalla de un ordenador, se cuenta el número total de renacuajos (abundancia relativa) de cada especie.

5. APARTADO ECONÓMICO

A. Personal

Para la realización se ha contactado con tres empresas según la proximidad a la zona

Para actuar en la Sierra Sur se ha contactado con la empresa “Transportes y excavaciones Hnos. Marchal S.L.” con sede en Alcalá la Real. Para Sierra Mágina se ha contactado con la empresa “Excavaciones Armenteros Calle” con sede en Bélmez de la Moraleda y por último para la Sierra de Cazorla, Segura y las Villas se ha contactado con “Excavaciones Las Villas S.L.”

Se ha llegado a un acuerdo de 35 euros la hora de trabajo, donde va incluido el sueldo del operario y la propia excavadora.

Se ha estimado una media de esfuerzo de tres horas por 10 metros cuadrados de charca, ya que se debe extraer la tierra, compactar el suelo, poner la capa de arena, la lámina impermeable, la malla de plástico y por último una capa de tierra.

En un modelo de 5 charcas en mosaico, la principal tendría al menos 15 metros cuadrados mientras que las charcas satélites al ser más variables son más difíciles de estimar, pero deberían estar en el rango entre 5, 7 y 10 metros cuadrados por lo que se va a estimar un esfuerzo de 17 horas por cada conjunto. Se ha calculado un presupuesto total de 2.000 euros por realizar las charcas.

También se debe contratar personal para que fabriquen las albercas y coloquen el perímetro de valla, este personal lo podrían proporcionar las propias empresas que van a hacer las charcas.

Aparte del personal técnico se debe contar con al menos dos técnicos de medio ambiente para supervisar la fabricación de las charcas y posteriormente realizar los muestreos.

B. Equipo

- GPS. Es necesario para marcar el punto exacto donde se construyen las charcas y así poder realizar los muestreos posteriormente

- Ordenador. También es necesario para procesar los resultados obtenidos de los muestreos.

C. Material fungible

El material fungible comprende todo el material de oficina que se vaya a utilizar, así como las guías herpetológicas.

D. Transporte

En este proyecto se necesitará un vehículo todoterreno para llegar a los lugares en los que se va a actuar, este debe ser cedido por la entidad colaboradora (Junta de Andalucía)

Respecto a la gasolina, la distancia a recorrer para llegar a los tres puntos se estima sobre los 200 km por carretera, si tenemos un todoterreno que consuma alrededor de 12€ los 100 km, podemos estimar un gasto total de 500 €, ya que se debe hacer el recorrido 9 veces, 1 vez para hacer las charcas y otras 8 en posteriores muestreos, y cada recorrido de ida y vuelta sale sobre 52€.

E. Material

- Arena. La arena para cubrir el suelo de charcas es proporcionada por las propias empresas de excavación
- Cemento y ladrillos. Necesarios para construir las albercas, es preferible fabricarlas de obra que comprar albercas de metal donde los anfibios no tengan acceso
- Láminas impermeables. Para colocarlas en el suelo de las charcas
- Malla de plástico. Se utiliza para que no se colmate la charca.
- Valla metálica. Fundamental para cubrir el perímetro de cada conjunto de charcas. Se ha elegido una valla galvanizada cinagética con huecos anchos que no impidan la dispersión de los anfibios.

Tabla 2. Financiación necesaria para el proyecto, desglosada punto por punto

ITEM	Precio	Cantidad	tiempo	total
A. PERSONAL				
Honorarios del investigador/es	1.500€/mes	2	10 meses	30.000 €
honorarios del operador de excavadora	35€/hora	1	51 horas	2.000 €
B. Equipos				
GPS	200 €	1		200 €
ordenador	400 €	1		400 €
C. Material fungible	200 €			200 €
D. Viajes				
Gasolina	12€/100km	200km/muestreo	9 muestreos	500 €
Todoterreno	Cedido por la entidad colaboradora			
E. Material				
Arena	38€/1300kg	1500kg		42€
Malla de plástico	1,13€/30m	160m		181€
Laminas impermeables	25€/6m	160m		4.000€
Cemento	0,1108€/kg	100 kg		11,08 €
Valla metálica	1,2€/m	7,000m		8.400 €
Ladrillos	1,13€/unidad	500		565 €
Total del proyecto				46.500€

6. CRONOGRAMA

En Junio de 2017 se pretende comenzar con la construcción de las charcas, que durará todo ese mes. Se ha elegido este mes para que las charcas se llenen con las primeras lluvias otoñales.

Una vez construidas es necesario dejar un tiempo para que se colonicen de forma natural. Se han dado casos de una colonización rápida de especies del género *Triturus* (Bosch et al. 2012), pero la colonización de *A. dickhilleni* es más lenta y para que se establezca una metapoblación estable es necesario más tiempo.

Se realizará un programa de seguimiento mediante una serie de muestreos en los periodos de mayor actividad, en las primeras puestas de primavera en los meses de marzo-abril y en las segundas en los meses de junio-julio durante 2018 y 2019.

A la vez que esos muestreos se comprobará si hay especies invasoras que hayan colonizado la charca y se procederá a su eliminación, ya que su presencia contribuye a la disminución de diversidad de anfibios en las charcas (Bressi & Stoch, 1999)

En el último periodo de muestreo, en el periodo de sequía de las charcas, se procederá al desbrozamiento de los alrededores, controlando la vegetación y así alargar la durabilidad de las charcas y evitar su colmatación. Una vez realizados los cuatro muestreos se hará un informe de viabilidad de las charcas y según los resultados, habrá que modificar las charcas o por el contrario elaborar un informe final y publicar los resultados.

Tabla 3. Calendario de actividades

		2017											
Actividad		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic					
Construcción de charcas													
Muestreos													
Retirada sp. Invasoras													
Desbrozamiento													
Elaboración del informe													
		2018											
Actividad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Construcción de charcas													
Muestreos													
Retirada sp. Invasoras													
Desbrozamiento													
Elaboración del informe													
		2019											
Actividad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Construcción de charcas													
Muestreos													
Retirada sp. Invasoras													
Desbrozamiento													
Elaboración del informe													

7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- Alarcos G., Ortiz M. E., Lizana M., Aragón A., Fernández M. J. (2003). *La colonización de medios acuáticos por anfibios como herramienta para su conservación: el ejemplo de Arribes del Duero*
- Albert, E.M., Arroyo, J.M. & Godoy, J.A. 2010. Isolation and characterization of microsatellite loci for the endangered Midwife Betic toad *Alytes dickhilleni* (Discoglossidae). *Conservation Genetics Resources*, 135: 9334.
- Antúnez, R. Real & J.M. Vargas (1988 (261-272) Análisis biogeográfico de los anfibios de la vertiente sur de la Cordillera Bética A.
- Arntzen, J. W. García. París, M., 1997. Phylogeny and Biogeography of midwife toads (*Alytes*, Discoglossidae): a rebuttal. *Contributions to Zoology*, 66(4), 263-268.
- Asociación Herpetológica Española, 2012. *Seguimiento de Alytes dickhilleni: informe final*. SARE 02; 13-84
- Beebee, T. (1996). *Ecology and conservation of amphibians* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.
- Biek, R., Funk, W. C., Maxell, B. A., & Mills, L. S. (2002). What is missing in amphibian decline research: insights from ecological sensitivity analysis. *Conservation Biology*, 16(3), 728-734.
- Bosch J. 2007. Actuaciones recientes para la conservación de anfibios en Peñalara. 29-41. En: Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Páular. Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid
- Bosch, J. & González-Miras, E. (Editores). 2012. Seguimiento de *Alytes dickhilleni*: Informe final. Monografías SARE. Asociación Herpetológica Española - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- Braña F., Frechilla L., Orizaola G. *Effect on introduced fish on amphibian assemblages in mountain lakes of northern Spain*
- Bressi, N., & Stoch, F. (1999, August). Karstic ponds and pools: history, biodiversity and conservation. In *Pond and pond landscapes of Europe. Proceedings of the International Conference of the Pond Life Project*,

Maastricht, The Netherlands. Colin Cross Printers Ltd., Garstang, Lancashire, UK (pp. 39-50).

- Cachinero, J. M. G. (2014). *Distribución, hábitats reproductores y problemas de conservación del sapo partero bético Alytes dickhilleni*. Arntzen y García-París, 1995 (Anura, Alytidae) en el Parque Natural de la Sierra de Huétor (Granada, España). *Zool. baetica*, 25, 41-54.
- Castillo, F. A., & Molina, J. J. C. (1978). El mapa pluviométrico de Andalucía. *Paralelo* 37, (2), 197-209.
- Collins, J. P., Crump, M. L., & Lovejoy III, T. E. (2009). *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press.
- Corbet, P. S. (1999). *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Harley Books.
- Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, 128(2), 231-240.
- Dodd Jr, C. K., & Seigel, R. A. (1991). Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: are they conservation strategies that work? *Herpetologica*, 336-350.
- Feriche, M. (2015). Culebra de herradura – *Hemorrhois hippocrepis*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*.
- Fernandez-Cardenete J.R et al. 2014 Guía básica para la determinación de anfibios del sureste ibérico. Parrondo-Celdrán P. (coord.). Murcia. Asociación Columbares 40 pp.
- Gascon, C., Collins, J.P., Moore, R.D., Church, D.R., McKay, J.E. & Mendelson, J.R., III 2007. Amphibian Conservation Action Plan. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- Gibbs, J.P. 1993. Importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals. *Wetlands* 13:25-31.
- González de la Vega J.C. (2016). Atlas Herpetológico de Andalucía
- González-Miras, E., Valero, J. & Nevado, J.C 2002. Restauran hábitats de sapo partero bético en la sierra de Los Filabres. *Quercus*, 196: 10-11
- Guerra, A., Guitián, F., Paneque, G., García, A., Sánchez, J. A., Monturiol, F., & Mudarra, J. L. (1968). Mapa de suelos de España. *Península y Baleares*, 1(1.000), 000.)

- Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T. M., Butchart, S. H., & Darwall, W. R. (2010). The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *science*, 330(6010), 1503-1509.
- Ilkka Hanski. (1999). *Metapopulation ecology*. Oxford University Press.
- Lehtinen, R. M., & Galatowitsch, S. M. (2001). Colonization of restored wetlands by amphibians in Minnesota. *The American Midland Naturalist*, 145(2), 388-396.
- Mayol J. 2005. El sapito resucitado por la ciencia y salvado por la conservación. El caso del ferreret en Mayorca. 117-135. En: Jimenez, I. & Delibes, M. (eds). *Al borde de la extinción: una visión integral de la recuperación de fauna amenazada en España*
- Miras, E. G., Nevado, J. C., & Valero, J. (2003). Estado de conservación de enclaves acuáticos en la Sierra de los Filabres (Almería): Implicaciones para los anfibios. In *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 151-161). Instituto de Estudios Almerienses.
- Nevado, J. C., Miras, E. G., & Valero, J. (2002). Medidas a favor del sapo partero bético en Almería: puntos de agua más accesibles a los sapos reproductores. *Quercus*, (196), 10-11.
- Novacek, M. J., & Cleland, E. E. (2001). The current biodiversity extinction event: scenarios for mitigation and recovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(10), 5466-5470.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., & Dubash, N. K. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Pezzi, M., & Maurel, J. B. (1982). *La comarcalización de Andalucía*.
- Pleguezuelos J.M (1990) *Atlas herpetológico de la provincia de Jaén*
- Pleguezuelos J.M. (2008) *Distribución biogeográfica de los anfibios y reptiles en España y Portugal*.
- Pleguezuelos J.M. Marquez R. Lizana M. (2002) Capítulo III, Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles en España (76-78)
- Pleguezuelos, J. M. (2002). *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*. R. Márquez, & M. Lizana (Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

- Poole, Vicky A., (2008). National Aquarium in Baltimore Shelly Grow, Association of Zoos and Aquariums Edición 1.1, 27 Junio 2008
- Reques R. 2005. *Conservación de la biodiversidad en los humedales de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
- Reques R., Tejedo M. 2008 *Quercus 273: Creación de charcas para anfibios: una medida eficaz de conservación*
- Reques, R. (2012). Programas de conservación de anfibios en la provincia de Cádiz. *Rev. Soc. Gad. Hist. Nat.* ISSN, 1557, 2578.
- Reques, R. 2008. *Establecimiento de nuevos micro-humedales en el Corredor Verde del Río Guadamar para la conectividad de poblaciones de anfibios*. Pages 415-424 in *Restauración Ecológica del Río Guadamar y el Proyecto del Corredor Verde. La Historia de un Paisaje Emergente*. CMA J. Andalucía.
- Reques, R., and J. M. Pleguezuelos. 2012. Introducción. Pages 13-16 in J. Bosch and E. González-Miras, editors. *Seguimiento de Alytes dickhilleni*. Monografías SARE. Asociación Herpetológica Española y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Rivas Martínez S. (1997, 2004) *Clasificación Bioclimática de la Tierra*
- Rivas Martínez S. (1988) *Bioclimatología, biogeografía y series de vegetación de Andalucía occidental*
- Román A. (2002), *A. muletensis*. *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles en España* 79-81
- Rudolph, D.C. and Dickson, J.G., 1990. Streamside zone width and amphibian and reptile abundance. *Southwestern Naturalist* 35: 472-476.
- Salvador A. (2005) *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles- Sapo partero bético*
- Santos C. 2003 *Conservación y gestión de la vegetación y flora acuáticas*
- Semlitsch, R. D. (2008). Differentiating migration and dispersal processes for pond-breeding amphibians. *The Journal of wildlife management*, 72(1), 260-267.
- Semlitsch, R. D. (2008). Differentiating migration and dispersal processes for pond-breeding amphibians. *The Journal of wildlife management*, 72(1), 260-267.

- Semlitsch, R. D., & Bodie, J. R. (1998). Are small, isolated wetlands expendable? *Conservation biology*, 12(5), 1129-1133.
- Semlitsch, R. D., (2003). *Amphibian conservation* (No. 597.8 A4).
- SEPA (2000). *Ponds Pools and lochans*
- Sinsch, U. 1992. Structure and dynamic of a natterjack toad metapopulation (*Bufo calamita*). *Oecologia* 90: 489-499.
- Skelly, D.K., Werner, E.E. and Cortwright, S. 1999. Long-term distributional dynamics of a Michigan amphibian assemblage. *Ecology* 80: 2326-2337.
- Snodgrass J. W. (2000). Relationships among Isolated Wetland Size.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L., & Waller, R. W. (2004). *Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide*. *Science*, 306(5702), 1783-1786.
- Wake, D. B., & Vredenburg, V. T. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(Supplement 1), 11466-11473.

Páginas webs de interés

1. <http://ecologiapolitica.blogspot.com.es/2006/01/extincin-estocstica.html>
2. <http://www.fundacionbioparc.org/reproduccion-sapo-partero-betico-bioparc-fuengirola-primicia-mundial/>
3. http://www.andalucia-web.net/clima_jaen.htm
4. <http://siare.herpetologica.es/bdh/distribucion>
5. <http://siare.herpetologica.es/sare>
6. <http://www.ign.es/ign/main/index.do>
7. <https://elcaminosigueysigue.wordpress.com/2015/12/19/cerro-y-arroyo-de-la-maleza/#more-4248>
8. http://www.cismamagina.es/app_sumuntan/pdf/32/32-119.pdf
9. http://www.conocetusfuentes.com/ficha_detalle.php?id_fuente=2412
10. <http://www.turjaen.com/dondeiryquever/senderismofamiliar/sierramagina/ruta-caldera-tio-lobos.php>
11. http://www.conocetusfuentes.com/ficha_detalle.php?id_fuente=8530