CAPITULO VIII:

MEDIDAS PARA REDUCIR EL NÚMERO DE ATROPELLOS.

Una vez conocido y cuantificado a grandes rasgos el problema de los atropellos, así como las causas de los mismos, son necesarias y obligadas las actuaciones destinadas a tratar de reducir el número de muertes de la forma que sea posible, tanto en carreteras de próxima construcción como en las actualmente en uso. En estas últimas es urgente y prioritaria la actuación en los puntos negros de la red vial.

Existe un amplísimo número y variedad de medidas correctoras (soluciones parciales) para evitar los atropellos. Entre las soluciones más aconsejables por su efectividad, se encuentran túneles, pasos subterráneos y elevados, reducción de la velocidad del tráfico, cierre temporal a la circulación en Puntos Negros... y otras indirectas, como educación ambiental del conductor, mejora de los estudios de impacto ambiental, etc. Pero la medida principal es desestimar los proyectos de construcción de nuevos trazados, organizando el tráfico en la red vial disponible en vez de crear continuamente más carreteras.

Es necesario poner en funcionamiento con rapidez todas las soluciones que sean precisas, sobre todo en aquellos Puntos Negros más destacados. Para la puesta en práctica de medidas correctoras eficaces debe darse una colaboración entre ingenieros, Administración y zoólogos especialistas en estas soluciones. Una vez implantadas, es realmente importante que se lleven a cabo estudios sobre su eficacia, y en caso de que esta no se produzca, procurar su reforma o sustitución.

Se realiza a continuación una revisión general de aquellas soluciones parciales a los atropellos (o más exactamente, medidas correctoras) propuestas por diversos autores que se han podido recopilar hasta el momento, incluyéndose asimismo otras inéditas o cuya publicación no se conoce. Se exponen sin seguir necesariamente un orden de prioridad, ni clasificación estricta, dada la heterogeneidad de las medidas contempladas.

Una exposición similar a esta se realizaba ya en López (1992) y Barragán y López (1993). Reed y Ward (1985), SETRA (1985 b), Van Lierop (1988), Foster y Humphrey (1992), CPN Antirouille (1992), Velasco et. al (1995), Muller y Gerthoud (1996) y otros, han publicado revisiones de actuaciones para evitar atropellos. En algunos de estos trabajos, así como en los posteriormente citados en bibliografía, se incluyen esquemas y representaciones de muchas estructuras, en los que no ahondaremos aquí.

Este es un campo de investigación aplicada que se viene desarrollando en algunos casos desde la década de los sesenta o incluso antes, sobre todo en países como Alemania, Suiza, Reino Unido, Francia, Estados Unidos, Dinamarca, Holanda o Suecia, entre otros. Por tanto la gran mayoría de bibliografía es extranjera.

Existen muchos tipos de soluciones; algunas de ellas están en fase de experimentación en diversos países, otras han demostrado ya su eficacia, y en el resto su nivel de efectividad aún no ha podido ser medido con exactitud. La mayoría resultarían en el peor de los casos (si su instalación ha sido incorrecta, si son inutilizadas por alguna causa o por falta de control, etc.) ineficaces, pero no contraproducentes. No obstante, cuando su uso parece que puede causar perjuicios adicionales a la fauna (fundamentalmente creación de efecto barrera), se advierte de esta posibilidad.

Es necesario valorar las medidas en función de cada especie y cada caso concreto. De cualquier modo, es necesaria más investigación y resultados (Reed y Ward, 1985), así como reflejar el año de su puesta en servicio y control de su eficacia (Camut, 1985).

Se hará hincapié en las soluciones más aconsejables desde todos los puntos de vista. Es preciso añadir que deben existir otras medidas que, por su novedad u otros factores, no se hayan conocido hasta el presente, y queden por tanto fuera de este trabajo. Algunas son irrealizables a gran escala, pero no es el objetivo de este trabajo valorar la disponibilidad de recursos que se pueden destinar a este fin, sino compilar las posibilidades que existen, para que se pueda elegir adecuadamente.

El coste de estas soluciones es muy variable, y si bien en algunos casos son caras, aún en ellos no suponen más de un muy pequeño porcentaje del presupuesto total de la construcción de la carretera. Otras son, por el contrario, de muy bajo o nulo coste económico. Sin duda se podrían obtener fondos racionalizando ciertos gastos, como los realizados en publicidad (por. ejemplo, anuncios en prensa en 1996 del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, con el eslogan "acortando distancias"). La Comisaría de Medio Ambiente de la Comisión Europea criticó asimismo a este ministerio por presentar a los Fondos de Cohesión europeos más proyectos de carreteras que de mejora ambiental. Anuncios vacíos de contenido del Ministerio de Medio Ambiente, en los últimos años, podrían utilizarse para dar consejos o información sobre este tema.

En muchos casos no se aportan detalles técnicos de dimensiones-instalación, en ocasiones por considerar que no existen suficientes experiencias que respalden firmemente los detalles técnicos aportados por unos u otros autores; en general se eluden las descripciones exhaustivas, por ser más próximas a ingeniería, y se emplaza por tanto a zoólogos e ingenieros para acometer en colaboración y con sentido común, en base a un estudio en profundidad de la bibliografía existente, la instalación de las medidas más ideales en cada caso, con los detalles adecuados para las especies previstas.

El llamamiento a la colaboración entre biólogos con conocimientos faunísticos, ingenieros y Administración ha sido una constante desde hace años (Muller, 1985; Bekker, 1985; SETRA, 1985 b; Ueckermann, 1985).

Por último decir que se englobarán en este capítulo desde medidas preventivas (como limitar el uso del coche) a acciones destinadas a recuperar aquellos animales que no mueren tras el atropello (esto no es una solución en sentido estricto para evitar atropellos, siendo más bien una pequeña contribución para reducir el impacto de los mismos), pasando por toda clase de estructuras, a veces muy específicas.

Túneles y barreras para anfibios

Al parecer, el primer túnel de este tipo se instaló cerca de Zurich (Suiza) en 1969. Van Gelder (1973) ya recomendaba la utilización de túneles y barreras para evitar los atropellos de sapos comunes. Durrell (1986) comentaba cómo en Inglaterra aún no se habían instalado túneles de este tipo, y el 17 de marzo de 1987 se colocó el primero de ese país, donde estas actuaciones han sido luego muy difundidas públicamente. Otros centenares de túneles se habían puesto también en funcionamiento ya con anterioridad en Suiza, Alemania, Holanda, Bélgica, Francia... Se estimó entre 160 y 180 las localidades europeas que contaban hace años con instalaciones de este tipo (Mougey, 1993), ninguna española.

Revisiones sobre estos túneles, criterios prácticos para su utilización y su efectividad han sido ya desde entonces ampliamente expuestas en otras publicaciones (véanse, entre otros, Muller y Berthoud, 1977 y 1996, Ueckermann, 1985; Langton, 1989a y 1989b; Lizana y Dorda, 1992; López, 1999 y 2001), y omitiremos aquí una exposición exhaustiva de las mismas, resaltando únicamente sus conclusiones principales y resultados más destacados.

Se ha indicado el uso por los anfibios de túneles de 0,3 metros de diámetro y hasta 47 m. de longitud, señalándose que podrían ser utilizados túneles más largos. Igualmente que no debe estancarse agua en ellos (Muller, 1988). También se demostró el buen funcionamiento de túneles separados (unidireccionales) para los sentidos de ida y retorno de las migraciones, acompañados de canales colectores provistos de drenajes, que dirigen a los anfibios a la embocadura de los túneles (Muller y Berthoud, op. cit.).

Los túneles de este tipo han mejorado mucho su diseño y prestaciones con el paso del tiempo. Hoy día se cuenta con los sofisticados sistemas de túneles comercializados al menos por las empresas ACO Polymer Products (UK, Alemania, España...) y ZIEGER (Alemania), complementados con

vallas o barreras plásticas de las mismas empresas, que canalizan la migración de anfibios hacia los túneles. Estos son de fácil instalación, van inmediatamente debajo el nivel de la carretera, resultan atractivos para los anfibios y al parecer se fabrican con materiales reciclados.

Las vallas comercializadas son totalmente verticales, o bien curvadas hacia el exterior de la carretera, y de unos 0,3-0,4 metros de altura. Pueden ir sobre un soporte de hormigón. Lo fundamental es su verticalidad y falta de intersticios o rebordes por los que puedan atravesarlas los anfibios; es interesante su resistencia a la humedad y otros factores que contribuyan a su durabilidad. Se han utilizado vallas de madera, de láminas o mallas plásticas, construidas con material de la carretera como las protecciones metálicas (quitamiedos)... Parece preferible su disposición en zigzag a la rectilínea, y se aconseja separarla de la carretera lo suficiente para no crear inseguridad vial.

Estos túneles deben instalarse como medida para evitar la mortalidad de anfibios en los puntos en que las carreteras cortan zonas de migración; la mayoría de autores opinan que es lógicamente menos costosa y absolutamente necesaria la correcta planificación previa de los trazados viales, que evite estos casos extremos; por ejemplo la construcción de pequeños puentes sobre vaguadas en las nuevas carreteras (S. González, A. Villarino y M. Freán, com. pers.; Velasco et al, 1995). En el apartado de EIAs se recoge un método para valorar con antelación el impacto de una carretera sobre los anfibios.

Es recomendable compaginarlos con otras medidas, como el corte temporal del tráfico, la creación de hábitats alternativos de cría (medida expuesta más adelante), instalación de señales, etc.

Para garantizar la eficacia de los túneles de anfibios, deben valorarse multitud de factores físicos y biológicos, que se reflejan en publicaciones especializadas ya citadas, como Langton (1989). Tienen especialmente importancia la humedad dentro del túnel -algunos túneles tienen aberturas superiores o rejillas para dejar pasar el agua-, la presencia de tierra dentro, su inclinación y anchura, el drenaje, etc.

Una incorrecta instalación, o riadas de agua, pueden provocar su obstrucción por tierra o desperdicios, que sería necesario detectar y solucionar con rapidez, ya que el túnel puede quedar inutilizado o incluso llegar a constituir una trampa para los animales. Debe prestarse atención a la posible depredación que se produzca en los vallados o túneles, especialmente si se producen concentraciones de animales en algún punto; aunque ésta no parece muy importante.

Estas barreras pueden impedir el cruce de pequeños vertebrados, como el erizo, si bien se ha comprobado que ambos utilizan los túneles en ocasiones, por lo que son útiles para otras especies, como zorro, garduña, comadreja, lagarto ágil, lución y ofidios (Mougey, 1993; otros). Se han mostrado también muy eficaces para impedir los atropellos de camaleones, siendo instaladas desde 1996 barreras plásticas de este tipo por la Sociedad para la Conservación de los Vertebrados (SCV) en distintos puntos (SCV, 1999).

Deben contemplarse posibles efectos negativos, como el efecto barrera, depredación, capturas por el hombre...

El necesario control y mantenimiento de las vallas (accidentes, paso de ganado, jabalíes, etc., pueden dañarlas) y túneles, así como la selección de zonas más indicadas para su instalación, podrían ser llevados a cabo voluntariamente por asociaciones conservacionistas, siendo deseable en cualquier caso una coordinación eficaz entre la Administración y las mencionadas asociaciones en este campo.

Actualmente están en funcionamiento múltiples túneles y barreras de este tipo, en carreteras de diversos países europeos.

Si bien se ha constatado el uso por los anfibios de algún desagüe transversal de carreteras, no planificado específicamente para ellos (SCV, 1999), se trata de un túnel peculiar, acondicionado luego y sobre todo acompañado de barreras plásticas instaladas a este fin, y es de desear que se instalen túneles específicos para anfibios en España.

Pasos elevados

Se denomina pasos elevados a aquellas franjas de terreno (de origen artificial o no) que se mantienen de forma transversal sobre las carreteras; estas han sido calificadas con el nombre de "cerviductos", pero pueden ser utilizadas por la mayoría de vertebrados. Para que sean realmente efectivos (Cailmail, 1985; Camut, 1985; Reed y Ward, 1985; Singer y Doherty, 1985; Van Lierop, 1988; otros autores) deben discurrir al mismo nivel del terreno circundante, aprovechar los corredores naturales de la fauna, contar con una anchura de unos 25 metros (a mayor longitud, necesaria más anchura) y cobertura vegetal adecuada, de especies atractivas para la fauna, y con bordes seguros, además de no ser utilizados para otros fines (motociclismo, peatones, ganado...) -factor destacado como especialmente negativo por CETE du Sud-Ouest, 1985, y otros autores- y darse un control, estudio y mantenimiento posterior. Ocasionalmente se han cebado los pasos con comida para inducir su utilización (con alfalfa, Mac Donald, 1988; otros).

Se distinguen dos tipos, mixtos (para uso humano y de la fauna silvestre) y específicos (solamente para la fauna), siendo mucho más recomendables estos últimos, que deben acompañarse de vallados para una mayor eficacia.

Ballon (1985) constata su uso por corzos, jabalíes, tejones y zorros; Mc Donald (1988) anota el uso de alces, Kuennen (1989) el de cérvidos en Norteamérica; otros autores indican a las mismas o añaden más especies.

En ocasiones su uso por los cérvidos es esporádico, por su inadecuado emplazamiento u otros condicionantes antes descritos. Camut (1985) observó en un paso elevado francés concreto, mal realizado (no estaba a nivel, era usado por personas...), que no era utilizado por ciervos ni jabalíes, pero sí por corzos y otros animales forestales. Reed y Ward (op. cit.) defienden estas obras -siempre que su diseño sea adecuado- y creen en su eficacia y utilidad para el ciervo en EEUU. Camby y Maizeret (1985) recomiendan gastar fondos en esta medida en el caso de especies amenazadas.

Pasos inferiores o subterráneos

Los pasos subterráneos o pasos inferiores discurren bajo la carretera y transversalmente a ésta. Su función es facilitar el paso sin riesgos de un lado a otro de diversos vertebrados terrestres, y, caso de ser utilizados, reducen el efecto barrera de tipo etológico causado por la propia carretera, o agravado por vallados y otras instalaciones.

Como los anteriores, deben ser instalados coincidiendo con vías de desplazamientos habituales de fauna, (Klein, 1971; Jensen, 1977; otros), estar bien dimensionados y no ser perturbados por otras actividades humanas; siendo también muy importante que la instalación y gestión posterior sean efectuadas por entidades que conozcan el tema (SETRA, 1985 b). Son de difícil instalación en carreteras “en trinchera” (excavadas en terreno), en cuyo caso es preferible el paso elevado.

Engloban a un amplio número de estructuras de tamaños muy diferentes; para simplificar, los clasificaremos básicamente por tamaños y materiales.

Respecto a los túneles para medianos y grandes mamíferos Lierop (1988) indica unas dimensiones generales, que deben ser en todo caso mayores de 1,20 mts. de diámetro, y da asimismo algunas normas a cumplir: la entrada y entorno del túnel deben ser lo más naturales posible, el paso de personas por el mismo debe impedirse, y debe acompañarse de vallados del vial. Para Müller y Mognetti (1991), el mínimo sería de 2 x 2 metros en pasos cuadrangulares o de 2,5 metros de

diámetro en los cilíndricos. Muchos autores reflejan distintas medidas, pero se desprende que es preferible realizarlos de gran tamaño. En cualquier caso, se ha comprobado por muchos autores el uso de una amplia variedad de túneles por distintas especies.

Reed y Ward (1975) han investigado el uso de pasos de 3,05 x 3,05 m. por *Odocoileus hemionus*, comprobando su uso, pero detectando, mediante grabaciones en vídeo, que en muchas ocasiones presentaban resistencia a cruzar o retrocedían. Recomiendan pasos de 4,27 x 4,27 m. y de longitud mínima, provistos de tierra en su base y sin luces. Schall et al. (1985) constatan que los cérvidos son reticentes a atravesar pasos largos, lo cual refuerza la sugerencia anterior de limitar su longitud en lo posible. Zorros, tejones y nutrias, entre otros, parecen usar pasos inferiores, siendo los ungulados más reticentes.

Para que los pasos sean frecuentemente utilizados deben habilitarse adecuadamente, por lo que se intentará que sean lo más anchos y altos que sea posible, con base de vegetación hasta donde se pueda, y que permitan ver el otro extremo. Además requieren una planificación previa que permita situarlos coincidentes a corredores naturales de desplazamiento de la fauna, sin que puedan convertirse en peligrosos en caso de riadas (hecho subsanable en parte con un mayor diámetro). Es imprescindible su mantenimiento posterior (Reed y Ward, 1985; otros).

Colocar piedras en la entrada e interior del túnel pueden hacer el mismo más atractivo para la fauna (Velasco et al., 1995). Fraser (1980) propone el uso de sal en el entorno de los túneles para atraer a los animales e instarles a su uso. De Pedro y Hernández (1993) sugieren el uso de gasoil para el caso del jabalí, pero esta sería una sustancia muy contaminante para el medio.

Deben ser acompañados de vallados o medidas que hagan inaccesible la carretera y obliguen a utilizar los pasos. Estos vallados deben disponerse, pues, de tal forma que canalicen a la fauna hacia la entrada de los pasos (con terminación en forma de embudo).

Al igual que en el caso anterior, estos pasos pueden quedar obstruidos por acumulación de basuras, escombros... por lo que deben controlarse periódicamente. Esta es una razón más para tratar de que su diámetro sea lo mayor posible.

Según la especie para la que se instalen deberán fijarse unas distancias máximas entre túneles (Rodríguez, 1990; Foster y Humphrey, 1992), que serán equivalentes a las distancias medias de desplazamiento diario del vertebrado a considerar.

También debe vigilarse que no se aprovechen estos pasos para la instalación de lazos o cepos, que los inutilizarían (Rodríguez, 1990; otros) e incluso los tornarían contraproducentes a corto plazo. Hunt et al. (1987) comentan que los predadores pueden concentrarse en estos puntos.

Reed y Ward (1985) afirman que es necesario algo de tiempo hasta una utilización eficaz de estos pasos por cérvidos. Distintos autores señalan la utilización de estos túneles por ungulados. CETE du Sud-Ouest (1985), en un estudio combinado de pasos superiores e inferiores, también cita su utilización por nutrias, martas y garduñas. En Florida (EEUU) se constató su uso por el puma (*Felis concolor*), *F. rufus, Procyon lotor, Ursus americanus,* cérvidos... (Foster y Humphrey, 1992). Singer y Doherty (1985) comprueban el uso por *Oreamnos americanus*.

Si la carretera discurre paralela en alguna medida a otras infraestructuras lineales (bien otras carreteras o líneas de ferrocarril), habrá que instalar y hacer coincidir, aproximadamente a la misma altura, pasos bajo ambas vías de comunicación.

Se han propuesto y realizado pasos para nutrias (Derckx, H., en Lierop, 1988) por debajo de los puentes (impidiendo mediante vallas el acceso a la carretera), y sería muy conveniente su mayor implantación en algunas zonas a priori conflictivas para la especie, sobre todo en autovías y otras carreteras de tráfico denso.

Otros diseños concretos se recogen en la bibliografía ya citada, siendo muy amplias las posibilidades (materiales, diseño) de esta medida correctora. Especialmente aconsejables son, en autovías, los grandes puentes que dejan amplio paso por debajo.

Parte de los drenajes y desagües transversales convencionales y otras estructuras no específicamente diseñadas para fauna, son utilizadas por algunas especies (Camby y Maizeret, 1985; Yanes et al., 1995; SCV, 1999), pero en ocasiones pueden resultar peligrosas para pequeños vertebrados (Yanes et al., 1995; otros). Además de ser trampas físicas para algunas especies, los desagües acumulan metales pesados de la carretera. Una especie de tortuga utilizó desagües transversales, especialmente si se la ayudaba mediante barreras y limpieza periódica de los túneles (Fusari, 1982). En los que se instalen próximamente debería procurarse que el diseño y la ubicación sean adecuadas a los animales de la zona. En los últimos años se investiga mucho el uso de los drenajes (varios autores) recomendándose drenajes sobredimensionados (Mata et al, 2002, otros). Se aconsejan más estudios independientes.

Carreteras con tramos subterráneos o elevados

Suponen una solución definitiva, sobre todo las carreteras subterráneas (aunque sólo lo sean en parte de su trazado o en pequeños tramos), por su efectividad. Planteables con anterioridad a la construcción de la carretera y a posteriori en los casos muy conflictivos, deben ir acompañadas también de vallados y otros cerramientos.

Carreteras con tramos elevados (viaductos) sobre pilares permiten el habitual paso natural de la fauna (incluso aves). Para evitar atropellos de aves sería importante la instalación de vallas laterales (barandillas) aparatosas de suficiente altura y que no sean de cristal y tuviesen la parte superior lisa y semicircular, u otra forma que impida que se utilice como posadero por las aves. Hay que tener en cuenta que algunas aves cruzan justo sobre estas vallas, provocando situaciones peligrosas cuando no tienen esa altura mínima requerida. También debe evitarse el acceso por el suelo de fauna a esos tramos de viaductos o túneles, donde quedaría encajonada, mediante vallados y otras medidas.

Estas infraestructuras existen actualmente, sobre todo en zonas de montaña o cruce de embalses, ríos, etc.; siendo al parecer más habituales en países como Austria, Alemania o Francia, donde se conocen obras de este tipo de gran envergadura y longitud, bastante integradas en el paisaje.

Precisamente uno de sus mayores impactos es el paisajístico, que se estima como claramente menos relevante a menudo que el impacto sobre la fauna y que puede ser corregido en parte.

Por su alto coste, sólo parecen prioritarios en las situaciones más extremas, caso de los Puntos Negros de especies en peligro de extinción.

Vallas y barreras

Con la definición de vallas y barreras se agrupa un sinfín de cerramientos, estructuras verticales de cierta altura paralelas a la carretera, artificiales o naturales, que impiden materialmente el paso de algunos animales, por su imposibilidad de sobrepasar dichos obstáculos. Así, engloban las vallas metálicas típicas, las electrificadas, las tapias o paredes, las pantallas de composición vegetal, los parapetos de PVC,... entre otros.

Es una de las medidas más empleadas para evitar el acceso a la calzada y atropellos de animales de mediano o gran tamaño, especialmente cérvidos (Muller, 1966; Puglisi et al., 1974; Reed et al., 1974 a; Ward et al., 1976; Ludwig y Bremicker, 1982; Ueckermann, 1984 y 1985; Bashore et al., 1985; Skolving, 1985; Tunkkari, 1985; Feldhamer et al., 1986; entre otros), y se ha demostrado a menudo su eficacia. Por ejemplo, Waetcher y Schirmer (1985), observan menos atropellos en

tramos vallados, Camby y Maizeter (1985) constatan su efecto sobre ciervos, Ratcliffe (1974) sobre tejones...

Vallados de tipo metálico se dan ya en muchas carreteras de nuestro país, fundamentalmente autovías y autopistas. Pero en alguna autopista antigua se trata de pantallas metálicas con malla que permiten el paso entre ellas (en su zona de unión a los postes) de animales de tamaño pequeño y medio. Estas pantallas se han ido sustituyendo afortunadamente en los últimos años por vallado convencional.

Su instalación se produce en nuestro país de forma mecánica y poco estudiada, y a ello se suma la falta de mantenimiento (por ejemplo, tras accidentes de tráfico) lo que origina que se cuente con vallados a menudo rotos, o dejando desde el principio espacios de paso en su parte inferior o en los accesos secundarios. Es preciso solventar estas deficiencias para mantener la efectividad del vallado. Sería importante que se realizasen revisiones por personal cualificado con periodicidad constante, y que en casos de roturas las mismas fuesen reparadas con rapidez. Falk et al. (1978) apuntan la ineficacia de un determinado vallado, con problemas de construcción y reparación. Lehtimaki (1981) asegura que los atropellos, en vallados de corta longitud, se producían en igual número en sus extremos. Waters (1988) señala, en efecto, la importancia de su colocación para su eficacia, y Reed y Ward (1985), entre otros autores, indican la necesidad de mantenimiento.

De cara a una efectividad adecuada es preciso contemplar los modelos existentes, seleccionando aquellas vallas más útiles en cada caso en función de las especies a proteger. Es vital que el vallado sea de la mayor longitud posible y esté bien enterrado, para que los animales no puedan atravesarlo por debajo. Debería prolongarse hasta 400 m. más allá de la zona conflictiva (Muller, 1988). Además es necesario instalar dispositivos especiales, como puertas basculantes o rampas, que permitan la salida (pero no la entrada) de los animales que consigan atravesar el vallado, ya que en caso contrario el mismo sería contraproducente si un animal accede a la carretera (Haaften, 1985; Van Lierop, 1988).

También deben instalarse en los accesos de la carretera "rejas canadienses" (Lierop, 1988; López, 1992), que, complementadas con un foso inferior, inhiben el paso a la vía principal de ungulados y quizás otros vertebrados. Deben preverse desagües y salidas para que pequeños vertebrados no puedan ahogarse o perecer atrapados en su interior, como actualmente sucede (Barbera y Ayllón, 2000). Sería importante la instalación de estas rejas a lo largo de los márgenes de ciertos tramos de la carretera principal y sus accesos (López, 1992), siempre que pudiera asegurarse su mantenimiento.

Reed y Ward (1985) realizan una revisión de los distintos tipos de vallados empleados, y proponen vallas de 2,44 m. de altura por su buenos resultados con cérvidos en USA. Vallas de menor altura no resultaron tan eficaces.

Otro tipo de valla es el realizado íntegramente por tablas de madera, de manera que creen una alta pared opaca (llevado a cabo en USA). Este tipo de valla eliminaría en mayor medida el ruido, reduciría mucho el impacto visual, no produciría muerte por colisión de aves, etc.; en su contra el requerimiento de madera, y su posible uso como posadero de muchas especies.

Las medianas centrales de algunas vías son auténticas barreras, y deben dotarse de aberturas inferiores para no ser contraproducentes.

Vallados metálicos y sus diferentes modelos y tipos se describen más ampliamente en los trabajos de Lierop (1988) y Velasco et al (1995).

Estos cercados con malla metálica son efectivos de cara a impedir el acceso a muchas especies de grandes mamíferos, pero no así a mamíferos medianos-pequeños, aves, anfibios y reptiles (estos últimos incluso quedan a veces atrapados en la malla del vallado). En ocasiones pueden resultar

eficaces vallas metálicas de altura superior a la normal para algunas especies de aves, que se posan en la carretera o la cruzan baja, aunque existen casos de choque y muerte posterior de aves contra vallas metálicas que deben ser estudiados y valorados. Algunos depredadores pueden empujar a sus presas contra el vallado (Waters, 1988).

Dado el evidente efecto barrera que estas vallas producen, deben habilitarse de forma paralela pasos subterráneos o elevados, protegidos y eficaces, a lo largo del tramo de vial vallado (Haaften, 1985; SETRA, 1985 b; otros). En caso contrario, resulta inadmisible un vallado de este tipo. En todo caso, quizás sea sólo aconsejable en casos concretos, y debiese implantarse sólo en las secciones de mayor riesgo. Quizás en algunos casos interese provocar un efecto barrera total, por ejemplo en aquellos en que la probabilidad de supervivencia en el otro lado de la carretera sea casi nulo.

El cerramiento deberá diseñarse, evidentemente, para conducir a la fauna a los citados pasos. Reed y Ward (1985) aconsejan pasos al menos cada 1,6 kms.

Otras medidas pueden ser la creación de barreras de otros tipos que impidan el acceso a la carretera; ya se han comentado los vallados de baja altura en el caso de los anfibios. También es factible la creación de pequeños taludes o "cuevas" en los márgenes del vial que impida el acceso a pequeños vertebrados (Cifuentes y García, 1992; López, 1992; Velasco et al., 1995), y que deberán separarse convenientemente del firme o hacerse inaccesibles mediante barreras metálicas (quitamiedos), por razones de seguridad vial.

Utilizadas con cierta frecuencia en algunos países, las vallas electrificadas se describen como de fácil instalación y precio ventajoso (Van Lierop, 1988) añadiéndose al parecer resultados muy satisfactorios en su duración e intercepción de paso a mamíferos de gran tamaño. Müller (1985) señala en cambio la explotación de las vallas eléctricas como cara y que se presta mal a su utilización en grandes distancias. En SETRA (1985b) se asegura que por sí solas no cuentan con suficiente eficacia. En la revisión de CETE de l'Ouest (1990) se manifiestan contrarios a su uso, y alegan además las molestias que producen para el hombre. En vista de todo ello, se desaconseja su instalación, y no se exponen aquí los distintos modelos e información a la que se tuvo acceso. En nuestro país, existen vallas de este tipo en algunas carreteras (locales, autovías) lindantes con fincas y campos de cultivo, para evitar el paso del ganado.

La creación de barreras o pantallas protectoras de vegetación o artificiales es una opción muy interesante. En los casos en que en tramos concretos son frecuentes los cruces de aves a baja altura (por ejemplo, en la proximidad de distintas zonas húmedas, y en menor medida en vías migratorias, cauces de ríos...), o en casos concretos, como en la lechuza (CPN Antirouille, 1992; Hawk & Owl trust, 1996; datos propios) la implantación en las márgenes de pantallas de vegetación o artificiales obligaría a las aves a elevar la altura de vuelo y así no ser atropelladas.

Las pantallas pueden ser vegetales (setos de especies de crecimiento rápido y de follaje frondoso, además de no excesivamente atractivas para la fauna -de lo contrario podrían ser contraproducentes-, como arizónicas o tarays) o artificiales (vallas metálicas recubiertas de cañizo, brezo u otro material -para hacerlas opacas y evitar los impactos-; vallas de ladrillo o piedra).

Dichas pantallas deberán ser en ambos casos suficientemente altas para que las aves eleven el vuelo a altura suficiente (pantallas de dos metros o más, aunque sería necesaria investigación precisa), y situarse lo más próximas posible a la carretera, pues de lo contrario perderían en gran medida efectividad. Debe tenerse en cuenta que una situación muy próxima al vial, si bien es beneficiosa para el fin perseguido, puede crear un "efecto túnel" (sobre todo si hay curvas) que entraña según parece una cierta peligrosidad vial, por lo cual sería conveniente además limitar la velocidad en el tramo contemplado.

Debe tenerse en cuenta el tráfico de autobuses, camiones y otros vehículos de altura elevada, ya que en caso contrario esta medida no será efectiva para ellos.

Elphick (1997) comenta la instalación de pantallas cerca de N. Orleans, USA, en los puentes de carreteras donde se refugian las golondrinas de iglesia (Progne subis) en migración, y así evitar sus atropellos. Se desconocen más detalles de esta medida.

En las marismas de Santoña (Cantabria) se dan escasos atropellos en la carretera Santoña-Gama, en proporción al número de cruces de zarapitos reales y otras aves acuáticas, probablemente por la existencia de una barrera vegetal de tarays. Señalar que los huecos existentes en el seto no parecen obstaculizar el efecto deseado.

En la laguna de Pitillas (Navarra) se instaló una pantalla vegetal en 1989 para aislar dicha laguna de la carretera. Al parecer esta plantación no prospera bien debido al tipo de suelo y la sequía de los años posteriores (R. Saralegui, com. pers.). Debe cuidarse, en consecuencia, la elección de especies o variedades a plantar, la época en que se planta, y además proporcionar cuidados o riegos posteriores según los casos.

Una barrera artificial de protección para aves migratorias, que las obligue a mantener una altura de vuelo segura sobre la carretera aprovechando desmontes se esquematiza en Morilla y Abad (1993). Esta medida sería de interés en carreteras como la que une Tarifa y Algeciras (Cádiz), zona de enorme flujo migratorio.

Hablar por último de las barreras centrales divisorias de muchas autovías y autopistas. En estas deberían preveerse pequeñas aberturas que permitiesen el paso o refugio de fauna en caso de que esta alcance ese área. En la actualidad existen en algunas pequeñas aberturas como desagües, a través de los cuales este equipo ha comprobado el paso de lagartijas ibéricas y micromamíferos.

Falso piso elevado

Medida que afectaría a pequeños tramos de carretera, en los que el firme fuera sustituido por un emparrillado de hierro galvanizado, situado a ras con el asfalto, y apoyado sobre vigas de hormigón (de 30-40 cms. de altura) colocadas sobre la plataforma de la carretera y transversalmente a ella (Freán el al., 1993). Parece una medida realizable (sí bien puede requerir una limitación complementaria de la velocidad por razones de seguridad vial) y muy aconsejable en los principales puntos negros de anfibios.

Reducción de la velocidad de circulación

Se ha demostrado que un factor determinante de muchos atropellos es la velocidad excesiva, y que en carreteras con una circulación rápida se producen más atropellos que en otras similares con tráfico más lento. Por tanto, desde este punto de vista (y probablemente desde el relativo a las víctimas humanas, que no es competencia de este trabajo), en ningún caso es admisible un aumento de las velocidades máximas permitidas oficialmente, que provocaría una circulación a velocidades aun mayores a las actuales, de hecho a menudo superiores a las fijadas legalmente.

Además, es necesario un control mucho más eficaz del cumplimiento de las normas de velocidad para la totalidad de vehículos. Este se da en algunos países, no nos extenderemos aquí demasiado sobre las medidas a tomar para hacer efectivas las restricciones de velocidad, emplazando a las autoridades responsables a adoptar modelos más eficaces de países sin duda más avanzados en este campo. No obstante, algunas medidas como castigar con trabajos sociales (limpieza cunetas, mejora carreteras,...), retirar el carnet al infractor o usuario de detectores antiradares policiales, pueden mostrarse eficaces. En Japón existe una institución especial, donde se recluye y reeduca a los responsables de infracciones graves.

En nuestro país se da, sin embargo y por contra, una patente permisividad ante los excesos de velocidad (especialmente en autovías, autopistas, y tramos interurbanos de locales), llegando a ser

reconocido en distintas ocasiones por las autoridades de tráfico y transportes que la circulación a velocidad excesiva es habitual al menos en varias autovías (por ejemplo, según mediciones del Servicio de Planeamiento del MOPTMA, en la autovía N-IV, el 70% de los conductores superan la velocidad máxima permitida, 120 km/h, y el 25% sobrepasan los 160 km/h).

Existiendo actualmente tacógrafos y "cajas negras", estos deberían ser obligatorios en los automóviles. Dichos aparatos registran datos sobre los desplazamientos realizados por un vehículo, aunque es frecuente su manipulación ilegal por los usuarios. Son habituales en transportes de mercancías y viajeros: en Alemania desde 1939; en España desde 1980. Existen ya tacógrafos digitales, y la Comisión europea de seguridad vial ya propuso su uso obligatorio en vehículos nuevos.

Otros medios que facilitarían el cumplimiento de la legislación actual son el controlador digital o limitador automático de velocidad, ligado al motor, y que impide superar las velocidades fijadas como máximas; una sirena que se activa a altas velocidades, haciendo insoportable la conducción (aplicada en Japón, propuesta al menos en Francia...). Se deberían fabricar de tal forma que el tope de velocidad no sea manipulable, o que no puedan ser inutilizados por desaprensivos. Su instalación generalizada y obligatoria, al menos en vehículos nuevos, y preferiblemente en todos, tras asegurar los criterios anteriores, sería pues una medida que debe tomarse y exigirse al Gobierno. Cuando menos, y si su coste resultara elevado, debería ser impuesto a los conductores sancionados por exceso de velocidad.

La Federación Europea para el Transporte y Medio Ambiente ya recomendó una reducción de las velocidades máximas de circulación en todos los países europeos, a 100 km/h (autopistas y autovías), 80 km/h (resto de carreteras) y 50 km/h (cascos urbanos).

La reducción sustancial de la velocidad a la que se circula permite aumentar considerablemente la capacidad de respuesta, tanto del conductor como del animal, y es una medida a considerar (Leonard et al., 1985; SETRA, 1985b; otros). Se precisa un tráfico automovilístico considerablemente más lento (que además produce un impacto ambiental menor) al menos en el perímetro y aledaños de Espacios Naturales Protegidos (Parques Nacionales, Parques Naturales, etc...), en las áreas declaradas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), y en los Puntos Negros para las distintas especies que se puedan localizar.

En los tramos (de escasa longitud) y Puntos Negros en que sea aprobada una reducción de la velocidad de circulación se deberán instalar señales informativas y de advertencia, y bandas sonoras (badenes) que obliguen al automovilista a aminorar su velocidad a entre 40-60 kms./h., según los casos.

Por otro lado, las bandas sonoras producen un ruido apreciable que puede ahuyentar a los animales (CETE de l'Ouest, 1990).

Por su efectividad, esta sería una de las mejores medidas generales para muchos vertebrados, y sin duda una de las mas económicas, en este sentido se manifiestan otros autores (por ejemplo LIPU, 2002). No obstante, debe informarse adecuadamente al conductor de la causa, para no crear un rechazo a la misma, aunque este probablemente será inevitable en un sector de la población.

La creación de rotondas para reducir la velocidad se está extendiendo a nuestro país, y puede ser una medida positiva, pero debe limitarse la vegetación de las mismas.

Medidas lógicas exigibles serían: a) no comercializar automóviles que circulen a velocidades superiores a las permitidas; b) permitir y potenciar la circulación de los nuevos "minicoches" y coches eléctricos (velocidades máximas en torno a 60 km/h); c) perseguir ciertos anuncios publicitarios que presentan al coche como sinónimo de velocidad, circulando a menudo por carreteras y pistas, entre fauna africana, etc. Un precedente positivo se dio en 1994, en que se

obligó a retirar la publicidad de una marca de automóviles todoterreno por "incitar a la degradación medioambiental".

La responsabilidad subsidiaria del Gobierno en accidentes causados por exceso de velocidad es pues manifiesta, siendo su responsabilidad prohibir ambos hechos, e intolerable su permisividad actual, ya que ha reconocido la alta proporción de infractores de las velocidades máximas (un 30 %, según estudio de la DGT). La hipocresía de nuestro llamado "Estado de derecho" se puso una vez más de manifiesto en 1997, cuando el Director Gral. de Tráfico propuso la implantación general de limitadores de velocidad, provocando su declaración poco menos que un escándalo, y siendo rápidamente desautorizado por el Gobierno español, que aseguró no tener esta intención. Posteriores debates políticos sobre el tema han sido rápidamente dejados de lado.

No parece tampoco positivo ni ético (por agravio comparativo respecto a otros conductores de automóviles poco resistentes a choques) que existan y se promocionen modelos de automóviles diseñados para resistir impactos, ya que pueden fomentar una conducción menos precavida. En algunos casos se presentan al público como capaces de resistir impactos con fauna (alces, por ej., en Suecia).

Se ha comprobado (M. Clapers, datos inéditos de cruces; otros datos) como pequeños frenazos o reducciones de velocidad a tiempo (a veces basta levantar el pié del acelerador) permiten a muchos animales rápidos reaccionar de manera suficiente para evitar el atropello. Este hecho, de escasa peligrosidad vial, si se respetasen las distancias de seguridad entre vehículos, no debería ser penalizado, y al contrario ser recomendado.

Corte temporal de carreteras al tráfico. Desviaciones del mismo.

En los Puntos Negros más importantes de anfibios sería muy importante llevar a cabo cortes temporales (noches, normalmente lluviosas, en que se produce cruce de anfibios) de tráfico, en que se desvíe el mismo por vías alternativas cuando esto sea posible (Van Gelder, 1973; Podloucky, 1989). Se ha realizado, en parte por razones de seguridad vial, en Alemania, Suiza, Sudáfrica... Actuaciones similares se realizan por la policía española en el caso de grandes rebaños de ganado; y cortes de carreteras locales por obras, en ocasiones durante bastante tiempo, son encontrados a menudo en nuestra red vial ¿tal vez se podrían hacer coincidir aquí las obras con el paso de anfibios?.

Otra medida muy interesante es la desviación permanente del tráfico de un tramo conflictivo por otra carretera paralela o alternativa. Por ejemplo, ADENEX llegó, al parecer, a un acuerdo con la Junta de Extremadura para desviar el tráfico entre Trujillo y Plasencia (Cáceres) por Serradilla y así evitar el paso por el Parque Natural de Monfragüe; la carretera actual quedaría como vía de servicio del parque (Blanco, 1993). Sin embargo, en estos casos debe valorarse muy detenidamente el impacto que ocasionará esta derivación. En el caso mencionado, es muy positivo que se desvíe parte del tráfico de un área protegida, pero debería hacerse un estudio de los atropellos en la carretera alternativa, que discurre por una zona rica en anfibios y que soporta hasta ahora un tráfico muy escaso.

Por otro lado es necesario un cierre adecuado de pistas y caminos forestales, promocionados en libros y revistas divulgativas y utilizados hoy día por abundantes vehículos todoterreno de todo tipo, que también causan atropellos.

Señales y paneles indicadores de tráfico

Una medida necesaria como punto de partida del desarrollo de acciones correctoras a la problemática de los atropellos consiste en la planificación e instalación adecuada de señales y paneles que adviertan al conductor del peligro de atropello de animales, le obliguen a reducir su velocidad, desviarse...

Existe ya en nuestro país una señalización oficial, vertical, que representa (enmarcadas en el triángulo rojo de advertencia de peligro) una vaca (indicación de cañada) y un ciervo (indicación de animales sueltos). Una modificación de la primera se ha instalado para señalización de algunas cañadas madrileñas.

Pero existe mucha más variedad: canguros, koalas, uombats, dromedario, etc. (Australia); oveja (Francia); alce, reno (países nórdicos); sapo, nutria (distintos países europeos); avestruz, tortugas... (Sudáfrica), cérvido, puma, oso, cerdo (EEUU); dromedario, elefante (varios países africanos), corzo, etc.

Otro tipo de señales (complementarias o sustitutorias de las anteriores) son las pintadas sobre el firme (señalización horizontal), normalmente utilizadas para indicar reducciones de velocidad. Se han conocido desde las normales de prohibición -círculo rojo con fondo blanco, alargados para su mejor lectura-, hasta mensajes sólo con letras, como "slow"-reduzca- (Inglaterra); otras señales, como las alusivas al paso de anfibios, han sido en ocasiones pintadas por particulares (ver final de este capítulo), reivindicativamente (de cara a advertir al conductor y para denunciar la existencia del Punto Negro).

Estas señales no suelen provocar en el conductor la reacción deseada de atención a cruces de animales o reducción de la velocidad en muchos casos, excepto en un pequeño porcentaje de población, más prudente o concienciada del problema. Distintos autores apuntan la no eficacia de estas señales. Skolving (1985) afirma que sólo unos pocos conductores respetan esta medida, con una pequeña reducción de velocidad. Reed y Ward (1985) ó Muller y Mognetti (1991) también le atribuyen pocos resultados. Pojar et al. (1975) ensayaron señales luminosas animadas para el ciervo en USA, constatando sólo una pequeña reducción en la velocidad del tráfico, demasiado pequeña para reducir los atropellos; sin embargo recomiendan su uso en áreas de alta accidentabilidad, por temas sociales y de responsabilidad.

Su escasa popularidad es debida, entre otros factores, a la a menudo falta de relación entre la señal y la realidad, es decir, que estos cruces no se producen apenas en la zona. Parece una obligación de la Administración pública facilitar, mediante señales, información verídica en este sentido a los conductores, para que puedan preveer el peligro de cruces: por ello se debe revisar periódicamente la necesidad de cada señal en un punto dado en todo momento; haciendo públicas estas revisiones y mostrando una preocupación real por el tema, de tal forma que haya señales indicativas de la fauna que cruza realmente en ese punto (Haaften, 1985; CPN Antirouille, 1992; López, 1992), y así los conductores consideren real esta advertencia e incluso participen aportando datos acerca de su necesidad en algunos tramos (determinados ayuntamientos ya realizan solicitudes de señalización de este tipo).

Tendrá que actuarse a menudo con señales de colocación estacional (no fijas), situadas en función de su necesidad en cada momento (estrategia ya practicada en otras latitudes, con anfibios -distintos autores-, y con halcón peregrino -Anon., 1987- y propuesta para el camaleón, López y López, 1992); o bien señales luminosas que sólo funcionarían en el periodo nocturno (CETE de l'Ouest, op. cit.).

Dado que el número de especies susceptibles de ser atropelladas es muy amplio, y que además la mayoría son potencialmente productoras en alguna medida de accidentes de tráfico (ver capítulo de seguridad vial), es muy aconsejable la creación de nuevas señales con dibujos representativos de otros animales (véase apartado de "situación en el Estado español", al final de este capítulo) . Para anfibios existen muchos modelos en países europeos (Lizana y Dorda, op. cit.).

También podrían ser representados, dada la variedad de animales que mueren atropellados, camaleones, linces, erizos, perros y gatos, rapaces nocturnas... entre otros, y estas señales se

ubicarían en los Puntos Negros que se pudieran localizar y en los espacios protegidos. Este cambio ayudaría quizás a volver más útiles estas señales.

En los casos más conflictivos se hace necesaria la instalación de paneles (simples, o pantallas luminosas con mensajes programables) en los que se informe en grandes caracteres del peligro de atropello y se solicite precaución. Es interesante el texto de un cartel de Florida, donado por una asociación conservacionista, que recuerda circular con precaución, por el peligro de atropello de ciervos, indicando el número de colisiones producidas en lo que va de año y en el año pasado.

Se ha argumentado que la instalación de señales puede atraer a furtivos y curiosos, delatando la presencia de la especie representada en las señales. Este hecho deberá sopesarse, y puede combatirse con un aumento de la vigilancia inicialmente en la zona. Lawson (1998) indica que en los casos en donde existía peligro de furtivismo de tejón, se sustituyeron las señales de tejones por otras de advertencia genérica de paso de fauna (ciervos).

Es fundamental asimismo que se combinen todas las señalizaciones enumeradas con anterioridad con las señales de reducción de velocidad (SETRA, 1985 b).

Un paso que podría resultar polémico, pero sin duda eficaz, consistiría en la sustitución oficial de la totalidad de señales (cañada, ganado, animales sueltos) por otras de distinto diseño, lo cual ayudaría a conseguir una mayor difusión del objetivo real de estas señales y mostrar una renovada preocupación oficial por este tema, al presentar las nuevas señales y justificar su implantación. Dado que estas señales son de uso común en Europa, pero ligeramente distintas en su diseño, la solución menos traumática podría ser mantener el modelo actual, modificando o mejorando su diseño, e idear e implantar nuevos diseños, como ya se ha comentado. Para ello debe cambiarse la rígida normativa actual de señalización en España, que muchos funcionarios han esgrimido para remarcar su impotencia para instalar nuevos diseños de señales, señalando que deben ser instancias superiores quienes lo decidan.

Se han puesto de manifiesto a menudo, incluso en revistas oficiales, las deficiencias de la señalización vertical instalada e nuestro país, bien por su instalación inadecuada o insuficiente, errores en texto, falta de planificación,... lo que la coloca en un nivel de efectividad inferior al de muchos países desarrollados. Es necesario mejorar esta situación, aprovechando mejor o incrementando recursos existentes, renovando o sustituyendo instalación antigua o en mal estado, etc., en lo que sin duda ya se han hecho esfuerzos en los últimos años. Sobre la calidad, control y mantenimiento de paneles de señalización se dan unas líneas básicas en Regnier-Auroy (1986).

Sin duda, su conjunción con adecuadas campañas de sensibilización, conllevaría una mayor precaución de parte de los conductores. Esto, y la mejora de las señales, es recomendado por Langenau y Rabe (1987).

Barreras etológicas y otras medidas basadas en el comportamiento animal

Las barreras de tipo etológico tienen una base sensorial, manejando aspectos aplicados del olfato, oído, vista, o tacto animal, que pueden inhibir el cruce de determinadas especies. Son medidas relativamente poco investigadas y probablemente con gran futuro.

La creación de barreras olfativas (repelentes), ya citadas en Muller (1987), en las márgenes de las carreteras requiere de muchos medios humanos y económicos. Gates (1990) los cita como ineficaces o de resultados variables. En 1991 se hizo público un sistema desarrollado, con éxito en su fase experimental, por la Universidad de Umea (Suecia), consistente en la instalación de cintas impregnadas con elementos aislados de la orina de lobo, sintetizados artificialmente, en ambos lados de la carretera. Se afirma que evitará el paso de alces, renos, corzos, ciervos, gamos, zorros y otros animales. Su coste era muy elevado, habiéndose citado cifras de alrededor de treinta mil euros/km. También se han usado en Canadá, Alemania, Francia o Suiza distintas sustancias y

materiales repelentes, y en los últimos años, en una carretera de la provincia de Girona (Banyoñes-Olot) yotra de la provincia de Barcelona (Guardola de Berquedà-Poblas Lillet), con olores de lobo, oso y hombre. En 2002 y 2003, se usaron barreras olfativas (sin especificar) en Soria (N-111, Lubia-Almazán).

De Pedro y Hernández (1993) aportan una propuesta basada en un experimento ensayado por De Avalos (com. pers. a este Equipo) consistente en la colocación de alcanfor y naftalina en los laterales del firme; no parecen haberse obtenido resultados claros, según su autor, y parece muy contaminante.

En el caso de las barreras basadas en la composición del suelo, es conocido que algunos tipos de sustratos son preferentemente evitados por determinados animales. Müller (op. cit.) las llama zonas de fondo repulsivo, y menciona que los erizos evitan los suelos de grava redonda.

Por otra parte, en Utah (EEUU) se desarrolló un sistema (Lierop, 1988) consistente en un trazado especial de bandas blancas de pintura sobre la carretera que parece inhibir con resultados positivos el paso de fauna. Se desconocen más detalles sobre la implantación de estas bandas. La falta de nuevas referencias apunta a que no debe ser un sistema exitoso.

Una posibilidad, que agrava el efecto barrera y elimina la vegetación próxima a la carretera, y por tanto inhibe el cruce de carreteras de algunas especies, es la creación de carriles bici paralelos a la vía principal. Este hecho (menor accidentabilidad) parece haberse confirmado por este estudio, a pesar de la escasa muestra analizada.

Debería profundizarse en el efecto de corte que estas barreras conllevarán para las distintas especies, acondicionando, de ser necesario, pasos protegidos en alguna forma. CETE de l'Ouest (op. cit.) se aclara que los productos utilizados no deben ser nocivos, pero si duraderos, y que pueden utilizarse para dirigir a la fauna hacia los pasos.

En el plano auditivo, se ha trabajado con ultrasonidos. Se sabe que algunos ultrasonidos ejercen un efecto molesto, que puede llegar a ser doloroso, al menos sobre algunos mamíferos silvestres. El advertidor "Hobi Game" (Lierop, op. cit.) se crea en USA para instalarse sobre el capot o parachoques del vehículo, produciendo una frecuencia muy elevada (18.000 Hz. a una velocidad de 50 km/h), no perceptible por el oído humano, que ahuyentaría a cérvidos.

El "Deer Warning" (marca cobbs, USA, copyright 1994-96), comercializado al menos en USA y UK, funciona al paso del aire, y consiste en dos pequeñas piezas que se instalan en el frontal de automóviles o motocicletas muy fácilmente; los fabricantes aseguran que no está diseñado para ahuyentar a los animales (tienen en cuenta la presencia de ganado en las cunetas) sino para advertirles, y que permanezcan quietos, sin cruzarse con el vehículo.

Se desconoce la efectividad, aunque sus fabricantes han defendido su uso en ciervos, tejones (e incluso insectos, como se verá más adelante). Asimismo es desconocido el impacto de estos ultrasonidos sobre la fauna, ni las frecuencias más recomendables. Es posible que pudieran producir molestias continuadas en algunas especies amenazadas, que deberían valorarse. Sería planteable el desarrollo de ultrasonidos fijos, colocados en las márgenes de la carretera, y muy unidireccionales, que se activasen al paso de vehículos. Esta sería quizá una buena medida a investigar en casos de carreteras con escaso tráfico y atropellos de mamíferos de estatus amenazado. Reed y Ward (1985) dudan de su eficacia para ungulados, que probablemente se habitúan con rapidez a ellos.

Desde hace algunos años se comercializan al público gran número de emisores domésticos de ultrasonidos (frecuencias indicadas, entre 300 Hz y 25.500 Hz), de distintos tipos y modelos, para ahuyentar perros, roedores, topos, e incluso insectos, según los fabricantes, que aseguran su efectividad en mil metros cuadrados.

Quizás fuese posible instalar aparatos emisores de sonidos de alarma de aves o de gritos de rapaces, etc. En 1993 apareció la noticia de que una compañía de Texas, EEUU, fabricaba un aparato que, colocado en los parabrisas de los automóviles, imita los sonidos emitidos por los murciélagos y al parecer ahuyentaba a los insectos.

La transformación del entorno de la carretera en poco atractivo para la fauna se recomienda en Müller y Mognetti (1991), además de otros muchos trabajos, y su desarrollo es muy extenso para tratarlo aquí, remitiendo para ello a López (1992) y otra bibliografía general.

Queda mucho por investigar; entre otras cosas se ha observado que, según parece, bandas de plástico rojas y blancas, de las utilizadas en las obras, inhiben en parte el paso de algunos animales (aves, mamíferos, al menos); no obstante, como se ha comprobado para otros objetos disuasorios, su posible efecto sería solo temporal: luego los animales se acostumbrarían (caso de esferas brillantes y otras estructuras para evitar electrocuciones: Ferrer y Negro, 1993). Algunas de las conclusiones y descubrimientos resultado de las investigaciones aplicadas que se desarrollan para evitar la electrocución de aves y otras causas de mortalidad podrían ser aplicadas para evitar las muertes en carreteras. Los conocimientos actuales sobre percepción animal (vista, oído,...) deberían ampliarse y aplicarse respecto al tráfico.

Actuaciones sobre la vegetación y estructuras de los márgenes de la carretera

En realidad sería también, en parte, una medida etológica (basada en el comportamiento). Parece una medida muy importante, aunque con muchas posibles contraindicaciones ambientales. Se trata de un abanico de actuaciones a tomar normalmente con posterioridad a la construcción de la carretera.

Distintos e interesantes trabajos y publicaciones sobre la vegetación de las márgenes de la carretera han sido realizados en Francia por SETRA, 1981; otros). En España existen menos referencias, con análisis más puntuales y a veces contradictorios y poco coordinados. El trabajo del MOPT (1992) no recoge nada relativo a fauna, y se basa en escasa bibliografía, con ninguna referencia extranjera.

Una medida recomendada (Muller, 1987; Tunkkari, 1985; Ueckermann, 1985) es el desbroce o deforestación (enrasamiento) de los márgenes de algunas carreteras, hasta varios metros de anchura. La vegetación de los bordes (gramíneas, zarzas...) atrae a determinada fauna, como micromamíferos paseriformes o reptiles, y sus depredadores, y por tanto esta acción puede ser eficaz. Además aumenta el campo de visión de la fauna y del conductor (CETE de l'Ouest, op. cit.). Esta es una medida muy empleada, al menos, en Francia, y parece que también en USA y otros países, útil para fines de mantenimiento, para evitar incendios, evitar la invasión del firme por vegetación,... por lo que es realizada también en España, en menor medida.

Es planteable su desestimación en los casos en que dicho enrasamiento sea muy dañino y contraproducente ambientalmente. Parece especialmente grave la destrucción de zarzales o vallados de piedra, y cunetas de carreteras de montaña, que son hábitats de lacértidos y otra fauna protegida (de hecho se han destacado las cunetas como biotopo, y aconsejado no dañarlas y reforestarlas, en Diesener y Reicholf, 1992). Quizás sólo se tendría que contemplar en puntos negros y carreteras con mucho tráfico.

No deberían utilizarse para este fin herbicidas. El enrasamiento mecánico provoca la mortalidad de numerosos insectos, y ocasionalmente pequeños vertebrados, lo cual provoca, además, la afluencia de algunos animales. El mantenimiento de la zona sin vegetación se asegura más duraderamente con una capa de grava, que además resultaría un añadido posiblemente ventajoso (véase apartado de barreras etológicas). Con esta aumenta el efecto barrera para distintas especies, debido al aumento de grosor de la zona deforestada; habrá que valorar este factor, y contrapesar ventajas y desventajas antes de realizar actuaciones.

Cuando se realicen plantaciones en el entorno de la carretera es necesario hacerlas con especies que no atraigan a la fauna (parece preferible evitarlas, si el fundamento es sólo estético o si son sustituibles por otras medidas, por ejemplo en casos de fijación de taludes, señalización de cruces y bifurcaciones, etc.). Algunas de estas especies son el ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*), el resto de cupresáceas, y el espino de fuego (*Pyracantha coccinea*), aunque éste último atrae a distintas aves (mirlo, petirrojo...), y al menos el mirlo consume sus frutos. Deben evitarse plantas de fácil propagación, que puedan dispersarse por el territorio, caso del ailanto (*Ailanthus altissima*).

Muller (1966, 1987) y Reed y Ward (1985) reconocen que ciertas especies vegetales deben ser evitadas, y que debe profundizarse en este tema. En la Comunidad de Madrid se han repoblado márgenes con encinas y álamos, especies atractivas para la fauna, hasta cortas distancias del firme. Kofler y Schulz (1985) constatan mucha mayor proporción de accidentes de corzos en carreteras con vegetación sólo en un lado. Este hecho posiblemente ocurre en otras especies, y debe actuarse especialmente en estos tramos.

Se debe prestar especial atención a la vegetación de las medianas centrales de autovías-autopistas. En ocasiones estas se reforestan con especies atractivas para los roedores (topillos, ratas,...) y los efectos parecen muy negativos. Velasco et al. (1995) proponen la adecuación de medianas para mejorar la permeabilidad de ese tramo de carretera, si son extensas; sin tener en cuenta que el riego de atropello probablemente se verá incrementado. Pero la alteración y pérdida de territorio producida de esta forma es mayor. Debe estudiarse cada caso con minuciosidad, pero queda claro que es mejor, desde este punto de vista, desestimar medianas amplias para próximas obras públicas.

En caso de existir especies vegetales muy atractivas para la fauna próximas a la carretera, y que estén provocando muchas bajas (es el caso de *Bombycilla cedrorum,* según Dowler, 1982) deberían ser eliminadas y sustituidas (o no) por otras especies.

Actuaciones contemplables en las márgenes, previa valoración anterior, son la eliminación de montones de piedras o vallas que son utilizadas como refugio por la fauna, con su traslado más lejos del firme; la compactación del terreno para evitar que críen topillos y otros roedores, ya practicada en aeropuertos (Duhautois, 1989), pero que puede ser perjudicial para ofidios y otra fauna adaptada a esos lugares.

Algunas estructuras, como postes de madera, señales de tráfico, mojones kilométricos y vallas, son en ocasiones utilizados con frecuencia por algunas especies de aves como posadero (fundamentalmente rapaces, y algunos pájaros como el triguero, cogujada común, mosquitero común, tarabilla común, alcaudones...

Al menos en el caso de puntos negros de especies que utilicen dichos posaderos, debería tratarse de que no existan estos próximos a la carretera (no a menos de una distancia que debería investigarse y estimarse).

Pudiera ser que la creación de zonas despejadas y areneros creados a bastantes metros del firme, a semejanza del hábitat preferido por los chotacabras, redujese la afluencia de estos a la carretera, al menos en lugares de mucha cobertura vegetal.

Hernández (1988) recomendaba instalar posaderos artificiales al lado de la carretera para reducir el número de mochuelos que se posan en el firme; obviamente, esta medida resultaría contraproducente para otras aves, y quizás hasta para el propio mochuelo. Ya se instalaron posaderos artificiales en otros carreteras de Europa; en este sentido, Bourquin (1983) y CPN Antirouille (1992) criticaban esta actuación, señalando que no deben situarse cerca de las carreteras; igualmente es recomendable situar las cajas nido de torretas y postes lo más lejos posible de carreteras (otros varios autores reafirman esto último). En este orden de cosas, sería interesante

el desplazamiento de postes y tendidos (posadero de cernícalos, ratoneros, alcaudones,...) para reducir su accidentabilidad; aunque debería valorarse su impacto en el nuevo trazado elegido.

El problema de las señales se ha puesto de manifiesto para las rapaces nocturnas, y se ha propuesto sustituirlas en algunos tramos por señales pintadas en el firme (BRINZAL, 1992). La señalización horizontal es, en efecto, una medida a contemplar en estos casos.

Tal vez se podría desarrollar algún tipo de estructura adicional o modificación de las señales para que las aves no se pudiesen posar en ellas, pero la atracción por el posadero se seguiría produciendo, y no se descartan posibles accidentes si las estructuras mencionadas no son cuidadosamente diseñadas.

Reflectantes especiales

Se basan en el deslumbramiento nocturno producido por los faros del automóvil en algunas especies, principalmente de mamíferos. Consisten en superficies reflectantes, que se colocan en los márgenes de carreteras con el objetivo de que la luz proyectada por ellos hacia los bordes de la calzada detenga a los animales en ese punto, sin que llegue a producirse el cruce.

Debe tenerse en cuenta que según la especie a que se destinen, deberán situarse a distintas alturas, existiendo además varios tipos, que se componen normalmente de una pequeña placa de acero inoxidable rectangular con irregularidades que intensifican su efecto. Situada sobre soportes (piquetas), es posible la instalación sobre los reflectantes y señalizaciones utilizados actualmente de modo oficial. Algunos modelos requieren una limpieza regular para seguir siendo efectivos, y la vegetación que pudiera interferir su acción deberá ser eliminada, por lo que el mantenimiento es a veces un problema (SETRA, 1985 b) y resulta caro (Ueckermann, 1984).

En Alemania se comenzó utilizando bandas de aluminio alrededor de los árboles de las cunetas (Ueckermann, 1964). Haaften (1985), y algunos otros autores, mencionan reflectantes para tejones, pero la mayoría son citados para ungulados.

En el pasado esta medida se ha recomendado con frecuencia (Kofler y Schutz, 1985; Tunkkari, 1985; otros). Los resultados obtenidos son variables, indicándose como positivos en algunos casos (Ueckermann, 1984; Rusch, 1985; otros). Schafer y Pendland (1985) aseguran que muchos estudios sobre eficacia de reflectores son distorsionados por diferencias espaciales, poblacionales, o de tráfico, y utilizan reflectores que alternativamente utilizan cubiertos o descubiertos, constatando una significativa efectividad cuando están descubiertos. Hay comentarios, no confirmados, de su eficacia en los canguros. Los reflectantes empleados para tejones, combinados con señales de advertencia, parecen haber motivado una reducción de los atropellos en UK (Lawson, 1998).

Pero se apunta su posible o total ineficacia por muchos autores (Müller,op.cit.; Wodard et al., 1973; Skolving, 1985; Zacks, 1985; Reeve y Anderson, 1993; otros). Gordon (1967) indica que, de 14 estados de USA donde fueron testeados, sólo se consideraron efectivos en dos. Gilbert (1982) los considera ineficaces y critican la falta de test estadísticos y suficiente muestra en la mayoría de estudios previos. Desiré y Recorbet (1985) muestran su ineficacia para jabalíes y ven poco clara ésta para los corzos. Existe un modelo muy difundido de la marca "Swareflex", pero Zacks (1985) afirma que el color rojo de estos reflectores no tiene eficacia en el caso del ciervo *Odocoileus virginianus*.

En cualquier caso su eficacia general no parece alta, o se considera desconocida (Queal, 1968; Bekker, 1985). Reed y Ward (1985) señalan las contradictorias conclusiones de los diferentes estudios. Para que puedan ser eficaces deberán utilizarse en carreteras de escaso tráfico nocturno (CETE de l'Ouest, op.cit.), con objeto de evitar que los animales se habitúen. Como ventaja, no causan apenas efecto barrera, y el coste total de instalación es relativamente bajo. Se han instalado

ya en España (Galicia, Soria, etc...), y deberían instalarse experimentalmente en los principales puntos negros de cérvidos, lince ibérico, etc... teniendo en cuenta todas las experiencias previas.

Evitar la construcción de nuevos trazados

Se debe evitar, desde este punto de vista, la construcción de carreteras o pistas de nuevo trazado. Hoy en día se dispone de una red vial suficiente para los fines que deben perseguirse: comunicación por carretera de las poblaciones habitadas. Si las circunstancias socioeconómicas lo requirieran, se debería proceder a la mejora o desdoblamiento de carreteras ya existentes (tras un EIA), o bien, si se va a utilizar para fines de explotación (forestal, ganadera, etc.) y si es estrictamente necesario, se construirán pistas que queden sin asfaltar y garanticen un tráfico no rápido.

Debe tenerse en cuenta que aún no se conoce bien el efecto negativo producido por cada nueva carretera. Mader (1985) considera indispensable la realización de estudios en profundidad sobre las consecuencias de las carreteras antes de realizar cualquier nuevo proyecto de carretera. Hay que valorar asimismo el impacto generado también por las pistas, sobre todo algunas de montaña (Beltrán, 1992).

Esta recomendación de no construir nuevas carreteras se recoge en SETRA (1985 b). Fahrig et al. (1995) sugieren incrementar el tráfico en las carreteras existentes, mejor que construir nuevas. Muchos otros autores critican la expansión de la red vial y sus negativos efectos ambientales. Por ejemplo, Boscagli (1980) afirma que "sólo unas pocas áreas protegidas se salvan de este tumor maligno del territorio que a menudo se identifica como un símbolo de progreso".

Una mayor densidad vial conlleva descensos importantes de la densidad de ciertas especies animales. En caso de llevarse a cabo nuevos trazados, deberían respetarse las zonas protegidas, las áreas importantes para la fauna y flora, y tratar de dejar grandes áreas sin red vial, o al menos no dejar zonas congestionadas entre carreteras de gran densidad vial. Se aconseja en ese caso construir lo más cerca posible de los trazados ya existentes.

En España, la construcción de grandes carreteras e infraestructuras es un gran negocio, que ha generado a menudo casos de corrupción, desde la adjudicación de las obras o EIAs a sus fases de construcción y explotación. Pero aún más negativo sería el hecho de intentar mantener o incrementar en el futuro el nivel anual de inversión en obras públicas en base a estos criterios económicos, y no en función de la necesidad real de dichas obras.

Corrección o planificación de ciertos trazados, cambios de rasante y curvas

Parece observarse que algunas curvas y cambios de rasante que dificultan la percepción del tráfico por la fauna pero permiten circular a una velocidad rápida son especialmente dañinos para la fauna. Pero también las largas rectas son muy negativas, por soportar una circulación excesivamente rápida.

Por el contrario, en algunas carreteras de trazado menos rectilíneo y con mayores desniveles las cifras parecen reducirse, probablemente por la paralela disminución de la velocidad de los automóviles. Esta consecuencia podría ser considerada en la construcción de la carretera.

En aquellos tramos de trazado destacadamente negativo se hace necesario plantearse la necesidad de correcciones en el trazado. Un caso de trazado nefasto sería, por ejemplo, la N-332 a su paso por las Salinas de santa Pola (Alicante): a lo largo de varios kilómetros esta vía cruza de lleno, casi a su mismo nivel, una de las zonas húmedas mas importantes de España, incluida en el listado de Zonas Húmedas de Importancia Internacional catalogadas en el Convenio de Ramsar, con los efectos que cabe esperar. En este caso no sería sino una rectificación lógica cerrarla al tráfico y desviar unos kilómetros la misma, bordeando el espacio natural.

Creación de taludes o cerros de tierra

Es factible, y ya se lleva a la práctica en otros países, la construcción de cerros de tierra (montones de tierra a los lados de la carretera), con fines de protección acústica. Orientación sobre su aplicación practica, esquemas, costes, errores a evitar -como erosión-,... se tratan al menos en Icher (1987). Estos cerros se muestran eficaces para evitar el ruido (a partir de 2,5 metros de altura), tienen un coste moderado y su único inconveniente es la ocupación de espacio, problema casi desdeñable en la mayoría de vías interurbanas.

Es necesario profundizar e implantar más esta medida, dado que parece comprobarse (Muselet, 1985; presente trabajo) que en zonas de carretera que discurren durante una cierta distancia entre taludes se producen menos atropellos de aves, dado que aíslan la carretera del medio circundante. En casos de taludes sólo a un lado, tienen un efecto negativo, que podría repararse mediante la creación de pantallas vegetales como las descritas en el lado desprovisto de talud. Aunque el efecto sobre el paisaje puede ser considerable, se recomiendan taludes no reforestados (pues se reduciría este efecto de aislamiento). Debe valorarse si el efecto barrera sería contraproducente o cabe asumirlo.

Traslado directo de anfibios.

Una ayuda directa para ayudar a cruzar las carreteras a los anfibios se realiza en algunos países. En Inglaterra se llevan a cabo desde 1984 las campañas "Toads on Roads" ("sapos en carreteras"), en las que se consiguen recoger por voluntarios (naturalistas, escolares, familias...) muchos de los sapos que en primavera intentan cruzar distintas carreteras. Para ello se interceptan y capturan con la ayuda de vallas de plástico y trampas pitfall (normalmente cubos). Estos anfibios así capturados serán liberados a continuación al otro lado de la carretera o en zonas adecuadas. En Francia, ya en 1991 se organizaron "operaciones de salvamento de anfibios", con el rescate de 1.055 anfibios de ocho especies (CPN Antirouille, 1992).

Otras actividades de este tipo (pases de anfibios) se han llevado a cabo en más países, como Alemania (Diesener y Reichof, 1992), Bélgica,... Son indiscutibles los resultados prácticos y de divulgación pública de esta medida. En nuestro país se ha promovido la necesidad de estas actuaciones y ensayado su realización desde 1995 por la SCV (campaña "anfibios y carreteras"). Requiere información actualizada, medios materiales y voluntarios con amplia disponibilidad de tiempo; y debe prestarse atención a la migración de retorno de juveniles y otros factores que pueden hacerlas en parte contraproducentes.

Creación de hábitats de reemplazamiento.

En última instancia es aconsejable la transferencia total de las poblaciones amenazadas de anfibios a otros biotopos no amenazados por la carretera (Müller, 1987). Esta medida se ha llevado a cabo en la práctica en distintas ocasiones, siendo de nuevo imposible conocer la totalidad de las distintas iniciativas en este sentido. Una de ellas fue llevada a cabo en Hungría (Colectivo ELTE), donde más de dos mil ejemplares de ocho especies de anfibios (Bufo bufo, Rana dalmatina, Hyla arborea,...) se trasladaron a lugares no amenazados por el tráfico (Anon., 1988). Quizás desplazamientos a sitios lejanos o con diferencias ambientales pudieran causar trastornos en la orientación, desplazamientos o costumbres de estos animales, además de perjudicar a la población ya existente en la zona elegida.

Por otra parte, se define como una de las soluciones permanentes ideales la creación de lagunas o estanques artificiales sustitutorios en el otro lado de la carretera, para reducir la migración a través de aquella (Muller, 1987; Ryser y Grossenbacher, 1989; Podloucky,1989), y otros autores). En SETRA (1985 b) algunos investigadores mostraron ciertas reservas a realizar actuaciones de este tipo. Las actuaciones ya realizadas con el camaleón en los últimos años, en Andalucía, adolecen de graves fallos metodológicos.

Retirada puntual o ahuyentamiento del firme de animales

Es posible retirar de la carretera y su entorno a animales lentos, cosa que este Equipo ha realizado con frecuencia (anfibios, camaleón, tortugas, víboras, culebras, etc.) cuando se les localiza en ella. Se supo de una persona de Nuevo México que se dedicaba a recoger con un palo y arrojar lejos de la carretera a los ofidios; y debe ser un hecho relativamente habitual la retirada por conductores y viandantes de otras especies más "atractivas" para el público.

Es posible ahuyentar a algunos animales de la zona, con patrullamiento a pie o circulando por el arcén, lo cual puede suponer una pequeña contribución, no por ello desdeñable, a la reducción de atropellos.

Se ha comprobado que a veces pájaros encontrados vivos en la carretera y cuneta están aparentemente sólo atontados por golpe de aire, y si se les retira y se les cuida un poco (tranquilidad para reducir el estrés, agua) al cabo de un rato vuelan bien y se les puede soltar. A veces incluso se alejan volando al aproximarse personas a pie o bicicleta (no así en coche). Otras veces estos pájaros y animales están muy malheridos, muriendo en los minutos siguientes, y es preferible y recomendable sacrificarlos con rapidez para evitarles sufrimientos.

Se dan casos de animales atrapados o que no saben salir de la carretera y sus inmediaciones, bien por estar ésta vallada o por tener un talud o barranco en uno de sus lados (en el caso de caballos y vacas cruzan a este lado y luego, si el tráfico es denso, se quedan atrapados en él). Esto supone un grave riesgo de atropello y para la seguridad vial, por lo que debe intentarse ayudar a estos animales o notificar su presencia a la policía de tráfico. Los servicios de conservación de la N-VI, recogen a menudo, según comentaron, perros, gatos, zorros, ciervos, liebres, vacas,... atrapados entre los vallados o en el carril central. Por supuesto, también debe optarse por la prevención (ver apartado de vallados).

Mejoras en Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.)

El Real Decreto legislativo 1302/86 de evaluación de impacto ambiental traspuso la Directiva 85/337/CEE de evaluación de impacto ambiental (EIA). El anexo I era de obligado cumplimiento, pero el anexo II contaba con noventa supuestos, de los cuales España recogió cinco. Por el R.D. 1131/88 se aprobó su ejecución, por lo que en 1988 se inicia el proceso de los EIA obligatorios en España. En Francia, por ejemplo, se inició en 1976.

Es fundamental que en los E.I.A. de carreteras se contemple adecuadamente este impacto sobre la fauna y se indiquen medidas correctoras, que por otro lado nunca serán completas. Son necesarias muchas mejoras de los actuales EIA, incrementando el número de supuestos relativos a la construcción y mejoras de carreteras sometidos a obligatoriedad de EIA (véase para más detalle Villalvilla, 1992), pero además debería ser posible descartar trazados para los que se prevea un gravísimo impacto negativo para la fauna, llegando a la "opción cero" (SETRA, 1985 b). El ingeniero no debería responder sólo de la obra, sino de sus efectos en el ambiente; debería tener en cuenta este elemento por razones de orden ético y ecológico (Muller y Mognetti, 1991).

En este mismo Simposio (SETRA, 1985 b) se recomendaba que en los EIA se valorase, antes de avanzar en otras fases del estudio, el impacto sobre la fauna. También se comentaba que era preciso proteger los biotopos más relevantes o áreas sensibles ante el trazado antes que tener que tomar luego medidas correctoras.

Otras revisiones y recomendaciones se encuentran en Crotaz (1985), Guiraud (1985), Muller (1985), Spoke (1985), y otras referencias. El trabajo de MOPU (1989) supone una base pero adolece de errores iniciales e incorrecciones en lo relativo a fauna. Un problema por investigar es si, aunque sea muy negativa, no es en algunos casos preferible la concentración de infraestructuras

lineales (autovía, nacional, tren y tendidos), que crean efecto barrera, a su dispersión por zonas no degradadas hasta ese momento.

Sería importante lograr que se realizasen con carácter retroactivo EIA de carreteras ya construidas muy conflictivas, si es necesario, derivando su circulación o al menos, no efectuando en ellas "mejoras" (rectificaciones) del trazado o ampliaciones vial.

En general es necesario cambiar radicalmente el procedimiento de los EIA en España y lograr que sean estudios, al menos en lo relativo a fauna y ecosistemas, más objetivos y se basen más en criterios numéricos y pruebas contrastables. Una propuesta de valoración cuantitativa se expone en Berthoud (1985). Algunos EIA son incluso corregidos o manipulados evitando mencionar distintos impactos negativos sobre la fauna. Los planes de vigilancia posterior a menudo no se cumplen. Todo ello causa que en buena parte de las carreteras construidas en base a EIAs éstos no sirvan para nada. En cualquier caso, el impacto ambiental sobre la fauna nunca puede determinarse totalmente, por lo que el EIA no debe tomarse como una base segura ni plantearse en términos absolutos (como a veces ocurre) sino como una aproximación al mínimo.

Se constata también en ocasiones el problema de que, por parte de la constructora, se destina un porcentaje del presupuesto muy pequeño a medidas correctoras, incluso aunque estas figuren en el EIA. Tampoco se suelen llevar a cabo los planes de seguimiento ambiental posterior recogidos en los EIAs. Asimismo el hecho de que empresas consultoras que realizan EIAs intentan gastar lo mínimo en la realización del estudio, ciñéndose a exponer generalidades extraídas una bibliografía básica, a menudo con múltiples incorrecciones.

En un EIA realizado por una comisión de expertos (1993) se recomendaban medidas concretas, como es la previsión de atropellos y los seguimientos posteriores. Estos últimos deben prolongarse en el tiempo, ya que en ocasiones se producen pocos atropellos en la fase inicial de explotación de una vía rápida, fruto del menor tráfico y del desplazamiento de fauna durante las obras (Waetcher y Schirmer, 1985). Muller (1985) aconseja estudios previos a la obra, sobre el comportamiento de la fauna local, durante un mínimo de 12 meses.

Respecto a la metodología utilizada, es muy dispar y depende a menudo del autor del EIA. En el apartado de impacto sobre la fauna, dicha metodología es casi nula y a menudo simbólica, limitándose a señalar la presencia de algunas especies y los límites de los espacios protegidos. A continuación se realizan algunas propuestas para lograr una metodología más adecuada en este campo y tratar de prevenir la aparición de nuevos puntos negros:

Anfibios: evitar cursos y masas de agua; especialmente evitar realizar viales paralelos y próximos a ríos y arroyos, o que bordeen lagos, lagunas o embalses. Si deber circular próximos a estas masas de agua, intentar que lo hagan durante el menor tramo posible. Un interesante método para preveer la mortalidad que causaría la carretera prevista es poner barreras con trampeos pitfall en el trazado previsto para detectar especies, vías de migración y zonas de paso. Como ejemplo de esto último, Epain-Henry (1987) estudió entre los meses de febrero y mayo el área donde se proyectaba construir una autovía, detectando ocho especies de anfibios y seleccionando los estanques de más riqueza en estos animales. Trampeando con vallas plásticas detectó la dirección e intensidad de los desplazamientos y planificó la ubicación de túneles. Por otro lado debe evitarse la creación de hábitats artificiales que atraigan a estos animales a la carretera (Muller, 1987) y a estructuras de deasagüe que sean trampas para anfibios.

Reptiles: no romper hábitats fundamentales, ni bordear vallas de piedra, zarzales o setos.

Aves: evitar zonas de alta concentración de aves (masas de agua, colonias, dormideros, zonas de alimentación o migración...) y zonas de presencia de especies amenazadas (edificaciones, árboles viejos o de gran porte,... para nocturnas). No realizar tramos paralelos a setos naturales o cursos

fluviales con sotos, que se deben cruzar, si es imprescindible a través y por el tramo de menor anchura.

Mamíferos: detectar rutas de desplazamiento o vías de paso (huellas, rastros, cámaras automáticas, trampeo en vivo...). Camby y Maizeret (1985) realizan recomendaciones para carnívoros.

Generales: estudio adecuado, en profundidad, de la fauna en los diferentes trazados posibles (valorando los cruces de los animales en el futuro vial, presencia de nidos o madrigueras...). Primar los pequeños puentes que dejen un tramo del terreno en condiciones naturales en torno al cauce de los cursos de agua, permanentes o estacionales, complementándolos con barreras adecuadas situadas a ambos lados de los puentes, que canalicen aún más la fauna hacia los pasos (Freán et al, op. cit.).

Debe evitarse la construcción de medianas centrales con vegetación, siendo preferible que no la posean, o sustituirlas por estructuras inertes cuando se trate de una medida de seguridad vial (para evitar deslumbramientos, por ejemplo). Estas medianas pueden suponer islas para la fauna menos exigente (p. e. topillos, ratas), que puede atraer a depredadores, con el subsiguiente riesgo de atropello.

La posibilidad existente de realizar sugerencias en los periodos de consultas previos a los EIAs, consultas de proyectos de obras públicas que actualmente son realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente a las asociaciones e implicados locales, y a otras asociaciones y organismos estatales, no parece útil, sin que sean contestadas en todas las ocasiones, ya que la efectividad de estas sugerencias o de las alegaciones realizadas a EIA parece sumamente reducida, y el proceso debe mejorarse.

Son de esperar mejoras en la legislación en el futuro (y que se cumpla la actual). La Ley de la Conservación de la Naturaleza del País Vasco (B.O.P.V., 27/07/94) indica en su articulo 40.2: "el diseño de las infraestructuras que se ejecuten en el territorio se realizará de modo que permita un grado suficiente de movilidad geográfica a las especies, evitando la creación de barreras que dificulten su dispersión e intercambio genético, y previniendo los mecanismos posibles para evitar riesgos de accidentes a la fauna silvestre".

Intervención judicial

Dado que en muchos casos se incumplen normativas y leyes en la construcción de carreteras, y en la realización de EIAs, la vía de la denuncia judicial es otra medida a considerar.

En el caso de la carretera Oropesa-Cabanes (Castellón), la denuncia ante el juzgado conllevó la paralización de las obras. El juez advirtió que, al poder constituir un delito ecológico, se estudiase un nuevo trazado.

Sin embargo, los organismos judiciales no son igualmente receptivos ni rápidos en muchos casos. Existe también la posibilidad de realizar denuncias ante la comunidad europea, que, por ejemplo, condenó una carretera en Santoña (no así otra denunciada en Santa Pola).

Utilización de materiales alternativos al asfalto

Al parecer existen materiales desagradables para algunas especies, o que no acumulan calor, y son útiles para la construcción de firmes. Nos han llegado noticias, no contrastadas, de firmes de este tipo en el Reino Unido.

Asimismo, en los planes de ordenación territorial (PGOU, otros) debería contemplarse adecuadamente el impacto de las nuevas carreteras de urbanizaciones, playas, etc.

Concienciación pública (del conductor y otros sectores). Educación ambiental y vial

Las campañas por una mejor conducción, más precavida y respetuosa hacia la fauna que cruza, puede resultar una medida variablemente efectiva en función del grado de concienciación obtenido; así existe ya una pequeña porción de conductores conscientes de este peligro para su propia seguridad y la de la fauna con una media de atropellos baja. Langenau y Rabe (1987) recomiendan una mayor educación del conductor en este campo. Baudvin (1986) comenta como un poco más de atención y un poco menos de velocidad pueden reducir los atropellos de lechuzas.

Se da el caso de que en los últimos años se están realizando esfuerzos por lograr una educación vial sobre todo por la Dirección General de Tráfico (DGT), aunque el tema de la fauna y ambiental apenas se trata. No se ha conocido en nuestro país ninguna campaña oficial específica para reducir la mortalidad de fauna en carreteras, tal vez por creer que sería de mal gusto centrarse en la fauna, produciendo la carretera tantas víctimas humanas. Ambas cosas son una realidad a evitar, y la comparación no tiene lugar (ver también CPN Antirouille, 1992).

Dado el elevado número de conductores y su carácter a menudo poco receptivo a propuestas de moderación y precaución circulatoria, campañas en este sentido deben ser promovidas oficialmente (con continuidad en el tiempo) en todos los medios de comunicación, principalmente en los masivos (TV) como las iniciativas publicitarias por empresas automovilísticas, por ejemplo (desde hace unos años se han dado más en España, utilizando como ganchos publicitarios el frenado ante el cruce de erizo, oso, patos, ranas...) o de otro tipo.

En trípticos oficiales de zonas protegidas por las que discurran carreteras sería obligado aconsejar al visitante que no utilice el automóvil (sin que ello vaya en detrimento de otras medidas propuestas), y en su caso una conducción respetuosa con la naturaleza, no debiendo salirse de las carreteras asfaltadas y conducir a velocidad moderada. Hay ya algún precedente de esta medida en nuestro país.

Amplios apartados referidos a esta temática deberían incluirse asimismo en la preparación para la obtención del carnet de conducir, y en sus exámenes teóricos y prácticos. En libros de teoría se incluye el texto: "si un animal se cruza en la carretera... tratar de evitar el atropello, si es posible hacerlo, sin frenar bruscamente ni hacer un viraje peligroso. Si no, sujetar firmemente el volante y continuar en dirección recta. Es conveniente -siempre que se vea al animal con la suficiente antelación- avisar de nuestra presencia con toques de claxon, al tiempo que se reduce la velocidad. De noche, hacer el cruce de luces, pues algunos animales, al ser deslumbrados, no se mueven de donde están". Este texto y recomendaciones, en principio correctos, podrían ampliarse.

Tendría además que informarse al futuro conductor del peligro real que suponen los posibles choques con cada tipo de animal (choque frontal con animal de más de 100 kg. = grave), de las especies que, a grandes rasgos, se le pueden cruzar, y de los indicios de su presencia: movimiento en la carretera, bulto, brillo de los ojos por la noche,... . Además se debería precisar que si no viene ningún vehículo detrás ni estamos en zona peligrosa (curva, cambio de rasante) se debe frenar o aparcar en un lado para facilitar el cruce. En caso de que esto sea peligroso pero sí se pueda maniobrar algo, y si el animal es pequeño, pasar por encima sin atropellarlo (quedando entre las ruedas). Incluso podrían incluirse supuestos prácticos y teóricos en las academias de conducir. No estaría de más recordar todas las especies que están protegidas por la ley.

Entre las recomendaciones generales a los automovilistas destacaríamos la moderación de velocidad, cumplimiento de las señales de advertencia, utilización de transportes alternativos, una atención especial a los cruces y estacionamientos en la calzada de animales, (si es posible, tras comprobar que no existe peligrosidad vial, frenando, esquivándoles o circulando sobre ellos sin atropellarlos) sobre todo en noches lluviosas, espacios protegidos o valiosos, proximidades de vertederos, travesías urbanas...

Al final del capítulo se incluye un recuadro con recomendaciones en este sentido, que se ideó como base a modelos de trípticos, campañas,...; fotografías de fauna -atractiva para el público- atropellada y lemas del tipo "conductor, tu puedes evitar esto", podrían introducir la campaña.

Sería interesante la realización de una encuesta que aportase datos sobre el conocimiento y valoración del público ante este problema, su respuesta ante señales de advertencia de cruces, si sus conocidos tratan de evitar los atropellos de reptiles y culebras o al contrario,...

Dado que el atropello es frecuentemente intencionado, sería necesaria una actuación específica decidida que contemple estos supuestos.

Las soluciones a los numerosos atropellos de perros y gatos pasan, en muchas ocasiones, por la necesidad de un control más efectivo de la tenencia de los mismos, que permita sancionar efectivamente los abandonos y situaciones de semilibertad (devaneos incontrolados por el dueño del animal) que se prodigan hoy día. Ello es urgente no sólo por razones éticas, sino también por el peligro añadido que suponen para la seguridad vial. Pueden haber sido positivas las campañas en contra de los abandonos y los registros individualizados (microchips) de perros. Estos últimos se instalan en una minoría de animales, con una especial falta de control sobre gatos y perros de zonas rurales. Debería lograrse un control efectivo de los animales domésticos, impidiendo su vagabundeo.

En los últimos años parece que el objeto que más a menudo se publicita bajo el epígrafe de "ecológico" es precisamente el coche, lo cual no deja de ser publicidad engañosa, y por tanto a controlar. A menudo se ha documentado como el coche no puede ser calificado de ecológico bajo ningún concepto. La falta de concienciación ambiental se refleja en los resultados de un estudio encargado por la DGT, que mostró como el coche es uno de los objetos más deseados y meta prioritaria de la mayoría de españoles, y que los niños de 5 años conocían más marcas de coches que tipos de plantas. Este culto al automóvil parece mucho menor y en descenso en otros países europeos.

Señalización de cañadas. Paso de ganado

La intersección de cañadas, o vías pecuarias, con carreteras es abundante en nuestra geografía, estando a menudo poco señalizadas. Una correcta señalización y un respeto de las mismas fue solicitada en 1991 por AEDENAT a la Comunidad Autónoma de Madrid y a la Dirección General de Tráfico de forma oficial. La medida idónea que se proponía era la adecuación de pasos subterráneos o elevados en dichas intersecciones en carreteras con tráfico denso. Una señal específica de "Vía Pecuaria" ha sido instalada ya en distintos puntos de la Comunidad de Madrid.

Las leyes de tráfico otorgan, por vía de excepción, la prioridad de paso de los animales respecto de los conductores de vehículos, entre otros casos, en las cañadas debidamente señalizadas. En el Reglamento General de Circulación se prevé que las cañadas o pasos de ganado de carácter general se señalizarán por medio de paneles complementarios con la inscripción "cañada" debajo de la señal "paso de animales domésticos" (misma señal que la mencionada como "cañada"), y dicha señalización deberá ir acompañada de las correspondientes señales de limitación de velocidad.

Seguros. Indemnizaciones

Existe el aseguramiento, por distintas compañías comerciales, bien del automovilista y su vehículo, o bien del ganado; como ejemplo, hay incluso una iniciativa de seguros gratuitos (a los clientes de una empresa) que cubren atropellos de ovejas.

Aunque es difícil de valorar y no debe de ser excesivamente importante, el hecho de contar con un seguro puede conllevar una menor precaución ante posibles accidentes de este tipo.

El gobierno alemán impuso a las compañías aseguradoras la obligación de hacerse cargo del siniestro no sólo cuando se producen daños al conductor por atropellar alguna especie cinegética, sino también en las ocasiones en que ocurren accidentes al evitar estos atropellos. Estas y otras medidas indirectas, como son el primar de modo favorable a aquellas personas de conducción precavida (con escasos accidentes en su historial)... son beneficiosas en última instancia para los objetivos perseguidos, siendo mejorables (no compensar daños por esta causa a los conductores que los hayan presentado en más de dos ocasiones, por ejemplo).

Las compañías aseguradoras que quisieran captar clientes con mayor concienciación medioambiental deberían cubrir daños leves debidos a evitar atropellos.

En Navarra están legisladas normas para la indemnización en caso de accidentes con fauna cinegética. La situación actual es el establecimiento de mecanismos de indemnización cuando los terrenos sean cinegéticamente gestionados por la administración, y la cobertura por compañías de seguros si son gestionados por particulares, dado que según la ley de caza, son las sociedades de cazadores las responsables de los daños. Se debería promover un cambio legislativo que considere a la fauna como “patrimonio común” y no como “res nullius” o “cosa de nadie”, como ahora. En este sentido, sería la administración la encargada de hacer frente a los daños originados, y quizás ello implicaría una mejor gestión de las poblaciones y medidas correctoras.

Coordinación con centros de recuperación y mayor operatividad de los mismos

Debería promoverse y divulgarse la labor realizada por muchos de los centros de recuperación de la fauna silvestre de nuestro país, lo cual favorecería indudablemente de modo directo a la fauna que, aun siendo atropellada, queda sólo herida, pudiendo ser sanada en estos centros, y posteriormente puesta en libertad. Se tiene que fomentar que los conductores recojan todos los animales que atropellen (o localicen heridos en carretera) y los lleven a los centros de recuperación más próximos, o en su defecto a otros organismos que puedan hacerse cargo del animal y avisar al centro.

Esta medida y algunas ideas complementarias como lanzar campañas con mensajes tales como "Si lo pillas, recógelo" o "Tu puedes salvarlo" serían muy interesantes (López, 1992). Estos centros, a pesar de que tienen un funcionamiento costoso (Hernández, 1993) son necesarios por razones éticas, para no dejar morir a animales heridos; no obstante, la esperanza de vida media de los animales recuperados y liberados posteriormente parece claramente más baja.

La investigación posterior, en base a los datos de entradas de animales, debe ser intensificada, para revelar la existencia de puntos negros, soluciones,... por lo que los centros deberían facilitar esos y otros datos a los investigadores.

Las medidas oficiales son útiles y necesarias: por iniciativa del IAN, y a través del Servicio de carreteras de la Diputación Foral de Alava fue distribuido en su día parte-ficha a sus empleados de control de carreteras, que recomendaba, entre otras cosas, avisar al Centro de Recuperación de esta provincia si se localizaban animales aún vivos.

Existe una iniciativa de hospital-centro de recuperación para erizos en Inglaterra (Lincolnshire), que recibe alrededor de 500 erizos al año, de los cuales sobrevive el 70% (Bryson, 1993).

En suma, debe tratarse de que los conductores que detecten animales heridos los lleven a Centros de Recuperación o autoridades competentes, y que se garantice una rápida recepción y atención por parte de dichos centros.

En otro orden de cosas, se ha afirmado que los atropellos causan en ocasiones pérdidas de visión en rapaces, que deben ser correctamente evaluadas por centros de recuperación antes de realizar sueltas (Williams, 1993). Se ha documentado que la mortalidad de rapaces liberadas en centros de

recuperación es marcadamente mayor (Asensio y Barbosa, 1990). Por otro lado se realizan sueltas de animales recuperados en lugares distintos a los de origen, en lugares humanizados o cerca de carreteras, lo cual incrementa el riesgo de mortalidad, lo cual debe cambiar. Reeve (1996) realizó radioseguimiento de erizos liberados, método que debería extenderse a estos casos.

Deberían asimismo potenciarse los centros de recogida de perros y gatos sin dueños, regulando así la presencia de estos animales asilvestrados en el entorno de las carreteras.

Transporte de semillas

Otra medida sería la regulación del transporte de granos y semillas (pipas de girasol, cereal...) que entren en la alimentación de las distintas especies de aves, de tal forma que no se produzca su vertido a la calzada, que origina atropellos especialmente abundantes (Lanius, 1991; Galán, 1992; López, op. cit.; A. García, com. pers.)

No utilización de sal en carreteras

La utilización de sal (cloruro sódico) para fundir la nieve de las carreteras se ha revelado como negativa, y debería reducirse, al atraer a animales a ellas (Muller,1966; Fraser, 1980; Hornbeck, 1990; otros). Jolicoeur (1985) analiza la incidencia de este uso de sal sobre los alces, que realizaban migraciones en su busca; y sugiere la realización de salinas artificiales en los bosques, alejadas de carreteras, e indica la experimentación de sustancias alternativas, como cloruro cálcico, para el uso en carreteras.

Retirada de cadáveres de los márgenes de la carretera

Esta podría ser una medida efectiva para impedir que bastantes vertebrados acudan a las carreteras a alimentarse, siendo susceptibles también de ser atropellados.

Puede llevarse a cabo de modo oficial, hecho que ya ocurre en muchas carreteras (pero prácticamente sólo con grandes animales), por voluntarios o por los mismos autores del atropello.

Reed y Ward (1985) recogen la observación de que el poner cadáveres de ciervo en los laterales de carreteras señalizadas con señales de advertencia provocó una disminución de la velocidad de los conductores.

Retirada de alimentos-limpiado de carreteras

En ocasiones se ha comprobado como distintos animales (fundamentalmente palomas y gorriones) se alimentaban de restos de alimento y basuras situados en la carretera, bien sueltos o incrustados (más grave en este último caso).

El retirar esta comida evita la permanencia de los animales sobre el asfalto y reduce, por tanto, el riesgo de atropello. Algunas carreteras están francamente sucias y los residuos de todo tipo se amontonan, por lo que el barrerlas (no es aconsejable el uso de agua), reportaría beneficios también en este sentido.

Debería ser también controlada la costumbre, muy extendida, de tirar basuras a las cunetas. Estas basuras atraen a distintas especies a estas áreas.

Si se lograra desarrollar algún sistema (¿de aire, por ejemplo?) que eliminase del firme los insectos muertos, el número de paseriformes atropellados se reduciría con seguridad. Esto sería sólo planteable en casos puntuales.

Comederos y bebederos alejados de las carreteras

La creación de comederos, bebederos o puntos con sal –atractiva para la fauna- fue sugerida por Muller (1966), entre otros.

Para reducir el cruce de carreteras durante la migración invernal de un cérvido americano, *O. hemionus*, se ha depositado comida en puntos separados de la carretera, con la intención de retenerlos, por valor de 8.000 a 25.000 dólares anuales; Wood y Wolfe (1988) señalan puntos de alimentación alejados entre 0,4 y 1,2 kilómetros de la carretera, pero desaconsejan esta actuación como medida a largo plazo. Hornbeck (1990) describe la utilización de este método, con comederos en 7 sitios (entre 0,7 y 3,1 kms. de la autopista), para el ciervo común.

Control de la ubicación de vertederos, basureros...

La variada fauna que los vertederos, basureros y escombreras atraen en busca de alimento, es afectada en cierta medida (según los casos) por los atropellos cuando se sitúan próximos a carreteras. Esta fauna suele estar compuesta por ratas, mamíferos domésticos, córvidos, cigüeñas, y algunas rapaces como milanos reales, milanos negros, alimoches o buitres.

Por tanto es necesario tratar que los nuevos vertederos no coincidan o linden directamente con carreteras; en los ya existentes se deberían instalar muros altos (no vallas metálicas, que suponen un riesgo adicional para las aves, por colisión) alrededor del perímetro del vertedero.

Control de las plagas de topillos en las cunetas

El control de la concentración de plagas de topillos del entorno inmediato de la carretera, para evitar la atracción que estos suponen para sus depredadores, ya se ha recomendado (Van der Tempel, 1993; Equipo de Trabajo del PMVC, 1996). En el apartado de actuaciones sobre los márgenes y en el capítulo de comentarios por especies se amplía el tema.

Caza

Reed y Ward (1985) recogen este método, consistente en cazar cérvidos para así reducir los accidentes de tráfico. Langenau y Rabe (1987) recomiendan la caza en los puntos negros de cérvidos. Con este fin se realizó en 1995 una caza controlada de 7.000 ciervos en el estado de Washington. El control de algunas especies como jabalíes se ha recomendado a menudo

En sentido contrario, se ha constatado en España como los corzos, al menos, acuden a las cercanías de las carreteras, donde no esta permitido cazar, cuando los cazadores actúan en la zona. Si la seguridad vial lo sugiere, debería limitarse la caza en ciertas zonas.

Control sobre la realización de pruebas automovilísticas

Muchas de estas pruebas (raids, rallies, circuitos), probablemente autodenominadas sin fundamento como deportivas, se realizan frecuentemente en zonas de campo abierto, bien por el día o por la noche, produciendo atropellos de animales (¡y, no lo olvidemos, también humanos!). Debe valorarse adecuadamente el impacto ambiental de estas pruebas de forma previa a su realización, y suprimirse o trasladarse a zonas ambientalmente degradadas si este se prevé negativo. En cualquier caso deberían suprimirse las pruebas campo a través y las de recorridos mas o menos abiertos (no delimitados a una pista o carretera).

Control del transporte de animales por carretera

Debe procurarse un mayor control y precauciones en el transporte de animales por carretera, ya que con alguna periodicidad caen gallinas e incluso cerdos (que se sepa) de camiones. Este cuidado es necesario por razones evidentes de seguridad vial y por otras de índole ética.

Circulación nocturna con luces cortas. Uso del claxon. Luces amarillas. Advertencia sonora. Otros

Medida para la cual no se ha valorado su posible efectividad, se prevé de cierta utilidad por no deslumbrar a algunos animales antes de que estos puedan huir.

Es difícil de valorar, pues en algunos casos el efecto puede ser contrario al deseado y el animal percatarse demasiado tarde del acercamiento del automóvil. Depende también de que el animal oiga o no al automóvil antes de ser deslumbrado.

El uso del claxon en el inicio de curvas y cambios de rasante es extensible a todo el día, de cara a advertir a la mayoría de animales posible, y por extensión, al tráfico que circule en dirección contraria; aunque aumenta mucho la contaminación acústica.

Puede ser que las luces amarillas sean captadas con más facilidad por distintos mamíferos (Múller y Mognetti, 1991).

La circulación diurna con luces, medida propuesta de modo oficial en países Escandinavos con el objeto de reducir el número de accidentes de tráfico, se basa en que de este modo se detectan en general con mayor facilidad los vehículos que circulan en dirección opuesta. Quizá esta medida podría facilitar una detección anticipada por otros vertebrados del automóvil que se aproxima. Lo mismo cabe decir para automóviles de colores que destaquen del entorno (no grises, negros...).

Se ha planteado la instalación de firmes rugosos, así como de bandas sonoras, que produzcan mayor sonido de rodadura y adviertan a los vertebrados (CETE de l'Ouest, op. cit.). En contrapartida se daría una mayor contaminación acústica, que también es negativa para distintas especies. En cualquier caso debería contemplarse con especial precaución la instalación de materiales nuevos, como el hormigón poroso, destinados a reducir este ruido; quizás limitando su uso a núcleos habitados.

Debe investigarse más acerca de la percepción acústica, discriminación de colores, visión,... y en general todo aquello que pueda aplicarse a vehículos y firmes para ayudar a las distintas especies a evitar este peligro.

Eliminación en lo posible de estructuras que aumenten la superficie frontal del vehículo

Es sabido que son precisamente aquellos vehículos de frontales más amplios (caso extremo: camiones) los que, lógicamente, tienen más probabilidad de atropellar aves.

Se han comprobado bastantes choques de pequeñas aves (mortales en todos los casos) con antenas, retrovisores..., probablemente debidos a que el ave huye del "bulto" del automóvil, sin detectar estos accesorios; y deberían limitarse antenas largas, y accesorios prescindibles... al igual que se están mejorando los frontales de distintos vehículos para hacerlos menos agresivos en caso de atropellos de peatones y ciclistas.

Marcaje de los animales con materiales reflectantes

Se ha ensayado el uso de pintora reflectante para marcar a los renos, especie semidomesticada, en su lomo. Se ha propuesto el uso de collares reflectantes (SETRA, 1985 b).

Alarmas

Boscagli (1985) propone la utilización de alarmas automáticas audibles cuando un gran animal entre en la autopista. Se desconocen datos sobre su posible aplicación.

Aplicación de nuevas tecnologías

Se han diseñado ya vehículos "superseguros", con sensores electrónicos y radares láser, que determinan la distancia y forma de obstáculos y previene al conductor, orientándole sobre como debe actuar para prevenir colisiones. Esta descripción parece ajustarse a un nuevo tipo de medida correctora para atropellos. El posible efecto dañino del láser sobre la fauna deberá también ser tenido en cuenta.

Iluminación de la carretera

En el caso de cérvidos, se planteó la iluminación de la carretera para incrementar el tiempo de respuesta del conductor; pero en el caso de cérvidos en USA no se han demostrado resultados de eficacia o estos son variables; aunque en algún caso se apunta que puede tener algún efecto positivo (Reed y Woodard, 1981; Gates, 1990; Reed y Ward, 1995).

En el caso del mochuelo, Hernández (1990) señala una menor mortalidad en carreteras iluminadas. Pero quizás esto sea debido a una menor frecuencia de la especie en esas áreas, más degradadas. Por otro lado, con esta medida se atraen a insectos a la carretera (hecho que se ha incluido entre las amenazas para algunas especies de mariposas e insectos). También debe tenerse en cuenta el coste ecológico de esta electricidad.

Cuerdas suspendidas sobre la carretera. Otros pasos elevados específicos

El uso de cuerdas trenzadas, dispuestas transversalmente a la carretera, para el paso de ardillas, ha sido llevado a cabo, al parecer con resultados positivos (Cumbria Wildlife Trust, 1999).

Pasos aéreos para el camaleón fueron planteados en López y López (1992) y en Mellado et al. (2001).

Potenciación del transporte público

Esta es la principal fórmula propuesta de forma generalizada para la disminución del uso del transporte privado y la reducción de la intensidad de tráfico.

Su potenciación es fácil, pero probablemente no interesante para el Gobierno español, que obtiene grandes beneficios derivados del transporte privado. Un abaratamiento y mejor servicio del transporte público y el encarecimiento (impuestos ecológicos) del privado mejorarían la situación.

DISCUSION DE LAS MEDIDAS EXPUESTAS

Será necesario investigar y profundizar más en las soluciones expuestas, así como idear otras efectivas.

Es de desear un contacto permanente y fluido de biólogos y especialistas en estos temas, así como el contacto con los profesionales y responsables de carreteras (Muller, 1985; SETRA, 1985 b). Encuentros, Simposios, Congresos o cualquier tipo de Jornadas de trabajo específicas son necesarios con cierta periodicidad. Así mismo la coordinación y mejora en cuanto al registro de la información.

Algunas soluciones suponen desembolsos altos, caso de los pasos elevados o viaductos. Gounot (1985) hace una revisión del coste de estas obras, y aclara que el coste es alto, en torno a 30-60 millones de pesetas cada unidad (puede llegar a ser mucho mayor), pero concluye diciendo que, en todo caso, este coste es inferior al 2-3% de la infraestructura viaria.

Se opina que los costes de estas soluciones son en algunos casos irrelevantes en contraste a los beneficios obtenidos, y por eso no los detallamos aquí. Además, como se ha expuesto, frecuentemente se han destinado fondos al pago de publicidad sobre obras públicas: así pues, la disponibilidad de fondos es siempre muy relativa.

Los recursos económicos destinados a estas medidas deberían ser extraídos de los presupuestos de las obras, en su caso, y aportarse en otros casos principalmente por las Administraciones responsables de carreteras y de Medio Ambiente, y en algunos casos por los ayuntamientos. Es planteable, ya que se avanza en este sentido al menos en Europa, que en futuros impuestos específicos (que graven la gasolina para penalizar el coste ecológico del coche), se incluyan estos costes y los derivados de los daños sobre los vertebrados y medio ambiente, difíciles de calcular, pero sin duda enormes.

Foster y Humphrey (1992) comentan que el vallado de una autopista resulta barato para las autoridades de transporte, pero que los costes derivados del problema de conservación creado son transferidos a las administraciones ambientales. En España dichas administraciones no parecen muy concienciadas al respecto, y están descoordinadas cuando menos.

No hay que olvidar que muchas de ellas requieren un mantenimiento posterior sin el cual se tornarán ineficaces. Es importantísimo asimismo llevar un registro de las actuaciones realizadas y su eficacia. Para esto último se deben realizar investigaciones posteriores y controles. En el caso de los pasos para fauna se han realizado bastantes estudios de eficacia, basados en huellas y vídeo, y radioseguimiento (SETRA, 1985 b; Foster y Humphrey, 1992; otros), que hoy pueden ampliarse con el uso de cámaras automáticas en pasos bajo carreteras (Cartew y Slater, 1991; Kaczensky, 1995; Naves et al., 1996) y en otros pasos, túneles, vallados y barreras. Sin embargo, ha de intentarse que la frecuenciación del área por los investigadores no reduzca la eficacia de las medidas correctoras.

Un punto polémico es decidir si es preferible la implantación de ciertas medidas correctoras para evitar atropellos a no tomarlas y evitar un incremento del efecto barrera etológico. Se considera que en ocasiones es prioritario implantar dichas medidas, siempre tratando de minimizar el efecto barrera. Estos casos son: número de atropellos muy elevado, o que pone en peligro una población; cuando el hábitat bien conservado ocupable por la especie valorada se extiende suficientemente a ambos lados de la carretera; o por razones de seguridad vial.

Aparte de las actuaciones para ungulados, de utilidad para mejorar la seguridad vial, deberían contemplarse medidas en puntos negros para otra fauna, como son los anfibios, reptiles, aves acuáticas y rapaces, quirópteros, etc., que están en más amenazados que los anteriores en nuestro país.

SITUACION EN OTROS PAISES

Se llevan realizando investigaciones sobre estas soluciones y actuaciones, según la información disponible, desde la década de los 60 e inicios de los 70 en Suiza y Alemania, destacando Muller (1966). Guiraud (1985) enumera y detalla estudios franceses realizados sobre carreteras y fauna: muchos de ellos trataban sobre soluciones. Resulta imposible realizar una recopilación, que pretenda ser completa, de medidas correctoras concretas acometidas en todo el mundo; pero puede ser útil, desde variados puntos de vista, resumir las que hemos podido conocer hasta ahora, (ya se han citado anteriormente en este capítulo distintas actuaciones acometidas en este campo en otros

países, las cuales no se repetirán aquí). Se expone un resumen breve de medidas conocidas en el extranjero.

Alemania: centenares de túneles para anfibios, desde 1979, con señales, vallados y estudios sobre el tema (Neussner, 1985), reflectantes, vallas, pases de anfibios por voluntarios...

Australia: pasos subterráneos para el opossum lirón pigmeo (*Burramys parvus*), especie restringida a menos de 12 kilómetros cuadrados de territorio (Manserg y Scots, 1988); vallados y señales.

Austria: distintas medidas para ungulados, vallados...

Bélgica: al menos 4 sistemas de pasos para anfibios desde 1984 (Deronde et al., 1992; Mougey, 1993), pases de anfibios por voluntarios (Raînne-AVES, com. pers.)...

Brasil: se han instalado pasos para monos, sin conocerse más detalles sobre esta información.

Canadá: utilizados repelentes químicos (Damas y Smith, 1994); instalados pasos subterráneos y elevados en la carretera transcanadiense (A.P. Clevenger, com. pers.) y otras (Waters, 1988)...

Dinamarca: reflectantes para tejones y otra fauna (Haaften, 1985), vallas, túneles, señales,... Reducción de hasta el 85% de los atropellos tras implantar distintas soluciones conjuntamente en los Puntos Negros de Dinamarca (Kurt Thomsen, Foreningen til Dyrenes Beskyttelse i Danmark, 1993, com. pers.).

Ecuador: existen, al menos, señales de advertencia de tortugas (en las Islas Galápagos).

Francia: muchos pasos elevados y subterráneos. Señalaremos algunos, con años de puesta en funcionamiento: A-4 (Saverne), paso superior, 1976, aprox..; A-10 (Poitiers-Bordeaux), 5 pasos inferiores, 2 superiores, 1980; A-26 (Troyes-Langres), 7 pasos inferiores, 1983; A-71 (Sologne,), 6 pasos, 1985. (Camut, 1985; SETRA, 1985 b). Además, soluciones para anfibios en al menos 8 puntos (1984, carretera local de los Vosgos; 1987, en una Autopista), 6 pasos para nutria en Bretaña,...

Holanda: numerosas actuaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y otras administraciones. Puesta en funcionamiento de cerviductos, pasos -al menos 20 para tejones, con vallas, Bekker, 1985- , una docena de túneles para anfibios (Karthaus, 1985; Mougey, 1993), reflectantes, elaboración de un mapa sobre corredores ecológicos con recomendaciones para su mantenimiento y mejora...

Japón: la información sobre estudios en zoología de Asia y Medio Oriente parece difícil de obtener en nuestro ámbito cultural, y ha sido tremendamente escasa. Se ha sabido de pasos para perros mapache en Tokio, valorados en 47,1 millones de dólares cada uno.

Luxemburgo: al menos dos sistemas de pasos de anfibios, desde 1991.

Reino Unido: señales y reflectantes para tejones (Lawson, 1988), pasos para tejones (pasos inferiores de hasta casi 40 millones de ptas. cada uno), anfibios (al menos 5; Mougey, 1993), y otras especies; distintos vallados y túneles, pases de anfibios por voluntarios...

Sudáfrica: en el P.N. Kruger (con una red de 880 kms. aproximadamente, y 1800 kms. de carreteras de grava), el límite de velocidad es de 50 km/h (visitantes) y de 65 km/h (vehículos oficiales); desgraciadamente estos límites de velocidad no siempre se respetan. Los vehículos oficiales circulan también de noche (M. G. L. Mills, com. pers.). A lo largo del país existen señales de advertencia para, búfalos, antílopes, escarabajos peloteros, vacas (80 km/h),...

Suecia: pasos para anfibios, (Andren, 1999; otros) repelentes químicos, reflectantes, vallados (Skolving, 1985), señales...

Suiza: elaboración desde 1964 de unas normas para los profesionales suizos de la carretera, que les facilitan conocimientos de este tema: las "Normas suizas para la protección de la fauna y del tráfico en carretera", con una de ellas dedicada a los anfibios y otra a los vallados cinegéticos, también se realizaron encuestas y mapas de accidentes (Muller, 1985). Aparte han instalado muchas de las medidas ya descritas en este capítulo. Mougey (1993) estima que en aproximadamente 80 puntos de Suiza hay túneles específicos para anfibios. También se han instalado barreras olfativas.

USA: soluciones para pumas, otros félidos y osos (túneles, señales), vallados, pasos, reflectantes... (Gordon, 1967; Foster y Humphrey, 1995; otros). Dos túneles para el anfibio *Ambylostoma maculatum*, en que se aprovecharon tubos de drenaje de pistas de aeropuerto (Tyning, 1989).

SITUACION EN EL ESTADO ESPAÑOL

En España se habían dado hasta ahora pocos pasos en el sentido de investigar estas medidas correctoras, en contraposición a otros países europeos muy avanzados en este tema. Sin embargo, la sucesión de simposios sobre carreteras y medio ambiente, congresos, publicaciones, los mayores conocimientos en este sentido de los ingenieros y biólogos españoles, y la mayor beligerancia hacia las nuevas carreteras de parte de la población... hacen ser moderadamente optimistas en cuanto a avances generales, quizás menos en anfibios y otros animales de poco aprecio por el público en España.

En lo relativo a actuaciones, en 1991 -momento en el que se divulgaron los primeros resultados del PMVC- sólo existían, según nuestros datos, medidas aisladas y poco conocidas, fruto de iniciativas individuales (caso del Parque Nacional de Doñana, donde existían ya señales metálicas de advertencia, representando a un chotacabras, un ofidio, un lacértido... y de reducción de velocidad, situadas en la pista de entrada al Palacio de Doñana, y al parecer instaladas a petición del entonces director de la Estación Biológica de Doñana, D. Javier Castroviejo). Posteriormente, en 1995, se colocó allí otra señal advirtiendo del peligro de atropellos de tortugas moras. Al parecer, posteriormente se instalaron postes en dicha pista, que obligan a reducir la velocidad para esquivarlos.

En el espacio de L'Albufera de Alcudia (Mallorca) se instaló una señal, no metálica, de advertencia del peligro de atropello de distintos vertebrados. En las Islas Canarias existen señales de advertencia que representan un dromedario. En El Escorial, en una carretera próxima a un parque donde las ardillas son frecuentes y se producen atropellos, se instalaron en 1993 dos señales representando a una ardilla y con el mensaje "no me atropelles", inspirado en el lema ya hecho popular mediante pegatinas. En el interior del Monte de El Pardo, Madrid, -en el que se producen atropellos frecuentes, entre ellos de cérvidos- hay señales recomendando la reducción de velocidad a 40 km/h, que no se cumplen por muchos conductores. Posteriormente, en la carretera M-605 (El Pardo-Fuencarral), y en otros accesos, se han instalado paneles informativos, que contienen señales de erizo, jabalí, gamo y rabilargo. En 1995,se divulgó el cierre al tráfico de tres tramos de la N-260 (Lleida), para preservar algunas especies.

En el Parque Natural del Delte de l'Ebre (Tarragona) existen carteles que avisan del paso prohibido de vehículos a una zona restringida, por el riesgo de atropello de aves nidificantes, y también una señal de advertencia que representa a un pato y sus crías. Una señal de advertencia con un sapo (el diseño utilizado en Reino Unido) se instaló en Espejo de Tera (Soria), en el invierno de 1996 (fue robada en 1997, y posteriormente repuesta soldada al soporte).

En las salinas de San Pedro del Pinatar existe una limitación de velocidad, y a partir de las campañas solicitando soluciones a los atropellos se decidió la instalación de bandas sonoras

(Robledano, 1993). En el P. Natural de Despeñaperros hay un panel informativo en la N-IV con el texto "Atención. P. N. Despeñaperros. Modere su velocidad".

En la N-111, entre Lubia y Almazán (Soria) se instalaron, tras ocurrir un accidente mortal (ya se había denunciado antes la alta mortalidad de ciervos, corzos,...) numerosas señales de advertencia - 12 nuevas, 2 antiguas, 6 por cada sentido- con una terminación mucho más adecuada que la usual española (las de la N-111 son de gran tamaño, algunas con señales luminosas, alimentadas por placas solares, y acompañadas de paneles informativos). Señales de este tipo también se instalaron en Navarra. El arado de las cunetas, al parecer como cortafuegos, podrá tener utilidad para una mayor visibilidad de conductor y animal y redundar también en una reducción de los accidentes.

Se han instalado señales de advertencia con la figura de un camaleón en la carretera Arenas-Vélez (Málaga). Su diseño no es adecuado, al no distinguirse apenas el dibujo del camaleón, y se han propuesto más diseños (SCV, 1996 b), que en ocasiones han dado origen a la instalación de alguna señal artesanal.

En el estudio de impacto ambiental de la autovía de prevista construcción Rincón de la Victoria-Algarrobo (Málaga) se propuso la instalación de barreras para evitar el paso de camaleones (para más detalles véase SCV, 1996b), instalándose a lo largo de varios kilómetros, mediante una lámina metálica (en varios tramos) y de PVC (en un tramo medio) vertical. Desgraciadamente, quedan huecos por su parte inferior, que sumados a otros defectos, las hacen ineficaces en parte, produciéndose en el tramo cientos de atropellos de esta especie (SCV, en prensa). También se retiraron camaleones y galápagos previamente a la construcción de esta vía (Sánchez Barba et al., 1999).

Distintas alegaciones conservacionistas al Plan Rector de uso y gestión del Parque Natural de Valderejo (Alava) motivaron la instalación de señales de reducción de velocidad y aviso del peligro de atropellos. Pavimento sonoro y señales de reducción de velocidad fueron instalados en la carretera Hinojos-Villamanrique.

Las presiones conservacionistas y científicas lograron finalmente la instalación de pasos protegidos para el lince ibérico en la carretera Matalascañas-El Rocío y de lagunos paneles de advertencia de cruce de linces, entre otras medidas, de las que es de esperar se publiquen resultados sobre su eficacia. En el Plan de Manejo del lince en el P.N. de Doñana se destacó anteriormente la necesidad de construcción de pasos a desnivel, con cercas en forma de embudo, y medidas de señalización, información y control, que garantizasen el mínimo riesgo posible de accidentes. En 1995 se produjeron nuevos atropellos de lince en otra carretera cercana (Matalascañas-Mazagón), y que motivaron presiones de asociaciones conservacionistas, fruto de la cual el Patronato de Doñana prometía presionar para que se actuase también en esta carretera (SCV, 1995, 1996). Posteriormente se produjeron otros atropellos de nutria, y tras un proyecto de actuaciones correctoras, cuenta ya con tres nuevos pasos, vallados, y acondicionamiento en desagües. En la carretera Almonte – Los Cabezudos se realizaron medidas correctoras, con pasos y vallados, túneles para anfibios y otras medidas.

Otro avance ha sido el cese de las derivaciones de tráfico que se realizaban por El Saler, Valencia, fruto de los cuales se producían muchos atropellos. La presión pública, que conocía el problema, ha resultado determinante en la actual reducción de tráfico y mortalidad en esta carretera.

Por contra, los continuados esfuerzos y campañas de distintas asociaciones para la implantación de medidas en el punto negro de Santa Pola (Alicante) han sido hasta ahora infructuosos. Las promesas y el plan técnico asumidos por el MOPTMA en su día, tras reuniones y contactos, han quedado en el aire. Algo similar ocurrió en el caso de la Xunta de Galicia, a quién se le ofreció gratuitamente un túnel ACO para anfibios, donado por la Universidad Autónoma de Madrid, para su instalación en el punto negro Ourense-Feá: tras iniciales respuestas afirmativas, finalmente se desentendieron totalmente del tema.

Tras la presión de varios grupos y especialistas en contra del efecto que la nueva autovía de las Rías Bajas (Benavente-Porriño) produciría sobre las poblaciones de lobo, se obtuvo un compromiso de la Administración en el sentido de realizar estudios y medidas correctoras se realizaron pasos para fauna en 1997 y 1998. Pero no se han realizado todos los pasos específicos solicitados, ni en las condiciones aprobadas o adecuadamente, y además el vallado ha sido defectuoso. Por otro lado, la carretera se abrió al tráfico, por razones políticas, antes de instalar el vallado, lo cual supuso el atropello de dos lobos (ERVA y CICONIA, 1998)

En la autovía A-381 (Jerez-Los Barrios) se realizaron 5 túneles y 26 viaductos especialmente diseñados para la fauna, según sus gestores.

En un área natural protegida de Montaña Roja-La Mareta, (El Médano, Tenerife) se recomienda extremar las precauciones en la conducción por el área -distintos folletos informativos- y se han instalado estacas para impedir la circulación fuera de las pistas, que produciría distintos impactos y posibles atropellos de limícolas nidificantes. Una valla protectora para evitar atropellos de avetoros y aves acuáticas ha sido implantada en la Laguna de Huesca (Barrachina y Saiz, 2000).

Se han realizado pintadas de señales en carreteras o señales artesanales representando el paso de sapos (Comunidad de Madrid, Galicia, y quizás otras áreas; durante distintos años).

El pago de indemnizaciones por los daños de colisiones con fauna en Navarra, puede ser un avance en lo relativo al reconocimiento de la situación.

Al parecer se ha realizado un plan para unir los dos núcleos de osos pardo en la Cordillera cantábrica, restaurando la cubierta vegetal de pasos sobre los túneles de la autopista León-Asturias o creando otros corredores. De llevarse a cabo, sin duda sería de utilidad también para otras especies.

Como consecuencia del avance técnico en infraestructuras, y también tal vez fruto de todas estas publicaciones y campañas, en los últimos tiempos se han construido autopistas con grandes túneles (por ejemplo, M-40 a su paso por El Pardo), carreteras con desagües ampliados, y otras medidas que favorecen el paso de fauna. De la instalación de reflectantes, que denominaron “ojos de gato”, en carreteras castellanas y gallegas, y su eficacia, no se cuenta con más datos actualmente.

Desde su fundación, en 1994, la Sociedad para la Conservación de los Vertebrados (SCV) ha volcado buena parte de su actividad en lograr medidas correctoras, especialmente en las especies o carreteras más problemáticas. Como medidas de acción directa destacan su instalación de barreras plásticas para anfibios y camaleones, que evitaron su mortalidad por el tráfico (SCV, 1996, 1997, 1999; Pacheco, 1997; y otras referencias). En 1997 el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, tras contactos con la SCV, renueva las barreras que esta asociación instalaba en un punto de la carretera Torrelodones-Hoyo de Manzanares, Madrid, (que canalizaban a la fauna a un drenaje inferior, acondicionado por sus miembros) instalando otras similares cada año, hasta la actualidad, si bien sin un calendario ajustado a la migración, ni un mantenimiento adecuado. Con ello se convierte, según la información disponible, en el primer organismo oficial español que actúa específicamente para evitar atropellos de anfibios. Desgraciadamente, en los últimos años sus actuaciones en este sentido son descoordinadas y tardías, a pesar de las recomendaciones de la SCV. En el año 2003, han sido sustituidas por unas barreras permanentes.

En el campo de la difusión y educación ambiental se han dado ya algunos pasos, lógicamente de alcance limitado por falta de medios, por organizaciones conservacionistas y ecologistas (orden alfabético: AHE, ANEM, BRINZAL, CODA, FCPN, GESIM, GREFA, RONCADELL, SCV...), CENEAN (folleto "Sobre los animales", que incluye algunos resultados del PMVC), Centro de Información “Puente del Perdón” (campaña de prevención de atropellos, con trípticos divulgativos), y algunos autores particulares; con campañas de denuncia en medios de comunicación, artículos, edición de material (trípticos, vídeos, pósters, pegatinas, camisetas,...);

además se han realizado algunas exposiciones, charlas, coloquios y cursos, al menos sobre atropellos de anfibios, atropellos de camaleones, y sobre seguridad vial y medio ambiente, a niños, institutos, escuelas taller, centros de formación de profesores...

En nuestro país son muchos los espacios naturales protegidos atravesados o bordeados por carreteras (en ocasiones autovías, como el P. Natural de Sª Huétor, Granada) y parece que en muy pocos de ellos (Parque Natural de La Garrotxa, Parque Nacional de Doñana) se ha valorado el impacto de los atropellos, ni la puesta en marcha de medidas correctoras.

Al menos, la catalogación como espacios protegidos o de gran valor natural, permite a veces evitar carreteras impactantes: es el caso de las pretensiones de construir una carretera costera en Doñana o desdoblar allí la actual carretera El Rocío-Matalascañas. El debate público y político suscitado por el paso de la autovía Madrid-Valencia sobre el espacio natural de las Hoces del río Cabriel, en Cuenca, permitió finalmente realizar el nuevo trazado en las proximidades de la antigua carretera. Durante la polémica que se creó en medios de comunicación, se afirmó por el Ministerio de Obras Públicas que "la construcción de 23 pasos para los animales... eliminaba el impacto sobre la fauna", y que era compatible la protección del medio ambiente con la autovía. Esta manipulación vergonzosa (afirmar que las medidas correctoras eliminan -en vez de reducir- el impacto sobre la fauna) es bastante frecuente en nuestras empresas y administraciones, que han llegado a hablas de autovías “ecológicas” o de carreteras que conllevan “desarrollo sostenible”.

Un paso positivo fue el encargar el Estudio de Impacto Ambiental del desdoblamiento de la M-501 al CSIC, organismo científico que desaconsejó dicha obra, desestimada por tanto inicialmente, aunque continuan las amenazas de ampliación y se hará un tercer carril.

Un avance fue el proyecto de investigación de la Universidad Autónoma de Madrid, encargado por el Servicio de Vida Silvestre del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), sobre la problemática del efecto barrera creado por las infraestructuras lineales sobre los vertebrados y las medidas a tomar (fruto del cual resultó una amplia memoria, publicada de forma muy resumida en Velasco et al, 1995). Refleja también el tema de atropellos, y debería ser de utilidad para difundir estos problemas y sus soluciones, máxime teniendo en cuenta que fue editado por el Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente.

Es de desear que se mantenga una investigación permanente y bien planificada sobre medidas correctoras, costes de instalación, efectividad... así como que se tenga constancia y registro oficial de todas las medidas implantadas en el país.

En la actualidad el proyecto de la Comunidad Europea COST 341 trabaja en la fragmentación de hábitats por infraestructuras de transporte y en Rosell (2002), se hace una recopilación estatal de las medidas correctoras. Muchas fueron vallados o medidas para el efecto barrera, como el acondicionamiento de drenajes y rampas. Cita cinco pasos superiores y 55 inferiores destinados específicamente a fauna construidos desde 1997, y la instalación experimental de barreras de olor (olfativas). Es un panorama más esperanzador que hace diez años, pero sin embargo, constatamos la tendencia a medidas correctoras que son meramente lavado de imagen de empresas y administraciones, insuficientemente valoradas y pésimamente llevadas a cabo, y que por otro lado, escudándose en el uso de pasos y drenajes por alguna fauna, tienden a minimizar u olvidar los atropellos.

Entre las conclusiones del simposio "Routes et Faune Sauvage" (SETRA, op. cit.) se extraía la recomendación de organizar regularmente Simposios específicos de carreteras y fauna, así como reuniones anuales entre especialistas de los distintos países. De ellos saldrían estudios y recomendaciones específicas. Sería de desear que más Simposios de este tipo, especializados y abiertos a todos, se realizasen en España.

En suma el tema constituye todo un reto a la Administración Pública española que, nos gustaría creer, en el futuro deberá asumir y sacar adelante en colaboración con especialistas, con decisión y buen criterio.

Propuesta de texto destinada a usuarios de vehículos y población en general. Se permite su reproducción total o parcial, citando la fuente:

RECOMENDACIONES PARA EVITAR ATROPELLOS Y AYUDAR A LOS ANIMALES ATROPELLADOS

Recuerde que pequeñas acciones puntuales son importantes, y todo lo que pueda hacer por su parte, aunque sea poco, ayudará a solucionar en alguna medida este problema.

Por supuesto, trate de viajar lo menos posible en coche e intente utilizar transportes alternativos como la bicicleta o ferrocarril, autobús,... sobre todo por espacios naturales protegidos o carreteras consideradas como puntos negros para la fauna. No circule fuera de carreteras asfaltadas. Explique a conocidos y amigos los daños causados por el automóvil. Planifique sus próximas vacaciones en la naturaleza sin contar con el coche: bicicleta, marchas a pie,... probablemente le resulten más ecológicas y gratificantes.

En caso de viajar en automóvil hágalo de forma compartida, con precaución, y a la menor velocidad permitida, sobre todo cuando lo haga fuera de autovías y autopistas, y fundamentalmente cuando se atraviesen espacios naturales bien conservados, por las noches -sobre todo lluviosas: en las mismas es siempre preferible no utilizar el coche-, al amanecer y atardecer, con niebla, etc...; además, al ir despacio hará aminorar la velocidad de los vehículos que le siguen, e incrementará su seguridad vial.

No utilice vehículos de gran tamaño ni instale antenas ni otros objetos salientes: con ellas, la probabilidad de atropello de aves aumenta.

Por supuesto, respete siempre las normas y señales de tráfico y preste especial atención cuando se le advierta de cruce de animales.

En caso de cruzársele un animal, y ello no implica peligrosidad vial, frene, o al menos levante el pie del acelerador (o aparque a un lado de la carretera, si es necesario, para retirar al animal del firme). Si no fuese posible, haga sonar el claxon (aves), haga el cambio de luces (aves nocturnas), o intente pasar sobre el sin atropellarle (de forma que quede entre las ruedas). A menudo basta con levantar un poco el pie del acelerador para evitar atropellos.

Retirar siempre que se pueda los animales atropellados -sobre todo si son recientes- del asfalto para evitar que otros mueran al alimentarse de ellos. Del mismo modo es muy importante no arrojar restos de comida o retirar estos -semillas, trozos de pan,...- de la carretera.

Si, circulando por viales de gran circulación, descubre algún animal que se ha introducido en carretera vallada o que ha cruzado la carretera y se ha quedado en un lateral con talud o precipicio del que no puede salir, procure ayudarle. En el caso de ganado doméstico es efectivo permanecer junto a él, pues le inspira confianza, hasta poder cruzar al otro lado; debe avisarse, por el peligro que supone, a la policía, y si es posible al dueño.

Si localiza animales atropellados aún con vida llévelos a un Centro de recuperación de la fauna. Posteriormente pida información sobre el estado del animal: en algunos Centros no atienden a las especies comunes. Si el animal está gravemente herido y ve que nada se puede hacer, es mejor que le evite sufrimientos sacrificándolo con rapidez.

Dé a conocer el problema a los jóvenes y a sus familiares y conocidos, para que sigan estas recomendaciones. La educación ambiental y vial es fundamental para lograr avances.

Escriba o diríjase a los responsables de Medio Ambiente y a los de Carreteras solicitando medidas.

Si detecta algún posible Punto negro para animales, o conoce alguna carretera que se vaya a construir y que crea va a causar muchos atropellos, comuníquenoslo cuanto antes, mandándonos los datos que conozca, para estudiarlo y pedir soluciones.