



---

# Universidad de Valladolid

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal Basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

## Análisis espacio-temporal de las colisiones de tráfico causadas por fauna silvestre e implicación de las tres especies de ungulados forestales más recurrentes (jabalí, ciervo y corzo) en la comunidad de Castilla y León

Alumno: Jorge López Fernández

Tutor: Juan José Luque Larena

15/07/2019



# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN.....   | 1  |
| ABSTRACT .....   | 1  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 2  |
| OBJETIVOS.....   | 8  |
| 2. MATERIAL Y MÉTODOS .....  | 9  |
| AREA DE ESTUDIO.....   | 9  |
| ESPECIES DE ESTUDIO.....   | 12 |
| BASE DE DATOS DEL TRABAJO .....                                      | 16 |
| VIAS DE TRANSPORTE Y DENSIDAD DE CARRETERAS .....                    | 19 |
| METODOLOGÍA .....  | 21 |
| Preparación de la Base de Datos .....                                | 21 |
| Análisis estadístico .....   | 21 |
| Elaboración de mapas de densidad.....                                | 22 |
| Comparación de la distribución de CFS y señalización preventiva..... | 23 |
| 3. RESULTADOS .....  | 24 |
| DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CFS.....                                  | 24 |
| ANÁLISIS TEMPORAL DE LAS CFS CON GRANDES UNGULADOS .....             | 27 |
| Variación anual, estacional y diurna.....                            | 27 |
| ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS CFS CON GRANDES UNGULADOS.....              | 34 |
| Distribución provincial.....   | 34 |
| Representación espacial de las zonas de concentración de CFS .....   | 38 |
| Localización puntos kilométricos de alta siniestralidad con CFS..... | 41 |
| Revisión de la señalización viaria preventiva contra CFS .....       | 42 |
| 4. DISCUSIÓN.....  | 45 |
| 5. CONCLUSIONES.....   | 48 |
| 6. AGRADECIMIENTOS.....  | 49 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA.....   | 50 |
| ANEJOS A LA MEMORIA.....   | 54 |
| Anejo I: Descripción del área de estudio .....                       | 1  |
| Relieve .....  | 1  |
| Ríos, lagos y embalses.....  | 3  |
| Clima .....  | 5  |

|  |    |
|--|----|
| Vegetación y espacios naturales .....  | 7  |
| Espacios naturales protegidos .....  | 8  |
| Bibliografía.....  | 10 |
| Anejo II: Biología de las especies principales causantes de CFS en Castilla y León . | 1  |
| Jabalí – <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758 .....                                      | 1  |
| Corzo – <i>Capreolus capreolus</i> Linnaeus, 1758 .....                              | 4  |
| Ciervo – <i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758.....                                   | 8  |
| Bibliografía.....  | 12 |
| Anejo III: Red viaria de transportes de Castilla y León .....                        | 1  |
| Red Viaria Nacional .....  | 1  |
| Red Viaria Regional Preferente .....   | 3  |
| Red Viaria Regional Complementaria .....   | 5  |
| Bibliografía.....  | 7  |

## RESUMEN

Las colisiones con fauna silvestre son uno de los problemas viarios más comunes y peligrosos en aumento en estos últimos años. Especialmente el aumento de las poblaciones de algunos ungulados ha incrementado las colisiones con importantes daños materiales y humanos (heridos y/o fallecidos). En el análisis se han evaluado covariables y factores espacio-temporales influyentes en la aparición, frecuencia y distribución de las colisiones con las especies de ungulados salvajes jabalí (*Sus scrofa*), corzo (*Capreolus capreolus*) y ciervo (*Cervus elaphus*) de la zona de estudio y la relación con la señalización viaria preventiva. Para la serie temporal de 13 años, se han registrado un total de 69.552 colisiones con fauna silvestre. Desde el 2006 los tres ungulados han reportado un aumento de 3,18 unidades (318,6 %), presentando variaciones significativas mensuales y diurnas así como en su distribución espacial entre provincias. Finalmente, se ha comparado la señalización viaria preventiva con las zonas de acumulación de colisiones encontrando zonas de necesidad de actuación preventiva. Se ha observado una gran acumulación de las colisiones en las horas crepusculares y en los meses de celo de las tres especies. Debido al irregular aumento poblacional y distribución espacial, se muestran zonas con insuficiente señalización preventiva.

**Palabras clave:** Accidentes tráfico, ungulados, colisiones fauna silvestre, patrones temporales, prevención.

## ABSTRACT

Wildlife Road Collisions are one of the most common and dangerous road problems on rising in last years. Especially the increasing populations of some ungulates has produced more frequent in collisions with large material and human damage (injured and/or dead). The analysis has evaluated covariates and influential space-time factors in the onset, frequency and distribution of collisions with wild boar (*Sus scrofa*), roe deer (*Capreolus capreolus*) and red deer (*Cervus elaphus*) wild ungulates species in the study area and the relationship with preventive road signage. For the 13-year time series, a total of 69,552 wildlife road collisions have been recorded. Since 2006, the three ungulates have reported an increase of 3,18 units (318,6 %), presenting monthly and daytime significant variations as well as in the spatial distribution between provinces. Finally, preventive road signs has been compared with collision accumulation zones finding areas of need for preventive action. A large accumulation of collisions has been observed in the twilight hours and in the months of reproduction of the three species. Due to irregular population growth and spatial distribution, areas with insufficient preventive signs have been reported.

**Key words:** Traffic accidents, ungulates, wildlife road collisions, temporal patterns, prevention.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las colisiones con fauna silvestre (CFS en adelante) probablemente es una de las principales causas de accidentes de tráfico en todo el mundo, en lo que respecta a factores ajenos al comportamiento humano (Coffin, 2007; Fahrig & Rytwinski, 2009; Benítez-López, Alkemade & Vermeij, 2010).

Las CFS afectan a tres ámbitos: económico, social y ecológico en diferente forma y causa. Económicamente, tienen un alto impacto a través del daño material que producen en los vehículos (Vignon & Barbarreau, 2008). Sin embargo, las CFS relacionadas con daños significativos a automóviles y personas son mayormente causados por la colisión con individuos de gran tamaño (< 30 kg) (Barthelmess & Brooks, 2010; Morelle, Lehaire & Lejeune, 2013). Socialmente, con implicación directa del ser humano, las CFS producen importantes daños a personas, llegando a producir heridas, traumas hacia la conducción y en los peores casos la muerte, con las implicaciones familiares que ello acarrea (Williams & Wells 2005). Ecológicamente, producen reducción de poblaciones de las especies implicadas en las colisiones, así como en las especies dependientes de los niveles superiores de las cadenas tróficas (Shepard, Kuhns, Dreslik & Phillips, 2008). Este riesgo es especialmente importante cuando afecta a especies cuya población este amenazada o en peligro de extinción (Kramer-Schadt, Revilla, Wiegand & Breitenmoser, 2004).

Simultáneamente al incremento en infraestructuras de redes de transportes, la siniestralidad en accidentes de tráfico ocasionada por fauna silvestre ha ido aumentando (Seiler, 2004; Milner et al., 2006; Burbaité and Csányi, 2010). Estas vías de transporte actúan como barreras contra los animales, evitando las migraciones entre ecosistemas, aislando subpoblaciones y fragmentando los hábitats (Forman & Alexander, 1998; Shepard et al., 2008). Esto acompañado de un aumento constante de las poblaciones de algunas especies causantes de colisiones ha su puesto un ascenso en el número de CFS a nivel general.

La prevención y manejo en materia de reducción de CFS es un pilar importante en la gestión política y social de las administraciones (Zuberogoitia et al., 2014). Las estrategias políticas se han centrado en paliar, en la medida de lo posible, los daños tanto humanos como materiales mediante la señalización, reducción de la velocidad en las vías, vallado y pasos de fauna. Dentro de la prevención y gestión es esencial conocer los patrones de comportamiento biológicos, ecológicos y de distribución espacial. Tal información puede ayudar a implementar un sistema de aviso e integración de la ecología y de las medidas preventivas (Box & Forbes, 1992).

La probabilidad de CFS no es un factor constante anual, sino que existen factores temporales, ecológicos y de características de la vía de transporte que lo condicionan (*Figura 1*). Generalmente, a medida que se incrementa la intensidad del tráfico y la densidad poblacional, aunque hay indicios de que, a intensidades muy elevadas de tráfico, el ruido y el movimiento de vehículos tienen un efecto disuasivo para muchas especies (especialmente mamíferos) provocando un estancamiento en la tasa de colisiones (Clarker, White & Harris, 1998; van der Ree, Jaeger, van der Grift & Clevenge, 2011).



Figura 1: Factores condicionantes en la influencia de CFS en carreteras, indicando los que contribuyen a aumentar (+) o a disminuir (-) las frecuencias de accidentes (Rosell et al., 2002).

Los diferentes períodos biológicos influyen en gran medida (pedidos de actividad reproductora; el ritmo diario de descanso y alimentación, las épocas de cría o la dispersión de los jóvenes del año afectando al número de CFS (Milner et al., 2006; Putzu et al., 2014; Jarnemo, Jansson & Mansson, 2017).

Desde los años 90 y con el incremento exponencial del parque automovilístico sufrido en todo el mundo, los accidentes de tráfico y por extensión las colisiones con animales silvestres han aumentado causando serios daños tanto materiales como humanos. En los países del norte de Europa, así como en los Estados Unidos es donde más estudios científicos se han realizado y posteriormente publicado en revistas científicas indexadas (SCI). La mayoría de los estudios existentes han abordado la descripción de los patrones temporales y/o espaciales de las colisiones y frecuentemente han tratado de dilucidar qué factores ambientales se correlacionan con la varianza observada (Seiler, 2004).

Estados Unidos en el estudio realizado para el periodo comprendido entre 1995 y 2004, mostró un registro total de 6,1 millones de accidentes en las carreteras, de los cuales 247.000 fueron provocados por animales (4%), siendo la especie más conflictiva el ciervo. En Europa, las medidas rondan los 507.000 accidentes anuales provocados por animales grandes (Lee, Higgins & Herrin, 2006). En el Norte de Australia, en un estudio realizado de marzo de 2004 a abril de 2007, se registraron un total de 532 accidentes de tráfico, de los cuales 29 fueron provocados por animales, lo que representa el 5,5 % de los accidentes (Rowden, Steinhardt & Sheehan, 2008).

Las especies de ungulados silvestres son los principales desencadenantes de las CFS con resultado más grave para la seguridad de las personas y que mayor coste ocasionan en Europa, siendo significativamente importantes los corzos (*Capreolus capreolus*), ciervos (*Cervus sp.*), jabalíes (*Sus scrofa*) y alces (*Alces alces*), dependiendo del país. Las especies de ungulados más estudiadas son los cérvidos, ampliamente distribuidos por el hemisferio norte y cuyas características anatómicas (peso y altura) junto a la frecuencia en los accidentes de tráfico provocados por fauna salvaje, suele provocar grandes daños.

Anteriormente, se han desarrollado estudios e investigaciones sobre modelos sencillos que localizan espacialmente la probabilidad de CFS de algunos ungulados en Europa y EEUU, especialmente en las zonas norte con el alce. Se ha observado una relación de riesgo de colisión en función de los usos de suelo y el volumen de tráfico (Seiler, 2005). El nivel de precisión espacial e identificación de las densidades de animales que realmente suponen un riesgo para los accidentes de tráfico son dos factores muy importantes en la elaboración de modelos predictivos (Langbein, Putman & Pokorny, 2010; Gunson, Mountrakis & Quackenbush, 2011).

En España, se ha registrado en el año 2017 un incremento en víctimas mortales, llegando a la cifra de 1.830 fallecidos y otras 139.162 personas que resultaron heridas, de las cuales 9.546 requirieron ingreso hospitalario (Anuario Estadístico de Accidentes 2017).

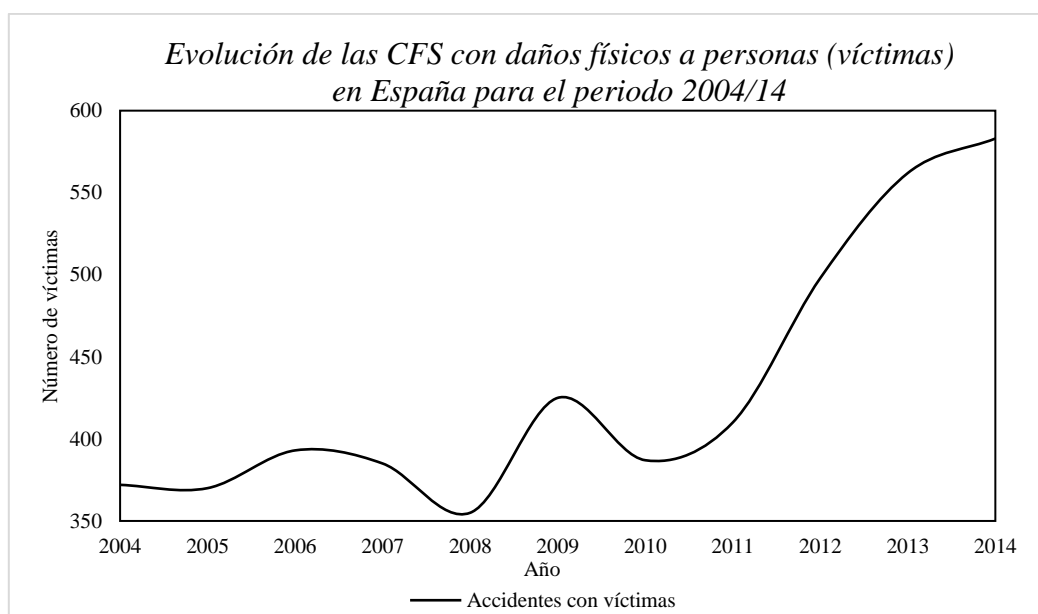


Figura 2: Evolución anual de los accidentes de tráfico con fauna silvestres que tuvieron víctimas desde el 2004 al 2014 en España. FUENTE: <http://revista.dgt.es>

Según datos de la DGT, desde 2014, el número de accidentes con víctimas debido a CFS ha sufrido un incremento notable, mientras que durante la primera década de este siglo las cifras eran más bajas y constantes (Figura 2).

Tal es la magnitud de la problemática que, de hecho, en los últimos 35-40 años, los atropellos sobre mamíferos silvestres podrían superar la mortalidad producida por las actividades cinegéticas en algunos puntos del territorio (Forman et al., 2003) y para especies concretas de vertebrados, la carretera es el principal factor de mortalidad (Hernández, 1988; Rodríguez, 2000).

El incesante incremento del parque automovilístico español y la mejora tecnológica de los vehículos, traducida en velocidades mayores, ha ocasionado el aumento de los accidentes de tráfico y por consiguiente las CFS (Figura 3).



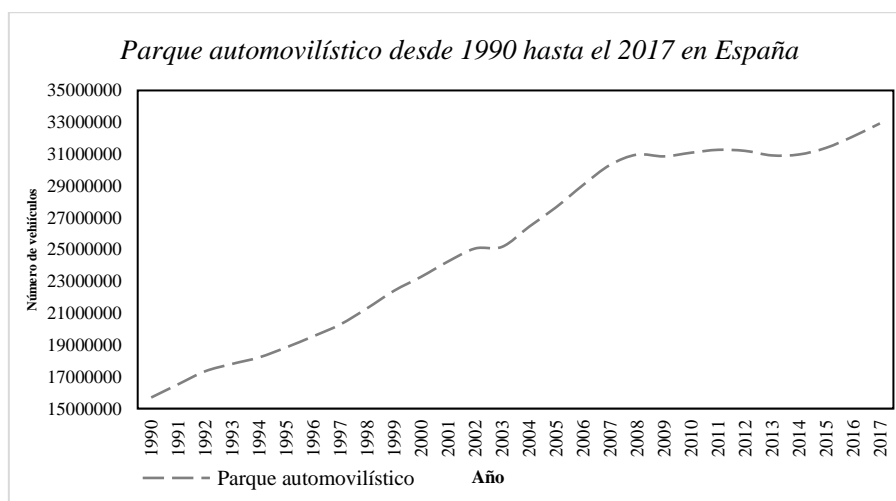


Figura 3: Evolución del número de vehículos en España desde 1990 hasta el 2017. FUENTE: Elaboración propia a partir de las Series históricas del Parque de vehículos DGT

Al igual que el parque automovilístico, las poblaciones de las principales especies causantes de CFS han incrementado sus poblaciones en las últimas décadas (Royo, Pajares, Álvarez Fernández & Goyache, 2007; Acevedo, Quiros-Fernandez, Casal & Vicent, 2014), debido a varios factores modificadores del hábitat, tales como el aumento de terreno forestal, maduración de las masas arbóreas y arbustivas, y abandono de actividades que ocasionaban disuasión en la fauna. El éxodo rural sufrido a nivel nacional ha sido el principal causante de la situación de colonización de nuevas zonas por flora y fauna silvestre. Sumado a esto se ha reportado un incremento de los individuos reproductores desencadenando a su vez un crecimiento en el número de CFS en zonas donde antes la especie causante no era tan peligrosa o no estaba presente.

En relación a los costes económicos, se estiman, según datos de la RACC y artículos divulgativos, que de media el coste de reparación de las CFS alcanza el importe de 1.400 € por vehículo accidentado. Además, en los casos de afección física a personas ocasionan grandes costes en sanidad pública y costes de oportunidad laboral (periodos de recuperación, estancia hospitalares, etc.)

Espacialmente, las provincias de Castilla y León, Burgos, León, Palencia y Soria junto con Asturias y Lugo registran el 61% de los accidentes producidos por la presencia de animales en la calzada (Figura 4). Esta comunidad sufre gran parte de las CFS debido a su gran extensión geográfica y sus usos del suelo, predominando sistemas agroforestales con poblaciones estables de gran variedad de especies. Unido a la despoblación y unas condiciones de las vías de transporte en ocasiones favorables a la aparición de CFS, hacen una zona de alta probabilidad y siniestralidad de accidentes de tráfico de este tipo.

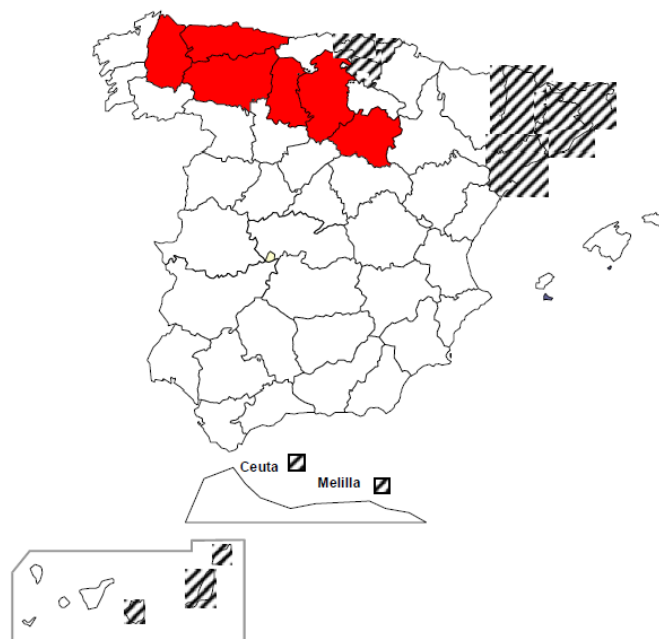


Figura 4: Provincias españolas con mayor concentración de CFS (61%) en rojo y las zonas sin datos con un símbolo de líneas paralelas, a partir del número de accidentes de tráfico producidos por animales silvestres en 2003. FUENTE: DGT, 2004

Las CFS son causadas por varias especies de animales a lo largo de todo el territorio español, así como en la comunidad castellanoleonesa. Aves, liebre, conejos, gamos, rebecos incluso lobos y osos ocasionan accidentes de tráfico. Las especies registradas como más frecuentes en CFS en España y en Europa, la gran mayoría pertenecen a grandes mamíferos (peso >30 kg). La razón principal de esto se debe a que el gran tamaño y las abundantes poblaciones de estos, ocasionan importantes daños, tanto materiales como humanos, cuando se ven implicados en este tipo de accidentes de tráfico. Por el contrario, los animales más pequeños, como algunos reptiles, anfibios o mamíferos aparecen con menor frecuencia en las estadísticas y estudios de CFS (Sullivan, Williams, Messmer, Hellinga & Kyrychenko, 2014; Niemi, 2016; Santos et al., 2016). El motivo principal es que estas especies, aunque están diariamente implicadas en atropellos por parte de vehículos, no originan daños significativos a la sociedad, por lo cual son ignoradas, en la mayor parte de los casos, por los conductores o agentes implicados. Estas CFS producen una importante pérdida de individuos de poblaciones estables y en peligro de extinción o amenazadas en todo el mundo (Langley et al., 2008).

En los últimos años se han registrado CFS y pérdida de individuos de especies en peligro de extinción. En España, especies icónicas como el lince (*Lynx pardinus*), el lobo ibérico (*Cannis lupus* subsp. *signatus*) o el oso pardo (*Ursus arctos*) han sufrido bajas poblacionales ocasionadas por muerte en carretera de ejemplares (Sáenz-de-Santa-María & Tellería, 2015). Esto provoca, junto con otras causas más influyentes, pérdida en biodiversidad y deterioro de las poblaciones de fauna de interés.

Gran parte de las CFS son ocasionados por ungulados (*O. Artiodactyla*) pertenecientes a varias especies (Adeva & Luque, 2013; Valero, Picos, Lagos & Álvarez, 2016) sobre todo en zonas donde las poblaciones de estas especies son estables y el número de individuos es alto (Joyce & Mahoney, 2001; Gkritza et al., 2010; Cserkés, Ottlecz-Hagy

&Farkas, 2013; Hothorn, Müller, Held, Möst & Mysterud, 2015). A nivel nacional, las especies de animales silvestres que más daños causan en las carreteras son el jabalí (*Sus scrofa*) y el ciervo (*Cervus elaphus*). Seguidamente y dependiendo de la geografía española, aparecen otras especies (gamos (*Dama dama*), corzos (*Capreolus capreolus*), muflones (*Ovis aries* subsp. *musimon*), etc.) que causan tantos daños o más que las especies anteriormente citadas.

La mayor parte de las especies que intervienen en CFS son gestionadas cinegéticamente y entran dentro de los planes de caza de las Comunidades Autónomas españolas. En especial, las tres especies más recurrentes a nivel regional, anualmente se aprovechan cinegéticamente, reduciendo sus poblaciones y estabilizando las densidades óptimas para la convivencia con la especie humana y entre ellas. Entre las especies involucradas, las tres principales protagonistas en CFS, traducido en número de siniestros, así como por la importancia de estos, son anualmente actores mayoritarios en monterías y recechos en abierto (modalidad de caza que implica la libertad total de las especies, lo que excluye a las fincas y cercones) que se organizan a nivel nacional.

En Castilla y León, el corzo (*C. capreolus*) interviene como importante actor en las CFS con daños materiales sobre todo en zonas de altas densidades y presencia de hábitat (Alonso & Luque, 2013). En ocasiones, tanto a nivel regional como nacional, mamíferos de medio o pequeño tamaño como el zorro (*Vulpes vulpes*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) o liebre (*Lepus* sp.), causan CFS.

Existen importantes poblaciones de estas especies cinegéticas en Castilla y León. El ciervo en Castilla y León se distribuye por tres núcleos fundamentales: el del Sistema Ibérico, el de la Cordillera Cantábrica y el de los Montes de León, Zamora y Portugal. El Corzo en Castilla y León ocupa la totalidad de las provincias de Burgos y Soria y en la última década su distribución ha aumentado hacia gran parte del territorio castellanoleonés. El área de distribución del jabalí incluye la totalidad de Castilla y León. Esta apreciación es útil como método de control y gestión para evitar las CFS en todo el territorio junto con muchas otras referidas al comportamiento y juicio humano (límites velocidades, conocimiento zonas alta siniestralidad, concienciación ciudadana, etc.).

Debido a la gran representación de las tres especies de ungulados forestales en las CFS sufridas en Castilla y León, el actual estudio se centrará en el análisis biológico, ecológico y relacional de las mismas con las actividades humanas y vías de transporte.

## **OBJETIVOS**

Las CFS en Castilla y León son un problema real y de gran importancia para la conservación de las especies y la convivencia con las poblaciones humanas sobre todo del medio rural. El objetivo principal de este estudio es conocer los patrones espacio-temporales que tienen las tres especies de ungulados forestales ampliamente distribuidos en la Comunidad de Castilla y León para la serie temporal de 13 años correspondiente al periodo desde el 2006 al 2018, ambos incluidos. Los objetivos específicos del estudio son:

- Adaptar la Base de Datos (DB en adelante, por sus siglas en inglés) a partir del documento original cedido por el Ministerio del Interior, a un formato apto para los análisis estadísticos (algoritmos transformación).
- Analizar descriptivamente las CFS sufridas en la comunidad en la serie temporal para todas las especies implicadas en estos siniestros.
- Identificar los principales factores temporales que condicionan e influyen en la tasa de cambio de las CFS en la Comunidad de Castilla y León.
- Modelizar la accidentalidad en CFS para la serie temporal. Elaboración de análisis estadísticos temporales.
- Analizar espacialmente las principales zonas de concentración de accidentes y puntos kilométricos de acumulación de CFS, así como la evolución espacial en los últimos años.
- Comparar la información espacial de señalización viaria de paso frecuente de fauna silvestre y zonas de acumulación de CFS en Castilla y León.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### AREA DE ESTUDIO

Castilla y León es una comunidad autónoma española que se encuentra enclavada al Noroeste de la Península Ibérica, está situada entre los paralelos 40° 05" y 43° 14" de latitud norte y los meridianos 1° 46" y los 7° 05" de longitud. Su territorio se sitúa en la parte norte de la meseta de la península y se corresponde mayoritariamente con la parte española de la cuenca hidrográfica del Duero. Limita al norte con las comunidades de Asturias y Cantabria, al noreste con las comunidades del País Vasco y La Rioja, al este con la Comunidad de Aragón, al sur con las comunidades de Castilla-La Mancha, Comunidad de Madrid y Extremadura, al oeste con Portugal (País de la Unión Europea) y con la comunidad de Galicia (*Figura 5*):

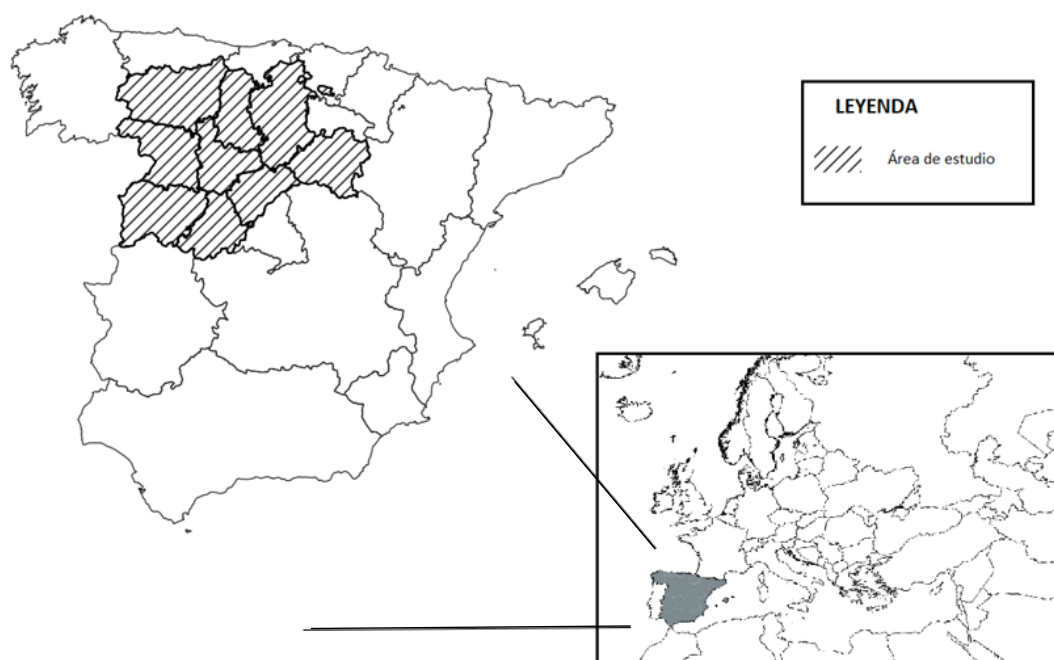


Figura 5: Localización de la zona de estudio (Castilla y León, España). FUENTE: Elaboración propia

Castilla y León cuenta con nueve provincias: Ávila, Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora (*Tabla 1*). La capital de la comunidad autónoma es Valladolid. En el censo del 2018 tiene 2.409.164 habitantes, lo que da una densidad media de 25,67 h/km<sup>2</sup>, muy por debajo de la media de España (93 h/km<sup>2</sup>). El límite entre las provincias se fijó, con las del resto de España, en 1833. En la actualidad existen 2.248 municipios.

Tabla 1: Distribución de los habitantes, municipios y superficie por provincia para la comunidad autónoma de Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia basada en datos censo INE y superficies.

| Provincia | Nº habitantes | Área (km <sup>2</sup> ) | Municipios |
|-----------|---------------|-------------------------|------------|
| Ávila     | 158.498       | 8.050                   | 248        |
| Burgos    | 357.070       | 14.292                  | 371        |

Jorge López Fernández

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal Basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

| Provincia  | Nº habitantes | Área (km <sup>2</sup> ) | Municipios |
|------------|---------------|-------------------------|------------|
| León       | 463.746       | 15.581                  | 211        |
| Palencia   | 162.035       | 8.052                   | 191        |
| Salamanca  | 331.473       | 12.350                  | 362        |
| Segovia    | 153.342       | 6.921                   | 209        |
| Soria      | 88.600        | 10.306                  | 183        |
| Valladolid | 519.851       | 8.110                   | 225        |
| Zamora     | 174.549       | 10.561                  | 248        |

La comunidad autónoma castellanoleonesa cuenta con una compleja distribución geomorfológica que condiciona y definen las climatología, hidrología, vegetación y distribución de la fauna (ver 'Anejo I: Descripción del área de estudio' para más información). Su territorio está dividido en tres grandes unidades geomorfológicas: el cingulo montañoso, compuesto por los Montes Galaico-Leoneses, la Cordillera Cantábrica, el Sistema Ibérico y el Sistema Central, que rodean la comunidad autónoma; la penillanura occidental, ubicada en las provincias de Zamora y Salamanca específicamente desde la Sierra de la Cabrera a Peña de Francia; y la cuenca sedimentaria, correspondiente a las zonas centro de la comunidad y que se extiende desde las montañas sorianas hasta las zonas de penillanuras.

El contraste entre el valle del Duero (principal río de la comunidad) y las montañas dan a la comunidad autónoma de Castilla y León una notable variedad ecológica (*Figura 6*). Esta región ha sido intensamente explotada, lo que ha provocado la deforestación de buena parte de la región. Sin embargo, existen zonas menos explotadas. El valle del Duero y las zonas sedimentarias, a pesar de su sequedad, han sido y son usadas para la agricultura mientras que las montañas son aprovechadas para pasto y repoblación con especies autóctonas y alóctonas. Predomina el bosque mediterráneo de encina y alcornoques, sobre todo en la penillanura zamorana y salmantina. El pino (*Pinus* sp.) se distribuye por todas las montañas, el valle del Ebro, Tierra de Pinares, entre Valladolid, Segovia y Ávila, y en Soria la provincia más forestal de España. El roble (*Quercus* sp.) aparece en las montañas, en un piso más bajo que el pino. Por último, destacan los bosques galería a lo largo del curso de todos los ríos, en los que predomina el chopo (*Populus* sp.).

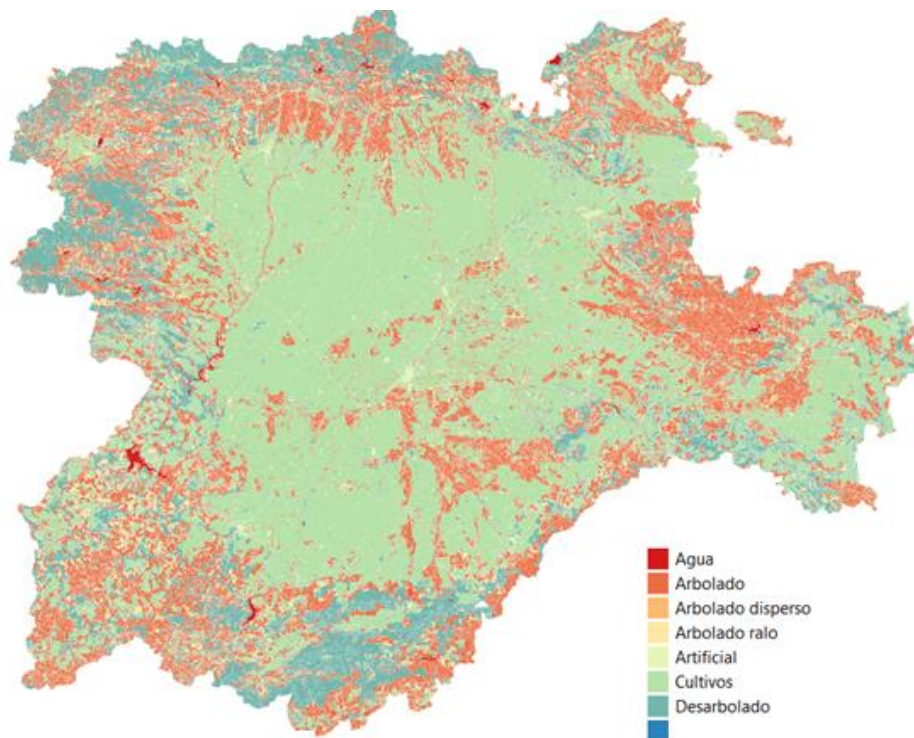


Figura 6: Distribución de las superficies forestales, agrícolas y artificiales de Castilla y León. Se observa la distribución de las masas forestales arboladas y desarboladas en el cingulo montañoso que lo rodea, así como algunas masas en el interior correspondientes a Tierra de Pinares (Valladolid Segovia). FUENTE: Elaboración propia a partir del MFE50.

La penillanura es el dominio de la encina y la dehesa. La dehesa es un modo de explotación del bosque en el que se arrancan las especies competidoras de aquellas que explotamos agrícolamente. Aparece, así, el estrato arbóreo, con encinas y alcornoques, y el prado, con hierba para que pascen el ganado. También se intercalan explotaciones agrícolas.

Las montañas son el dominio del matorral y el prado, y en los pisos más bajos del bosque, un bosque muy intervenido por la mano del hombre. En el piso basal es el formado por el valle del Duero, hasta los 1.000 metros de altitud aproximadamente. Aquí se desarrolla la encina, asociada con el roble, rebollo o carrasco. El piso montano se extiende hasta los 1.100-1.300 metros, ya más húmedo y fresco. Aparece el roble carballo mezclado con la encina. Este piso ha sufrido mucho por las repoblaciones de pinos alóctonos de rápido crecimiento. El piso subalpino se eleva hasta los 1.300-1.700 metros. Aquí aparece el roble y el haya. En las zonas más altas encontramos bosques de pino negro y abeto donde forma grandes bosques. En el piso alpino, por encima de los 1.800 metros aparece la pradera alpina, en la que encontramos pinos y hayas en determinados enclaves.

La cuenca sedimentaria es la que más ha sufrido la intervención antrópica. Prácticamente en su totalidad está dedicada a la agricultura. En las zonas menos aptas para la agricultura aparece el matorral y la estepa mediterránea, en las zonas más secas. Las encinas se encaraman sobre los oteros que culminan en un estrato calizo, mientras que en el glacis de enlace aparece el roble rebollo, sobre las margas y arcillas.



El bosque de ribera es importantísimo en el centro de la región. Encontramos olmos, chopos y fresnos, pero ha sufrido muy intensamente la presión antrópica y prácticamente ha desaparecido, sustituido por explotaciones madereras de crecimiento rápido, como los chopos de repoblación.

Castilla y León posee una riqueza de fauna en especies y poblaciones de un alto valor ecológico. Algunas de ellas tienen especial interés por su singularidad, como algunas especies endémicas, o bien por su escasez como por ejemplo el oso pardo. Diferentes especies adaptadas a la alta montaña, roquedos, cursos fluviales, llanura y sistemas forestales forman el mosaico de la fauna castellana y leonesa.

Las tres especies de ungulados forestales (ciervo, corzo y jabalí) presentan una importante interacción ecológica con el ser humano en todo el territorio de la comunidad. Sus periodos biológicos de cría, celo, alimentación y movilidad influyen en la frecuencia y severidad de las colisiones que ocasionan.

## ESPECIES DE ESTUDIO

A continuación, se resume las principales características biológicas de las tres especies de ungulados silvestres (ver 'Anejo II: Biología de las especies principales causantes de CFS en Castilla y León' para más información):

### Jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758.)

El Jabalí es un mamífero que está encuadrado dentro del orden *Artiodactyla*, familia *Suidae* y género *Sus* (Figura 7). Es una especie de mediano tamaño con un dimorfismo sexual no muy marcado, los machos son un 5-10%, más grande que las hembras. Los machos adultos tienen un peso medio entre 75-85 Kg. y las hembras entre 55-65 kg (Fernández-Llario, 1996). El peso depende de la edad, pero también de la disponibilidad de alimento de la zona y la época del año. Es una especie omnívora que aprovecha los recursos que ofrece cada estación y ecosistema. La dieta está compuesta generalmente por elementos de origen vegetal, aunque también algo de origen animal (invertebrados) (Fernández-Llario, 1996). La mayor parte de la dieta en verano e invierno está formada por raíces, mientras que en primavera aumenta mucho el consumo de plantas herbáceas e invertebrados y en otoño destaca especialmente el consumo de frutos (Abaigar, 1993).



Figura 7: Imagen ejemplar macho de la especie jabalí. FUENTE: Imágenes google



El jabalí es una especie sociable, viviendo y alimentándose generalmente en grupos (denominados piaras, formados por miembros de la misma familia, pudiendo comprender de 20-40 individuos) dirigidos por una hembra adulta. Los machos viejos (más de 5 años) viven aislados sin un territorio fijo, desplazándose en busca de alimento. La dispersión de los machos se produce entre los 9 y los 18 meses de edad, debido a dos causas principales: la pérdida de posición social dentro de la piara y la proximidad del celo (meses de invierno) que provoca la llegada de otros machos más capacitados para luchar por las hembras (Azorit & Moro, 2010).

El jabalí es una especie en la que el momento de la ovulación de las hembras está fuertemente correlacionado con la época en la que consiguen adquirir una condición física mínima (Fernández-Llario & Mateos-Quesada, 1998). En los ecosistemas mediterráneos esto suele suceder con la caída de la bellota de encina, principalmente a finales de octubre y principios de noviembre (Santos et al., 2006). Sin embargo, es importante destacar que la suplementación del alimento en otras épocas, como el verano, puede provocar el mismo efecto (Fernández-Llario & Mateos-Quesada, 1998). En condiciones normales, el periodo de concepción más importante es el que va entre los últimos días de octubre y los primeros de noviembre (Fernández-Llario, 1996).

El uso de hábitats varía estacionalmente, siendo la disponibilidad de alimento el principal condicionante de su presencia, por lo que los bosques que proporcionan abundantes montaneras de bellotas o castañas son muy apropiados para la existencia de la especie (Azorit & Moro, 2010). El número de jabalíes que suelen estar presentes en una zona puede ser muy variable. Para un ecosistema mediterráneo en equilibrio, las densidades se sitúan en 2,5-3 jabalíes por cada 100 ha (Fernández-Llario, 1998). El jabalí se adapta a todo tipo de hábitat siempre que disponga de una mínima cobertura y alimento, aunque prefiere los lugares con una vegetación alta donde poder camuflarse y abundante agua para poder beber y revolcarse en el lodo y barro. Según estudios, la actividad de alimentación tiene lugar sobre todo entre la media noche y las 5 de la madrugada y la máxima actividad de movimiento, entre las 8 de la tarde y la media noche y al amanecer (Cahill, Llimona & Gracia, 2003). Es un mamífero preferentemente con actividad crepuscular o nocturna en la mayoría de sus poblaciones, destinando el 16 % de su actividad diaria a funciones de locomoción.

El jabalí se ha extendido según un eje nordeste-suroeste a partir de dos grandes núcleos, uno pirenaico y otro en Montes de Toledo-Sierra Morena. En Castilla y León, está presente en todas las provincias de la Comunidad, ocupando toda su extensión, habiendo zonas con más intensidad y otras con menos de Jabalí.

#### Corzo (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758.)

El corzo (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758) pertenece a la Familia *Cervidae*, Subfamilia *Capreolinae*, dentro del Orden *Artiodactyla* (Figura 8). Los corzos son cérvidos de pequeño tamaño que se caracterizan por la ausencia de cola y por las cuernas pequeñas e irregulares que portan los machos. Estos tienen un peso variable de entre 24 y 30 kg, y en el caso de las hembras de unos 2 a 6 kg menos. La altura a la cruz también varía entre 60 y 75 cm. Sin embargo, se pueden observar importantes diferencias de peso y tamaño atribuibles, principalmente a la alimentación y condiciones climáticas.



Figura 8: Imagen individuos machos de la especie corzo. FUENTE: Imágenes google

El corzo es un herbívoro fundamentalmente ramoneador. En zonas forestales las especies arbóreas y arbustivas suelen constituir la parte más importante de su alimentación tanto en invierno como en verano. En zonas abiertas con abundante pastizal y cultivos son las especies herbáceas las más consumidas durante el invierno, aunque las plantas arbustivas constituyen de nuevo la parte principal de la alimentación en verano (Moreno & López, 2010).

El corzo alcanza la madurez sexual al año. El escaso gregarismo a lo largo de todo el año lleva al corzo a adoptar estrategias de apareamiento monógamas. Considerado una especie marcadamente territorial, en el caso de los machos, mantienen una zona de exclusión frente a otros congéneres de su mismo sexo durante gran parte del año, prolongándose el período de celo de los machos durante casi 6 meses al año (de abril a septiembre).

El celo tiene lugar entre principio de mayo hasta mediados de agosto y se caracteriza por las persecuciones continuas de los machos a las hembras. La ovulación de las hembras de corzo depende de su masa corporal y su estado fisiológico en el momento del celo, por lo que una buena alimentación estival incrementa la tasa de reproducción global de la población (Denis, 1992). La biología del corzo está fuertemente determinada por las estaciones

Su hábitat son los bosques de frondosas, donde encuentra cobertura, alimento y la tranquilidad necesaria para su desarrollo. No obstante, el corzo necesita un medio diverso, donde se solape tanto el estrato arbóreo, el arbustivo y el herbáceo. Puede ocupar todo tipo de medios forestales, desde los hayedos, hasta robledales, bosques de coníferas e incluso zonas de matorral mediterráneo con escasa superficie forestal (Moreno & López, 2010). Los machos adultos en la época de celo reducen las distancias medias de desplazamiento desde el centro del área vital. Las corzas muestran una gran variación de estas áreas de campeo entre individuos, pero tendiendo a ser más grandes que las ocupadas por los machos. Las hembras siguen un patrón estacionario ligado a la reproducción, cría y relación con descendientes. Corresponde el momento de menor movilidad con las semanas en torno a los partos, marzo y abril (Mateos-Quesada & Carranza, 2000). El periodo de actividad diurna es máximo en las horas crepusculares y al alba. Durante el día prefiere mantenerse oculto en las zonas de bosque o de mayor cobertura vegetal, deambulando cortos trechos de terreno, durante la noche visitan zonas fuera de la protección de la vegetación. De este modo, el patrón de movilidad muestra un mínimo durante el día y un máximo durante la noche. Las razones parecen

deberse a una estrategia antipredador y a la optimización en el uso de los recursos alimenticios disponibles dentro del área de campeo (Mateos-Quesada, 2005))

En España, el corzo se distribuye de forma homogénea por los Pirineos, País Vasco y Cordillera Cantábrica hasta la sierra de los Ancares en Lugo y los Montes de León, desde donde ha colonizado gran parte de Galicia. Ha experimentado una gran expansión en los Sistemas Ibéricos y Central, penetrando hasta la parte más occidental de Las Batuecas. También se ha extendido en las Sierras de Cameros, La Demanda y Urbión. El progresivo abandono de las tierras de cultivo marginales ha hecho que, en la actualidad en gran parte de España, el estrato agrario esté compuesto por un mosaico entre parcelas de cultivo y extensiones medias o pequeñas de monte joven, que constituyen el hábitat ideal para el corzo, por la diversidad de recursos a su alcance que le ofrece esta variedad de comunidades vegetales (Segovia, 2003). En Castilla y León se encuentra en su totalidad en las provincias de Burgos y Soria. En las de León y Palencia están presentes ampliamente colonizando en los últimos las zonas agrícolas de Tierra de Campos. También está presente en todo el noroeste de Zamora además de en Las Arribes. En Valladolid, siempre en densidades mínimas, la especie se extiende por el centro-este, por el este y por el sureste de la provincia. En Salamanca, por Las Arribes y se distribuye de forma continua por el tercio sur, al igual que en Ávila y en Segovia, ocupa el sur, este y noroeste provincial.

#### Ciervo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758.)

El Ciervo pertenece a la Familia *Cervidae*, dentro del orden *Artiodactyla*. El ciervo o venado es el mayor de los cérvidos españoles (*Figura 9*). El pelaje del cuerpo es de color pardo rojizo, con el vientre más claro y el escudo anal amarillento con los laterales oscuros. La cola es corta y marrón por encima. En invierno la coloración es similar, aunque puede ser algo más grisácea. El ciervo de España no suele superar los 180 kg. Las hembras son más gráciles y de menor tamaño, pudiendo alcanzar 100 kg de peso (Moreno & López, 2010).



*Figura 9: Imagen de un individuo macho de la especie ciervo FUENTE: Imágenes google*

La alimentación es mixta entre pastoreo y ramoneo e incluye una amplia variedad de especies tanto herbáceas, aumentando la proporción de uso de las leñosas, como de frutos forestales en verano y otoño, lo cual se corresponde con el uso estacional de los hábitats (Carranza, 2007).

Los machos alcanzan la madurez sexual a los dos o tres años y las hembras entre uno y dos años. Las crías hembras pueden producirse en el año siguiente al de su

nacimiento, aunque en poblaciones estables lo habitual es que no se produzca la primera hasta los 2 años (Moreno & López, 2010). El ciervo o venado en la Península Ibérica tiene una actividad principalmente crepuscular, con una clara disminución de la actividad en el mediodía y en la medianoche, pero siendo el nivel de actividad nocturno mayor que el diurno (Carranza, 2002), debido probablemente a una adaptación contra la predación. Las menores temperaturas durante la noche podrían favorecer la mayor actividad en los crepúsculos, lo cual podría explicar por qué los ciervos son más diurnos en invierno (Carranza, 2002). Así, durante el verano y la época de celo, la caída de la actividad al amanecer tiene lugar antes que, en invierno y primavera, probablemente debido al progresivo avance en la hora de la salida del sol y el incremento de las temperaturas.

La reproducción del ciervo se caracteriza por su estacionalidad, siendo las hembras animales poliéstricos estacionales de días cortos. Así, en la mayor parte de España, el periodo de actividad sexual se sitúa entre septiembre-noviembre, manteniéndose el resto del año en anestro estacional. Durante el periodo de reproducción, los machos se trasladan hasta las zonas de las hembras y tratan de formar harenes sobre los grupos de éstas. La estrategia empleada para ello, suele ser la defensa de harenes móviles, aunque en la Península Ibérica es frecuente también la defensa de territorios en áreas estratégicas por donde las hembras pasan cuando van a comer o a copular. Los machos en libertad no suelen superar los 12 ó 13 años, mientras que las hembras son más longevas y alcanzan los 20 años.

La distribución original en la Península durante los últimos siglos puede haber estado más localizada en la mitad suroccidental, coincidiendo con los hábitats ocupados por el bosque y matorral mediterráneo esclerófilo. La distribución actual es reflejo de una expansión que ha venido ocurriendo en las últimas décadas, debido a expansiones naturales y a reintroducciones cinegéticas. En estos momentos el ciervo se extiende casi por todo el territorio peninsular, con la excepción de la parte más occidental de Galicia y la costa levantina

## **BASE DE DATOS DEL TRABAJO**

La Base de Datos (DB) usada en el presente estudio corresponde al registro de Accidentes de tráfico ocasionados por fauna silvestre proporcionada por el Ministerio del Interior a través de la Dirección General de Tráfico (DGT). La DB cuenta con un registro exhaustivo de las colisiones reportadas con especies silvestres en las vías de transporte de la comunidad para la serie temporal de 13 años correspondiente al periodo 2006-2018 ambos incluidos, guardado en formato Excel (extensión xlsx).

A continuación, se describen individualmente los campos recogidos en la DB:

**FECHA\_ACCIDENTE (DD/MM/YYYY):** Indica el día, mes y año en el que se produjo la colisión.

**HORA\_ACCIDENTE (HH:MM:SS):** Indica la hora, minuto y segundo en el que fue causada la CFS. Junto con la fecha posibilita la ubicación temporal del accidente.

TIPO\_ANIMAL\_1F (Cod.-Nombre): Las especies que pueblan la DB suministrada por la DGT para Castilla y León y que se ha usado recoge todas las especies y/o grupos que causan CFS en la región (Tabla 2).

*Tabla 2: Códigos y especies de las especies o grupo de fauna implicada en las CFS para Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia a partir de la DB original de CFS*

| <b>Código y especie o grupo de fauna implicada en CFS</b> |
|---|
| 01.-Ave   |
| 02.-Cabra montés  |
| 03.-Ciervo  |
| 04.-Conejo  |
| 05.-Corzo   |
| 06.-Gamo  |
| 07.-Gato montés   |
| 08.-Jabalí  |
| 09.-Liebre  |
| 11.-Lobo  |
| 13.-Nutria  |
| 14.-Oso pardo   |
| 15.-Rebeco  |
| 16.-Tejón   |
| 17.-Zorro   |
| 18.-Otro animal   |

CARRETERA (Cod. Vía): Este campo recoge la información de la vía de transporte en la que se produjo la colisión con la especie descrita en el campo anterior. Algunos ejemplos de la codificación o nomenclatura de las vías se muestran a continuación (Tabla 3):

KM (PK): Muestra el punto kilométrico (PK en adelante) donde ocurrió la CFS. Junto con la vía de transporte permite la ubicación espacial del accidente. Este campo contiene un número decimal de precisión 1 (Tabla 3).

*Tabla 3: Ejemplo de los campos CARRETERA y KM que pueblan la DB cedida por la DGT (Ministerio del Interior), donde se muestra la nomenclatura de las vías de transporte y el formato decimal de los PK. FUENTE: Elaboración propia*

| <b>CARRETERA</b> | <b>KM</b> |
|------------------|-----------|
| AV-P-654         | 0,4       |
| BU-V-8004        | 1         |
| CL-626           | 147,7     |
| CL-615           | 53,3      |
| CAMINO VECINAL   | 8,7       |
| CL-526           | 27,1      |
| CL-601           | 117,5     |
| N-501            | 9,5       |
| N-232            | 530,3     |

| <b>CARRETERA</b> | <b>KM</b> |
|------------------|-----------|
| N-611            | 13,9      |

IND\_ACCDA (Cod. Binaria 0-1): Muestra mediante la codificación binaria (0 fracaso, 1 éxito) el resultado de la colisión en daños materiales. Se entiende como tal a efectos de inclusión en la DB aquellos accidentes que se producen, o tienen su origen, en una de las vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, en el que no se han ocasionado ni muertos ni heridos; está implicado al menos un vehículo en movimiento y se han producido daños materiales.

IND\_ACCIV (Cod. Binaria 0-1): Muestra, al igual que el anterior, mediante la codificación binaria (0 fracaso, 1 éxito) si en la colisión ha habido daños a personas (humanos). Accidente de circulación con víctimas son aquellos en los que concurren las siguientes circunstancias:

- Estar implicado, al menos, un vehículo en movimiento.
- A consecuencia de estos una o varias personas resultan fallecidas y/o heridas
- El accidente se produce, o tiene su origen, en una de las vías o terrenos objeto de la legislación sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial.

PROVINCIA\_1F (Cod.-Nombre): Indica la provincia de la Comunidad de Castilla y León en la que se ha producido el accidente de tráfico por fauna mediante la codificación INE de la provincia y el nombre (separados por ‘.-’ ) ( *Tabla 4*).

*Tabla 4: Resumen de los códigos y nomenclaturas de las provincias de Castilla y León que pueblan la DB de CFS. FUENTE: Elaboración propia*

| <b>PROVINCIA_1F</b> |
|---------------------|
| 05.-Ávila           |
| 09.-Burgos          |
| 24.-León            |
| 34.-Palencia        |
| 37.-Salamanca       |
| 40.-Segovia         |
| 42.-Soria           |
| 47.-Valladolid      |
| 49.-Zamora          |

Finalmente, como ejemplo se muestra un ejemplo de una CFS de la DB ( *Tabla 5*):

*Tabla 5: Ejemplo de tres sucesos reales tomados de la DB original de CFS en Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia con datos DGT*

| FECHA_ACCIDENTE | HORA_ACCIDENTE | IND_ACCDA | IND_ACCIV | PROVINCIA_1F | CARRETERA | KM  | TIPO_ANIMAL_1F |
|-----------------|----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----|----------------|
| 1-Ene-06        | 2:20           | 1         | 0         | 05.-Ávila    | AV-P-654  | 0.4 | 08.-Jabalí     |
| 2-Ene-06        | 20:00          | 1         | 0         | 05.-Ávila    | N-501     | 9.5 | 08.-Jabalí     |
| 3-Ene-06        | 22:30          | 1         | 0         | 05.-Ávila    | N-501     | 15  | 08.-Jabalí     |

## VIAS DE TRANSPORTE Y DENSIDAD DE CARRETERAS

La gran extensión territorial de la región y la señalada estructura del poblamiento rural, la red viaria de Castilla y León muestra un gran desarrollo en longitud (32.821 km), representando el 20 % de la malla viaria española en su conjunto. En relación con la densidad territorial de la red, el índice medio de la región castellanoleonesa muestra un valor de 35 km./100 km<sup>2</sup> (Ver “Anejo III: Red Viaria de Castilla y León” para más información). Este valor es ligeramente superior al de la malla viaria española en su conjunto (31,4 km/100 km<sup>2</sup>), como reflejo ante todo del fuerte desarrollo de la trama viaria colectora de la comunidad (De las Rivas, Santos, Pastor & Peiret, 2002).

Más interesante resulta aún que el índice de densidad territorial del más importante nivel jerárquico de la red viaria, esto es, el correspondiente a la Red de Carreteras del Estado (R.C.E.), muestre en Castilla y León un valor más alto (5,6 km/100 km<sup>2</sup>) que el registrado en el conjunto nacional (4,77 km/100 km<sup>2</sup>). Todo ello pone al descubierto un satisfactorio nivel de dotación del elemento de la red de mayor importancia funcional, en sintonía con la función de Castilla y León como espacio regional de tránsito.

En términos de densidad demográfica, los efectivos de población a los que sirve la malla viaria castellanoleonesa son proporcionalmente mucho más reducidos que los servidos por el sistema viario español en su integridad. De ahí que la densidad demográfica de la red viaria castellanoleonesa (13,84 km/1.000 habitantes) sea más de tres veces superior a la de la red nacional (4,09 km/1.000 habitantes) (De las Rivas et al., 2002). La superioridad de la dotación demográfica alcanza su máxima expresión en el caso de la Red Provincial de las Diputaciones, que en Castilla y León alcanza un índice (6,67 km/1.000 habitantes) más de cuatro veces superior al de la red provincial española considerada en conjunto (1,60 km/1.000 habitantes) (De las Rivas et al., 2002).

Las vías más rápidas son las autopistas y autovías, que permiten las mayores velocidades (120 km/h). Están bien asfaltadas, y no entran en ninguna población, poseyendo dos o más carriles en cada sentido separando los carriles contrarios y presentan vallado perimetral. Estas vías conectan las ciudades con mayor población del país. Castilla y León dispone de 1.122 km de infraestructuras viarias de gran capacidad,

integradas por 194 km de autopistas de peaje y 928 km de autopistas libres y autovías, de las que 86,6 km corresponden a la Junta de Castilla y León (De las Rivas et al., 2002). Estos ejes castellanoleoneses representan el 12,6 % de la red viaria española de alta capacidad

Las vías de velocidad media (carreteras) muestran en la región castellanoleonesa con una red de carreteras convencionales de una sola calzada cuya longitud se eleva a 31.815 km. Casi la cuarta parte de la misma (el 23,3 %) dispone de una calzada amplia, superior o igual a 7 metros de anchura, mostrando con suma frecuencia el parámetro de 7/12 -esto es, 7 metros de calzada y 2,5 metros de arcén contiguo a cada uno de los carriles (De las Rivas et al., 2002). Los ejes viarios con una anchura de calzada superior a 7 metros muestran una participación significativamente más elevada en España que en Castilla y León, integrando un tercio (32,4 %) de la red nacional. Estas se subdividen en:

- Las carreteras nacionales, pertenecientes también al estado español, cuentan con un firme bien asfaltado y permiten una velocidad menor (90 km/h actualmente) que las anteriores. Aunque lo suelen evitar, en ocasiones este tipo de vías entran en algunos núcleos de población. Tienen uno o dos carriles en cada sentido, pero no son independientes.
- Las carreteras secundarias (regionales y provinciales de primer grado), que permiten una velocidad igual o menor a las nacionales. Son más estrechas y no suelen tener arcén. Frecuentemente, son de doble sentido, pero el cruce de dos vehículos grandes es comprometido. El asfaltado es en ocasiones irregular. Además, conectan y atraviesan la mayor parte de los núcleos de población del estado.

Para finalizar, las vías más lentas (algunas carreteras provinciales, caminos vecinales y vías urbanas e interurbanas) son las vías que permiten unas velocidades más lentas. Estas vías se caracterizan por unas condiciones de conservación inferiores a las anteriores, que afectan en ocasiones a la visibilidad y de firme irregular. La presencia de carreteras muy estrechas, con calzada inferior a 5 metros, muestran un despliegue que abarca tan sólo la cuarta parte (24,6 %) de la trama viaria española (De las Rivas et al., 2002).



## **METODOLOGÍA**

### **Preparación de la Base de Datos**

Dado que la DB original cuenta con un formato y una distribución de la información temporal concentrada, el primer paso fue la preparación de la base de datos en un documento con formato más universal para los análisis estadísticos y la programación de los modelos. Para este estudio, se ha usado el formato 'archivo de texto' (.txt) como el elegido para el análisis temporal de la DB.

#### Análisis temporal

En primer lugar, se dividió la información temporal de fecha del accidente en cuatro campos individuales y aislados entre sí correspondiente al año, mes, día (número) y día de la semana (lunes, martes, miércoles, etc.) del suceso. Con la información del día de la semana o 'daytime' en inglés, se formuló un nuevo campo binario con la pertenencia o no a fin de semana. Al igual que para la fecha, el mismo proceso se aplicó a la hora de la colisión extrayendo únicamente la hora del accidente (no se tomó de la DB original los minutos y segundos por no tener un análisis estadístico en el estudio).

Además, con el fin de hacer más dinámicos los análisis estadísticos, los procesos de tratamientos de la base de datos y mejorar los procesos, se recodificó los campos a nomenclaturas soportadas por la codificación UTF-8 (eliminación de tildes y otros elementos no soportados).

Finalmente, se añadieron cuatro nuevos campos (columnas):

- LargeUngulates: codificación binaria de colisión con algún individuo de las tres especies de ungulados (1~colisión con jabalí o ciervo o corzo, 0~colisión con otra especie/grupo de animales).
- Wboar: codificación binaria de colisión con algún individuo de la especie jabalí (1~colisión con jabalí, 0~colisión con otra especie/grupo de animales).
- Reddeer: codificación binaria de colisión con algún individuo de la especie ciervo (1~colisión con ciervo, 0~colisión con otra especie/grupo de animales).
- Roedeer: codificación binaria de colisión con algún individuo de la especie corzo (1~colisión con corzo, 0~colisión con otra especie/grupo de animales).

#### Análisis espacial

Además, con el objetivo de analizar el factor tipo de carretera (7 niveles), se ha añadido un campo nuevo a la DB con el tipo de vía (autopista, autovía, nacional, regional, provincial, comarcal y otras vías).

### **Análisis estadístico**

#### Análisis temporal

El análisis estadístico de las covariables temporales, así como del factor fin de semana, se ha realizado con el programa y versión R-3.6.0. Para ello, se han usado los paquetes de librerías "mgcv", "nlme", "ggplot2" y "car".

Para cada especie se ha realizado un pretratamiento aditivo de la DB mediante la función agregación (aggregate). Esto permitió la creación de una subbase de datos derivada de la primera, la cual agrega las colisiones de la especie o grupo de animales por una serie de covariables o factores. En este caso, se usó el año, mes y hora para las tres especies analizadas (Wboar, Reeddeer y Roedeer) y el total de las tres (LargeUngulates).

Para el análisis de la variación temporal de las colisiones con grandes ungulados (covariables de año, mes, día y hora) hemos usado Modelos Aditivos Generalizados (GAM en adelante) para cada especie analizada, que incluía las variables temporales con un factor de suavizado para las variables año, mes, día y hora, así como el factor binario de fin de semana (0 entre semana, 1 fin de semana).

### Análisis espacial

El análisis de las tendencias anuales para el número de cada especie por provincia se han usado Modelos Lineales Generalizados (GLM por sus siglas en inglés) usando como variable a explicar el número de colisiones por provincia y año y como variables explicativas el covariable año (valor continuo) el factor provincia (9 niveles) y la interacción año por provincia para analizar si la pendiente con el covariable año era diferente entre provincias.

### **Elaboración de mapas de densidad**

La DB, aunque contenía los campos necesarios para la ubicación geográfica, no posee información cartográfica aplicable a programas SIG tales como coordenadas y sistema de proyección. El programa para la representación espacial ha sido QuantumGIS 3.8.0.

Para ello, se ha tratado la DB de CFS con la información geográfica de “Mapa de puntos kilométricos de la red viaria de carreteras de Castilla y León 1:25.000.” suministrada por el IDECyL. Esta información, obtenida en formato paquete de ESRI (tipo shape), se ha representado en el programa Qgis y tratado para la obtención de las coordenadas cartográficas en el Sistema de Proyección ETRS89 Huso 30 Norte EPSG: 25830 (ETRS89 H30N), para cada vía (nomenclatura de la vía p.e. N-501) y PK (formato integer: número sin decimales, p.e. 5)

Tras el proceso de obtención de las coordenadas cartográficas para cada vía y PK de la región de Castilla y León, se realizó una unión de los campos CARRETERA Y PK, mediante el separador ‘\_’ creando un campo o columna del tipo CARRETERA\_PK (N-501\_5). A su vez, en la DB de CFS se realizó el mismo proceso de unión de campos, con la variante de redondeo de los PK de la colisión a la unidad. Finalmente, se incluyó toda la información en un Gestor de Bases de Datos Relacionales o SQL (en este estudio se ha utilizado Postgresql 11.4) y se realizó una consulta de las dos tablas (CFS y Vías de Cyl), obteniendo un archivo delimitado por comas (.csv) con la información conjunta de las dos en la exportación.

El resultado de la consulta se representó en Qgis. Con la información de la mayoría de las CFS registradas y representadas espacialmente (pérdida de datos espaciales por incorrecta nomenclatura o registro de la vía o campos vacíos) se realizó el estudio de densidad de CFS para cada especie de los tres ungulados, así como para el cómputo total de los mismos. La herramienta utilizada ha sido el Mapa de calor o ‘Heatmap’

incluido en la lista de herramientas de Qgis. Se basa en la creación, a partir de una capa vectorial de tipo punto, de un formato imagen (raster) que muestra la densidad de puntos por el método Kernel, especificando el tamaño o número de píxeles y el radio de análisis del píxel.

### **Comparación de la distribución de CFS y señalización preventiva.**

La señalización de los tramos con colisiones con fauna, tanto silvestre como doméstica, se lleva haciendo desde hace muchos años en España. De hecho, el estado ha realizado importantes programas de señalización y aviso de esta problemática con el fin de aminorar y reducir los accidentes de tráfico de esta causa.

Aunque este enorme esfuerzo ha surgido efecto preventivo en muchos tramos de CFS del territorio, el problema continuo radica en que las poblaciones de fauna silvestre sufren movimientos migratorios y de expansión poblacional que ocasionan la necesidad de actualización y mejora de las señales preventivas contra CFS. Para este análisis, se ha llevado a cabo una comparación vectorial-ráster del mapa densimétrico de colisiones para el año 2018 y la base de datos de señalización de fauna silvestre cedida por la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento).

### 3. RESULTADOS

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CFS

En Castilla y León, se han registrado en la serie temporal correspondiente comprendidos desde el 2006 hasta el 2018 (ambos inclusive), un total de 69.552 colisiones con fauna silvestre, de las cuales 796 provocaron víctimas humanas. La gran mayoría (93,05 %) están ocasionados por especies de grandes ungulados, de los cuales destacan tanto por la severidad de los daños como por el número de colisiones el corzo (51,89 %), el jabalí (35,18 %) y el ciervo (5,86 %) (Figura 10).

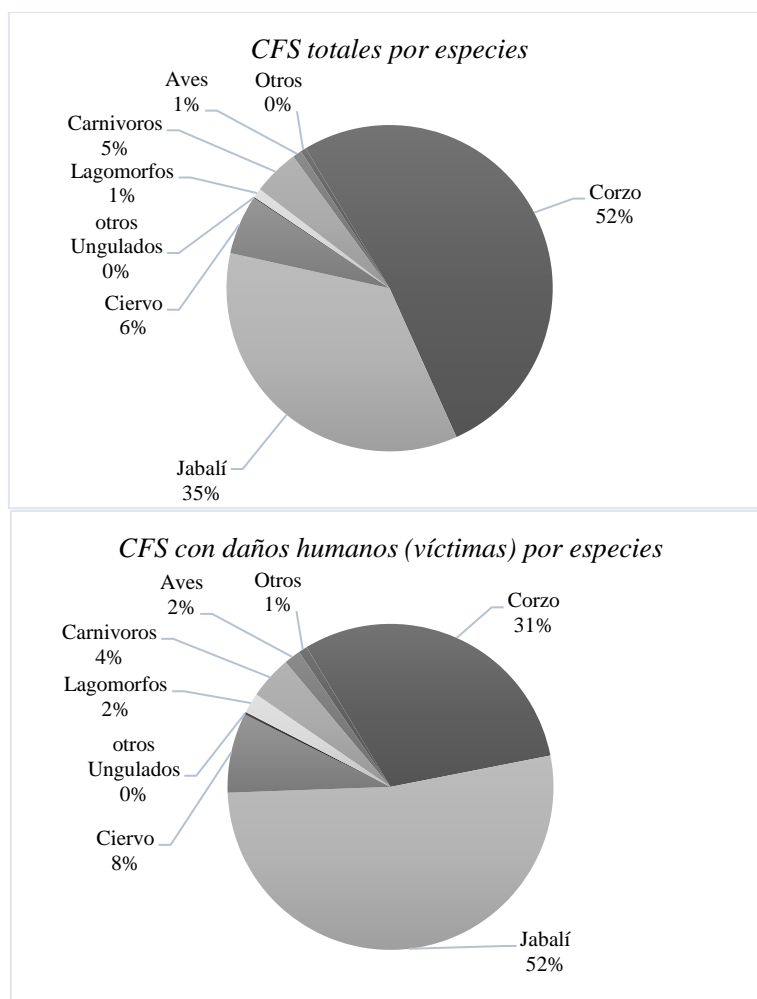


Figura 10: CFS totales (con daños materiales) producidas en la comunidad autónoma de Castilla y León en la serie temporal 2006/18 registradas por la DGT, clasificadas por especie implicada. FUENTE: Elaboración propia

Figura 11: CFS con víctimas (personas heridas y/o muertas) producidas en la comunidad autónoma de Castilla y León en la serie temporal 2006/18 registradas por la DGT, clasificadas por especie implicada. FUENTE: Elaboración propia

Si consideramos los atropellos con daños a personas también destacan los grandes ungulados, aunque el porcentaje de implicados favorece al jabalí frente al corzo (Figura 11). Este hecho, cuya motivación inicio este estudio, destaca la importancia de conocer

la distribución espacio-temporal de estos tres grandes ungulados y conocer sus patrones de comportamiento.

Analizando el tipo de vía implicada, la concentración, para las tres especies de ungulados forestales, se centra en vías de transporte del tipo carretera, destacando las nacionales y provinciales (Figura 12).

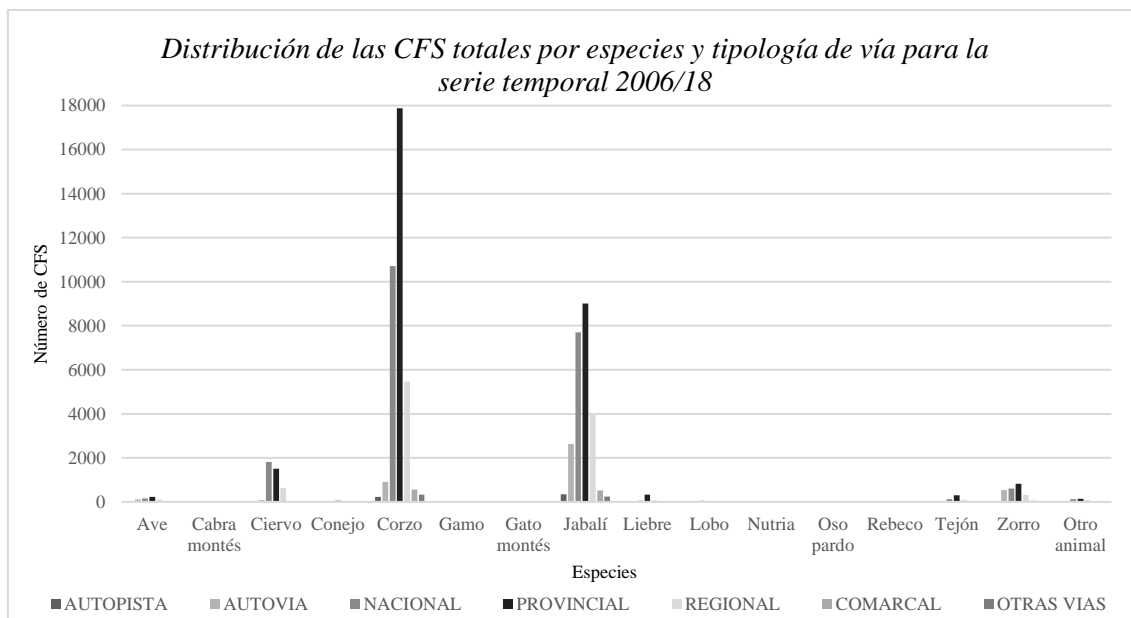


Figura 12: Distribución de las CFS por tipología de vías y especie

La especie que mayor número de accidentes con víctimas en autovía y autopista registra son los jabalíes seguidos por los corzos y zorros (Figuras 13 y 14). En carreteras convencionales, los corzos muestran una alta incidencia en las colisiones, sobre todo en las vías provinciales y nacionales siendo también los jabalíes la especie que más incide en las CFS con daños a personas.

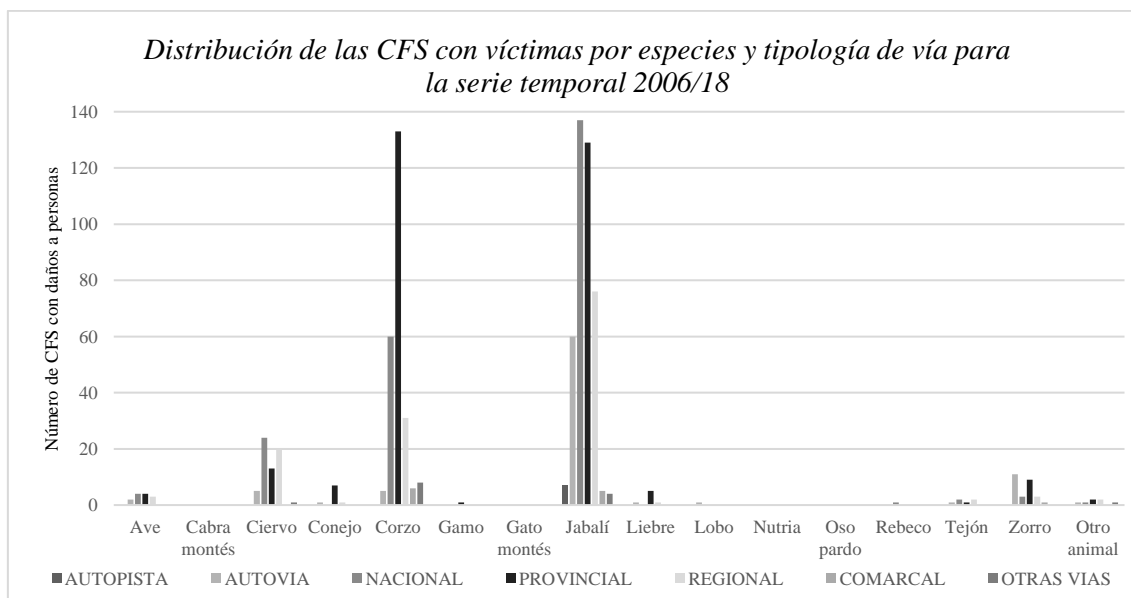


Figura 13: Distribución de las CFS con daños a personas por tipología de vía y especie

Focalizando en los tres grandes ungulados, el mayor porcentaje de las colisiones ocurren en vías de transporte de tipo carretera, especialmente en las provinciales y nacionales (75,22 % del total) (Figura 14).

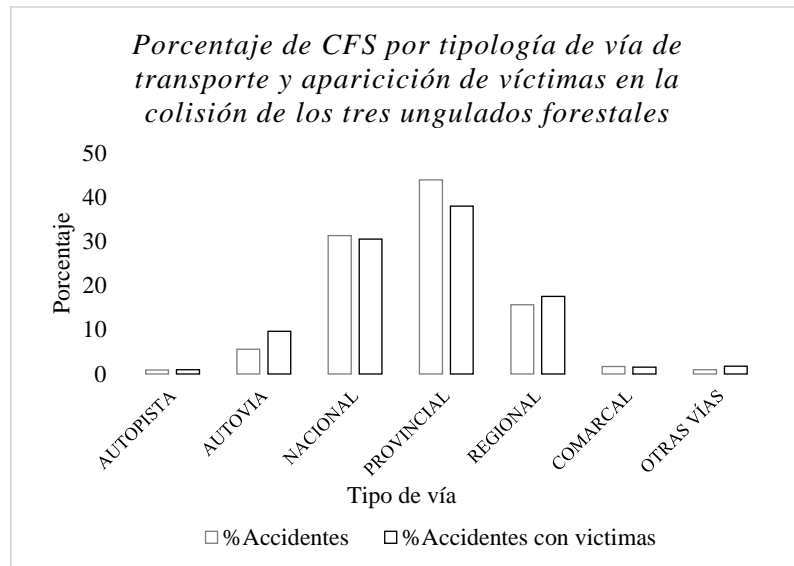


Figura 14: Porcentaje de las CFS causadas por jabalí, ciervo y corzo por tipología de vía

## ANÁLISIS TEMPORAL DE LAS CFS CON GRANDES UNGULADOS

Las colisiones con grandes ungulados presentan una distribución irregular a lo largo de las escalas temporales (año, mes y hora principalmente). En la *Figura 15*, se describe la serie temporal de colisiones con grandes ungulados temporal, donde se ve además de la tendencia creciente del número de colisiones la variación estacional entre los años.

Evolución de los accidentes de tráfico en la serie temporal desde el 2006 al 2018

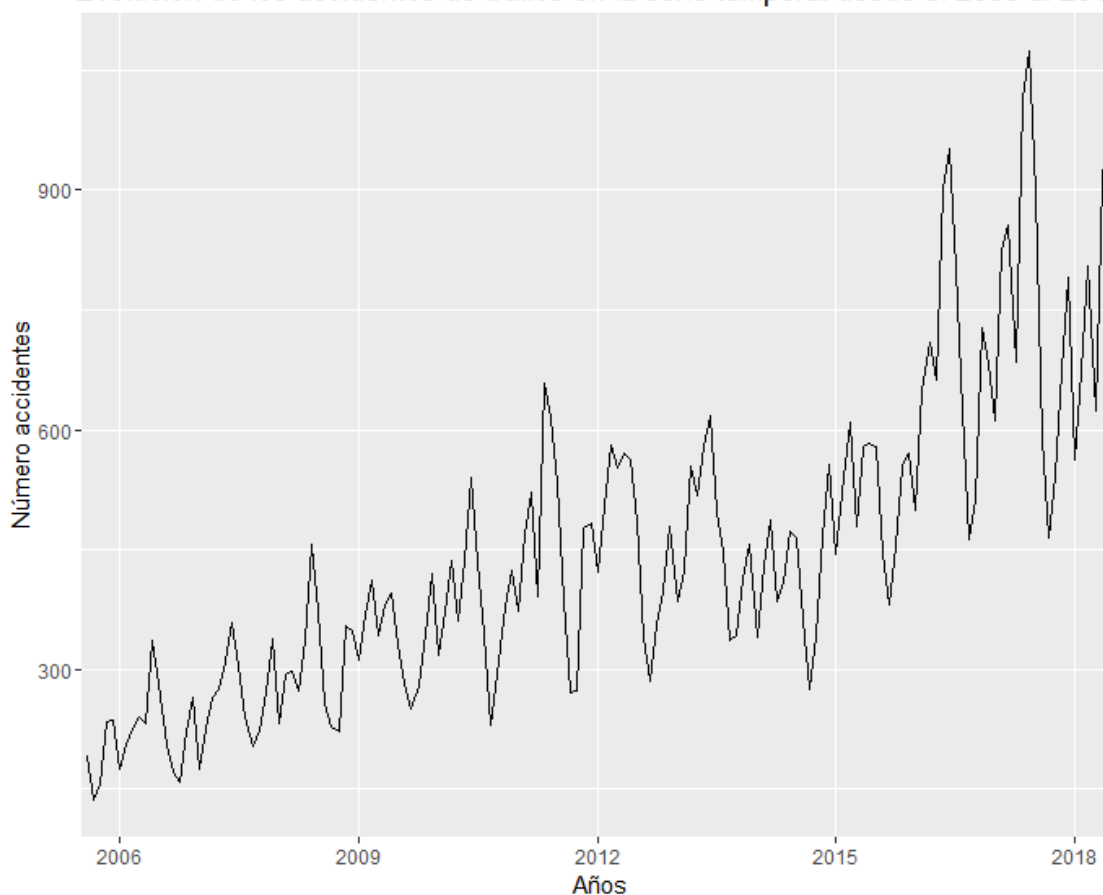


Figura 15: Evolución de las colisiones causadas por los tres grandes ungulados para la serie temporal 2006/18.  
FUENTE: Elaboración propia

Aunque se observa la componente estacional en la variación de colisiones con ciervos, jabalíes y corzos, esta no es común a las tres especies, variando según la biología y ecología de la especie estudiada. Es necesario analizar singularmente cada especie para identificar la variación interanual, mensual y diurna.

### Variación anual, estacional y diurna

#### Jabalí

Según los análisis estadísticos que se han realizado para la modelización, el Modelo Aditivo Generalizado (GAM) muestra un p-valor significativo ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) de los

factores temporales año, mes y hora para la especie del jabalí, además del factor fin de semana (Tabla 6).

Tabla 6: Análisis de la varianza (ANOVA) de los factores temporales que influyen en las CFS para la especie jabalí.  
FUENTE: Elaboración propia

|                           | edf   | Ref.df | F                                   | p-valor* |     |
|---------------------------|-------|--------|-------------------------------------|----------|-----|
| Año                       | 7.989 | 8.729  | 54.724                              | <2e-16   | *** |
| Mes                       | 8.732 | 8.979  | 407.111                             | <2e-16   | *** |
| Día                       | 1.471 | 1.802  | 0.254                               | 0.756    |     |
| Hora                      | 8.950 | 8.999  | 870.612                             | <2e-16   | *** |
| Fin de Semana             | 1.000 | 1.000  | 77.35                               | <2e-16   | *** |
| <i>R-sq.(adj) = 0.251</i> |       |        | <i>Desviación explicada = 25,1%</i> |          |     |

(\*) 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' Para todas las tablas ANOVA

El factor fin de semana muestra un valor significativo positivo, afectando aditivamente a las colisiones con jabalíes en los días correspondientes a los fines de semana después de la incidencia de los demás factores temporales. De promedio el número de colisiones de por año mes y día es de 0,68 entre semana y de 0,91 los fines de semana (25,7% más de colisiones).

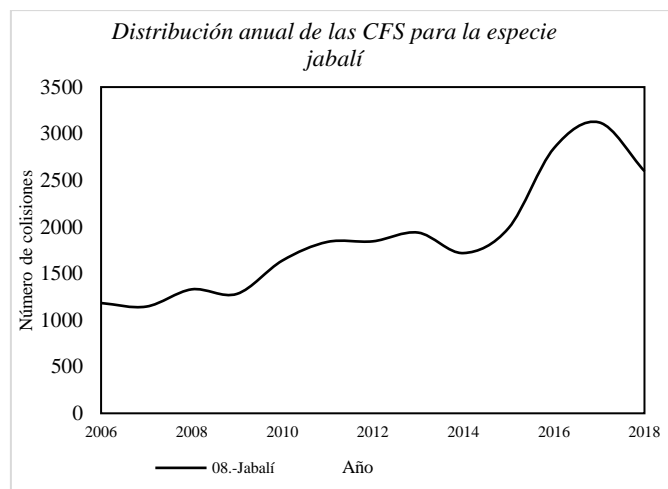


Figura 16: Distribución anual de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie jabalí

El factor anual de la serie temporal muestra para esta especie un crecimiento en el número de las colisiones no lineal, con cierta variación anual generalmente ascendente (Figura 16). La evolución de las CFS con jabalí ha pasado de 1.183 en el año 2006 a un máximo en el año 2017 de 3.121 (incremento de 263 %).



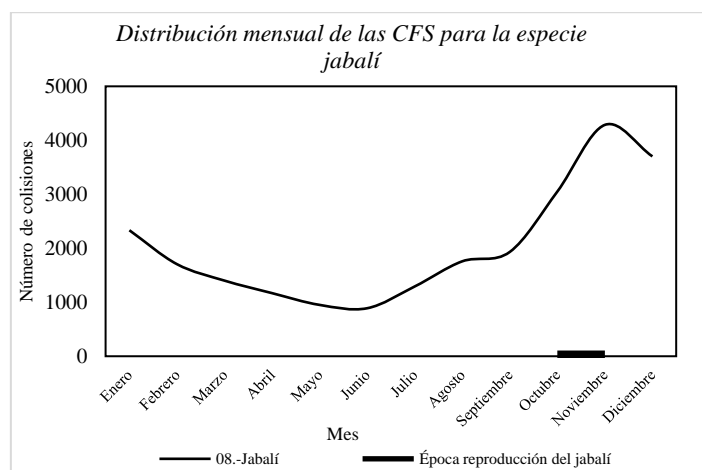


Figura 17: Distribución mensual de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie jabalí

En relación a la variación mensual, se muestra un incremento de las CFS en los meses de otoño, con un aumento constante desde agosto hasta noviembre (Figura 17). El máximo de CFS de jabalí se produce en el mes de noviembre, con un valor para la serie temporal de 4.289 colisiones. Este periodo de alta probabilidad de colisión coincide con la época de celo de la especie, cuando las poblaciones se desplazan en busca de compañero de cópula.

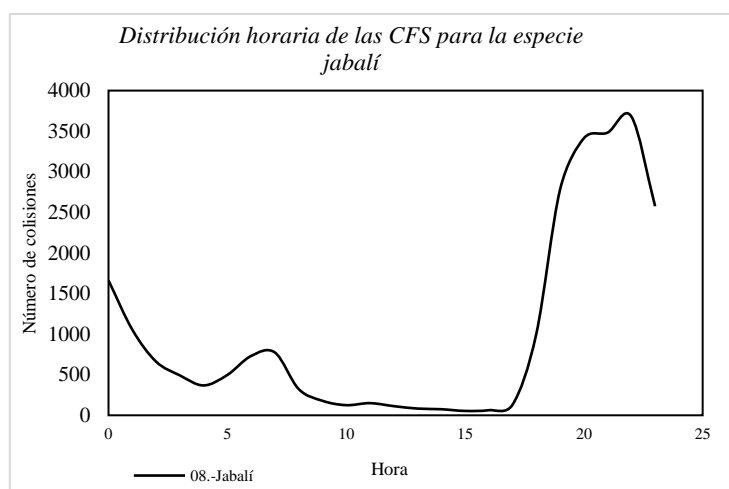


Figura 18: Distribución horaria de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la

El factor horario es el más variable de los componentes temporales analizados para la especie analizada. La distribución de las colisiones con jabalí se concentra en las horas de caída del sol. En esta parte del día, cuando la visibilidad comienza a descender y los individuos de la especie se levantan de los encames es cuando se produce el mayor número de colisiones. En la serie temporal, se ha registrado el máximo valor a las 22 horas (22:00), con una concentración de 3.681 colisiones con jabalíes (Figura 18).

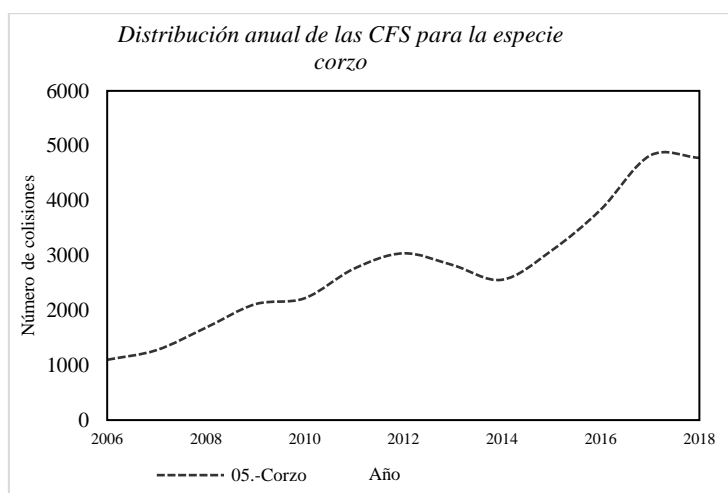
## Corzo

Al igual que con el jabalí, los análisis estadísticos muestran un p-valor significativo en los factores horarios, mensuales y anuales. Además, se muestra una significación en el factor diario (*Tabla 7*).

*Tabla 7: Análisis de la varianza (ANOVA) de los factores temporales que influyen en las CFS para la especie corzo. FUENTE: Elaboración propia*

|                           | edf   | Ref.df | F                                  | p-value  | Signif. code |
|---------------------------|-------|--------|------------------------------------|----------|--------------|
| Año                       | 8.604 | 8.955  | 171.891                            | <2e-16   | ***          |
| Mes                       | 8.837 | 8.992  | 357.931                            | <2e-16   | ***          |
| Día                       | 1.805 | 2.252  | 7.716                              | 0.000245 | ***          |
| Hora                      | 8.951 | 8.999  | 330.279                            | <2e-16   | ***          |
| Fin de Semana             | 1.000 | 1.000  | 66.27                              | 4.05e-16 | ***          |
| <i>R-sq.(adj) = 0.149</i> |       |        | <i>Desviación explicada = 15 %</i> |          |              |

El factor fin de semana muestra al igual que para el jabalí, un valor significativo positivo, afectando aditivamente a las colisiones en los fines de semana después de la incidencia de los demás factores temporales. De promedio el número de colisiones de por año mes y día es de 1,05 entre semana y de 1,23 los fines de semana (15,06 % más de colisiones).



*Figura 19: Distribución anual de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie corzo*

El factor anual de la serie temporal muestra para esta especie un crecimiento en el número de las colisiones no lineal, con cierta variación anual generalmente ascendente (*Figura 19*). La evolución de las CFS con corzo ha pasado de 1.099 en el año 2006 a un máximo en el año 2017 de 4.821 (incremento de 438%).

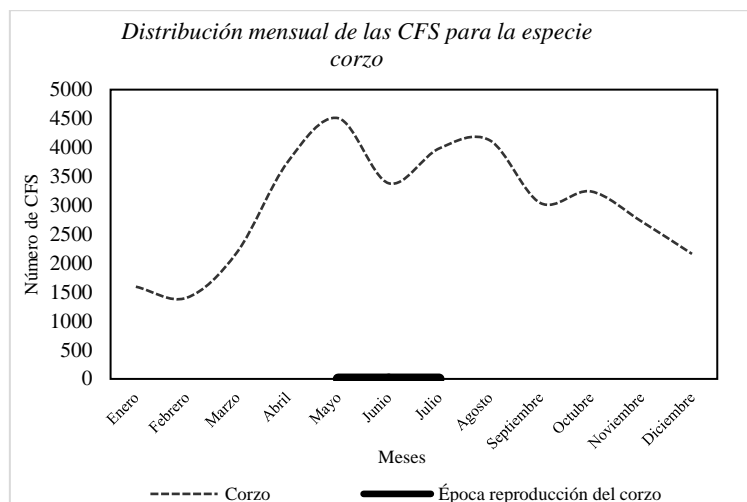


Figura 20: Distribución mensual de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie corzo

En relación a la variación mensual, se muestra un incremento de las CFS en los meses de primavera, con un aumento fluctuante desde abril hasta agosto (Figura 20). El máximo de CFS de corzo se produce en el mes de mayo, con un valor para la serie temporal de 4.507 colisiones. Al igual que para la especie anterior, este periodo coincide con la época de celo de la especie.

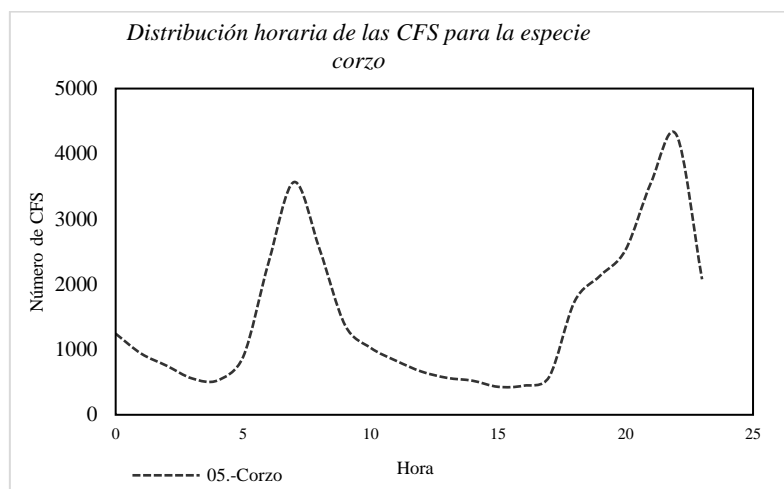


Figura 21: Distribución horaria de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie corzo

El factor horario es el más variable de los componentes temporales analizados. La distribución de las colisiones con corzo presenta dos picos de alta concentración, coincidentes a la salida y puesta del sol. Estos periodos diurnales, caracterizados por baja visibilidad y coincidentes con los periodos de actividad de salida y regreso de las zonas de dormitorio hacia las zonas alimentación recogen casi la totalidad de las colisiones con la especie. Se ha registrado el máximo valor a las 22 horas (22:00), con una concentración de 4.286 colisiones y como segundo máximo las 7 horas (7:00) con 3.567 colisiones con corzos (Figura 21).

El corzo presenta, además, una significación en el factor día, favoreciendo a las colisiones los primeros días del mes (Figura 22).

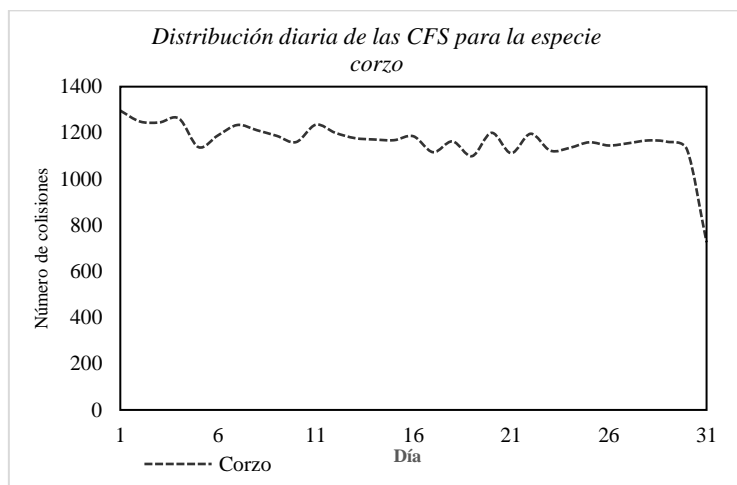


Figura 22: Distribución diaria de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie corzo

### Ciervo

Para la especie ciervo se muestra un p-valor significativo para los factores horario y mensuales, así como para el factor anual (Tabla 8).

Tabla 8: Análisis de la varianza (ANOVA) de los factores temporales que influyen en las CFS para la especie corzo. FUENTE: Elaboración propia

|                           | edf   | Ref.df | F                                    | p-value | Signif. code |
|---------------------------|-------|--------|--------------------------------------|---------|--------------|
| Año                       | 4.683 | 5.732  | 3.653                                | 0.00151 | **           |
| Mes                       | 7.990 | 8.731  | 21.963                               | <2e-16  | ***          |
| Día                       | 1.000 | 1.000  | 1.296                                | 0.25496 |              |
| Hora                      | 8.893 | 8.996  | 31.044                               | <2e-16  | ***          |
| Fin de Semana             | 1.000 | 1.000  | 5.582                                | 0.0181  | *            |
| <i>R-sq.(adj) = 0.012</i> |       |        | <i>Desviación explicada = 1,26 %</i> |         |              |

El factor fin de semana muestra un valor significativo positivo, afectando aditivamente a las colisiones en los fines de semana aditivamente a la incidencia de los demás factores temporales. De promedio el número de colisiones con ciervo en Castilla y León es de 0,11 entre semana y de 0,14 los fines de semana (18,17 % más de colisiones).

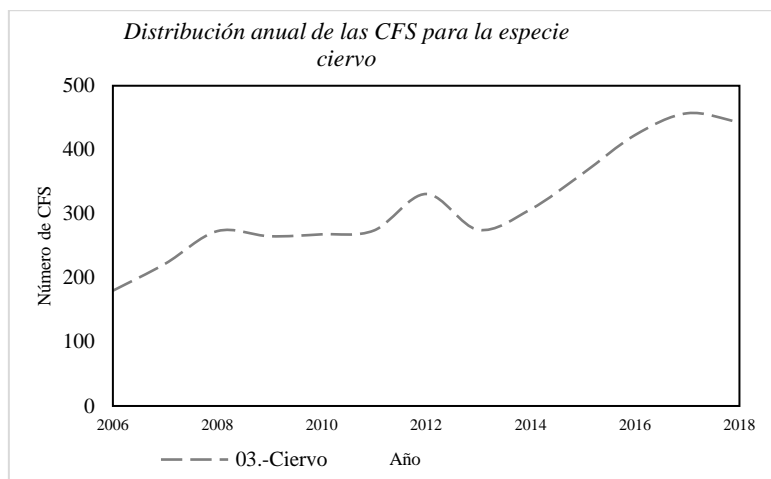


Figura 23: Distribución anual de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie ciervo

El factor anual de la serie temporal muestra para esta especie un crecimiento en el número de las colisiones no lineal, con cierta variación anual generalmente ascendente (Figura 23). La evolución de las CFS con ciervo ha pasado de 180 en el año 2006 a un máximo en el año 2017 de 443 (incremento de un 246 %)

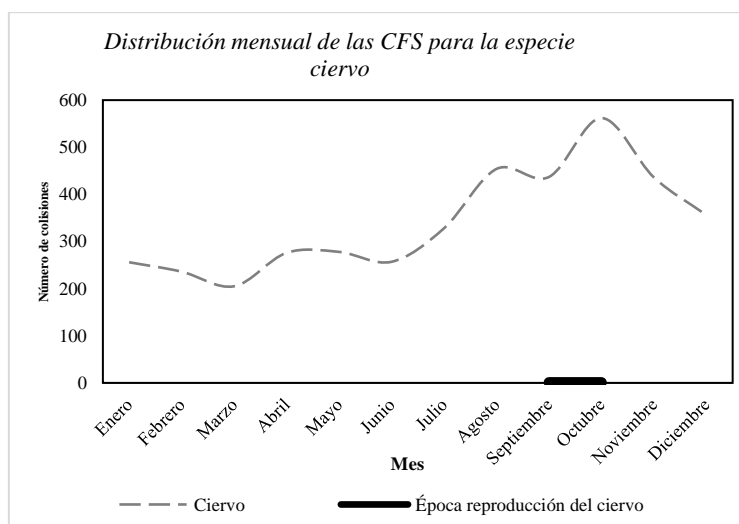


Figura 24: Distribución mensual de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie ciervo

En relación a la variación mensual, se muestra un incremento de las CFS en los meses de primavera, con un aumento fluctuante desde abril hasta agosto (Figura 24). El máximo de CFS de corzo se produce en el mes de mayo, con un valor para la serie temporal de 4.507 colisiones. Al igual que para la especie anterior, este periodo coincide con la época de celo de la especie.

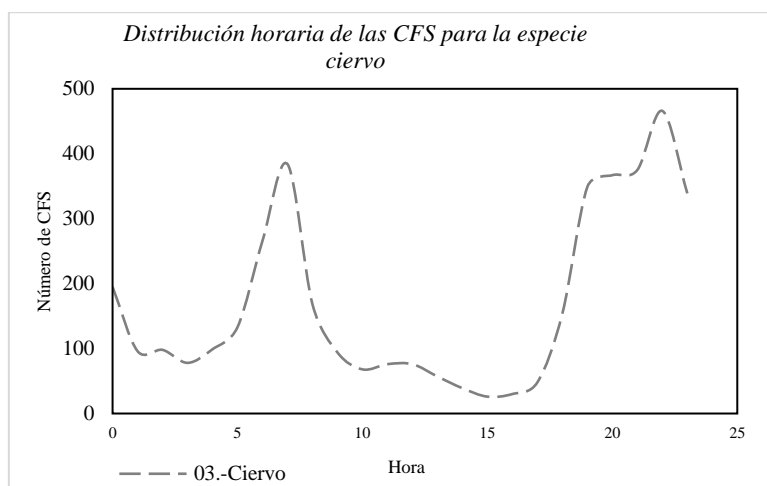


Figura 25: Distribución horaria de las CFS a través de la serie temporal desde 2006 al 2018 (13 años) para la especie corzo

El factor horario, como en las dos especies anteriores, es el más variable de los componentes temporales analizados. Su distribución presenta dos picos máximos, coincidentes a la salida y puesta del sol, al igual que el corzo. Este periodo diurno, coincide con los periodos de actividad de desplazamiento y alimentación de la especie. Se ha registrado el máximo valor a las 22 horas (22:00), con una concentración de 466 colisiones y como segundo máximo las 7 horas (7:00) con 384 colisiones con ciervos en la serie temporal completa (Figura 25).

## ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS CFS CON GRANDES UNGULADOS

### Distribución provincial

#### Jabalí

El Modelo Lineal Generalizado (GLM por sus siglas en inglés) indican tendencias en el número de atropellos de jabalí por año que difieren entre provincias (interacción significativa Provincia\*Año).

Tabla 9: Tabla resultado del modelizado con GLM que muestra la pendiente del modelo por provincia, y valores significativos para la interacción año-provincia para la especie jabalí. FUENTE: Elaboración propia

| Provincia  | Estimate (Pendiente) | P-valor  | Nivel significación |
|------------|----------------------|----------|---------------------|
| Ávila      | 9,308                | 0.01043  | *                   |
| Burgos     | 25,116               | 0.00226  | **                  |
| León       | 36,934               | 3.25e-07 | ***                 |
| Palencia   | 10,583               | 0.80091  |                     |
| Salamanca  | 21,506               | 0.01737  | *                   |
| Segovia    | 11,407               | 0.67807  |                     |
| Soria      | 12,253               | 0.56043  |                     |
| Valladolid | 11,357               | 0.68523  |                     |
| Zamora     | 21,379               | 0.01853  | *                   |

El modelo usado ha reportado un incremento significativo durante los años de estudios de las colisiones con la especie jabalí en las provincias, de León, Burgos, Salamanca, Zamora y Ávila mientras que en las otras provincias (Palencia, Segovia, Soria y Valladolid) no hubo tendencias significativas (Tabla 9).

De manera destacable, en la provincia de León anualmente cada año hay 36,93 atropellos más de jabalí, seguido de Burgos con 25,11 colisiones más (Figura 26).

### Distribución de las colisiones con la especie Jabalí por provincia

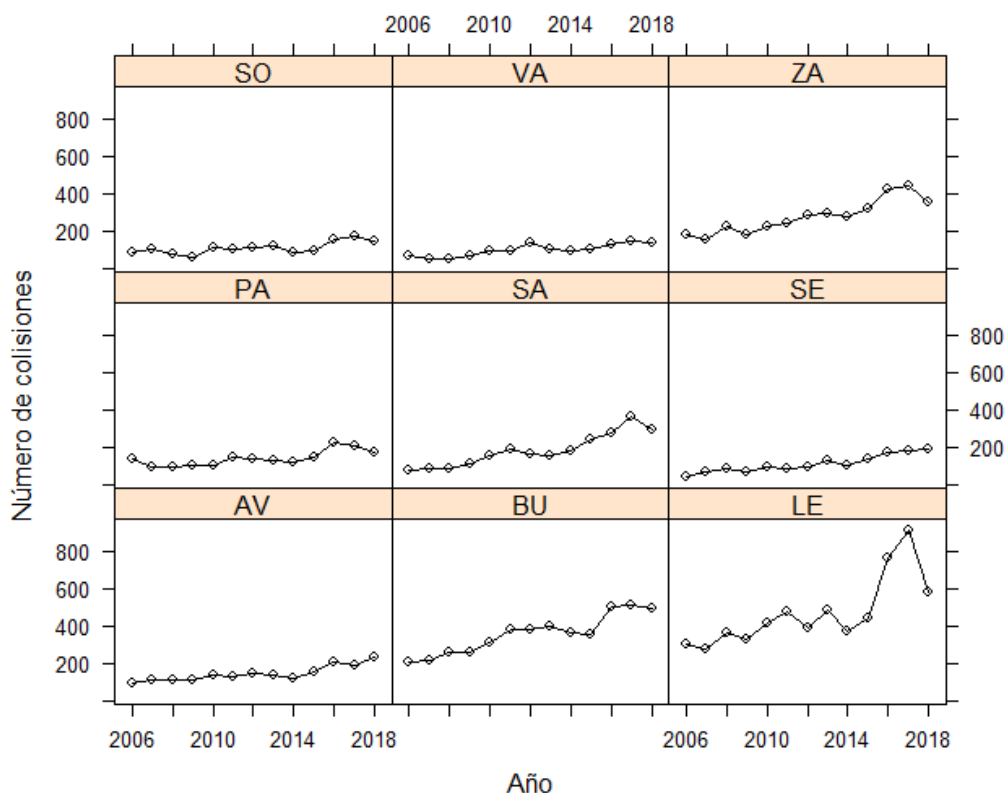


Figura 26: Interacción provincia-años de las colisiones con jabalí sufridas en Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia

### Corzo

El análisis de las tendencias en el número de atropellos de corzo por año que difieren entre provincias (interacción Provincia\*Año) ha resultado ser significativo (P-valor <0.05).

Tabla 10: Tabla resultado del modelizado con GLM que muestra la pendiente del modelo por provincia, y valores significativos para la interacción año-provincia para la especie corzo. FUENTE: Elaboración propia

| Provincia | Estimate (Pendiente) | P-valor  | Nivel significación |
|-----------|----------------------|----------|---------------------|
| Ávila     | 3,83                 | 0.4545   |                     |
| Burgos    | 85,06                | < 2e-16  | ***                 |
| León      | 47,67                | 2.38e-08 | ***                 |
| Palencia  | 21,92                | 0.0139   | *                   |
| Salamanca | 5,77                 | 0.7883   |                     |
| Segovia   | 21,48                | 0.0163   | *                   |

| Provincia  | Estimate (Pendiente) | P-valor  | Nivel significación |
|------------|----------------------|----------|---------------------|
| Soria      | 65,15                | 2.13e-13 | ***                 |
| Valladolid | 19,05                | 0.0377   | *                   |
| Zamora     | 16,14                | 0.0914   |                     |

El modelo usado ha reportado un incremento significativo durante los años de estudios de las colisiones con la especie jabalí en las provincias, de Burgos, Soria, León, Palencia, Segovia y Valladolid mientras que en las otras provincias (Ávila Salamanca y Zamora) no hubo tendencias significativas (Tabla 10).

De manera destacable, en la provincia de Burgos anualmente cada año hay 85,06 atropellos más de corzos, seguido de Soria con 65,15 colisiones más. Además, se observa una tendencia creciente en todas las provincias analizadas (Figura 27)

### Distribución de las colisiones con la especie Corzo por provincia

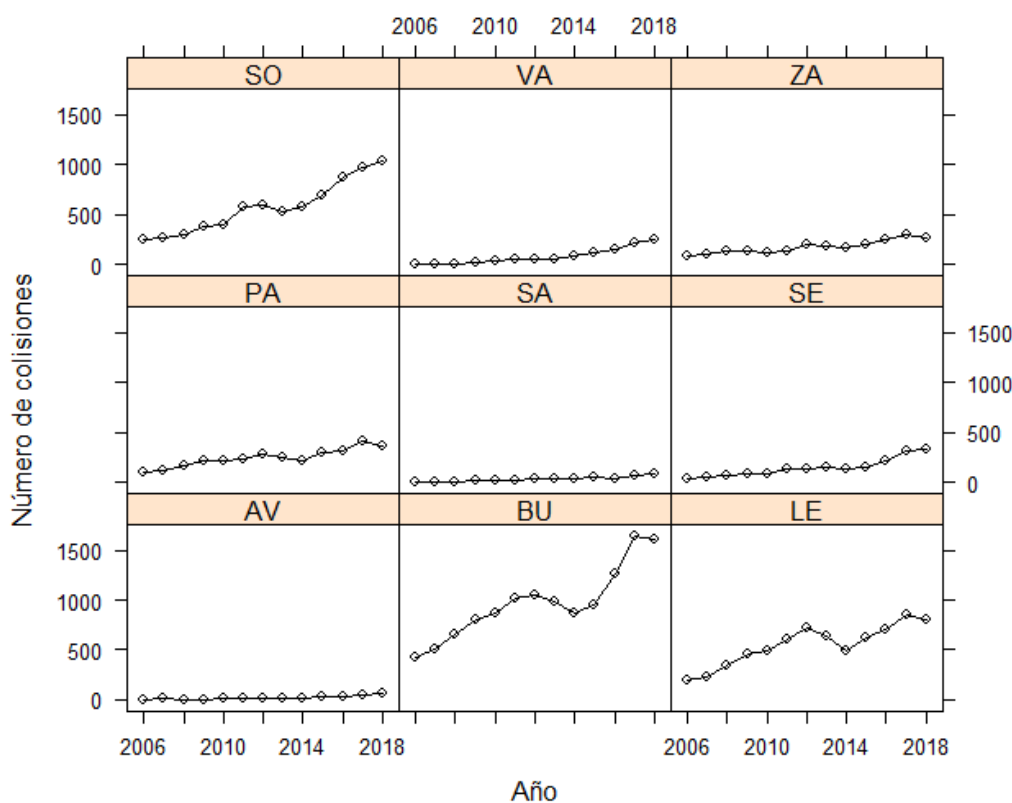


Figura 27: Interacción provincia-año de las colisiones con corzo sufridas en Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia

### Ciervo

Al igual que para las otras dos especies el Modelo Lineal Generalizado indican tendencias significativas en la interacción provincia-Año.



Tabla 11: Tabla resultado del modelizado con GLM que muestra la pendiente del modelo por provincia, y valores significativos para la interacción año-provincia para la especie ciervo. FUENTE: Elaboración propia

| Provincia  | Estimate (Pendiente) | P-valor  | Nivel significación |
|------------|----------------------|----------|---------------------|
| Ávila      | 1,82                 | 0.000494 | ***                 |
| Burgos     | 0,84                 | 0.183907 |                     |
| León       | 2,08                 | 0.706230 |                     |
| Palencia   | 3,12                 | 0.072635 |                     |
| Salamanca  | 0,36                 | 0.047860 | *                   |
| Segovia    | 0,08                 | 0.018787 | *                   |
| Soria      | -1,47                | 1.76e-05 | ***                 |
| Valladolid | 0                    | 0.013971 | *                   |
| Zamora     | 13,29                | < 2e-16  | ***                 |

El modelo usado ha reportado un incremento significativo durante los años de estudios de las colisiones con la especie ciervo en las provincias, de Zamora, Soria, Ávila, Salamanca, Segovia y Valladolid mientras que en las otras provincias (Burgos, León y Palencia) no hubo tendencias significativas (Tabla 9).

De manera destacable, en la provincia de León anualmente cada año hay 13,29 atropellos más de ciervo. Destaca la tendencia negativa de Soria (1,47 accidentes menos cada año), en la cual se muestra un decrecimiento significativo en las colisiones por esta especie (Figura 28).

### Distribución de las colisiones con la especie Ciervo por provincia

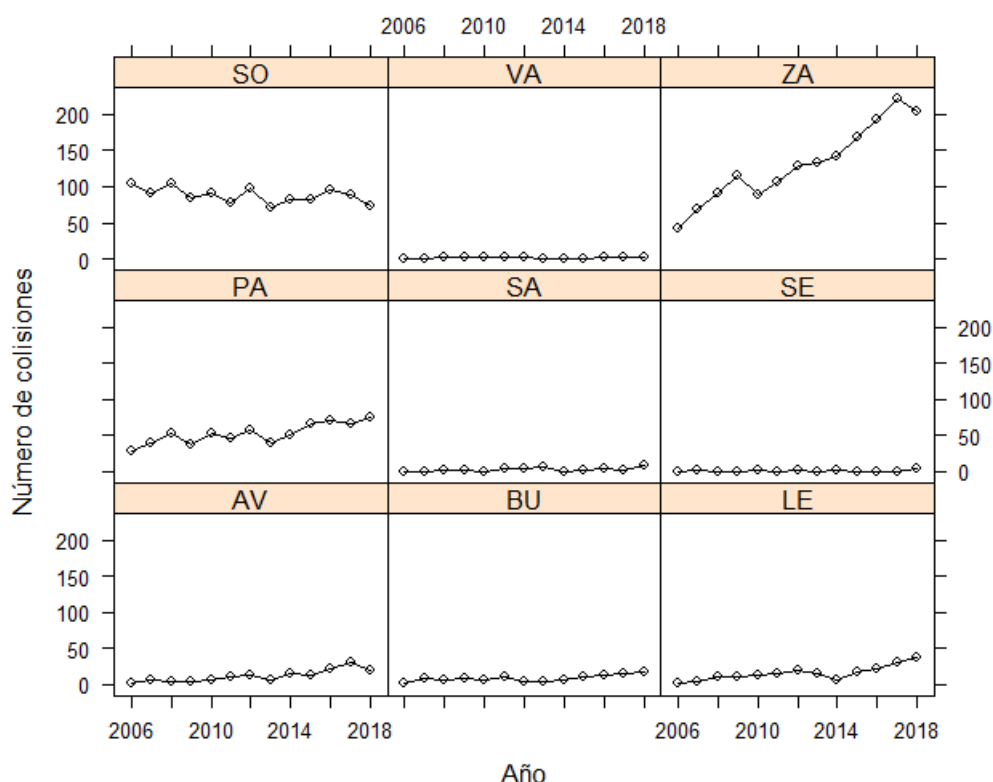


Figura 28: Interacción provincia-año de las colisiones con ciervo sufridas en Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia

## Representación espacial de las zonas de concentración de CFS

Conocer las zonas de distribución de las colisiones con fauna silvestre y especialmente las áreas de concentración de accidentes y vías con mayor peligrosidad es uno de los resultados principales para la gestión y prevención espacial. Se han representado tres años de la serie temporal para la comparación y observación de la densidad de colisiones por cada especie e los tres ungulados.

### Jabalí

Esta especie muestra una distribución generalmente uniforme en toda la comunidad autónoma (Figura 29). Se observa una alta siniestralidad en todo el territorio, centrandose gran parte de las colisiones en las zonas más forestales de Castilla y León (Alto Bierzo, Sierra de la Demanda, Sierra de Béjar, Sistema Central y Sierra de la Culebra), además de una constante expansión de las poblaciones a lo largo del territorio.

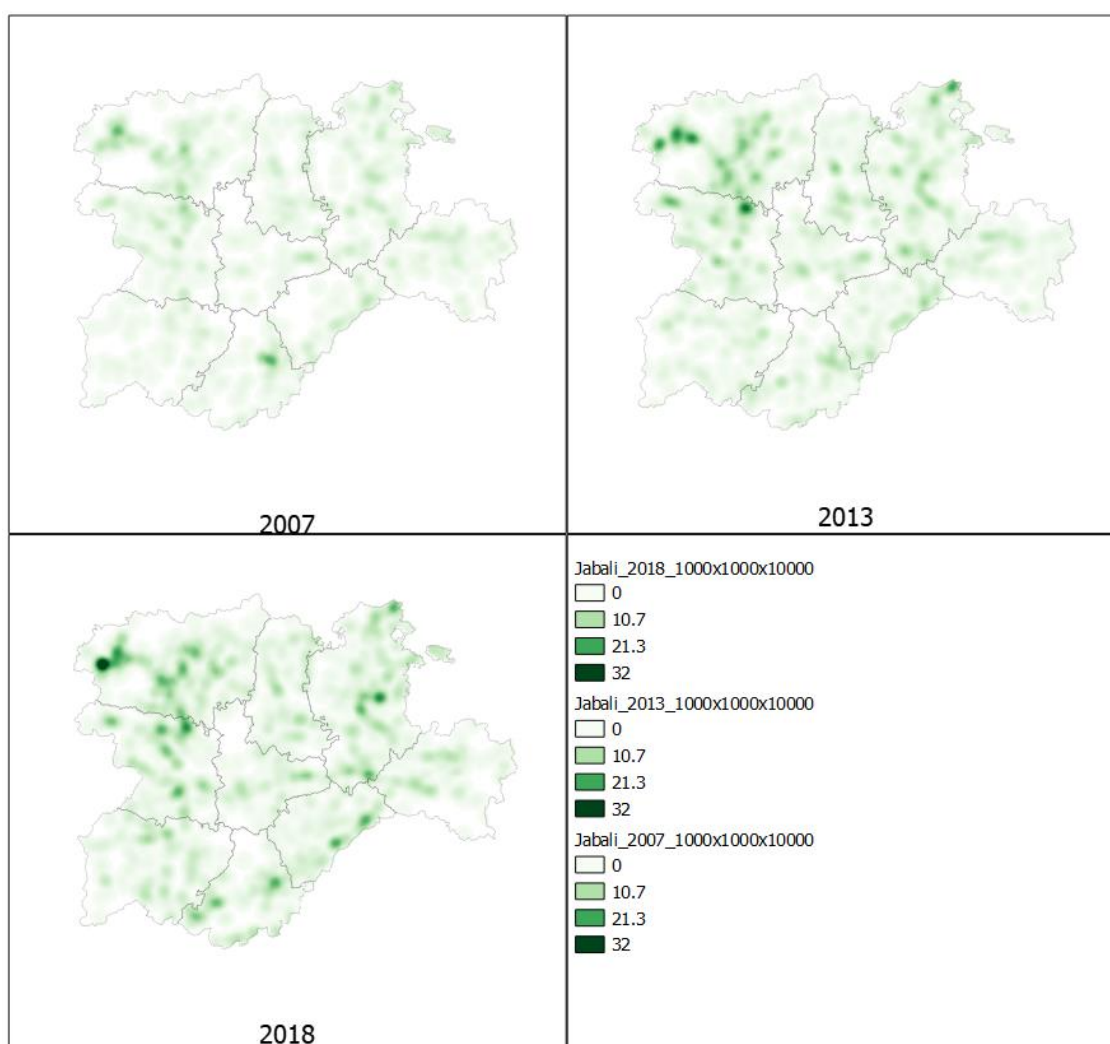


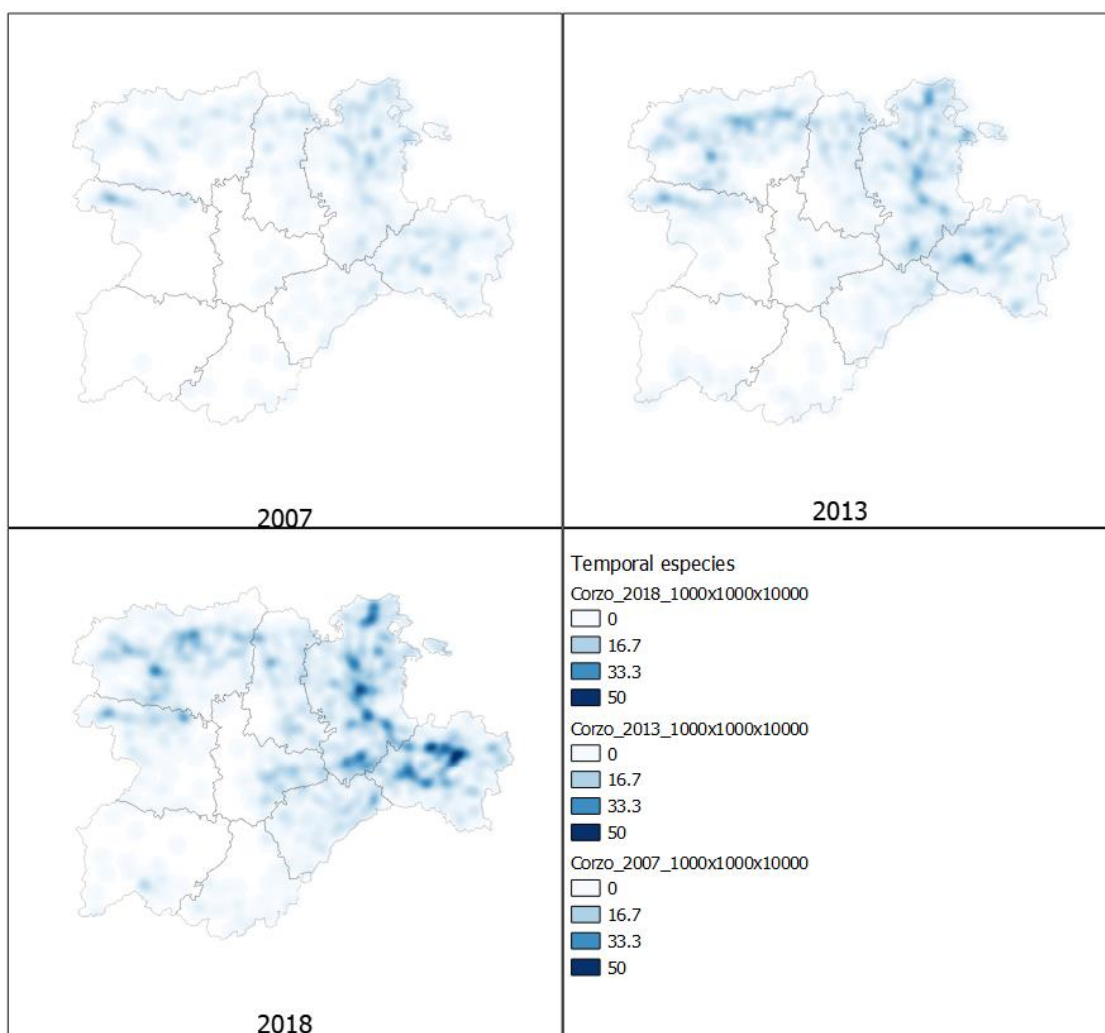
Figura 29: Distribución de las colisiones con la especie corzo para los años de la serie temporal 2007, 2013 y 2018 (6 años entre cada periodo). La leyenda (cuadro inferior derecho), muestra por escala cromática la concentración de accidentes en un pixel de radio de cálculo según Kernel de 10 km. FUENTE: Elaboración propia

Temporalmente, se observa como se han incrementado las colisiones por jabalíes desde el 2007 hasta la actualidad de una manera progresiva, y de tendencia más explosiva en los últimos 3 años.

### Corzo

El corzo ha experimentado en los últimos años un aumento en el registro de los accidentes de tráfico muy acusado. Al contrario que la especie anterior, su distribución no está tan extendida en todo el territorio castellanoleonés. La mayor parte de estos accidentes, se producen en la zona de Burgos-Soria (*Figura 30*). Aún así, se observa una notable expansión de las colisiones hacia las provincias circundantes de Palencia, Valladolid y Segovia. Además, las zonas de León y norte de Zamora han incrementado su número de accidentes con esta especie.

Destaca a su vez la gran acumulación de colisiones de esta especie que llegan a tener algunos puntos kilométricos, llegando al valor de 50 colisiones en un radio de 10 km en un solo año.



*Figura 30: Distribución de las colisiones con la especie corzo para los años de la serie temporal 2007, 2013 y 2018 (5 años entre cada periodo). La leyenda (cuadro inferior derecho), muestra por escala cromática la concentración de accidentes en un píxel de radio de cálculo según Kernel de 10 km. FUENTE: Elaboración propia*

El corzo ha experimentado un aumento en todas las zonas del territorio donde presenta poblaciones estables (principalmente zonas de paramos y terrenos escarpados del Sistema Ibérico y zona norte y oeste de León y Zamora).

### Ciervo

Las colisiones con ciervos en Castilla y León se centran, por orden de relevancia, en la zona noroeste de Zamora, la zona Noreste de Soria y la zona Norte de Palencia (Figura 31). En los últimos años, la especie se ha desplazado poblacionalmente hacia zonas de León (zona norte) y de Burgos (este), así como dentro de las propias provincias.

Se muestra un incremento, en la zona de la Sierra de la Culebra (Zamora), y una estabilización de los accidentes en las poblaciones de Soria y de Palencia, que, aunque se hayan desplazado, no han aumentado significativamente sus colisiones. El número de colisiones máximo que alcanza el ciervo espacialmente asciende a 20 colisiones en el año 2018 para un radio de 10 km.

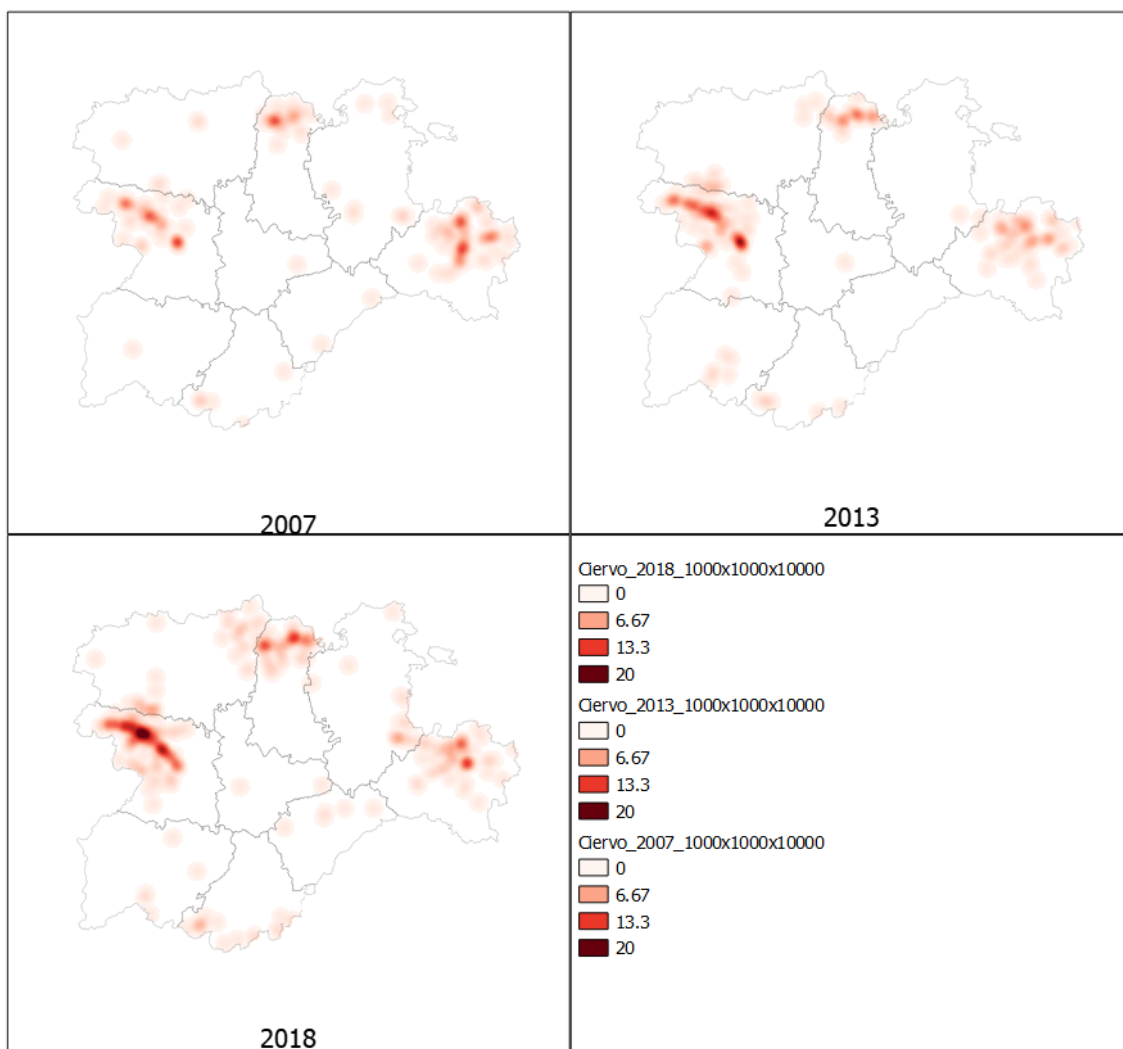


Figura 31: Distribución de las colisiones con la especie ciervo para los años de la serie temporal 2007, 2013 y 2018 (5 años entre cada periodo). La leyenda (cuadro inferior derecho), muestra por escala cromática la concentración de accidentes en un píxel de radio de cálculo según Kernel de 10 km. FUENTE: Elaboración propia

## **Localización puntos kilométricos de alta siniestralidad con CFS**

Para este análisis se ha tomado, como PK de alta concentración de CFS, aquellos con un registro de al menos 50 colisiones con alguna de las especies registradas en la DB para la serie temporal (*Tabla 12*).

*Tabla 12: Vías y puntos kilométricos de mayor concentración de accidentes por colisiones con fauna silvestre para la serie temporal estudiada (2006/18) en Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia*

| <b>Vía_PK</b> | <b>Número de CFS desde 2006 hasta 2018</b> | <b>Municipio</b>    | <b>Provincia</b> |
|---------------|--|---------------------|------------------|
| ZA-P-1511_4   | 73   | Benavente           | Zamora           |
| SO-100_10     | 59   | Los Rábanos         | Soria            |
| N-631_12      | 57   | Moreruela de Tábara | Zamora           |
| N-234_381     | 56   | Abejar              | Soria            |
| N-631_45      | 56   | Otero de Bodas      | Zamora           |
| ZA-104_2      | 56   | Puebla de Sanabria  | Zamora           |
| N-525_93      | 52   | Requejo             | Zamora           |
| LE-711_3      | 51   | Cabañas Raras       | León             |
| N-122_146     | 51   | Alconaba            | Soria            |
| N-234_347     | 51   | Soria               | Soria            |
| ZA-104_1      | 50   | Puebla de Sanabria  | Zamora           |

Se observa una alta concentración de PKs, con alta siniestralidad de este tipo de accidentes de tráfico, sobre todo en la zona de Zamora y Soria (*Figura 32*). Destaca la presencia totalitaria de vías nacionales y provinciales. Estas zonas coinciden especialmente con las zonas de distribución y presencia de las tres especies de ungulados estudiados (jabalí, ciervo y corzo), lo cual muestra la alta incidencia de estos en las colisiones de tráfico con fauna silvestre.



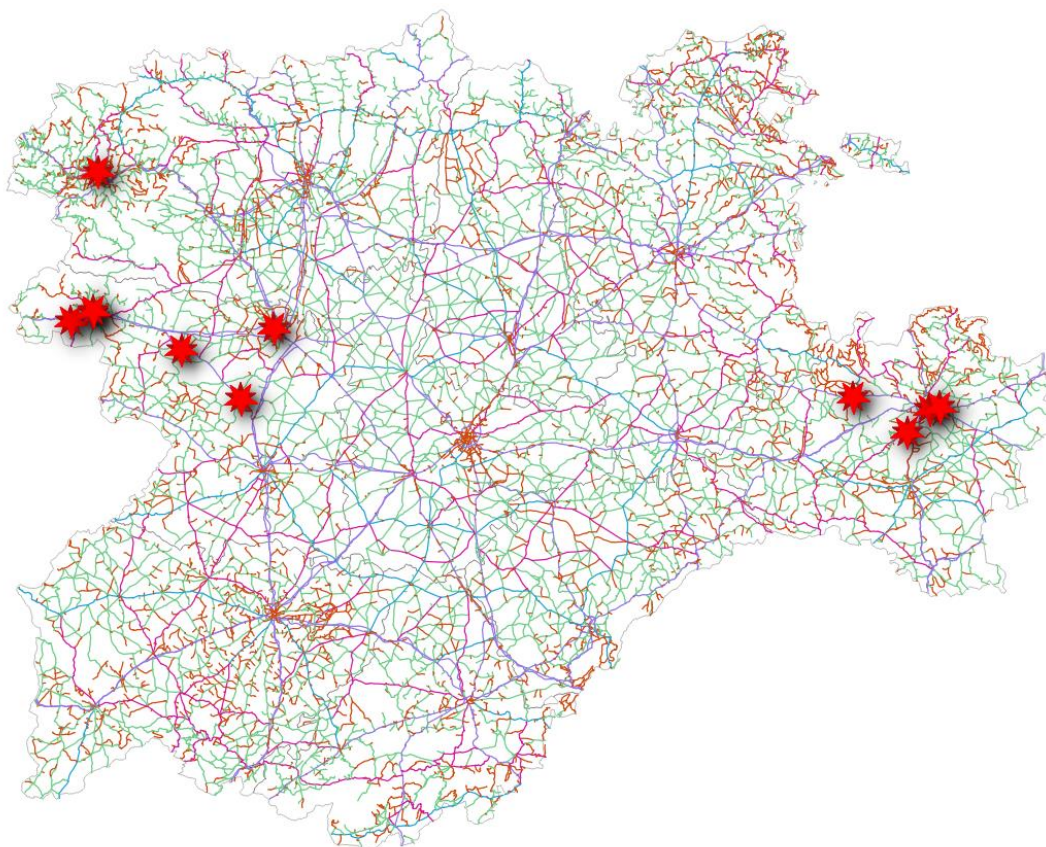


Figura 32: Concentración de CFS en Castilla y León (serie temporal 2006/18). FUENTE: Elaboración propia

### **Revisión de la señalización viaria preventiva contra CFS**

En la revisión de la señalización viaria se ha representado la base de datos cedida por el Ministerio de Fomento sobre la ubicación de las señales gestionadas por este organismo público. Con el fin de compararlo, a su vez se han representado espacialmente los PKs con acumulación de más de 45 colisiones en la serie temporal.

Aunque no se tiene constancia de la información específica sobre la Base de Datos de señalización, basado en los datos, se ha concluido que las señales de tráfico cedidas únicamente están presentes en vías de ámbito nacional (Nacionales, Autovías y Autopistas) ya que son las que pertenecen al ámbito de intervención del Ministerio de Fomento. A su vez, la Junta de Castilla y León tiene programas de señalización que no se contemplan en este estudio.

En lo que a nacionales y vías nacionales se refiere, se observa un importante esfuerzo en la señalización, que cubre gran parte de las zonas peligrosas de colisiones con este tipo de fauna (*Figura 33*). Se observan zonas, sobre todo en la zona zamorano-leonesa, con insuficiente señalización (Puebla de Sanabria). En la zona soriana se observa también una necesidad de actualización, principalmente al sur de la ciudad de Soria.

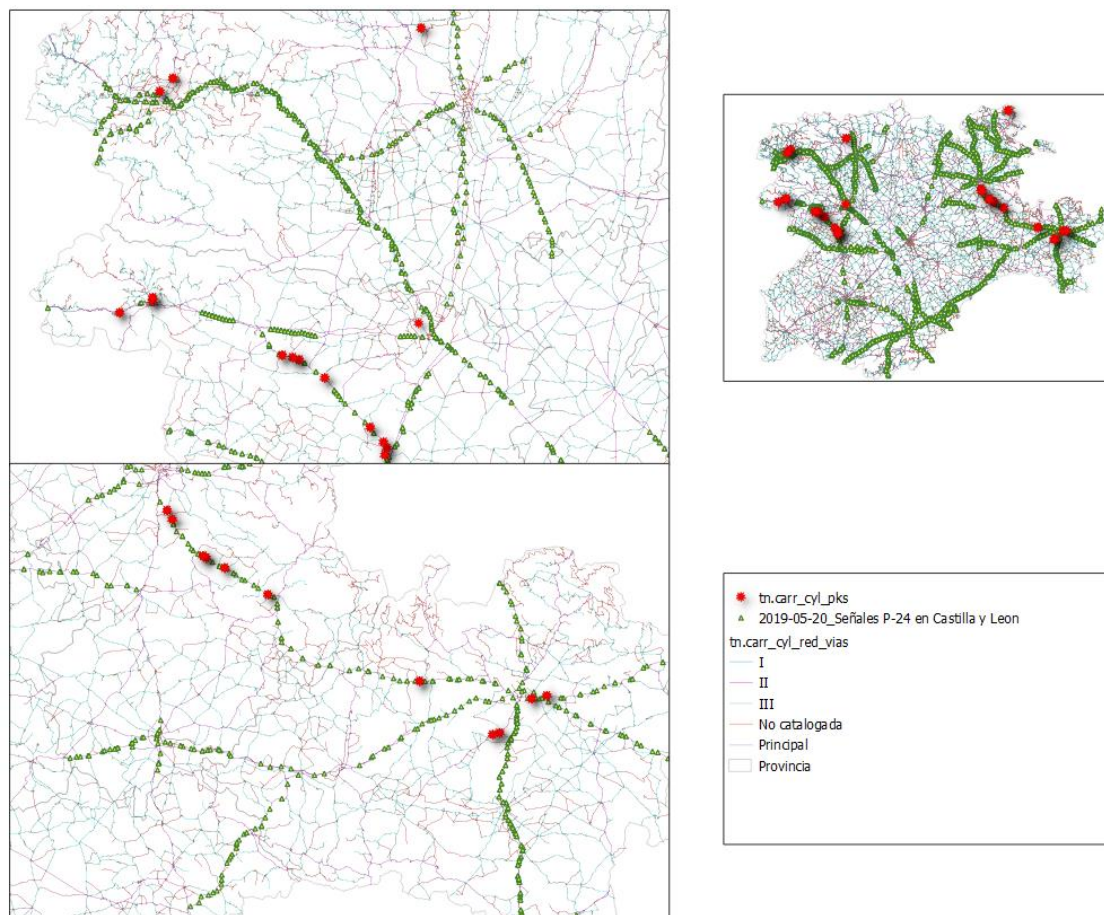


Figura 33: Distribución de las señales de tráfico preventivas de CFS (triángulo verde) y de los PKs de acumulación de más de 40 colisiones en la serie temporal (punto rojo). Primer recuadro muestra la zona de León Zamora, mientras que el segundo muestra la zona Soria-Burgos

En términos generales la señalización viaria, debido a la nueva distribución poblacional de las especies de ungulados silvestres, necesita una constante revisión y actualización (Figura 34). En 2018 se observan nuevas zonas de colisiones recurrentes con fauna silvestre en todo el territorio castellano leonés. Destacan las zonas de Valladolid y Palencia por su nueva y emergente peligrosidad además de por la falta de señalización.

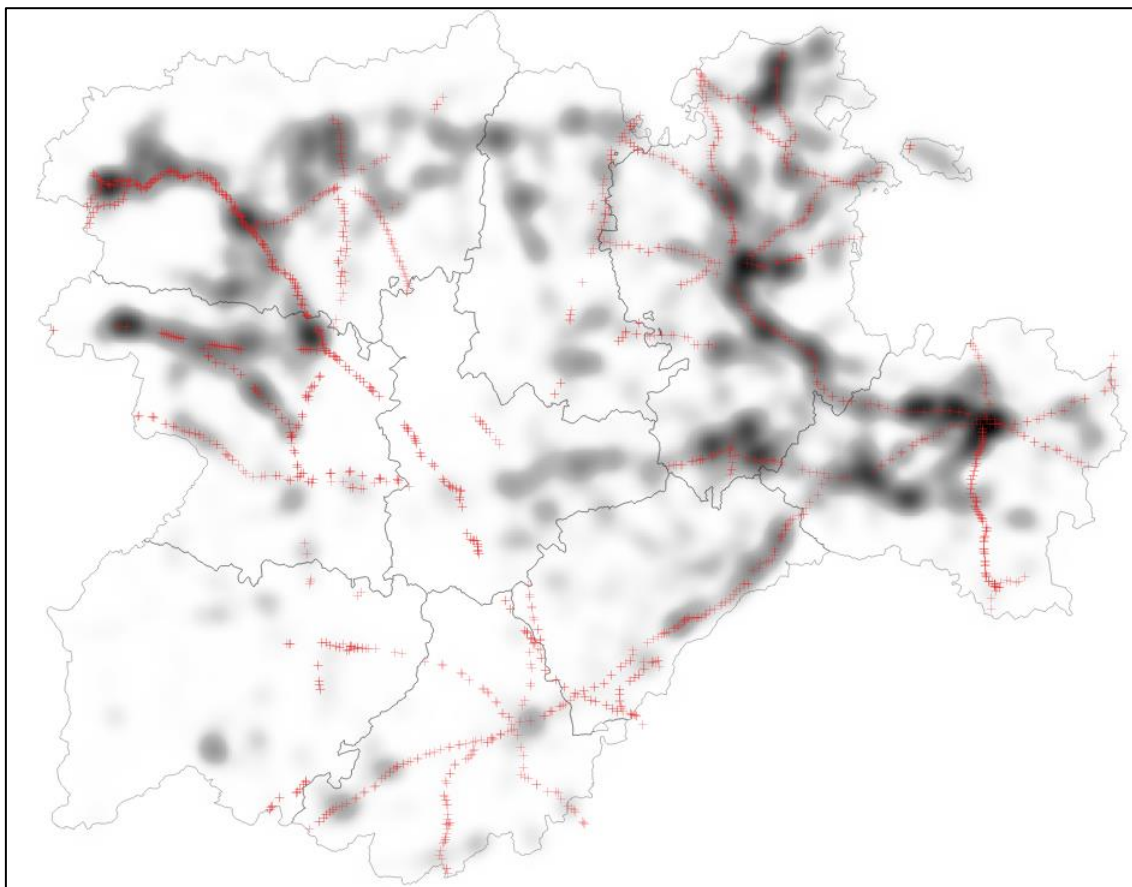


Figura 34: Distribución de las CFS del año 2018 y señalización vial preventiva de accidentes de tráfico con fauna silvestre. La escala cromática (grises) muestra la concentración de colisiones acaecidas en el año 2018 con las tres especies de ungulados (jabalí, ciervo y corzo), mientras que las cruces rojas muestran la distribución de las señales de tráfico preventivas. FUENTE: Elaboración propia.



## 4. DISCUSIÓN

Las colisiones con ungulados presentan una variación significativa en los patrones espaciotemporales para las covariables y factores año, mes, hora, provincia y fin de semana que varían entre las especies de ungulados silvestres en Castilla y León. La covariables más significativas son el mes y la hora del día, presentando unas concentraciones de las colisiones en los meses correspondientes a las épocas de celo y cría de los ungulados.

Las especies o grupos de animales implicados en accidentes de tráfico causadas por fauna silvestre registradas en Castilla y León son 13, entre los que destacan los tres ungulados silvestres por abundancia y generación de daños. Se han reportado colisiones con especies protegidas tales como osos pardos (n=4), lobos ibéricos (n=147), y nutria (n=4). Cabe destacar que la muerte de individuos de estas especies causa una gran pérdida ecológica y social.

Las CFS en Castilla y León presentan un crecimiento constante durante toda la serie temporal. Singularmente en los últimos años 2014 hasta 2018 el crecimiento ha sido explosivo en relación a la tendencia anterior, en lo que a ungulados silvestres se refiere. Un mayor abandono de las zonas rurales producidas por el éxodo rural de los últimos años, además de una mayor necesidad de desplazamiento de la población para el acceso a servicios primarios y el crecimiento de las zonas forestales podrían estar detrás de este aumento (Delibes-Mateos, Farfán, Olivero, Márquez & Vargas, 2009; Acevedo et al., 2014).

Mensualmente, concluye con un aumento, para las tres especies de ungulados silvestres, de las colisiones en periodos de celo y previos al mismo, cuando los individuos presentan una mayor movilidad espacial en busca de compañeros de cópula (Carranza, 2007; Azorit & Moro, 2010; Moreno & López, 2010). Singularmente, el jabalí presenta una alta incidencia en los meses de octubre y noviembre, con un crecimiento constante desde el mes de junio hasta su máximo. Este aumento podría deberse al periodo de expansión de las piaras con las crías del año e inicio de la escasez de comida y agua, que obliga a desplazamientos más largos en el periodo estival. Los corzos presentan el periodo de máxima probabilidad de colisión en los meses de abril, mayo, junio y julio, con fluctuaciones entre ellos. Se observa un descenso constante desde el mes de agosto hasta su mínimo en el mes de marzo. El ciervo, presenta los máximos en el periodo de celo o "berrea", correspondiente a los meses de septiembre y octubre. Al igual que el corzo, presenta una distribución más regular que el jabalí.

Para la especie corzo se observa una tendencia significativa descendente del número de colisiones desde los días a principio del mes a finales. En principio, se explica debido a la falta del día 31 en algunos meses, lo que hace decrecer el número de en la parte final del mes.

El estudio muestra un aumento explosivo en las horas de ocaso para los tres ungulados, así como un segundo aumento significativo al amanecer exclusivamente para las dos especies de cérvidos. Las horas crepusculares del ocaso (22:00) que coinciden con el máximo periodo de movilidad diario de las tres especies (Carranza, 2002; Cahill et al., 2003), son el momento en el cual los ungulados se desplazan desde las zonas de

encame o dormitorio a las zonas de alimentación y área de campeo. Además, la familia de los cérvidos (ciervo y corzo) presenta un destacable segundo máximo en las horas de salida del sol (7:00) cuando los cérvidos vuelven a las zonas de encame y dormitorio. El jabalí se ve menos afectado, debido a que, al ser una especie con mayor actividad nocturna, el regreso lo lleva a cabo antes de estas horas, evitando la afluencia de tráfico de la mañana.

El fin de semana influye significativamente en el número de colisión con ungulados. Así, el análisis muestra para las tres especies una mayor probabilidad los días de fin de semana que los días entre semana. Puede deberse a factores de intensidad de tráfico, mayor concentración de tráfico en las horas críticas u movimientos de la población por actividades lúdicas de la sociedad en el hábitat de las especies.

El incremento se ha manifestado significativo en términos de la varianza para algunas provincias según que especie de ungulado. Estas provincias coinciden con las mayores distribuciones de la especie y donde las poblaciones son más numerosas y estables (Royo et al., 2007; Acevedo et al., 2014). Así las provincias de Soria, Burgos, León y Zamora son las que mayor incremento registran. El incremento de las poblaciones de ungulados y su movilidad han modificado la distribución y frecuencia de las CFS, afectando a zonas donde anteriormente no había, agravando el número y consecuencias o cambiando la distribución de las especies por competición (Alonso & Luque, 2013). Aunque ha habido una expansión generalizada, se observan zonas donde la competición entre cérvidos ha ocasionado el estancamiento de alguno de ellos (Soria, Zamora y norte de Palencia).

La comparación de la señalización de tráfico preventiva de CFS muestra una importante necesidad de actualización constante. Se muestran zonas correspondientes a las provincias de Zamora, Valladolid, Palencia y León entre otras, en las cuales la falta de señalización es patente por defecto, así como otras vías en las cuales la señalización de CFS se ha realizado por exceso, en términos relativos.

Comparando la distribución de CFS y superficies forestales, se puede explicar la influencia del hábitat en la presencia o no de colisiones de este tipo. Las zonas con mayor probabilidad corresponden a las zonas de mayor altitud, con arbolado o matorral que influyen en la percepción del individuo y con baja densidad de población.

El presente estudio presenta limitaciones en el análisis de los factores y covariables explicativas debido a la falta de información sobre la intensidad media horaria y mensual de las vías de transporte. Los resultados pueden estar influenciados por esta variable que difumina la implicación real, sobre todo de los patrones temporales. Obtener esta información e integrarla al estudio es uno de los propósitos de futuro ya que los modelos mejorarían sustancialmente. Además, otros factores como tipo de vehículo, conservación de la carretera u otros podrían influenciar conjuntamente en el nivel de causalidad de este tipo de accidentes de tráfico



## **5. CONCLUSIONES**

Las CFS en Castilla y León han experimentado un aumento del 318,6 % en la serie temporal estudiada, ocasionando grandes costes económicos, sociales, ecológicos y humanos para la sociedad castellano leonesa y española por extensión. Esta tendencia se espera que continúe o aumente en los próximos años, de seguir los factores implicados en la casuística de las CFS constantes (despoblación, aumento de terreno forestal, incremento de las poblaciones de ungulados, mayor tráfico, etc.).

El comportamiento de las distintas especies de ungulados silvestres frente a las CFS no es constante a lo largo de las horas del día o del año, presentando especial acumulación de estas en las horas crepusculares del ocaso y amanecer, y estacionalmente, en las épocas de celo y cría de las especies.

Las provincias de la comunidad castellanoleonesa no presentan una igual distribución de las CFS con ungulados. Estas se concentran en las zonas de mayor densidad de población de las especies, menor densidad de población humana y mayor cobertura vegetal (terrenos forestales). Especialmente, destacan las provincias de Burgos, León, Soria y Zamora.

La evolución de las colisiones con ungulados ha experimentado en la serie temporal una dispersión hacia zonas donde previamente no había presencia de estos accidentes, llegando a colonizar zonas agrícolas como Tierra de campos. Además, zonas en las que ya estaban presentes, su número ha aumentado de hasta 2 veces el orden de magnitud.

La revisión de la señalización de tráfico preventiva de paso de animales silvestres está desactualizada en algunos puntos de la red viaria castellanoleonesa. Se observa una patente necesidad de actuación y remodelación de esta, así como un continuo seguimiento de los cambios en la distribución de las colisiones por movimientos poblacionales.

Finalmente, concluimos con una necesidad de seguimiento constante, evaluación y estudio de las colisiones de tráfico con fauna silvestres en Castilla y León y en España, que permita actuar en la prevención de estas pudiéndose reducir el número de accidentes de tráfico originados por animales silvestres y evitar pérdidas económicas, sociales y ecológicas y por encima de todo reducir y acabar con la pérdida de vidas humanas (0 víctimas).

## **6. AGRADECIMIENTOS**

Este estudio no habría podido adquirir este nivel de análisis estadístico sin la gran ayuda del investigador François Robert Mougeot perteneciente a CSIC, específicamente al Instituto de Investigación de Recursos Cinegéticos (IREC). Dar las enormes gracias por el tiempo dedicado a mi lado, en los análisis con R, seguimiento del guion de la memoria, consejos de representación espacial, correcciones de errores y muchas otras tareas que sin su ayuda habrían sido muy tediosas y en ocasiones imposibles.

Además, agradecer a la Dirección General de Tráfico (Ministerio de del Interior) y a la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento) por la facilitación de las Bases de datos de los accidentes de tráfico con fauna silvestre y ubicación de las señales preventivas de paso de animales silvestres, sin las cuales no habría sido posible realizar este análisis. En especial, mencionar la ayuda y seguimiento personal que el investigador de seguridad vial Alberto Santiago Lozano ha puesto. Para ello.

Finalmente agradecer la ayuda y soporte a la empresa Quasar Science Resources S.L., durante las prácticas de empresa realizadas durante el periodo final del estudio.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Abaigar, T. (1993). Régimen alimentario del jabalí (*Sus scrofa*, L. 1758) en el sureste ibérico. *Doñana Acta Vertebrata*, 20 (1): 35-48.
- Acevedo, P., Quirós-Fernández, F., Casal, J., & Vicente, J. (2014). Spatial distribution of wild boar population abundance: Basic information for spatial epidemiology and wildlife management. *Ecological Indicators*, 36(4), 594–600.
- Alonso, E. & Luque, J.J. (2013). Estudio de los accidentes de tráfico provocados por ungulados forestales y su distribución espacial en las provincias de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. E.T.S.I.I.A.A. Universidad de Valladolid, Biblioteca Campus de Palencia.
- Azorit, C. & Moro, J. (2010). Jabali (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Monografías INIA. Serie Medioambiental*. Madrid
- Barthelmess, E. L., & Brooks, M. S. (2010). The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. *Biodiversity & Conservation*, 19(6), 1611–1629.
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143(6), 1307–1316.
- Biology, 10: 301–313.
- Box, J. D., & Forbes, J. E. (1992). Ecological considerations in the environmental assessment of road proposals. *Highways and Transportation*, 39(4), 16-22.
- Burbaite, L., & Csányi, S. (2010). Red deer population and harvest changes in Europe. *Acta Zoologica Lituanica*, 20(4), 179–188.
- Cahill, S., Llimona, F., Gracia, J. (2003). Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology*, 9 Suppl., 1: 3-13.
- Carranza, J. (2002). *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758. Ciervo rojo. Pp. 310-313. En: Palomo, L. J., Gisbert, J. (Eds.). Atlas de los mamíferos terrestres de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU*, Madrid.
- Carranza, J. (2007). *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758. Pp. 352-355. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). Atlas y libro rojo de los mamíferos de España. *Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU*, Madrid. 586 pp.
- Clarke, G. P., White, P. C. L., & Harris, S. (1998). Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation*, 86(2), 117.
- Coffin, A. W. (2007). From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 396–406.
- Cserkés, T., Ottlecz, B., Cserkés-Nagy, Á., & Farkas, J. (2013). Interchange as the main factor determining wildlife–vehicle collision hotspots on the fenced highways:

spatial analysis and applications. *European Journal of Wildlife Research*, 59(4), 587–597.

De las Rivas, J. L., Santos, L., Pastor, L. J. & Peirest, A. (2002). Desarrollo territorial e infraestructuras de transporte en Castilla y León. Documento técnico. Retrieved from [www.cescyl.es/es/publicaciones/informes-iniciativa-propia/.../2023-des\\_222.pdf](http://www.cescyl.es/es/publicaciones/informes-iniciativa-propia/.../2023-des_222.pdf)

Delibes-Mateos, M., Farfán, M., Olivero, J., Márquez, A., & Vargas, J. (2009). Long-Term Changes in Game Species Over a Long Period of Transformation in the Iberian Mediterranean Landscape. *Environmental Management*, 43(6), 1256–1268.

Dirección General de tráfico (Ministerio del Interior), (2017). Anuario Estadístico de Accidentes. Retrieved from <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/publicaciones/anuario-estadistico-accidentes/>

Fahrig, L., & Rytwinski, T. (2009). Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology & Society*, 14(1), 1–20.

Fernández-Llario, P. (1996). Ecología del jabalí en Doñana: parámetros reproductivos e impacto ambiental. *Tesis Doctoral*, Universidad de Extremadura, Cáceres.

Fernández-Llario, P., Mateos-Quesada, P. (1998). Body size and reproductive parameters in the wild boar *Sus scrofa*. *Acta Theriologica*, 43: 439-444.

Forman, R. T. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207–231.

Forman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J.A., Swanson, F.J., Turrentine, T. & Winter, T.C. (2003). Road ecology: Science and Solutions. *Island Press*, Washington, DC, pp. 508.

Gunson, K. E., Mountrakis, G., & Quackenbush, L. J. (2011). Spatial wildlife-vehicle collision models: a review of current work and its application to transportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1074–1082.

Hernández, M. (1988). Road mortality of the Little Owl (*Athene noctua*) in Spain. *Journal of Raptor Research* 22:81–84.

Hothorn, T., Müller, J., Held, L., Möst, L., & Mysterud, A. (2015). Temporal patterns of deer–vehicle collisions consistent with deer activity pattern and density increase but not general accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, 81(1), 143–152.

Jarnemo, A., Jansson, G., & Månsson, J. (2017). Temporal variations in activity patterns during rut – implications for survey techniques of red deer, *Cervus elaphus*. *Wildlife Research*, 44(2), 106–113.

Joyce, T. L., & Mahoney, S. P. (2001). Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. *Wildlife Society Bulletin*, 29(1), 281–291.

Kramer-Schadt, S., Revilla, E., Wiegand, T., & Breitenmoser, Urs. (2004). Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: modelling influences on the dispersal of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology*, 41(4), 711–723.

Langbein, J., Putman, R., & Pokorny, B. (2010). Traffic collisions involving deer and other ungulates in Europe and available measures for mitigation. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.ponton.uva.es/login.aspx?direct=true&db=lah&AN=20113262826&lang=es&site=ehost-live&scope=site>

Langley, R. L., Higgins, S. A., & Herrin, K. B. (2006). Risk factors associated with fatal animal-vehicle collisions in the United States, 1995-2004. *Wilderness and Environmental Medicine*, 17(4), 229–239.

Mateos-Quesada, P. & Carranza, J. (2000). Reproductive patterns of roe deer in central Spain. *Etología*, 8: 9-12.

Mateos-Quesada, P. (2005). Densidad poblacional y uso del espacio del corzo en el centro de la Península Ibérica. *Galemys*, 17 (1-2): 3-12.

Milner, J. M., Bonenfant, C., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Csányi, S., & Stenseth, N. C. (2006). Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: biological and cultural factors. *Journal of Applied Ecology*, 43(4), 721–734.

Morelle, K., Lehaire, F. & Lejeune, P. (2013). Spatio-temporal patterns of wildlife–vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation* 5:53–73.

Moreno, J. S. & López, A. (2010). Wild ungulates in Spain: biology and reproductive technologies applied to conservation and game management. *Monografías INIA. Serie Medioambiental*. Madrid

Niemi, M. (2016). Animal-vehicle collisions - from knowledge to mitigation. *Dissertationes Forestales*, (213).

The PostgreSQL Global Development Group, (2019). PostgreSQL (11.4). University of California Berkeley. Retrieved from <https://www.postgresql.org>

Putzu, N., Bonetto, D., Civallero, V., Fenoglio, S., Meneguz, P. G., Preacco, N., & Tizzani, P. (2014). Temporal patterns of ungulate-vehicle collisions in a subalpine Italian region. *Italian Journal of Zoology*, 81(3), 463–470.

QGIS Development Team, (2019). QGIS Geographic Information System (QGIS 3.8.0). Open Source Geospatial Foundation Project. Retrieved from <https://qgis.org>.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing (R 3.6.1.). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <http://www.R-project.org/>.

Rodríguez, A. y Crema, G., (2000). Las infraestructuras lineales y su efecto barrera sobre los vertebrados. *Quercus*, 167, pp. 22-27.

Rosell, C., Alvarez, G., Cahill, C., Campeny, C., Rodríguez, A., & Seiler, A. (2002). La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. Madrid: *Ministerio de Medio Ambiente. Informe inédito*. 317 pp.

Rowden, P., Steinhart, D., & Sheehan, M. (2008). Road crashes involving animals in Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 40(6), 1865–1871.



- Royo, L. J. et al. (2007) 'Genetic variability and differentiation in Spanish roe deer (*Capreolus capreolus*): A phylogeographic reassessment within the European framework', *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42(1), pp. 47–61
- Royo, L. J., Pajares, G., Alvarez, I., Fernandez, I., & Goyache, F. (2007). Genetic variability and differentiation in Spanish roe deer (*Capreolus capreolus*): A phylogeographic reassessment within the European framework. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42(1), 47–61.
- Sáenz-de-Santa-María, A., & Tellería, J. (2015). Wildlife-vehicle collisions in Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 61(3), 399–406.
- Santos, S. M., Mira, A., Salgueiro, P. A., Costa, P., Medinas, D., & Beja, P. (2016). Avian trait-mediated vulnerability to road traffic collisions. *Biological Conservation*, 200(1), 122–130.
- Seiler, A. (2004). Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden. *Wildlife Biology*, 10(4), 301–313.
- Shepard, D. B., Kuhns, A. R., Dreslik, M. J., & Phillips, C. A. (2008). Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. *Animal Conservation*, 11(4), 288–296.
- Sullivan, T. L., Williams, A. F., Messmer, T. A., Hellinga, L. A., & Kyrychenko, S. Y. (2004). Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. *Wildlife Society Bulletin*, 32(3), 907–915.
- Valero, E., Picos, J., Lagos, L., & Álvarez, X. (2016). Corrigendum to: Road and traffic factors correlated to wildlife–vehicle collisions in Galicia (Spain). *Wildlife Research*, 42(8), 717.
- van der Ree, R., Jaeger, J. A. G., van der Grift, E. A., & Clevenger, A. P. (2011). Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function: Road Ecology is Moving toward Larger Scales. *Ecology & Society*, 16(1), 1–9.
- Vignon, V., & Barbarreau, H. (2008). Collisions entre véhicules et ongulés sauvages: quel coût économique? *Faune Sauvage* 279: 31–35.
- Williams, A.F. & Wells, J.K. (2005). Characteristics of vehicle-animal crashes in which vehicle occupants are killed. *Traffic Injury Prevention* 6: 56–59.
- Zuberogoitia, I., del Real, J., Torres, J.J., Rodriguez, L., Alonso, M. & Zabala, J. (2014). Ungulate vehicle collisions in a peri-urban environment: consequences of transportation infrastructures planned assuming the absence of ungulates. *PLoS ONE* 9(9): e107713.

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

## **Anejo I: Descripción del área de estudio**

Castilla y León se encuentra en la mitad norte de la península ibérica. Es, en gran medida, la comunidad del Duero. Está rodeada por altas montañas: la cordillera Cantábrica, el Sistema Ibérico, el Sistema Central y los montes Galaico-Leoneses. Limita al norte con Asturias, Cantabria, el País Vasco, La Rioja, al oeste con Galicia y Portugal, al este con Aragón y al sur con Castilla-La Mancha (Guadalajara y Toledo), Madrid y Extremadura. Tiene una superficie de 94.223 km<sup>2</sup>, lo que la convierte en la región más grande de Europa, mayor incluso que muchos países, como Portugal, la mayoría de ellos por encima de los 850 metros de altitud. En el censo del 2001 tiene 2.456.474 habitantes, lo que da una densidad media de 26 h/km<sup>2</sup>, muy por debajo de la media de España (81 h/km<sup>2</sup>).

Esta comunidad comprende nueve provincias: Ávila, Burgos, León, Palencia, Segovia, Salamanca, Soria, Valladolid y Zamora. Se convirtió en comunidad autónoma el 25 de febrero de 1983. La capital de la comunidad autónoma es Valladolid. Sólo tiene por idioma oficial el español, pero popularmente se habla, el gallego en El Bierzo, en ciertos pueblos de León y Zamora el leonés y en algunos de Salamanca el extremeño. Tiene varios enclaves en otras comunidades: en Cantabria: Cezura, Lastrilla y Berzosilla, pertenecientes a la provincia de Palencia; en La Rioja Ternero con dos núcleos, pertenecientes a la provincia de Burgos; y en el País Vasco el Condado de Treviño perteneciente a la provincia de Burgos. También hay un enclave de Madrid en Ávila.

Está formada por los reinos históricos de León y de Castilla (Castilla la Vieja), aunque de esta última se han desgajado Cantabria y La Rioja. El reino de León comprendería las provincias de León, Zamora y Salamanca, con extensiones en Palencia y Valladolid, y el reino de Castilla comprendería las provincias de Palencia, Valladolid, Burgos, Soria, Segovia y Ávila. Se trata, pues, de importantes reinos medievales que llevaron el peso de la Reconquista de España. En la Prehistoria se asentaron aquí numerosos pueblos. En Atapuerca (Burgos), se han encontrado los restos humanos más antiguos de Europa, y en estas tierras Roma libró las últimas batallas antes de la pacificación total. Fue una zona muy romanizada, gracias al oro que se extraía en Las Médulas (León). Ya de entonces datan importantísimos ejes de comunicaciones, uno de este a oeste, que sería el germen del Camino de Santiago, y otro de norte a sur que sería conocido como la Ruta de la Plata, ya consolidado en tiempos prerromanos y por el que en la Edad Media circularía la Mesta. La islamización de España apenas cuajó en estas tierras, convirtiéndose pronto en la punta de lanza de la Reconquista. Su unidad se consolidó definitivamente en 1230 formando el núcleo territorial de la Corona de Castilla. Es una comunidad con gran personalidad geográfica, en la que encontramos tres paisajes claramente diferentes: la montaña, la meseta arcillosa y la meseta granítica.

### **Relieve**

El territorio de Castilla y León es muy complejo, aunque podemos resumirlo en tres conjuntos, el cingulo montañoso, las penillanuras occidentales y la cuenca sedimentaria. Se trata de una región con gran variedad ecológica (*Figura 35*). Las mayores elevaciones se encuentran en la Cordillera Cantábrica: Torre Cerredo —Picos de Europa— (2.648 m), Torre del Llambrión —Picos de Europa— (2.642 m), Peña Vieja —Picos de Europa— (2.613 m), Peña Santa de Castilla —Picos de Europa— (2.589 m),

Peña Prieta (2.536 m), Curavacas (2.520 m), Peña Ubiña (2.417 m) y Valnera (1.707 m); en los Montes de León: Teleno (2.188 m), Silla de la Yegua (2.135 m) y Peña Negra (2.124 m); en el Sistema Ibérico: Moncayo (2.313 m), San Lorenzo —Sierra de la Demanda— (2.262 m), Urbión (2.228 m), Cebollera (2.146 m) y San Millán (2.131 m); y en el Sistema Central: Almanzor —Sierra de Gredos— (2.592 m), La Galana —Sierra de Gredos— (2.564 m), Peñalara —Sierra de Guadarrama— (2.430 m), La Mira —Sierra de Gredos— (2.348 m), El Santo —La Serrota— (2.291 m), Pico del Lobo —Sierra de Ayllón— (2.262 m) y Peña Cebollera —Somosierra— (2.129 m).

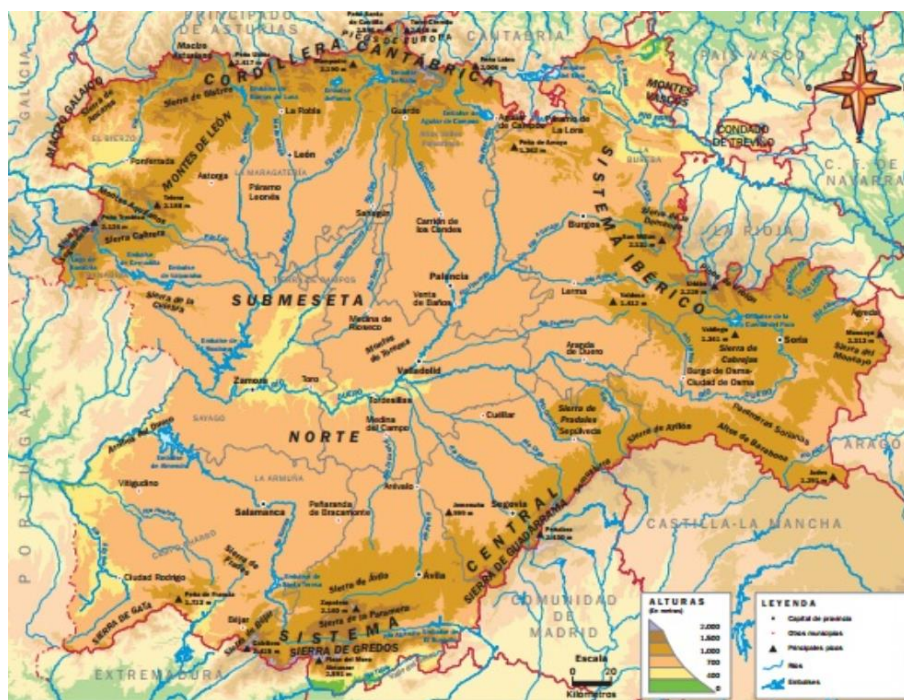


Figura 35: Mapa físico de Castilla y León. FUENTE: Imágenes google

El cingulo montañoso es muy complejo ya que rodea completamente la comunidad salvo por la frontera con Portugal. Distinguimos cuatro conjuntos: los Montes Galaico-Leoneses, la Cordillera Cantábrica, el Sistema Ibérico y el Sistema Central.

- Los Montes Galaico-Leoneses separan la comunidad de Galicia. Están formados por grandes bloques graníticos elevados y hundidos típicos del relieve fracturado. Destacan las sierras de los Ancares, Gistreo, Montes de León, Teleno, Montes Aquilanos, que rodean la fosa de El Bierzo, y por el sur las sierras, de la Cabrera, Segundera, y La Culebra, que rodean la comarca de Sanabria.
- En la Cordillera Cantábrica encontramos dos sectores, uno caracterizado por la presencia de mantos de corrimiento muy potentes, entre Los Ancares (sierra del Padrón) y Picos de Europa en donde sobresalen las sierras de Mampodre y Riaño (se corresponde con el norte de León); y otro caracterizado por pliegues más suaves y de menor altitud, entre Picos de Europa y la sierra de Garobel, en la que destaca la sierra de Peña Labra y los Montes de Burgos.
- El Sistema Ibérico presenta en Castilla y León parte de sus formas más vigorosas, las fracturadas del eje axial (Urbión), y los pliegues en manto de corrimiento de La Demanda. Encontramos aquí múltiples sierras, las más

importantes son: los Montes Obarenes, Montes de Oca, sierra de La Demanda, sierra de Urbión y sierra del Moncayo.

- El Sistema Central surge como rejuvenecimiento, durante la orogenia alpina del zócalo herciniano, que eleva las estructuras hasta los 2.000 metros. Marca el límite sur de la comunidad. Su relieve es de estructura fallada, con horst y graben. Destacan las sierras de: Gata, Peña de Francia, Béjar, Gredos, La Serrota, Ávila, Guadarrama, Somosierra, Ayllón, La Pela y Ministra. Cortadas por importantes valles, como el de Béjar, o las fosas de Lozoya, Tiétar y Amblés.

Todo el conjunto montañoso ha sido retocado por la erosión glacial, de la que aún quedan restos en las zonas más altas. Al pie de las montañas se encuentran extensos depósitos de rañas (arcillas y margas mezcladas con cantos de diverso tamaño) que hacen de enlace entre la montaña y la meseta.

La meseta tiene una altitud media de unos 850 metros sobre el nivel del mar. Se divide en dos regiones totalmente diferentes, la penillanura occidental y la cuenca sedimentaria.

La penillanura occidental se encuentra en tierras de Zamora y Salamanca, desde la sierra de La Cabrera hasta Peña de Francia. Se trata de las raíces graníticas de una antigua cordillera que hoy en día está totalmente erosionada. En ella aflora el zócalo paleozoico, aunque existen depresiones interiores más o menos grandes que acumulan arcillas y arenas del Terciario, como la fosa de Ciudad Rodrigo. Las comarcas de Vitigudino, Sayago y Ledesma están formadas por un enorme batolito que hunde sus raíces en el manto terrestre. La sierra de La Culebra rompe la continuidad y separa las comarcas de Aliste y Sanabria. Estamos en una región llana, suavemente ondulada, pero con profundos tajos por el fondo de los cuales circulan los ríos. Aparecen todos los tipos de formas de relieve sobre rocas metamórficas: berrocales, bolos, torres, rocas caballerías, tors, dorso de ballena, etc.

La cuenca sedimentaria se corresponde con el centro de la cuenca del Duero y se extiende hasta las montañas sorianas. Se trata de un gran depósito de rocas sedimentarias en las que aparece sucesivamente capas de margas y arcillas y capas de calizas. Su origen es un gran lago formado en esta región durante el Terciario y que quedó vacío tras los reajustes tectónicos que tuvieron lugar después de la orogenia alpina. Estos depósitos reposan sobre el macizo hespérico que al oeste aflora en forma de penillanura. Se distinguen dos sectores: el occidental en el que predominan las margas y las arcillas y el oriental en el que predomina la caliza. Esta disposición se debe a que la caliza es más difícil de erosionar, y el Duero va ejerciendo su poder erosivo desde la desembocadura a la cabecera. En esta región aparece el típico relieve tabular de páramos y campiñas, con predominio de campiñas al oeste y páramos al este. La existencia de diversos niveles de calizas ha dejado en el paisaje multitud de mesas y cerros testigo (oteros). En las zonas próximas a las montañas de Burgos, Soria y Segovia se pierde la disposición horizontal de las capas y adoptan una pequeña inclinación. Se forma así el relieve de cuesta.

## **Ríos, lagos y embalses**

Castilla y León reparte sus aguas entre siete cuencas hidrográficas, la principal es la del Duero, pero también vierte sus aguas al Ebro, al Miño-Sil, al Tajo, al Sella, al Deva y al

Nervión (Figura 36). Estas últimas son cuencas marginales. El río Sella nace en tierras de León, en los Picos de Europa, muy cerca del río Cares, afluente del río Deva, y en tierras burgalesas del valle de Mena nace el río Cadagua, afluente del río Nervión. Por otro lado, en tierras salmantinas de la sierra de Herreros nace el río Alagón, y en Ávila, al sur del murallón de Gredos nacen el río Tiétar y el río Alberche. Estos tres últimos ríos son afluentes del río Tago.



Figura 36: Mapa físico con la distribución de los principales ríos y afluentes. FUENTE: Imágenes Google

El río Sil es el principal afluente del río Miño. Nace en la vertiente leonesa de Somiedo, a más de 1.500 metros de altitud, atraviesa las comarcas de Laciana y El Bierzo, y entra en Galicia en las inmediaciones de Ponte Domingo Flórez. En León tiene numerosos afluentes, pero muy cortos. Los más importantes son por la derecha: el río Boeza y el río Cabrera; y por la izquierda: el río Cúa, el río Burbia y el río Selmo. Estos son ríos de vocación atlántica, con un caudal muy estable a lo largo del año, que a pesar del mínimo estival no puede considerarse que tengan estiaje. Son ríos de alimentación nivopluvial con su máximo en primavera.

El río Ebro atraviesa la región al norte de Burgos y extiende su cuenca por tierras sorianas gracias a sus afluentes. El Ebro nace en Fontibre, cerca de Reinosa, y desemboca en cerca de Tortosa. Pasa por el norte de Burgos. Entra en la región encajada entre los cañones de La Pata del Cid, cerca de Orbaneja del Castillo, aunque antes ha pasado por el enclave de Berzosilla (Palencia), y abandona la región, tras atravesar Miranda de Ebro, por Las Conchas de Haro. Sus principales afluentes en Castilla y León son por la derecha: el río Rudrón, el río Homino que recoge las aguas de las montañas de Burgos, el río Oca, que recoge las aguas de los montes de Oca y



el río Oroncillo; y por la izquierda: el río Nela con su afluente por la izquierda el río Trueba, el río Jerea y el río Inglares, que recogen las aguas de la Cordillera Cantábrica. Además, el Ebro muere con sus afluentes zonas de Soria. En el norte de esta provincia se encuentran las cabeceras de las cuencas de los afluentes riojanos: río Tirón, río Najerilla, río Iregua, río Cidacos y río Alhama. El sur también vierte sus aguas al Ebro, gracias a que el río Jalón tiene su nacimiento en tierras de Medinaceli. En Castilla y León el Ebro es un río mediterráneo pero matizado. Su estiaje no es tan pronunciado como aguas abajo, y su alimentación es nivopluvial, con su máximo en primavera.

El río Duero es el principal río de Castilla y León. Su cuenca es la más grande de la península ibérica, aunque la comparte con Portugal. En España suma 78.972 km<sup>2</sup>, todos ellos en Castilla y León. El Duero nace en la vertiente meridional de los Picos de Urbión, en la provincia de Soria, y desemboca en el océano Atlántico, en Oporto (Portugal). Nace en dirección este, en Soria toma dirección sur y en Almazán adopta la dirección oeste que le llevará a Oporto. En sus orillas no concentra mucha población, aunque atraviesa importantes ciudades: Soria, Almazán, Aranda del Duero, Peñafiel, Tordesillas, Toro y Zamora. Abandona esta región tras encajarse profundamente en la penillanura, en los Arribes del Duero, que hace frontera con Portugal desde Salto de Castro (Zamora) hasta San Martín (Salamanca). Por la derecha recibe las aguas de la Cordillera Cantábrica, y por la izquierda las del Sistema Central.

En el recorrido castellano y leonés el Duero y sus afluentes son ríos mediterráneos con un fuerte estiaje en verano, un máximo en primavera, un máximo secundario en otoño y un mínimo secundario en invierno, sin embargo, son ríos de alimentación nivopluvial, ya que las cabeceras de la mayoría de los ríos se encuentran en las montañas que rodean la región.

Una de las características más destacables de los ríos castellanos y leoneses casi todos ellos tienen en su cabecera embalses. En la penillanura se encuentran dos de los pantanos más grandes de España, el de La Almindra, y el de Ricobayo. Son embalses tanto para regadío como para producción hidroeléctrica.

En Castilla y León son innumerables los lagos. La mayoría de ellos son de origen endorreico y se encuentran en pleno valle del Duero, en la cuenca sedimentaria. Durante el siglo XX han sufrido la presión de la agricultura y se han desecado: Lagunas de Villafáfila, Laguna de la Nava, También existen lagos de origen glaciar en las montañas. Aquí se encuentra el complejo lagunar de Sanabria. El lago de Sanabria es el mayor de España. Otros lagos reseñables son la laguna Negra, el lago grande de Gredos, y las lagunas del Trampal, el Barco y el Duque. Además de las aguas superficiales, las aguas subterráneas, los acuíferos que retiene el suelo, son de los más importantes de España.

## **Clima**

El clima dominante en Castilla y León es el mediterráneo con características propias del continental; debido a la altitud y a la disposición de las montañas que impiden que lleguen las masas de aire húmedo marítimo. Así, sólo las montañas presentan medias climáticas más frías. Existe un notable gradiente térmico y pluviométrico desde el centro de la región hacia las montañas que se rompe sólo en cuatro puntos, donde el clima adquiere valores más moderados: El Bierzo, el valle del Ebro, el oeste de Soria orientado al Jalón y las cotas más bajas de los Arribes del Duero. Los centros de acción principales

son el frente polar, que descarga sus masas de aire húmedas y el anticiclón de las Azores. En invierno aparecen anticiclones térmicos sobre el valle del Duero que dan a la región un tiempo seco y frío, en esta situación son frecuentes las nieblas en el centro de la región, que llegan a ser persistentes, hasta el punto de provocar rocío o escarcha, conocidos en Salamanca (España) como cencellada.

El clima está condicionado por la topografía. Las masas de aire húmedo del Atlántico tienen muchas dificultades para llegar a la región por encontrarse a sotavento de los vientos dominantes del oeste. El efecto barrera del macizo galaico-leonés y la cordillera Cantábrica impide el paso frecuente de las masas de aire húmedo, mientras que el efecto foehn se muestra muy moderado, a causa de la notable altitud de la región. Por el contrario, el efecto barrera sí es apreciable en las vertientes castellanas y leonesas del Sistema Central y el Ibérico. Los días nublados son muy escasos, aunque hay grandes diferencias entre el valle del Duero y las montañas.

Las precipitaciones presentan un notable gradiente desde el centro del valle del Duero, donde no se alcanzan los 400 mm año, hacia las montañas que se pueden superar los 1.800 mm año. En la mayor parte de la región llueve menos de 600 mm. Este límite se corresponde con las estribaciones interiores de las montañas. A partir de aquí las lluvias se incrementan rápidamente con la altitud. Una de las características más notables, sobre todo en las regiones más secas, es la irregularidad interanual. La época más lluviosa del año es la primavera, seguida del otoño. Son las épocas en las que llegan las masas de aire polar marítimo que trae el frente polar. El anticiclón de las Azores predomina en verano. En invierno se instalan sobre la región anticiclones térmicos que provocan tiempo seco soleado y frío, con nieblas persistentes. La lejanía del mar y el efecto barrera de las montañas cantábricas hace que la gota fría apenas tenga incidencia. En las montañas el máximo secundario se traslada del otoño al invierno. Encontramos tres, y hasta cuatro, meses de aridez en la mayor parte de la región. A medida que ascendemos por las montañas los meses de aridez se reducen y en las montañas más altas ya no tenemos meses de aridez, por lo que podemos hablar de clima marítimo de la costa oeste.

Las temperaturas presentan un gradiente muy acusado y con un patrón similar al de las precipitaciones. Descienden desde el valle del Duero hacia las montañas. Las temperaturas medias anuales en el valle del Duero son de más de 10 °C, mientras que en las montañas descienden hasta los 2 °C, como en Ávila o Soria. Esto implica que buena parte de las precipitaciones en las montañas se producen en forma de nieve. El mes más frío es enero y el más caluroso agosto. En enero, comúnmente, se pueden alcanzar temperaturas bajo 0 °C en toda la región lo que quiere decir que en toda la región se dan heladas seguras. Los veranos no llegan a ser calurosos sino más bien frescos y hasta fríos, lo que no quiere decir que no se dan máximas absolutas muy altas. Así pues, tenemos inviernos largos y fríos y veranos cortos y frescos y la primavera y el otoño son estaciones breves e irregulares pero muy marcadas.

Con estas características de precipitaciones y temperaturas encontramos en Castilla y León grandes diferencias en el balance hídrico. El centro de la cuenca del valle del Duero es semiárido, ya que se evapora mucha más agua de la que llueve, y seco hasta las regiones montañosas. A partir de aquí el clima comienza a ser húmedo, y en el Pico de Europa llega a ser hiperhúmedo. Esta circunstancia hace que todos los ríos del centro



de la comunidad sean alóctonos, cuya alimentación depende de mucho más de las aguas que caen en la cabecera que los aportes recibidos en su curso.

## **Vegetación y espacios naturales**

El contraste entre el valle del Duero y las montañas dan a la comunidad autónoma de Castilla y León una notable variedad ecológica. Esta ha sido una región intensamente explotada, lo que ha provocado la deforestación de buena parte de la región. Sin embargo, existen zonas menos explotadas. El valle del Duero, a pesar de su sequedad, ha sido usado para la agricultura y las montañas para pasto y repoblación con especies alóctonas. No obstante, las manchas forestales autóctonas son notables y se distribuyen por toda la región. Predomina el bosque mediterráneo de encina y alcornoques, sobre todo en la penillanura zamorana y salmantina. El pino se distribuye por todas las montañas, el valle del Ebro, Tierra de Pinares, entre Valladolid, Segovia y Ávila, y en Soria la provincia más forestal de España. El roble aparece en las montañas, en un piso más bajo que el pino. Por último, destacan los bosques galería a lo largo del curso de todos los ríos, en los que predomina el chopo.

Podemos distinguir tres regiones totalmente diferentes, la penillanura, la montaña y la cuenca sedimentaria.

La penillanura es el dominio de la encina y la dehesa. La dehesa es un modo de explotación del bosque en el que se arrancan las especies competidoras de aquellas que explotamos agrícolamente. Aparece, así, el estrato arbóreo, con encinas y alcornoques, y el prado, con hierba para que pascen el ganado. También se intercalan explotaciones agrícolas. Se trata de un sistema de explotación que se remonta, al menos, a la época romana y ha alcanzado un equilibrio entre naturaleza y uso humano muy estable, que permite la explotación de los recursos y la vida salvaje.

Las montañas son el dominio del matorral y el prado, y en los pisos más bajos del bosque, un bosque muy intervenido por la mano del hombre. En el piso basal es el formado por el valle del Duero, hasta los 1.000 metros de altitud aproximadamente. Aquí se desarrolla la encina, asociada con el roble, rebollo o carrasco. El piso montano se extiende hasta los 1.100-1.300 metros, ya más húmedo y fresco. Aparece el roble carvalho mezclado con la encina, en las zonas de suelo calizo. Este piso ha sufrido mucho por las repoblaciones de pinos alóctonos de rápido crecimiento. El piso subalpino se eleva hasta los 1.300-1.700 metros. Aquí aparece el roble y el haya. En las zonas más altas encontramos bosques de pino negro y abeto donde forma grandes bosques. En el piso alpino, por encima de los 1.800 metros aparece la pradera alpina, en la que encontramos pinos y hayas en determinados enclaves. Esta cliserie puede estar invertida, sobre todo entre el roble y la encina, ya que es muy frecuente que la encina ocupe las zonas calizas y estas aparecen en las cumbres, por encima del roble. Las montañas han sido utilizadas para pasto de verano al menos desde la Edad Media y hasta mediados del siglo XX, las montañas de la Cordillera Cantábrica fueron en destino de verano de la trashumancia mesteña procedente de Extremadura.

La cuenca sedimentaria es la que más ha sufrido la intervención antrópica. Prácticamente en su totalidad está dedicada a la agricultura. En las zonas menos aptas para la agricultura aparece el matorral y la estepa mediterránea, en las zonas más

secas. Las encinas se encaraman sobre los oteros que culminan en un estrato calizo, mientras que en el glacis de enlace aparece el roble rebollo, sobre las margas y arcillas.

El bosque de ribera es importantísimo en el centro de la región. Encontramos olmos, chopos y fresnos, pero ha sufrido muy intensamente la presión antrópica y prácticamente ha desaparecido, sustituido por explotaciones madereras de crecimiento rápido, como los chopos de repoblación.

## Espacios naturales protegidos

En Castilla y León hay cinco figuras de protección: los parques regionales, los parques naturales, los espacios naturales, los monumentos naturales y los espacios naturales.

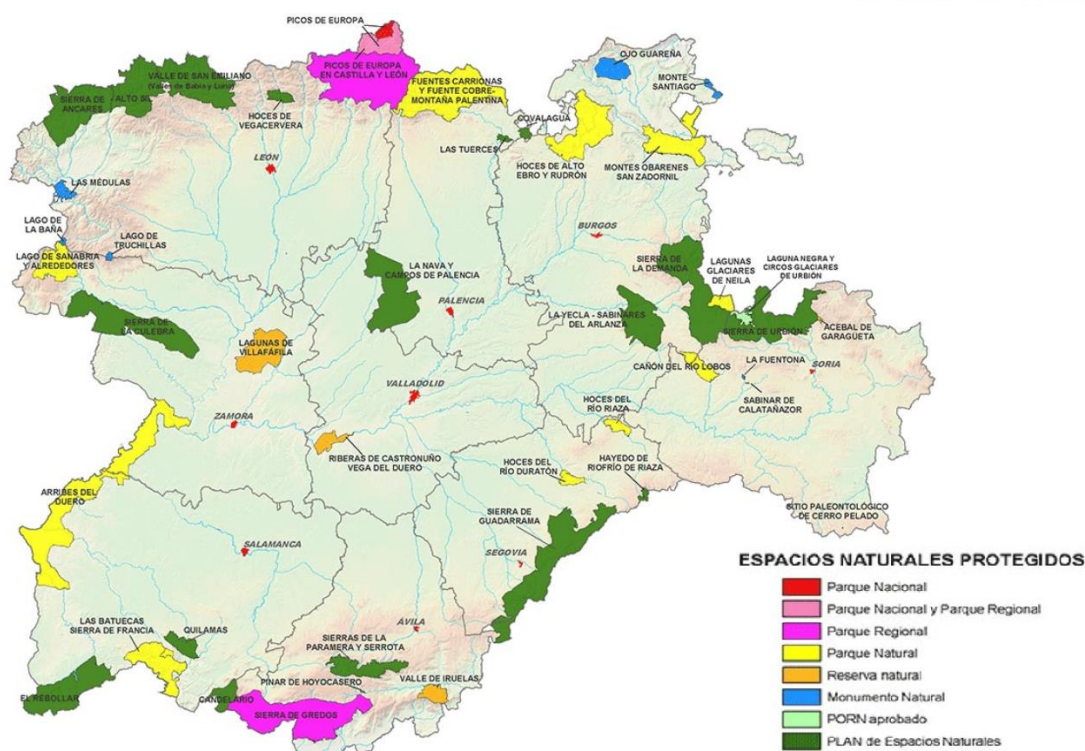


Figura 37: Espacios naturales de Castilla y León. FUENTE: JCyL

Los parques regionales y los parques naturales son la máxima categoría de protección. Se diferencian en si incluyen población o no. Son declarados por la comunidad, e incluyen los parques nacionales declarados por el Estado. Los espacios naturales para proteger valores naturales. Los monumentos naturales que protegen espacios o elementos de la naturaleza singulares, raros o bellos y con valor científico, cultural o paisajístico. Los espacios naturales con valores estéticos y culturales.

### Parques regionales

Picos de Europa, que es también parque nacional. El parque regional es más amplio.

Parque Regional de la Sierra de Gredos

### Parques naturales

Parque Natural del lago de Sanabria

Parque Natural del Cañón del Río Lobos

Parque Natural de las Hoces del Duratón

Parque Natural del Arribes del Duero

Parque Natural de las Fuentes Carrionas y Fuente Cobre

Las Batuecas-Sierra de Francia

Hoces del Río Riaza

#### Monumentos naturales

Monumento Natural del Ojo Guareña

Monumento Natural del lago de La Baña

Monumento Natural del lago de Truchillas

Monumento Natural del Monte Santiago

#### Espacios naturales

Espacio Natural de la Sierra de La Demanda

Espacio Natural de Yecla

Espacio Natural de los Montes Obarenes

Espacio Natural de la Sierra de Urbión

Espacio Natural de la Sierra de Ancares

Espacio Natural de Las Batuecas

Espacio Natural de las Fuentes Carrionas y Fuente Cobre

Espacio Natural de las Riberas de Castronuño

Espacio Natural de las lagunas de Villafáfila

Espacio Natural de Candelario

Espacio Natural de las hoces del Río Riaza

Espacio Natural del Pinar de Hoyocasero

Espacio Natural de hayedo de Riofrío de Riaza

Espacio Natural del sabinar de Calatañazor

Espacio Natural de las Médulas

Espacio Natural de Covalagua

Espacio Natural de Las Tuerces

Espacio Natural de las sierras de la Paramera y La Serrota

Espacio Natural de La Fuentona

Espacio Natural del valle de San Emiliano

Espacio Natural de El Rebollar

Espacio Natural de la sierra de la Culebra

Espacio Natural del sitio paleontológico de Cerro Pelado

## **Bibliografía**

Sáenz Ridruejo, C. & Arenillas Parra, M. (1996). Guía física de España: Los ríos. Alianza. Madrid 1996

Sánchez Zurro, D. J. (2008). Geografía de Castilla y León. Ámbito Ediciones. Valladolid, 288

García, M. & Vicente, L. (1999). Geografía general de Castilla y León. Los espacios naturales de Castilla y León. Paramo. León.

## **Anejo II: Biología de las especies principales causantes de CFS en Castilla y León**

### **Jabalí – *Sus scrofa* Linnaeus, 1758**

Descripción: El jabalí (*Sus scrofa*) es un mamífero de mediano tamaño con un dimorfismo sexual no muy marcado. Los machos son un 5-10% mayor que las hembras y tienen el cráneo más largo. De la anatomía del jabalí destaca su cuerpo rechoncho, sin apenas presencia de un cuello que una su cabeza fusiforme con un tronco en el que destaca el mayor desarrollo del tren superior. En los machos resulta evidente el tamaño que adquieren los caninos. El desarrollo en longitud de estos caninos es prácticamente constante a lo largo de toda su vida y mantiene un ritmo cercano a los 3 mm anuales (Fernández-Llario & Mateos-Quesada, 2003). Los machos adultos que habitan en la península Ibérica tienen un peso medio que varía entre 75 y 85 kg y las hembras entre 55 y 65 kg. La longitud media de cabeza y cuerpo varía en machos entre 1.176 y 1.446 mm y entre 1.132 y 1.391 mm en hembras (Sáez-Royuela, 1987; Markina, Sáez-Royuela & De Garnica, 2004). Su coloración varía con la edad. Así, desde el momento del nacimiento hasta que tienen 6 meses de edad, presentan una típica coloración a rayas que tiene la misión de mimetizar el cuerpo del pequeño jabalí y que ha servido para darles el nombre de rayones. Entre los seis meses y el año de vida, los jabalíes adquieren una coloración entre rojiza y parduzca. Razón por la que se les denomina bermejós. A partir del año de vida, el color del pelo se oscurece y comienza a encanecerse por algunas partes del cuerpo, fundamentalmente ciertas zonas de la cabeza y los flancos. Los machos de mayor edad pueden llegar a presentar un aspecto canoso bastante general. Sobre determinación de la edad, se puede indicar que existen varios métodos. El más empleado en el campo es de la valoración de la edad por la evolución dentaria. Este método permite datar la edad del jabalí hasta que tiene 30 meses, que es cuando todas las piezas dentales han salido (Sáez-Royuela, 1987). A partir de esa fecha, se valora por el grado de erosión de las premolares y molares. En el laboratorio se pueden datar los jabalíes mediante la determinación del peso del cristalino o el conteo de capas de cemento del primer incisivo, este último válido para aquellos jabalíes de mayor edad ya que el peso del cristalino se estabiliza cuando el jabalí alcanza los dos años.

Hábitat: El jabalí se encuentra en una gran variedad de hábitats. En la península Ibérica se encuentran desde los bosques de los Pirineos hasta las dunas de la desembocadura del Guadalquivir, pasando por las zonas de bosque mediterráneo del cuadrante sudoccidental, las alturas de Sierra Nevada, los bosques de repoblación de pinos de la costa mediterránea, los húmedos ecosistemas de la cornisa cantábrica y gallega o los bosques islas que sobreviven entre las urbanizaciones que pueblan los alrededores de nuestras mayores ciudades, tal y como ocurre en Madrid y Barcelona (Abaigar, 1990; Fernández-Llario, 1996; Rosell, 1998; Herrero, 2002). El jabalí consigue explotar de una forma eficiente los recursos naturales disponibles y, también, aquellas fuentes de alimentación que tienen un origen humano. Cada vez son más destacables las poblaciones de jabalíes asentadas en el interior de los inmensos campos de maíz que proliferan en las vegas de algunas de nuestras cuencas hidrográficas más importantes (Herrero, 2002). En Doñana ocupa preferentemente el borde de marisma, matorrales y

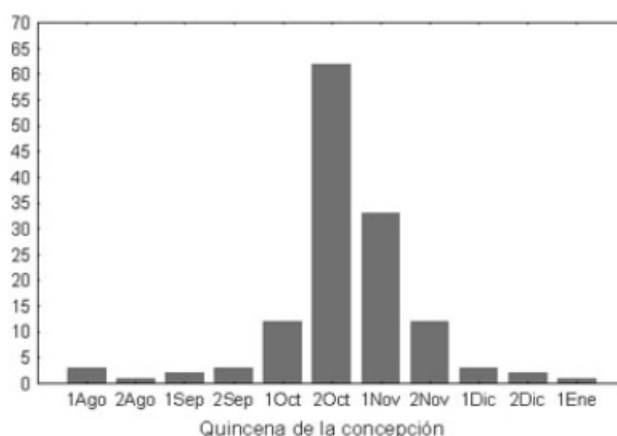
zonas de pinares del sur del parque (Fernández-Llario, 1996). El uso de hábitats varía estacionalmente, incrementándose el uso del borde de la marisma de otoño a verano (Braza & Alvarez, 1989). En la cordillera Cantábrica los jabalíes se mueven desde zonas de matorral alpino en otoño a encinares y bosques mixtos en invierno. En la sierra de Baza (Almería) muestra preferencia por sitios sombreados en encinares y bosques mixtos por encima de 1.500 m de altitud (Abaiga, 1990). La presencia del jabalí en fragmentos forestales depende de la localización del fragmento. En un estudio realizado en el centro de España, en el que se examinó la presencia de jabalíes en 140 fragmentos, estos eran más abundantes en la meseta norte que en la meseta sur. Los jabalíes eran más abundantes en fragmentos grandes cercanos a bosques grandes junto a montañas o bosques de ribera. En el Parque Natural de la Sierra de Collserola, situado en el área metropolitana de Barcelona, los jabalíes se han habituado a las personas, que les proporcionan alimento. Generalmente son grupos matriarcales. Su masa corporal es mayor, hasta un 35% más en hembras mayores de tres años, que la de hembras no habituadas (Cahill, Llimona, Cabañeros & Calomarlo, 2012).

**Medidas de conservación:** Las colisiones con jabalíes representan una seria amenaza para el tráfico rodado. En Galicia, el 62,8% de los accidentes de tráfico registrados entre 2006 y 2010 relacionados con ungulados (n= 6.255) se deben a jabalíes (Lagos et al., 2012). La localización en mapas de carreteras de los puntos de colisión mediante GIS permite determinar las áreas de riesgo y el diseño de medidas de atenuación (Rodríguez-Morales et al., 2013). Se ha reducido experimentalmente la abundancia de jabalí en una población del centro peninsular como medida para controlar la tuberculosis bovina. La prevalencia de la enfermedad disminuyó al principio en la población de gamos, pero se incrementó a los cinco años. Sin embargo, la prevalencia de tuberculosis bovina se mantuvo alta en la población remanente de jabalíes. La caza a la espera nocturna es un método selectivo de control de poblaciones de jabalí. A diferencia de las monterías, en las que la sex-ratio está sesgada hacia las hembras y la mayoría de los jabalíes cazados son menores de un año, con el método de la espera nocturna se cazan más machos adultos.

**Ecología trófica:** El carácter oportunista del jabalí se manifiesta en toda su plenitud a la hora de analizar su dieta alimenticia. No existe grupo de alimentos que no puedan ser consumidos por esta especie, encontrando además en cada uno de los ecosistemas que explota el equilibrio entre la parte animal y vegetal que necesita. De una forma general, se puede indicar que el jabalí es una especie omnívora con un amplio espectro trófico y con unas costumbres marcadamente estacionales que le permiten aprovechar los recursos que ofrece cada estación y ecosistema. La dieta está compuesta generalmente por elementos de origen vegetal, aunque también hay una parte significativa de origen animal (invertebrados fundamentalmente). Es de destacar que, aunque los jabalíes consuman una gran cantidad de alimentos de origen vegetal, al tratarse de una especie con un estómago monogástrico, apenas pueden asimilar el 30% de la proteína. Aunque algunos autores consideran que la ingesta de proteína animal es meramente oportunista, se ha demostrado su necesidad dado que el aporte proteico de origen vegetal es escaso y difícilmente asimilable (Abaigar, 1990; Rosell, 1998; Herrero, 2002). El jabalí remueve el suelo con su hocico en busca de alimento, dejando las típicas hozaduras. En algunas zonas en las que el terreno lo permite, lo hace todo el año, con máximos en septiembre y mínimos en julio. En el Parque natural de Collserola

(Barcelona) la superficie hozada es menor del 5% en todos los períodos del año. La actividad de hozar el suelo es máxima en invierno y mínima en verano. Existen preferencias muy marcadas por hozar en las proximidades de leguminosas, posiblemente buscando una mayor cantidad de invertebrados y plantas con un mayor porcentaje de proteína. Las hembras gestantes suelen hozar en mayor medida que los machos. Durante la primavera, gran parte de la fracción vegetal la consiguen pastando. Los análisis de contenidos estomacales muestran que un jabalí adulto puede consumir más de un kilogramo de hierba al día. La dieta en España sigue el patrón general de predominio de la fracción vegetal, pero con presencia constante de fracción animal y con variaciones geográficas y estacionales que reflejan adaptaciones a la disponibilidad local y estacional de alimento.

Biología de la reproducción: El jabalí es una especie en la que el momento de la ovulación de las hembras está fuertemente correlacionado con la época en la que consiguen adquirir una condición física mínima (Fernández-Llario & Mateos-Quesada, 2003). En los ecosistemas mediterráneos esto suele suceder con la caída de la bellota de encina, principalmente a finales de octubre y principios de noviembre. Sin embargo, es importante destacar que la suplementación del alimento en otras épocas, como el verano, puede provocar el mismo. En condiciones normales, el periodo de concepción más importante es el que va entre los últimos días de octubre y los primeros de noviembre (Fernández-Llario, 2005; *Figura 35*).



*Figura 38: Distribución de los días de mayor concepción de la especie Jabalí, según Fernández-Llario, 2005*

Las hembras suelen salir en celo por primera vez cuando alcanzan los 30 kg de peso, momento que se suele corresponder con una edad cercana a los 10-11. Sin embargo, hay que indicar que muchas hembras de esta edad pueden ver retrasado su primer celo hasta que no tienen un año y medio de edad si el ambiente en el que se desarrollan no aporta lo suficiente. Al alcanzar la madurez, las hembras tienen el bazo de mayor tamaño que los machos. Para los machos, aunque adquieren la madurez sexual al año de vida, su escaso tamaño corporal y de los caninos, hace que no tengan posibilidades de rivalizar con otros machos de mayor edad. El tamaño medio de camada fetal es de 3,5 en zonas mediterráneas (Fernández-Llario, 1996). No obstante, hay importante variación geográfica en esta variable. El tamaño de camada fetal aumenta con la talla de la hembra (Sáez-Royuela & Tellería, 1987).

Las estrategias reproductivas del jabalí están adaptadas a las condiciones variables de los ecosistemas mediterráneos. En un estudio llevado a cabo en la provincia de Cáceres durante ocho años, se examinaron el efecto de las precipitaciones sobre algunas variables reproductivas. La proporción de hembras reproductivas fue mayor en años lluviosos que en años secos. En hembras de más de dos años de edad, aumentó el tamaño de camada en años lluviosos. Los veranos y otoños secos provocaron un celo temprano y una elevada concentración de los nacimientos. La lluvia no tuvo influencia sobre la proporción de sexos de los fetos, pero el sexo de la cría de mayor tamaño fue predominantemente macho, lo que fue más significativo en años secos que en los húmedos. Los nacimientos se llevan a cabo en parideras excelentemente preparadas por las madres. Estos lugares son verdaderos nidos de cría, construidos por la propia hembra mediante la acumulación de ramas de los alrededores, que hacen la función de paredes y techo, y una mullida cama conformada por materiales vegetales que la misma hembra prepara mascando ramitas más finas. La mayor parte de estos nidos de cría se encuentran en las zonas más soleadas de las laderas, en las cercanías de puntos de agua y en lugares en donde la cobertura vegetal es abundante.

Actividad: Según se ha observado en el Parque Natural de Collserola (Barcelona), la actividad de alimentación tiene lugar sobre todo entre 00:00-05:00 h, y la máxima actividad de movimientos entre 20:00-00:00 h y al amanecer. Según observaciones realizadas en Doñana, El jabalí dedica la mayor parte del tiempo a alimentación (59,2%), seguido de locomoción (27,4%). Otras actividades son mantenimiento (7,9%), vigilancia (3,6%), interacciones sexuales (2,2%) y peleas (0,1%) (Cuartas y Braza, 1990).

### **Corzo – *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758**

Descripción: El corzo es un animal de hábitos boscosos dentro del contexto peninsular, silencioso y solitario, de pequeño tamaño y con un ritmo de actividad constante, por lo que puede ser localizado en el desarrollo de éstas en cualquier momento del día. Su pequeño tamaño le hace inconfundible del resto de los ungulados ibéricos. Tiene grandes orejas y buenos sentidos de la vista y el olfato; un pelaje que oscila de marrón leonado a gris oscuro, que muda todos los años en dos ocasiones. Por último, los cuartos traseros levantados respecto a los delanteros y una columna más arqueada que la de otros ungulados, le permiten desarrollar su capacidad de salto en un medio en donde los obstáculos abundan. Al año de vida resulta complicado distinguir a individuos de esta edad con otros adultos, y prácticamente está concluido su desarrollo corporal a los dos años de vida (Loudon, 1987); en este sentido, en los grupos formados por individuos de un año y su madre resulta muy complicado realizar una distinción en base al tamaño y esta habría que hacerla considerando otros aspectos morfológicos y comportamentales (Perco & Perco, 1979). Las crías al nacer tienen un pelaje con coloraciones pardas y con un moteado blanco dorsal que les recorre toda su longitud. A los dos meses de vida han perdido esta librea y sólo levemente se aprecian restos de estas manchas blancas; en esta su primera muda, adquieren la coloración de los individuos adultos y podemos diferenciarlos de ellos por el escudo anal de color blanco, mientras que los adultos tienen una tonalidad en esta parte del cuerpo algo más amarillenta. Con la edad, los individuos se van volviendo más robustos y compactos y pierden parte de la fragilidad que caracteriza su morfología: los machos engrosan sus cuartos delanteros y su cuello, mientras que las hembras ensanchan ligeramente su tercio posterior.



**Hábitat:** Usualmente ha sido descrito y asociado el corzo con bosques frondosos de hojas tiernas, en los que los herbazales prodigaban, los frutos eran variados en un apretado dosel arbustivo y el agua corría abundante por los numerosos arroyos. Ciertamente es que ocupa estos lugares, pero además las diferentes poblaciones peninsulares se han adaptado a bosques de condiciones más duras: encinares y alcornocales en los que el agua es escasa y donde deben soportar los rigores extremos de la época estival, con un matorral estiliginoso y herbazales escasos (Mateos-Quesada, 2000). En el área de distribución peninsular ocupan, por tanto, bosques de hayas y de coníferas, robledales, encinares, sabinares o formaciones mixtas: cualquier agrupación boscosa se ha revelado adecuada para la especie.

**Abundancia:** Cuanta mayor abundancia de recursos tróficos, mayor densidad y viceversa. Los mayores valores de abundancia se han registrado en hayedos de la cordillera Cantábrica y castañares de la sierra de Las Villuercas.

**Distribución geográfica** El área de distribución del corzo se extiende por Europa, región del Cáucaso y Turquía. Presente en Portugal al norte del río Duero hasta los años 90 del siglo XX, ha sido reintroducido en el centro y sur del país. En España sus poblaciones se extienden por la Cordillera Cantábrica, Montes de León, Pirineos, Sistema Ibérico y Sistema Central. Desde estos núcleos se encuentran en expansión por las estribaciones más alejadas de estas sierras y comienzan la colonización de todas las dehesas que se vierten a partir de sus laderas de manera radial. Por el sur, se encuentran más localizados en los Montes de Toledo, Sierra Morena y las sierras de Cádiz y Jaén. Posiblemente el corzo ocupara la casi totalidad de la península ibérica a principios del siglo XX, según los tratados de caza que han dejado constancia de la presencia de esta especie. Por otra parte, son numerosas las citas que describen la reducción de las poblaciones e incluso la desaparición de la especie en algunas sierras hasta la mitad del siglo anterior; la presión cinegética podría ser la causa fundamental de este declive. Sin embargo, desde la década de los noventa del siglo XX se observa un incremento de sus poblaciones a partir de núcleos relictos, algunos de ellos casi extinguidos, que de nuevo incrementan el área de ocupación peninsular y la conquista de lugares donde años atrás habían sido diezmados. De nuevo la caza, más respetuosa y liberando a las hembras de la presión que soportan los machos, es uno de los factores que contribuyen a esta expansión.

**Ecología trófica:** El volumen estomacal del corzo no supera el 6%, frente a un 15% que, por ejemplo, tiene su pariente el ciervo. Esto obliga al corzo a hacer un acopio continuo de alimentos, hecho que condiciona sus ritmos de actividad. Cada individuo necesita cada día de 8 a 12 sesiones de alimentación. El corzo es una especie generalista que en la península Ibérica se alimenta de más de 191 especies vegetales; aunque su dieta presenta variaciones geográficas y estacionales, las más consumidas son las zarzas (*Rubus* sp.).

**Biología de la reproducción:** Se aprecia el ciclo reproductor anual en las poblaciones centrales ibéricas (*Figura 36*); la capacidad de adaptación de la especie hace, sin embargo, que tanto la duración como el momento del comienzo y final de cada uno de los momentos del ciclo en la península Ibérica varíen con respecto a otras poblaciones europeas.

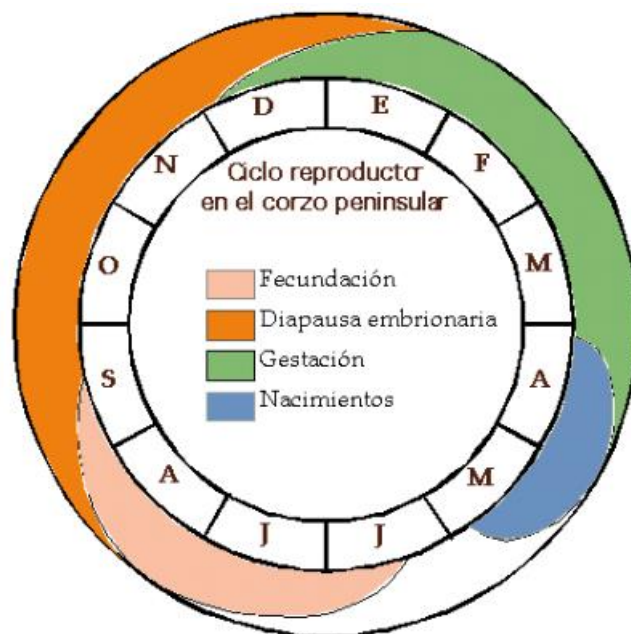


Figura 39: Ciclo reproductivo anual del corzo. FUENTE: Mateos-Quesada (1998)

En primer lugar, tanto el momento como la duración de la época de celo, puede variar a lo largo de toda su área de distribución. Parece lógico suponer, como así es, que cuanto mayor tiempo exista para ubicar el momento de gravidez, menor sincronización habrá, al contrario de lo que sucede cuando el tiempo de ubicar el celo es menor (Mateos-Quesada, 1998). Fruto de este razonamiento tenemos en la península ibérica el celo más dilatado descrito en toda su área de distribución. Si lo habitual es que el celo se establezca en torno a veinte días sobre el centro del mes de agosto en poblaciones centroeuropeas, podemos encontrar un celo de algo más de dos meses de amplitud sobre el mes de julio en el centro peninsular. Ha sido descrito en numerosos estudios la monogamia como base en su sistema reproductivo.

En el cortejo, el macho persigue de manera rápida e insistente a la hembra a lo largo del bosque. Si estas carreras se centran en torno a un obstáculo o giran sobre sí mismos, quedarán plasmados en el terreno sendas en forma de ocho o de círculos llamados corros de brujas. Los machos con mayor variabilidad genética tienen mejor condición física (medida como residuos de la regresión de peso sobre talla) (Ruiz, Roldá, Rey, Malo & Gomedio, 2007). Pocos días después de la cópula, la hembra inicia un proceso denominado diapausa embrionaria o implantación diferida, que consiste en la ralentización del mismo proceso de gravidez, muy similar a una suspensión de la propia gestación. Si no se diese este fenómeno en las hembras de corzo, los corcinos nacerían en pleno invierno, con fríos extremos y una reducción importante de los nutrientes, lo que los llevaría a una posible muerte. La reanudación de la gestación en términos normales comenzará para las corzas ibéricas en diciembre-enero, por lo que cada hembra parirá en los meses de abril-mayo una, dos o más raramente tres crías. Las crías nacen desvalidas y durante los primeros días esperan ocultas entre la vegetación la llegada de la madre para alimentarse y ser aseadas.

Estructura y dinámica de poblaciones: Hay pocos datos ibéricos. Los individuos son fértiles a los catorce meses de vida. En este momento es posible que las hembras queden cubiertas, pero debido al sistema territorial, los machos que alcancen esta edad deberán esperar hasta la posesión de su propio territorio para poder acceder a alguna hembra. La esperanza de vida en las hembras es mayor que en los machos, debido no sólo a cuestiones ligadas con la propia biología de la especie, sino a la presión cinegética a la que los machos se ven sometidos. Si la esperanza media de vida se encuentra sobre los doce años, la encontrada en los machos del centro peninsular no supera los 3-4 años; las hembras por su parte superan ampliamente esta media e incluso han sido encontradas con edades de hasta 19 años (Mateos-Quesada, 1998). En buena parte del área de distribución del corzo ibérico, este convive con otros ungulados que, aparentemente, podrían competir por los mismos recursos que le son necesarios a los corzos. El pequeño tamaño de esta especie reduce la capacidad de competir con otros ungulados en tanto que disminuye por altura, la capacidad de acceder a un mayor volumen de recursos. Por otra parte, la necesidad en el corzo de conseguir alimentos de calidad que compensen su menor volumen gástrico le sitúa de nuevo en desventaja frente a aquellas especies que pueden obtener nutrientes de mayor coste digestivo (Andersen, Duncan & Linnell, 1998). Está comprobada la disminución en la densidad poblacional del corzo, cuando aumenta la densidad de otras especies de ungulados en su entorno en algunas poblaciones de su área de distribución. En las poblaciones andaluzas se habla de una competencia y disminución de las poblaciones de corzo frente al ciervo (Braza & Alonso., 1994). La interacción entre ciervo y corzo parece ser asimétrica, según un estudio realizado en Tras-os-Montes (Portugal). Una elevada densidad de matorrales y la distancia a carreteras tuvo un efecto positivo sobre la presencia de corzo mientras que la heterogeneidad espacial y la presencia de ciervo tuvo un efecto negativo. Sin embargo, la cobertura de matorrales, la heterogeneidad del paisaje y la presencia de corzo afectaron positivamente a la presencia de ciervo (Torres, Virgós, Santos, Linnell & Fonseca 2012)

Actividad: Los diferentes autores que estudian la actividad en el corzo hacen referencia a una alimentación en pequeños tramos de tiempo, seguidos de intervalos de descanso. Perco y Perco (1979) establecen periodos de sueño profundo en los individuos de 2 y 4 h en invierno y verano respectivamente, y de 5 y 6 h también para el invierno y verano, dormitando. Vicent et al. (1979) establecen los picos máximos de actividad durante el alba y el ocaso, coincidiendo con buena parte de los autores centroeuropeos. Los estudios que a este respecto se han llevado a cabo en la península ibérica, se refieren a las poblaciones extremeña y andaluza por Mateos-Quesada (2002).

El trabajo llevado a cabo en Las Villuercas (centro peninsular), contempla máximos de actividad en el alba y el ocaso de cada día, además de un incremento en la actividad en las horas centrales del día. Además de ello, este estudio puso de manifiesto la diferencia entre la actividad poblacional entre la época de celo y el resto del año. En efecto, mientras que fuera del periodo de celo los picos de actividad se encontraban según lo descrito anteriormente, durante el celo existe una creciente actividad en el centro de la mañana y en el centro de la tarde, además de los incrementos en el amanecer, mediodía y anochecer.

Movimientos: Los corzos son animales forestales que no llevan a cabo movimientos migratorios como tal (Perco y Perco, 1979). Esta afirmación no evita que se puedan dar

movimientos estacionales en determinadas poblaciones debido a las circunstancias climáticas y topográficas; además de éstas, existen movimientos de dispersión a nivel individual. De manera general y respecto a los movimientos horizontales, sólo han sido descritas en zonas septentrionales y muchas veces han sido desplazamientos de pequeños grupos o familiares en busca de alimentos en los meses más crudos. Ello no evita que hayan sido descritos en algunas ocasiones y como fruto de la llegada de inviernos extremadamente rigurosos, desplazamientos de hasta varios cientos de kilómetros en poblaciones enteras. En estos casos han sido observados agrupaciones de grupos familiares entre sí hasta la unión de varios cientos de individuos en un único y consensuado movimiento estacional. A pesar de ello este extremo nunca ha podido ser descrito en las poblaciones ibéricas y sí una suerte de desplazamientos altitudinales. Estos movimientos suelen ser de varios cientos de metros hasta escasos kilómetros, se realizan en solitario o en grupos familiares en primera generación. Han sido observados y descritos estos movimientos dentro de la península ibérica en los estudios realizados en la cornisa cantábrica pero no en los realizados en sierras centrales o del sur (Mateos-Quesada, 1998). En estos casos, los inviernos son más suaves, la nieve no alcanza las cumbres de los lugares estudiados y los corzos pueden permanecer en el área de campeo durante el ciclo anual completo.

Dispersión: La dinámica anual de grupos familiares, caracterizada por un gregarismo mínimo formado por hembras, las crías del año y ocasionalmente el macho, obliga a las crías a emanciparse del grupo en cuanto comienza la nueva paridera. Esto obliga a una serie de movimientos de dispersión por parte de los jóvenes que les podrá llevar varios años en el caso de los machos, y que culmina en todo caso con la ocupación de un territorio y por tanto de un nuevo sedentarismo. Las hembras tendrán menos problemas a la hora de asentarse en un territorio, en tanto que pueden ocupar un área que solape en buena parte con el territorio de su propia madre; en todo caso la densidad de hembras en zonas de alta ocupación no aumenta respecto a otras áreas, por lo que deben acabar siendo expulsadas a pesar de que entre con ellas exista más permisividad que para el caso de los jóvenes machos. Respecto a los machos, pueden llegar a alcanzar un territorio a los dos años de vida, pero lo normal que es que esto suceda en su tercer año.

### **Ciervo – *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758**

Descripción: El ciervo ibérico posee un pelaje donde predomina el color marrón uniforme, con la zona ventral de tono más claro, y un escudo anal también de tono más claro hasta casi blanco, flanqueado por bandas oscuras, con la cola corta de color marrón claro. Los cervatillos tienen un pelaje característico con fondo marrón y manchas o "pintas" blancas que mantienen durante aproximadamente los tres primeros meses de vida.

Existe dimorfismo sexual en tamaño. En áreas ocupadas por ecosistemas de tipo mediterráneo esclerófilo, los machos, a partir de dos años de edad, tienen una longitud total cabeza-cola entre 160 y 220 cm, una altura a la cruz entre 90 y 120 cm, tarso entre 35 y 47 cm, y peso entre 80 y 160 kg. Las hembras a partir de dos años miden de la cabeza a la cola entre 160 y 195 cm, altura a la cruz entre 90 y 110 cm, tarso entre 35 y 45 cm, y peso entre 50 y 100 kg. El crecimiento corporal y desarrollo de las cuernas está fuertemente relacionado con las condiciones ambientales y con la densidad

poblacional (Azorit, Analla, Calvo, Muñoz-Cobo & Carrasco, 2002), por lo que el tamaño y el peso corporal son caracteres altamente variables entre poblaciones. No es extraño encontrar en determinadas poblaciones sobre todo en áreas de bosques caducifolios del norte de la Península Ibérica cifras que sobrepasan ampliamente los rangos de valores citados arriba para el monte mediterráneo. Tamaño y peso corporal son mucho más variables en los machos que en las hembras. Las diferencias ambientales entre poblaciones se manifiestan más en el tamaño y peso de los machos que en el de las hembras y producen por tanto variaciones en el dimorfismo sexual (Alarcos et al., en preparación). Los machos desarrollan a partir del primer año cuernas de origen óseo, que renuevan todos los años. Las hembras carecen de cuernas. Las cuernas son caracteres producidos por selección sexual que se emplean en las luchas que tienen lugar durante el período de celo. Están formadas por un tronco central que se ramifica en puntas o candiles. Las cuernas de los animales de un año suelen consistir en un par de varas no ramificadas, aunque pueden presentar ya varias puntas en algunos ejemplares. Al segundo año puede tener ya entre 6 y 12 puntas, y tiende a aumentar su tamaño y número de puntas en los años siguientes. En su máximo desarrollo, que en los ejemplares ibéricos en libertad suele ocurrir en torno a los 7 u 8 años, algunos ejemplares llegan a superar el metro de longitud y pueden tener un número de puntas total cercano a las 20

**Hábitat:** El ciervo existe en la mayor parte de los hábitats presentes en la Península Ibérica, que cuenten con praderas junto a cobertura vegetal leñosa al menos como refugio, desde llanuras a nivel del mar hasta áreas de alta montaña. Es un animal que utiliza preferentemente las áreas de transición (ecotonos) entre zonas boscosas o cubiertas con vegetación arbustiva y áreas abiertas donde exista producción de plantas herbáceas. El uso de áreas con cobertura vegetal y praderas abiertas sufre variaciones tanto diarias como estacionales. La actividad de alimentación tiene lugar preferentemente durante la noche, pero principalmente en ambos crepúsculos, y para ello pueden utilizar hábitats abiertos o de cobertura vegetal. El descanso, principalmente en horas centrales del día tiene lugar en zonas cubiertas.

**Abundancia:** Desde el punto de vista numérico, el ciervo en España y Portugal se encuentra en expansión. Aunque no existen censos fiables para todo el territorio nacional, se puede estimar que en la actualidad el número total de ciervos en España sobrepasa los trescientos mil individuos. La distribución actual suele ser en núcleos aislados, muchas veces con elevadas densidades que llegan a sobrepasar los 40 individuos por kilómetro cuadrado, rodeados de áreas de muy baja o nula densidad (Carranza, 1999).

**Distribución:** El ciervo es un animal euroasiático. Su área natural de distribución se extiende desde Europa occidental hasta Asia central, incluyendo las islas de Córcega y Cerdeña y el Magreb. Las poblaciones originales más orientales son las del Tíbet y el Turquestán, y las más occidentales las del sur de Portugal (Geist, 1998).

La subespecie ibérica sólo existe en España y Portugal, y no se tiene constancia de que haya sido exportada a ningún otro lugar del mundo. La distribución actual es reflejo de una expansión que ha venido ocurriendo en las últimas décadas, debido a expansiones naturales y a reintroducciones cinegéticas. En estos momentos el ciervo se extiende casi por todo el territorio peninsular, con la excepción de la parte más occidental de

Galicia y la costa levantina (Carranza, 2007). En algunos de los núcleos poblacionales actuales pueden existir ejemplares pertenecientes a otras subespecies de *Cervus elaphus* o híbridos de ellos con la subespecie ibérica, como consecuencia de introducciones con fines cinegéticos que ponen en serio riesgo la conservación del ciervo ibérico. Las poblaciones actuales se encuentran fragmentadas como consecuencia de las infraestructuras, la transformación de los hábitats, y la gestión cinegética.

**Ecología trófica:** Los estudios que se han llevado a cabo sobre la alimentación del ciervo ibérico se han centrado principalmente en las áreas ocupadas por los ecosistemas mediterráneos de la mitad sur de la Península. La situación ecológica y las estrategias alimenticias del ciervo en este tipo de ecosistemas difieren respecto a otras zonas de Europa. Es probable que en algunas áreas del norte de la Península la ecología trófica de la especie sea más parecida a la de sus vecinos centroeuropeos. Sin embargo, hay al menos dos hechos que nos hacen mirar con especial atención a las adaptaciones al monte mediterráneo del sur de Iberia. Uno es que la historia filogenética del ciervo ibérico sugiere que la subespecie se ha diferenciado de otras subespecies europeas durante un largo período de aislamiento (de al menos unos 180.000 años) en su refugio glacial del sur de Iberia, por lo que es probable que el ciervo ibérico haya coevolucionado con la vegetación de esta área geográfica. El otro es que aún hoy la mayoría de las poblaciones actuales de ciervo en Iberia se encuentran en áreas donde predomina este tipo de ecosistemas.

La alimentación del ciervo combina el pastoreo de herbáceas y el ramoneo sobre plantas leñosas. Las proporciones en que herbáceas y leñosas entran en la dieta son variables en función de zonas, épocas del año, e incluso. El denominador común es una preferencia por las plantas herbáceas, especialmente por las praderas con alta proporción de leguminosas, y el uso de especies leñosas conforme escasean las hierbas verdes. Así, lo general es que las herbáceas predominan de finales de otoño a primavera o principios de verano y las leñosas en verano.

**Biología de la reproducción:** El ciervo es un ungulado típicamente poligínico, donde los machos basan su éxito reproductivo en aparearse con cuantas hembras les sea posible mientras que las hembras aportan todo el cuidado parental a las crías (Carranza, 2007), de modo que su éxito se basa en su capacidad fisiológica para producir y criar cervatillos saludables. La posibilidad de que las condiciones ambientales sean adecuadas para criar con éxito marca el momento del año en que las hembras inician su reproducción. La época de mayor disponibilidad de alimento es la primavera avanzada, por lo que las ciervas ajustarán su fenología reproductiva para que el final de la gestación y principio de la lactancia tengan lugar en ese momento. Los partos suelen producirse hacia el mes de mayo. La gestación dura unos 235-240 días, de modo que la época de celo debe tener lugar aproximadamente en la segunda mitad de septiembre.

La duración de la berrea en una finca o área concreta debe ser corta, de unos 25 días o así, si todas las hembras entran en celo en el momento adecuado, es decir, si todas están en buenas condiciones. Cuando hay hembras en malas condiciones la berrea se alarga, y si casi todas están mal, la berrea en general se retrasa. Todos los retrasos producirán crías tardías que generalmente se desarrollarán peor que las nacidas en el mejor momento. Una vez que el fotoperíodo se está acortando y la hembra está en

buena condición física, comienza a producir ovulaciones cada 19 días aproximadamente. La selección natural favorece a las hembras que quedan preñadas en las primeras ovulaciones que producirán partos en la época adecuada. El estrés debido a altas densidades, excesivas concentraciones de animales o actividades humanas que causan disturbios en las poblaciones, pueden favorecer que algunas ovulaciones no culminen en cópulas efectivas y gestaciones, con el consiguiente retraso de los partos.

Patrones de actividad: El ciervo en la Península Ibérica tiene una actividad principalmente crepuscular, con una clara disminución de la actividad en el mediodía y en la medianoche, pero siendo el nivel de actividad nocturna mayor que el diurno. La comparación entre estaciones muestra que el patrón general de actividad cambia poco, aunque se pueden observar algunas diferencias estacionales. Durante el verano y la época de celo (otoño) la caída de la actividad al amanecer tiene lugar antes que en invierno y primavera, probablemente debido al progresivo avance en la hora de la salida del sol y el incremento de las temperaturas. La mayor actividad nocturna de los ciervos podría ser una adaptación contra la predación, y las menores temperaturas durante la noche podrían favorecer la mayor actividad en los crepúsculos. Este mismo conflicto básico entre predación y temperatura podría sesgar la actividad hacia la noche en los ecosistemas mediterráneos, y podría ser una explicación a las diferencias estacionales observadas entre las poblaciones del norte de Europa y las peninsulares: en ambas poblaciones los ciervos son más diurnos en invierno.

Área de campeo y movimientos diarios: El movimiento es utilizado por los animales para la obtención de diferentes tipos de recursos que necesitan en los distintos momentos del ciclo diario o estacional. Básicamente los animales se desplazan en busca de alimento, refugio, o parejas reproductoras. El ciervo, como la mayor parte de las especies animales, no es nómada, sino que vive en áreas delimitadas donde lleva a cabo sus actividades diarias. En el caso del ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) los estudios realizados en la Península Ibérica describen áreas de campeo menores que las descritas en el norte y centro de Europa, y en todos los casos áreas de campeo mayores para los machos que para las hembras. La densidad poblacional debe estar también relacionada con el tamaño de las áreas de campeo. Aunque no existen estudios científicos que analicen comparativamente zonas de diferente densidad, sabemos que los animales son vistos con frecuencia en áreas periféricas cuando la densidad poblacional es alta. En cuanto a la distancia que los ciervos ibéricos recorren al día, mediante la utilización de animales marcados y seguidos durante ciclos de 24 horas y uniendo las sucesivas localizaciones obtenidas a intervalos de tres horas, se ha podido estimar el mínimo desplazamiento diario, es decir, la distancia mínima que se desplazan si asumimos que realizan desplazamientos en línea recta entre las localizaciones sucesivas. Esta distancia mínima recorrida por los ciervos a lo largo de un día oscila entre 3,04 y 4,21 km en el caso de la Península Ibérica (Carranza, 1999), siendo en general algo menor en el caso de las hembras, excepto durante la época de celo en la que los machos tienden a restringir sus movimientos a áreas particulares.

Comportamiento social: El ciervo es un animal moderadamente gregario. Su tendencia a formar grupos se sitúa en un grado intermedio entre el corzo (muy poco gregario o prácticamente solitario) y el gamo (muy gregario). Los grupos de ciervo mantienen relaciones comunicativas entre sí, que juegan un importante papel en la coordinación y

cohesión del grupo, así como en la optimización de los beneficios derivados de la vigilancia común. Los ciervos muestran bajos niveles de agresión entre parientes de primer, segundo y tercer grado lo que sugiere que tienen un sistema complejo de reconocimiento de parentesco. Machos y hembras se mantienen en grupos separados durante la mayor parte del año, exceptuando la época de celo. En las hembras, la unidad social básica es el grupo familiar, liderado por la hembra de más edad, seguida por la cría del año, la del año anterior (hembra joven o primala o vareto si es macho), e incluso la hija de dos años de edad si fue hembra. Si fue macho lo normal es que ya se haya dispersado para integrarse en grupos de machos. Dado que las hembras cuando crían por primera vez tienden a establecer áreas de campeo que solapan con las de sus madres, es frecuente que las familias emparentadas coincidan en las mismas áreas de alimentación y formen temporalmente agrupaciones de varias familias.

Los machos tienden a reunirse en grupos de edad similar, dentro de los cuales se establece una fuerte jerarquía lineal de dominancia. En los grupos de hembras, existen igualmente relaciones jerárquicas, siendo la hembra líder la dominante. Sin embargo, el comportamiento de la hembra dominante provoca cambios en las relaciones de dominancia de los demás miembros de la familia, favoreciendo por ejemplo a la cría, o al vareto en las etapas previas a su independencia del grupo familiar (Carranza, 1999).

## **Bibliografía**

- Abaigar, T. (1990). Características biológicas y ecológicas de una población de jabalíes (*Sus scrofa* L.) en el SE Ibérico. *Tesis Doctoral*, Universidad de Navarra, Pamplona.
- Andersen, R., Duncan, P., Linnell, J. D. C. (1998). The european roe deer: the biology of success. *Scandinavian University Press*, Oslo.
- Azorit, C., Analla, M., Calvo, J. A., Muñoz-Cobo, J., Carrasco, R. (2002a). Teeth eruption pattern in red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) in southern Spain. *Anales de Biología* (Murcia), 24: 107-114.
- Braza, F., Alvarez, F. (1989). Utilization de l'habitat et organization sociale du sanglier (*Sus scrofa* L.) a Doñana (Sud-ouest de l'Espagne). *Canadian Journal of Zoology*, 67 (8): 2047-2051.
- Cahill, S., Llimona, F., Cabañeros, L., Calomardo, F. (2012). Characteristics of wild boar (*Sus scrofa*) habituation to urban areas in the Collserola Natural Park (Barcelona) and comparison with other locations. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35 (2): 221-233.
- Carranza, J. (1999). Aplicaciones de la Etología al manejo de las poblaciones de ciervo en el suroeste de la Península Ibérica: producción y conservación. *Etología*. 7: 5-18
- Carranza, J. (2007). *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758. Pp. 352-355. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). *Atlas y libro rojo de los mamíferos de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECER-SECERMU*, Madrid. 586 pp.
- Covarsí, A. (1898). Narraciones de un montero. *El Progreso*, Badajoz.
- Cuartas, P., Braza, F. (1990). Reparto temporal de actividades del jabalí (*Sus scrofa*) en Doñana (SO España). *Doñana Acta Vertebrata*, 17 (1): 91-102.



Fernández-Llario, P. (1996). Ecología del jabalí en Doñana: parámetros reproductivos e impacto ambiental. *Tesis Doctoral*, Universidad de Extremadura, Cáceres.

Fernández-Llario, P., Mateos-Quesada, P. (2003). Population structure of the wild boar (*Sus scrofa*) in two Mediterranean habitats in the western Iberian Peninsula. *Folia Zoologica*, 52 (2): 143-148 : 2003

Geist, V. (1998). Deer of the World: their Evolution, Behavior & Ecology. *Stackpole Books, Mechanicsburg*

Herrero, J. (2002). Adaptación funcional del jabalí *Sus scrofa* L. a un ecosistema forestal y a un sistema agrario intensivo en Aragón. *Tesis Doctoral*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

Loudon, A. S. I. (1987). The influence of forest habitat structure on growth, body size and reproduction in roe deer (*Capreolus capreolus* L.). Pp. 559-567. En: Wemmer, C. M. (Ed.). *Biology and management of the Cervidae*. *Smithsonian Institution Press*, Washington.

Markina, F. A., Sáez-Royuela, C., De Garnica, R. (2004). Physical development of wild boar in the Cantabrian Mountains, Álava, Northern Spain. *Galemys*, 16: 25-34

Mateos-Quesada, P. (1998). Parámetros poblacionales y sistema de apareamiento del corzo en las Villuercas. *Tesis Doctoral*. Universidad de Extremadura, Cáceres.

Mateos-Quesada, P. (2002). Biología y comportamiento del corzo ibérico. *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura*, Cáceres.

Perco, F., Perco, D. (1979). Il capriolo. Carso, *Sgonico*. 220 pp.

Rosell, C. (1998). Biología i ecologia del senglar (*Sus scrofa* L., 1758) a dues poblacions del nord-est ibèric. Aplicació a la gestió. *Tesis Doctoral*. Universidad de Barcelona, Barcelona.

Ruiz, M. J., Roldán, E. R. S., Rey, I., Malo, A. F., Gomendio, M. (2007). Genetic variability influences physical condition in male roe deer. *Galemys*, 19 (Número especial): 159-168.

Sáez-Royuela, C. (1987). Biología y ecología del jabalí. *Tesis Doctoral*, Universidad Complutense, Madrid.

Torres, R. T., Virgós, E., Santos, J., Linnell, J. D. C., Fonseca, C. (2012). Habitat use by sympatric red and roe deer in a Mediterranean ecosystem. *Animal Biology*, 62 (3): 351-366.

Vicent, J. P., Janeau, G., Quere, J. P., Spitz, F. (1979). Note sur la repartition et le rythme d'activité du chevreuil (*Capreolus capreolus*) en forêt ouverte. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11 (2): 145-157.

### **Anejo III: Red viaria de transportes de Castilla y León**

La Red Viaria de Castilla y León está compuesta por más de 5.000 km de vías de distintos tipos, autopistas, autovías, carreteras nacionales, comarcales. Cada tipo de vía y el lugar donde se encuentra tiene una determinada densidad de tráfico que hay que tenerla en cuenta para los análisis posteriores, porque a mayor densidad de tráfico posiblemente habrá más posibilidades de que se produzca un accidente. También se tendrá en cuenta los accesos de las comunidades colindantes que existe un elevado tráfico en distintos puntos como en Burgos con el País Vasco y Ávila y Segovia con la Comunidad de Madrid.

Dada la gran extensión del territorio de Castilla y León (93.814 km<sup>2</sup>, el 18,6% de España) y sus características demográficas (baja densidad de población 29,92 hab/km<sup>2</sup> y gran cantidad de núcleos de población), la red de carreteras tiene una gran longitud, alta dotación territorial (0,35 km/km<sup>2</sup> en Castilla y León, frente al 0,31 km/km<sup>2</sup> de la media nacional) y poblacional (13,84 km/1.000 habitantes, la más alta de España). Así, su longitud en 2006 es de 32.760 km, representando un 19,7% del total nacional, convirtiéndose con ello en la red más extensa de las Comunidades Autónomas. Como en el resto de las Comunidades Autónomas multiprovinciales, la red depende de las tres Administraciones Públicas: Estado, Comunidad Autónoma y Administración Local.

#### **Red Viaria Nacional**

La Red de Carreteras del Estado en Castilla y León tiene una longitud de 5.233 Km, lo cual supone un 16,0 % de los 32.760 km que constituyen la red total. De esta longitud, 1.619 km corresponde a vías de gran capacidad, de los cuales, 282 km corresponden a autopistas de peaje, 1.246 km a autovías y autopistas libres y 91 km de carretera desdoblada (Junta de Castilla y León) (*Tabla 13 y 14*).

*Tabla 13: Principales autovías y Autopistas de Castilla y León. FUENTE: Adeva & Luque, 2013*

| <b>Nombre</b>                      | <b>Trayecto</b>           | <b>Ciudades importantes de CyL por donde pasa</b>            |
|------------------------------------|---------------------------|--|
| A-1 y AP-1 autopista del Norte     | Madrid – Burgos – Irún    | Aranda de D, Lerma, Bu, Briviesca y Miranda de Ebro          |
| A-2 Autovía del Nordeste           | Madrid – Barcelona        | Medinaceli   |
| A-6 Autovía y                      |                           | San Rafael, Arévalo, Medina del C, Tordesillas, Villalpando, |
| AP-6 autopista del Noroeste        | Madrid – La Coruña        | Benavente, La Bañeza, Astorga, Bembibre y Ponferrada         |
| A-11 Autovía del Duero             | Zamora – Tudela de Duero  | Za, Toro, Tordesillas, Valladolid, Tudela de Duero           |
| A-50 Autovía de la Cultura         | Ávila – Salamanca         | Ávila y Salamanca  |
| AP-51 Conexión Ávila               | Ávila – Villacastín       | Ávila y Villacastín  |
| A-52 Autovía de las Rías Bajas     | Benavente – Vigo          | Benavente y Puebla de Sanabria                               |
| A-60 Autovía Valladolid-León       | Valladolid - León         | Va, Villanubla y León  |
| AP-61 Conexión Segovia             | San Rafael – Segovia      | San Rafael y Segovia   |
| A-62 Autovía de Castilla           | Burgos – Fuentes de Oñoro | Bu, Pa, Va, Tordesillas, Salamanca y Ciudad Rodrigo          |
| A-66 y AP-66 autopista de la Plata | Gijón – Sevilla           | Salamanca, Zamora, Benavente y León                          |

*Análisis espacio-temporal de las colisiones de tráfico causadas por fauna silvestre e implicación de las tres especies de ungulados forestales más recurrentes (jabalí, ciervo y corzo) en la comunidad de Castilla y León*

| <b>Nombre</b>                        | <b>Trayecto</b>      | <b>Ciudades importantes de CyL por donde pasa</b> |
|--------------------------------------|----------------------|---|
| A-67 Autovía Cantabria- Meseta       | Palencia – Santander | Pa, Frómista, Osorno la Mayor, Aguilar de Campoo  |
| AP-71 Autopista León-Astorga         | León – Astorga       | León y Astorga                                    |
| A-231 Autovía del Camino de Santiago | León – Burgos        | León, Sahagún, Carrión de los Condes y Burgos     |
| A-601 Autovía Valladolid- Segovia    | Valladolid - Segovia | Valladolid, Cuéllar, Segovia                      |

*Tabla 14: Carreteras nacionales de Castilla y León. FUENTE: Adeva & Luque, 2013*

| <b>Nombre</b> | <b>Trayecto</b>   |
|---------------|---|
| A-1 N-I       | Madrid - Aranda de Duero - Burgos - Miranda de Ebro - Vitoria - San Sebastián - Irún - Frontera Francesa  |
| A-6 N- VI     | Madrid-Medina del Campo-Tordesillas-Benavente-Ponferrada-Lugo-La Coruña   |
| N-110         | Soria - San Esteban de Gormaz - Segovia - Ávila - Plasencia   |
| N-111         | Medinaceli - Soria - Logroño - Pamplona   |
| N-120         | Logroño - Burgos - León - Orense - Vigo   |
| N-122         | Gallur - Tarazona - Soria - Aranda de Duero - Valladolid - Zamora - Portugal  |
| N-124         | Ollauri - Miranda de Ebro   |
| N-234         | Sagunto - Teruel - Burgos   |
| N-403         | Toledo-Maqueda-Ávila-Adanero  |
| N-501         | Ávila-Peñaranda de Bracamonte-Salamanca   |
| N-525         | Benavente-Orense-Santiago   |
| N-601         | Adanero-Montuenga-Olmedo-Valladolid-Medina de Rioseco-Mansilla de las Mulas- León   |
| N-603         | San Rafael-Segovia  |
| N-610         | Palencia-Paradores de Castrogonzalo(Benavente)  |
| N-611         | Santander-Torrelavega-Reinosa-Aguilar de Campoo-Palencia-Venta de Baños Burgos-Venta de Baños-Valladolid-Tordesillas-Salamanca-Ciudad Rodrigo- Portugal |
| N-620         | Unquera-León  |
| N-621         | Lerma-Quintana del Puente   |
| N-622         | Burgos-Santander  |
| N-623         | Mansilla de las Mulas-Cistierna-Riaño-Arriendas   |
| N-625         | Aguilar de Campoo-San Martín de Ubierna   |
| N-627         | Colindres-San Martín de Ubierna   |
| N-629         | Gijón-Oviedo-Mieres-Puerto de Pajares-León-Zamora-Salamanca-Plasencia- Cáceres-Mérida-Sevilla   |
| N-630         | Embalse de Ricobayo ( N-630 ) - Rionegro del Puente ( N-525 )   |

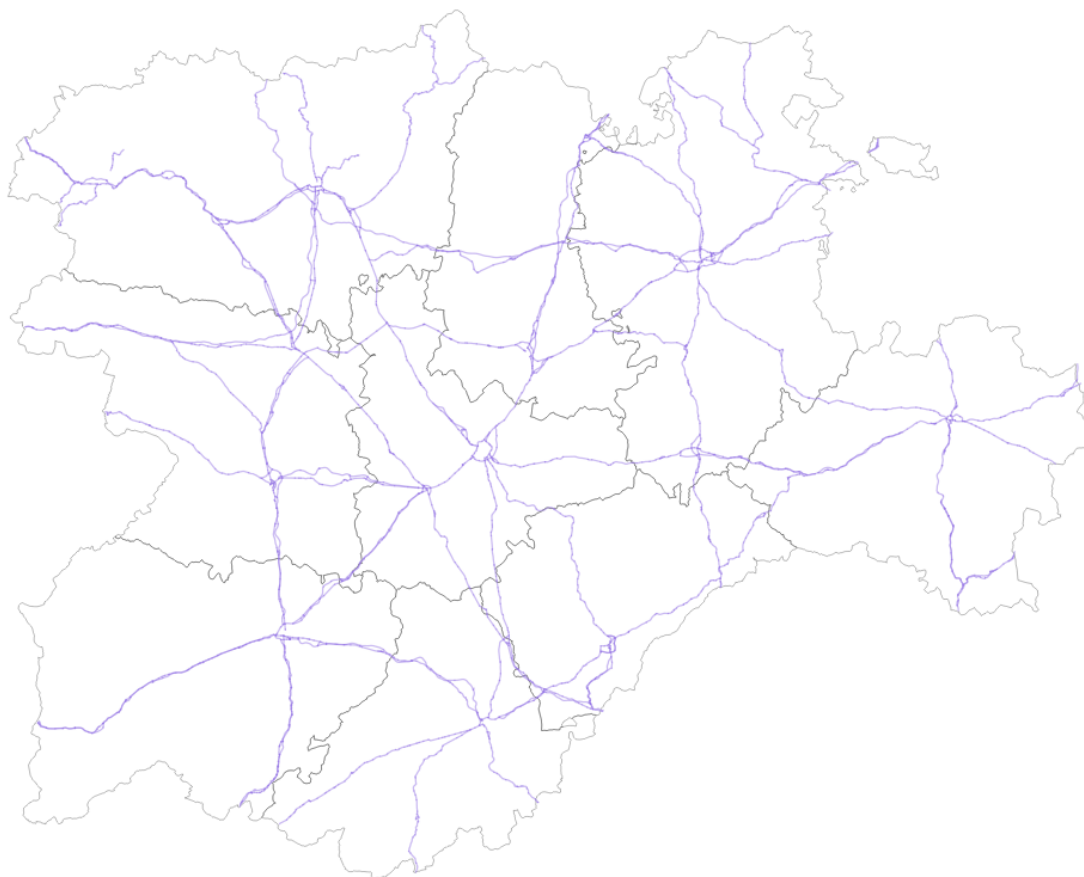


Figura 40: Mapa de las vías rápidas de Castilla y León (autopistas, autovías y nacionales). FUENTE: Elaboración propia con información red viaria JCyL

### Red Viaria Regional Preferente

La Red Viaria Regional está integrada por los tramos de la red autonómica no incluidos en la Red Básica. La Red Complementaria muestra una longitud de 9.171 km., esto es, casi el 82 % de la trama viaria bajo titularidad de la Junta de Castilla y León, y, desde un punto de vista funcional, es posible distinguir dentro de la misma entre los Itinerarios Preferentes y los Tramos de Carácter Local (*Tabla 13 y Figura 41*).

Al margen de las grandes arterias que forman la red viaria castellano-leonesa, es posible distinguir un amplio entramado viario regional que comunican, en sentido estricto, una a la vertebración interna de la región castellano-leonesa, a la par que amplían y diversifican las conexiones de ésta con las regiones limítrofes.

Desde el punto de vista de las características técnicas y constructivas, todos estos ejes constituyen carreteras convencionales con calzada única, si bien la práctica totalidad han conocido en la integridad de su itinerario una mejora muy notable, consistente ante todo en la parcial rectificación del trazado tanto en planta (ampliación del radio de las curvas) como en alzado (eliminación o sustancial atenuación de los rasantes), incorporación de variantes de población, ampliación de la calzada y la plataforma así como la mejora del pavimento con aglomerado asfáltico.

A continuación, se muestran las principales redes que forman la red viaria regional:

*Análisis espacio-temporal de las colisiones de tráfico causadas por fauna silvestre e implicación de las tres especies de ungulados forestales más recurrentes (jabalí, ciervo y corzo) en la comunidad de Castilla y León*

Tabla 15: Vías de la red regional de Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia a partir de datos RED Carreteras JCyL

| <b>Nombre</b> | <b>Trayecto</b>   |
|---------------|---|
| A-231         | Autovía Camino de Santiago  |
| A-601         | Autovía de Pinares  |
| A-610         |   |
| CL-101        | Carretera Almazán-Gómara-Ágreda   |
| CL-116        | Carretera Burgo de Osma a Aragón  |
| CL-117        | De Salas de los Infantes a Abejar   |
| CL-127        | De Puebla de Arganzón a L.P. Álava  |
| CL-501        | Del Límite C.A. Madrid a Límite C.A. Extremadura                                    |
| CL-505        | De Avila a Límite C.A. Madrid   |
| CL-507        | De Sanchidrián a San Pedro del Arroyo   |
| CL-510        | Carretera Salamanca a Piedrahita  |
| CL-512        | Carretera de Salamanca a Vecinos  |
| CL-517        | Carretera de Salamanca a Muelle Fluvial de Vega Terrón - Barca d'Alva (Portugal)    |
| CL-526        | Carretera de Ciudad Rodrigo a Límite de la C. A. de Extremadura (Puerto de Perales) |
| CL-527        | Carretera de Zamora a Portugal  |
| CL-600        | Solución supersur de Valladolid. De Simancas a Tudela de Duero                      |
| CL-601        | De Segovia al Pto.de Navacerrada, límite C.A. Madrid                                |
| CL-602        | De Toro a Cuéllar   |
| CL-603        | De Aranda de Duero a CL-601   |
| CL-605        | Carretera de Segovia a Zamora   |
| CL-607        | De CL-601 a CL-605  |
| CL-610        | Carretera de Valladolid a Peñaranda de Bracamonte                                   |
| CL-612        | Carretera de Palencia a Zamora  |
| CL-613        | Carretera de Palencia a Sahagún   |
| CL-615        | Corredor del Carrión  |
| CL-619        | De Magaz de Pisuega a Aranda de Duero   |
| CL-620        | De límite C.A.Vasca a De límite C.A.Vasca (Antuñano)                                |
| CL-621        | Corredor del Páramo   |
| CL-622        | Carretera de La Bañeza  |
| CL-623        | Carretera de Camposagrado   |
| CL-624        | Corredor del Porma  |
| CL-625        | Ameyugo - Berberana   |
| CL-626        | Eje Subcantábrico   |
| CL-627        | De Cervera de Pisuega a Límite C.A. Cantabria                                       |
| CL-628        | De Medina de Pomar a Villarcayo   |
| CL-629        | De Sotopalacios N-623 a El Berrón (Límite C.A. Vasca)                               |
| CL-630        | De N-623 a Límite C.A. Cantabria  |
| CL-631        | Corredor del Sil. Ponferrada-Villablino   |
| CL-632        | De Briviesca a Cornudilla   |
| CL-633        | De N-627 a Cornudilla   |
| CL-635        | Carretera de Burón al Puerto de Tarna (C.A.Asturias)                                |

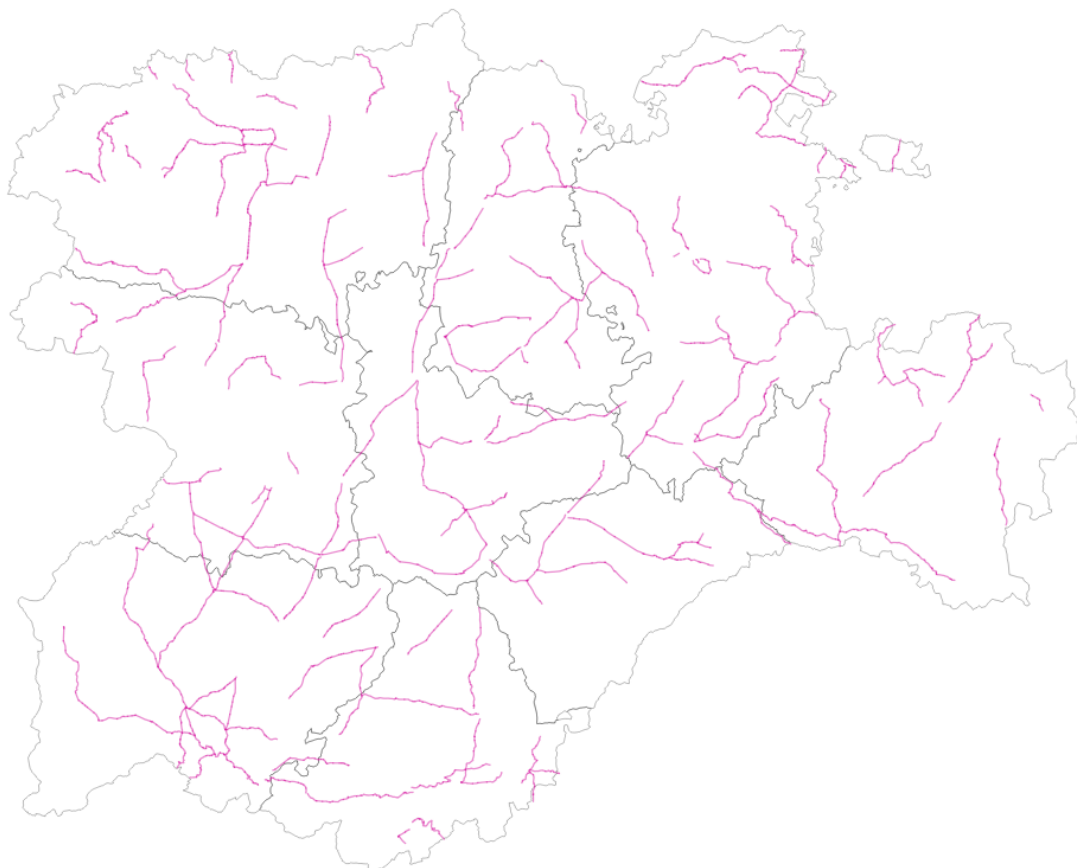


Figura 41: Distribución de las vías regionales de Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia a partir datos RED Carreteras JCyL

### Red Viaria Regional Complementaria

Está formada por las carreteras de la red regional no catalogadas como básicas. Por ello, es una red de gran longitud y con tráficos muy desiguales. Esta red se subdivide a su vez en dos redes:

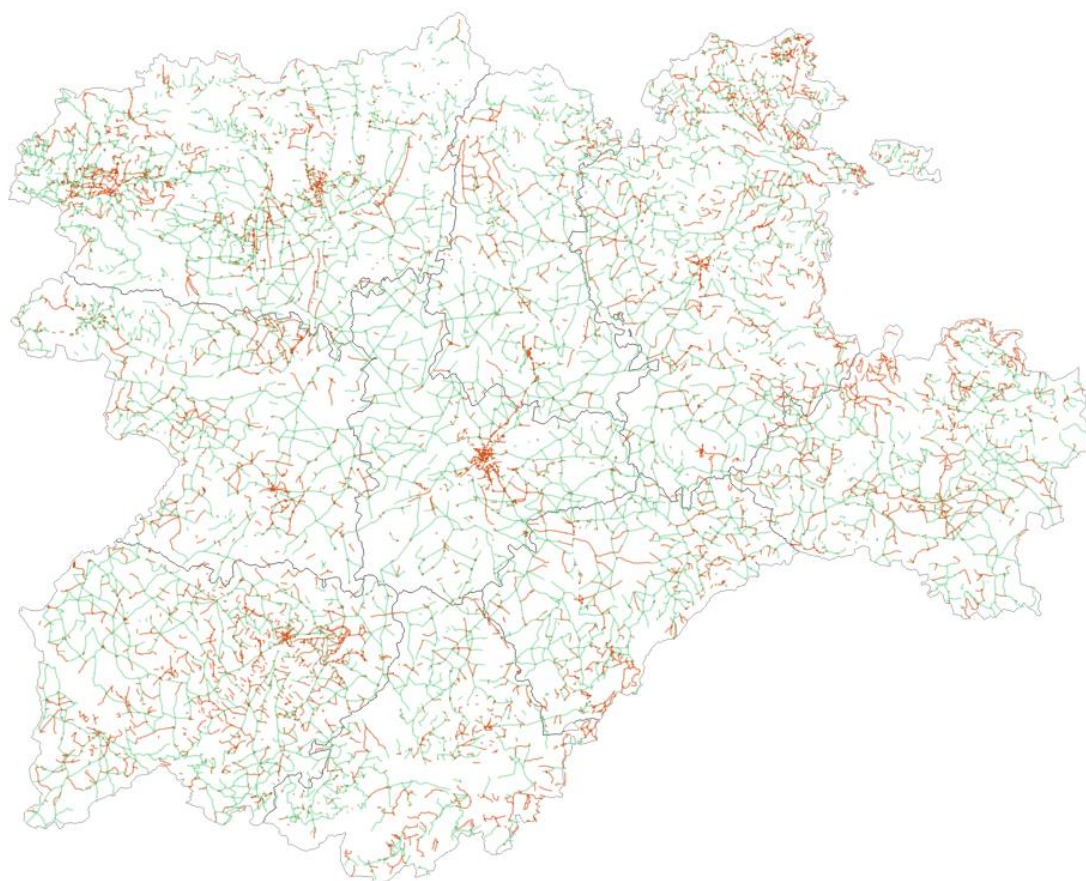
- Red Complementaria preferente, formada por las carreteras que conectan todas las cabeceras comarcales y núcleos de población superior a 1.500 habitantes, entre sí y con la red fundamental.
- Red Complementaria Local, formada por carreteras que sirven al tráfico de corto recorrido, aunque con una función un poco más general que la puramente local de las redes provinciales de las Diputaciones.

Tabla 16: Ejemplo de algunas vías de la red complementaria de Castilla y León. FUENTE: Adeva & Luque, 2013

| CARRETERA | PROVINCIA | LÍMITE             | TRAMO ENTRADA /SALIDA  |
|-----------|-----------|--------------------|--|
| AV-562    | AV        | Madrid             | DE CEBREROS (AV-502) A LÍMITE DE C.A. DE MADRID              |
| AV-922    | AV        | Castilla la Mancha | DE CL-501 A LÍMITE DE C.A. DE CASTILLA LA MANCHA             |
| AV-561    | AV        | Madrid             | DE HOYO DE PINARES (AV-502) A LÍMITE DE CA DE MADRID         |
| AV-901    | AV        | Castilla la Mancha | DE CASAVIEJA (CL-501) A LÍMITE DE C.A. DE CASTILLA LA MANCHA |

*Análisis espacio-temporal de las colisiones de tráfico causadas por fauna silvestre e implicación de las tres especies de ungulados forestales más recurrentes (jabalí, ciervo y corzo) en la comunidad de Castilla y León*

| <b>CARRETERA</b> | <b>PROVINCIA</b> | <b>LÍMITE</b>      | <b>TRAMO ENTRADA /SALIDA</b>                                 |
|------------------|------------------|--------------------|--|
| AV-910           | AV               | Castilla la Mancha | DE CANDELEDA (CL-501) A LÍMITE DE C.A. DE CASTILLA LA MANCHA |
| AV-911           | AV               | Madrid             | DE AV-915 A LÍMITE DE C.A. DE MADRID                         |
| AV-915           | AV               | Castilla la Mancha | DE AV-911 A LÍMITE DE C.A. DE CASTILLA LA MANCHA             |
| AV-930           | AV               | Castilla la Mancha | DE LA ADRADA (CL-501) A LÍMITE DE C.A. DE CASTILLA LA MANCHA |
| BU-525           | BU               | País Vasco         | DE N-I A LÍMITE DE C.A. DEL PAÍS VASCO                       |
| BU-530           | BU               | País Vasco         | DE BU-532 A LÍMITE DE C.A. DEL PAÍS VASCO                    |
| BU-550           | BU               | País Vasco         | DE BU-552 A LÍMITE DE C.A. DEL PAÍS VASCO                    |
| BU-554           | BU               | País Vasco         | DE CL-629 A LÍMITE DE C.A. DEL PAÍS VASCO                    |
| BU-556           | BU               | País Vasco         | DE BERBERANA A LÍMITE DE C.A. DEL PAÍS VASCO                 |
| BU-642           | BU               | Cantabria          | DE CILLERUELO DE BEZANA A LÍMITE DE C.A. DE CANTABRIA        |



*Figura 42: Figura 40: Mapa de las vías complementarias (provinciales y comarcales) de Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia con información red viaria jcyL*

## **Bibliografía**

Alonso, E. & Luque, J.J. (2013). Estudio de los accidentes de tráfico provocados por ungulados forestales y su distribución espacial en las provincias de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. E.T.S.I.I.A.A. Universidad de Valladolid, Biblioteca Campus de Palencia.

De las Rivas, J. L., Santos, L., Pastor, L. J. & Peirest, A. (2002). Desarrollo territorial e infraestructuras de transporte en Castilla y León. Documento técnico. Retrieved from [www.cescyl.es/es/publicaciones/informes-iniciativa-propia/.../2023-des\\_222.pdf](http://www.cescyl.es/es/publicaciones/informes-iniciativa-propia/.../2023-des_222.pdf)

Las colisiones con fauna silvestre son uno de los problemas viarios más comunes y peligrosos en aumento. En el análisis se han evaluado covariables y factores espacio-temporales influyentes en la aparición, frecuencia y distribución de las colisiones con las especies de ungulados salvajes jabalí (*Sus scrofa*), corzo (*Capreolus capreolus*) y ciervo (*Cervus elaphus*) de la zona de estudio y la relación con la señalización viaria preventiva. Para la serie temporal de 13 años, se han registrado un total de 69.552 colisiones con fauna silvestre. Desde el 2006 los tres ungulados han reportado un aumento del 318,6 %, presentando variaciones significativas mensuales y diurnas así como en su distribución espacial entre provincias. Finalmente, se ha comparado la señalización viaria preventiva con las zonas de acumulación de colisiones encontrando zonas de necesidad de actuación preventiva. Se ha observado una gran acumulación de las colisiones en las horas crepusculares y en los meses de celo de las tres especies.