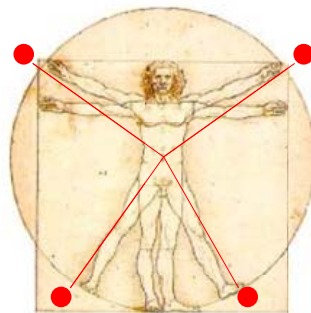


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

VOLUMEN XII. AÑO 2014

SEPARATA



APLICACIÓN DE TÉCNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG) PARA EL ESTUDIO Y GESTIÓN DE LAS VÍAS PECUARIAS DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE COLMENAREJO (COMUNIDAD DE MADRID)

**Rosario Contreras Alonso, Tomás Ramón Herrero Tejedor y
Javier Morales Pérez**



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Rosario Contreras Alonso, Tomás Ramón Herrero Tejedor y Javier Morales Pérez.
Noviembre. 2014.

<http://www.uax.es/publicacion/aplicacion-de-tecnologias-de-informacion-geografica-tig-para-el-estudio.pdf>

© De la edición: *Revista Tecnol@ y desarrollo*

Escuela Politécnica Superior.

Universidad Alfonso X el Sabio.

28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).

ISSN: 1696-8085

Editor: Javier Morales Pérez – tecnologia@uax.es

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

APLICACIÓN DE TÉCNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG) PARA EL ESTUDIO Y GESTIÓN DE LAS VÍAS PECUARIAS DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE COLMENAREJO (COMUNIDAD DE MADRID)

Rosario Contreras Alonso(1), Tomás Ramón Herrero Tejedor(2) y Javier Morales Pérez(3)

(1) Ingeniera Técnica Topógrafa. Master en Medioambiente. Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio. Avenida de la Universidad nº 1. Villanueva de la Cañada C.P. 28691. Madrid. Tlf. 91 8105099 E-mail: ccontalo@uax.es

(2) Profesor Titular de Universidad. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia, Fotogrametría-Expresión Gráfica. EUIT Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n 28040, Madrid. Tlf. 91 3365426 E-mail: tomas.herrero@upm.es

(3) Coordinador de las carreras de Ciencias Ambientales. Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio. Avenida de la Universidad nº 1. Villanueva de la Cañada. C.P. 28691. Madrid

RESUMEN:

Las vías pecuarias forman parte del patrimonio territorial y cultural de la Comunidad de Madrid. El riesgo de perder este tipo de bienes se acrecienta en la medida que los espacios urbanos se expanden. En España, el área metropolitana madrileña es el claro ejemplo de esta constante presión y por consiguiente modificación del paisaje. La dispersión de datos y documentos relacionados con los diferentes tipos de vías pecuarias conforman un gran inconveniente para paliar esas dificultades y cumplir con los objetivos de preservación paisajística. En este artículo se describen algunas medidas y propuestas técnicas que ayuden a un mejor estudio y documentación de los trazados. Se trata de desarrollar un Sistema de Información Geográfica específico que pueda integrar diferentes variables para este propósito. El modelo se centra en el término municipal de Colmenarejo, por ser uno de los términos municipales de la Comunidad de Madrid con mayor densidad de vías pecuarias por Km² de territorio.

PALABRAS CLAVE: Vías pecuarias, tecnologías de información geográfica, geovisualización, término municipal, ordenación rural.

ABSTRACT:

Although the cattle ways are a part of the territorial and cultural heritage of the Community of Madrid they face an increasing risk of disappearance due to the continuous expansion of urban areas. In Spain, the Madrid metropolitan area is a manifest example of this constant pressure and the caused changes on the landscape. The al but scattered data and documents related to the different types of cattle trails represent another great inconvenience in the struggle to ease the above mentioned effects and to meet the objectives of preserving the original landscapes. The following article proposes several technical measures to facilitate better study and documentation of these cattle trails by proposing the development of a dedicated Geographic Information System that integrates different variables specifically for this purpose. The proposed model focuses on the town of Colmenarejo which is the municipality of the Community of Madrid with the highest concentration of cattle trails per km² of territory

KEY-WORDS: Cattle ways, Geographic Information Technology (GIT), Geovisualization, Municipal District, Rural Planning

SUMARIO: 1. Introducción 2. Contexto 3. Definición del problema 4. Desarrollo del proyecto y resultados obtenidos 5. Conclusión 6. Bibliografía 7. Enlaces

1. Introducción

La ruralidad es un fenómeno dinámico, cuya definición “debe replantearse continuamente” (Estébanez, 1987). Durante la segunda mitad del siglo XX tomó impulso la idea de que el mundo rural debía tener un importante papel de “amortiguador” y de espacio regenerador, resultando de esta manera, indispensable para el equilibrio ecológico, al mismo tiempo que se convierte en un lugar privilegiado de espacio y ocio. En este contexto se encuadran las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid en general y las del término municipal de Colmenarejo en particular.

Estos antiguos caminos pastoriles concebidos para el tránsito ganadero han participado de los mismos cambios que afectan al medio rural. El incremento continuo en los últimos años del área metropolitana madrileña ha influido sobre este tipo de viales, como consecuencia tenemos una trama rural y urbana evolucionada que da vida a un nuevo paisaje.

Por otra parte, el cambio de los sistemas tradicionales de tránsito de ganado y en consecuencia, la no utilización de muchas de esas vías pecuarias, así como la ocupación total o parcial de las mismas en forma de intrusiones, está dando como resultado en la actualidad, el deterioro o/y la desaparición de muchos de estos trazados. No obstante, a estos usos un poco en decadencia se debe añadir el enorme potencial que las vías pecuarias tienen como corredores ecológicos que permiten la interconexión entre espacios naturales, así como de agentes potencialmente beneficiosos para la biodiversidad e incluso lugares donde las sociedades urbanas pueden desarrollar actividades de ocio en plena naturaleza. Esta multifuncionalidad de las vías pecuarias refuerza su perspectiva de futuro, tal como especifican Cazorla y Merino «A la hora de plantearse las posibles estrategias de futuro para las vías pecuarias se debe reflexionar sobre la funcionalidad de las mismas en un contexto temporal pasado, presente y futuro».

Por otra parte, el uso creciente de las Tecnologías de la Información y el Conocimiento (TICs) en todas las áreas y sectores productivos permite que hoy el ciudadano tenga acceso rápido a fuentes de información y datos que hasta hace poco era impensable.

El estudio que aquí se explica, presenta la novedad de aplicar herramientas contrastadas para la geolocalización, delimitación y geovisualización en ámbitos urbanos, en este caso, para esos mismos procesos aplicados al dominio público presente en espacios rurales, como son las vías pecuarias.

Se trata de una propuesta técnica cuyo objetivo principal es ser útil, de una parte en el ámbito de la investigación, de otra, al propio ciudadano como usuario. Se propone una gestión integrada de los diferentes elementos presentes en el medio rural, en los

archivos y en la legislación vigente (Clasificación, Deslinde y Amojonamiento). Para este fin empleamos algunas de las principales Tecnologías de Información Geográfica (TIG) orientadas a la captura de información y al tratamiento informático de la misma como Sistemas Globales de Posicionamiento por Satélite (GNSS), Técnicas LIDAR(light detection and ranging), Fotogrametría, Cartografía digital y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este estudio aborda la problemática existente en las vías pecuarias, generada por la falta de información correlacionada, ordenada y actualizada, tanto gráfica, cartográfica, como documentalmente.

Como objetivo general se planteó la creación y diseño de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de fácil acceso y consulta para todos los agentes involucrados.

2. Contexto

2.1.Últimas actuaciones en las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid

Conocemos por diferentes fuentes de información sobre las vías pecuarias, que éstas a lo largo de la historia, han dispuesto de diferentes privilegios, así como de cierto proteccionismo en función, sobre todo, de su influencia en la economía del país y en menor medida, de sus aportaciones ecológicas, históricas y sociales.

En la actualidad son las Comunidades Autónomas las encargadas de administrarlas y gestionarlas de acuerdo con el Art. 148 de la Constitución Española de 1978. Posteriormente en 1995 el Gobierno del Estado promulgó la Ley Básica 3/1995 de Vías Pecuarias que entre otras muchas disposiciones declara su carácter demanial al considerarlas como «bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas y, en consecuencia, inalienables (no se pueden enajenar o vender), imprescriptibles (sus derechos no prescriben con el tiempo), e inembargables (no se pueden embargar)». Además se reconoce su Plurifuncionalidad como garantía de su conservación: estableciéndose el tránsito ganadero como uso prioritario y usos compatible y complementarios amparados en su gran potencial ecológico, cultural, turístico o recreativo. Así las considera como corredores ecológicos, esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres.

Y por ello muchas de ellas forman parte de los Espacios Protegidos Red Natura 2000, red ecológica europea coherente, cuya protección y gestión tiene por objeto el mantenimiento o restablecimiento de la diversidad biológica, mediante la protección de los tipos de hábitats naturales y de las especies de flora y fauna silvestres presentes en dichos espacios. Los Espacios Protegidos Red Natura 2000 incluyen los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), hasta su transformación en Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

En la Comunidad de Madrid los Espacios protegidos Red Natura 2000 están constituidos por 5 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), 2 Zonas Especiales de

Conservación (ZEC) y 7 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Representando aproximadamente un 40% de su territorio.

La interconexión de los espacios naturales mediante las vías pecuarias conforma un modelo territorial que integra los usos tradicionales del medio rural con la conservación de los valores naturales, que contribuye activamente al desarrollo sostenible de la región.

Para desarrollar esta interconexión, a través de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid se elaboró el Plan Vías Natura, un conjunto de actuaciones sobre las vías pecuarias que discurren por espacios naturales de la Red Natura 2000 que sirven de conexión entre ellos. El total de vías pecuarias incluidas en el Plan Vías Natura supone un 29% del total de las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid, y ocupa una superficie aproximada de 3.600 km².

En este contexto la Comunidad Autónoma de Madrid, junto con muchas otras, promulgo su propia ley 8/1998 de vías pecuarias. En la que entre muchas otras disposiciones se declara una categoría especial de vías pecuarias: las vías de interés natural y cultural, entendiéndose como tales todas aquellas que discurren dentro de los límites de los espacios protegidos de la Comunidad, -excepto las que pertenezcan a la Red Residual- y/o aquellas con especial valor para la conservación de la naturaleza o que permiten la conexión entre espacios naturales de la Comunidad. A estas vías se las ha dotado de especial protección, de manera que si discurren por espacios protegidos su grado de protección será el aplicado al espacio protegido o el de los planes de ordenación de los recursos naturales (artículo 9).

A estas disposiciones legales se han unido distintas iniciativas, desde diferentes colectivos e instituciones, tales como:

- El programa de Caminos Naturales, hoy llamado Itinerarios Naturales no Motorizados, destinado a promocionar, valorizar y divulgar estos caminos y con ellos las vías pecuarias que en muchos casos forman parte de los mismos, junto con viejas infraestructuras de transporte, caminos de sirga, etc.
- Desarrollo del turismo rural, a través de la elaboración de una serie de guías denominadas “Descubre tus Cañadas” destinadas a fomentar y divulgar los paisajes más sorprendentes que ofrecen estas vías, así como las diferentes actividades de ocio que se pueden practicar en ellas.
- Aplicación para Smartphone de Rutas Ornitológicas auto guiadas desarrolladas con tecnología de Realidad Aumentada. Que permite la Señalización Virtual de 28 Rutas Ornitológicas diseñadas sobre la Red de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, permitiendo al usuario realizar las rutas autónomamente y de forma segura, sencilla e intuitiva.
- Proyecto LIFE, que consistía en recorrer de nuevo con grandes rebaños las vías pecuarias abandonadas desde hacía medio siglo. Con gran repercusión en muchos programas de prensa, radio y televisión, lo que animó a muchos otros

ganaderos de toda España a recuperar la trashumancia caminando por las cañadas.

- El Encuentro Mundial de Pastores Nómadas y Trashumantes, para defender los valores ambientales, culturales y sociales del pastoreo itinerante.
- El Proyecto de Estudio sobre identificación de barreras y obstáculos de algunos trazados en la zona media y norte de la Comunidad de Madrid para ayudar a pastores y ganaderos en el tránsito más favorable por estos corredores.

2.2 Las vías pecuarias en la comunidad de Madrid.

La comunidad de Madrid posee una ubicación privilegiada, en el centro geográfico de la península Iberia, posición que le ha otorgado a lo largo de la historia ser lugar de paso obligado y centralización de las actividades que en la península Ibérica se han desarrollado. Así pasar por ella era obligado para todos aquellos ganados trashumantes que en la Edad media tuvieron su máximo esplendor y constituyeron uno de los principales pilares económicos de nuestro país. Como consecuencia de ello, nuestra región, es la comunidad autónoma con mayor densidad de vías pecuarias por Km² de territorio, ya que estas ocupan el 1,6 % del mismo: tan sólo nueve municipios (El Atazar, Belmonte de Tajo, El Berrueco, Estremera, Valdepiélagos, Valdelaguna, Valdemaqueda, Villa del Prado y Villamantilla) carecen de vías pecuarias.

La Red de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid comprende 1.764 vías clasificadas como tales, que suman una longitud aproximada de 4.177 kilómetros y ocupan una superficie aproximada de 13.267 hectáreas, distribuyéndose reticularmente por toda su geografía.

De las cuales cuatro de ellas forman parte de la red de grandes cañadas intercomunitarias:

- La Cañada Real Segoviana, que atraviesa nuestra comunidad de Norte a Sur.
- Entra por el puerto de Somosierra para salir de la comunidad por Villamantilla rumbo a Toledo.
- La Cañada Real Galiana. Entra por el término municipal de Ribatejada para salir de la comunidad por Torrejón de Velasco rumbo a Toledo. Recorre 93 km.
- La Cañada Real Soriana Oriental. Entra por la parte más oriental de la comunidad concretamente por el términos municipales de Fuentidueña de Tajo, Valdaracete, Estremera y Brea de Tajo, a lo largo de casi 30 kilómetros.
- La Cañada Real Leonesa Oriental Entra por la parte más occidental de la comunidad concretamente por el término municipal de Las Rozas de Puerto Real para salir de la comunidad de Madrid por el mismo término. Tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

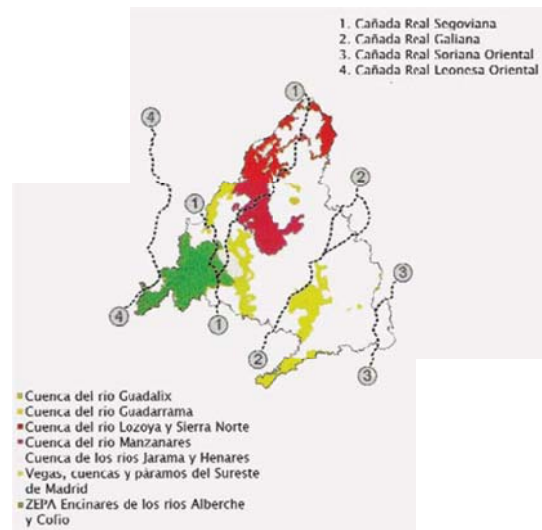


Fig.2.1. Cañadas intercomunitarias que pasan por la Comunidad de Madrid
Fuente: <http://img64.imageshack.us/img64/5959/caadaseg1.jpg>

Todas las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid, según su Plan de Gestión y Usos (PUG) se han jerarquizado en términos de funcionalidad y/o capacidad de conservación. Considerándose los tres niveles siguientes:

Red básica: Las vías pecuarias de esta categoría forman una malla continua, que cubre la Comunidad y continua por otra u otras Comunidades, en la que se conservan sus usos característicos prioritarios, compatibles y complementarios. Esta red debe conservarse a ultranza en los tramos que se mantiene bien y a recuperar en aquellos puntos o elementos degradados. En ella los criterios de uso y aprovechamiento son muy estrictos y se debe dedicar una especial atención a su gestión. A su vez, esta red se clasifica en tres categorías:

- Categoría 1: formada por los aquellos tramos de vías pecuarias que disponen de usos pecuarios activos y/o aquellos que poseen un alto valor de conservación general, natural o cultural.
- Categoría 2: formada por los tramos sin especial interés de algún tipo, pero necesarios para la conectividad de la Red Básica a escala regional.
- Categoría 3: formada por los tramos que cuentan con paso libre de obstáculos inferior a 12 m. y mantienen un uso ganadero muy activo.
- **Red complementaria:** Esta red está definida por todas aquellas vías pecuarias que permiten la conectividad local sin aportar conectividad a escala regional, complementando a la Red Básica. Como criterio general se establece la compatibilidad con todos los usos comunes y con los especiales. A su vez, esta red se clasifica en dos categorías:

- Categoría 1: formada por los tramos que tienen interés natural o cultural.
- Categoría 2: Esta formada por aquellos tramos que se encuentran en regular o mal estado, pero están vinculados al uso medio natural, ganadero o agrícola
- Red residual: Esta red está constituida por todas aquellas vías pecuarias que han perdido de forma irrecuperable su función pecuaria, bien por haber sido absorbido por el medio urbano o por encontrarse aislados y ser de escasa entidad en el medio rural sin ninguna función para el tránsito del ganado. Tal como se aprecia en la siguiente figura:

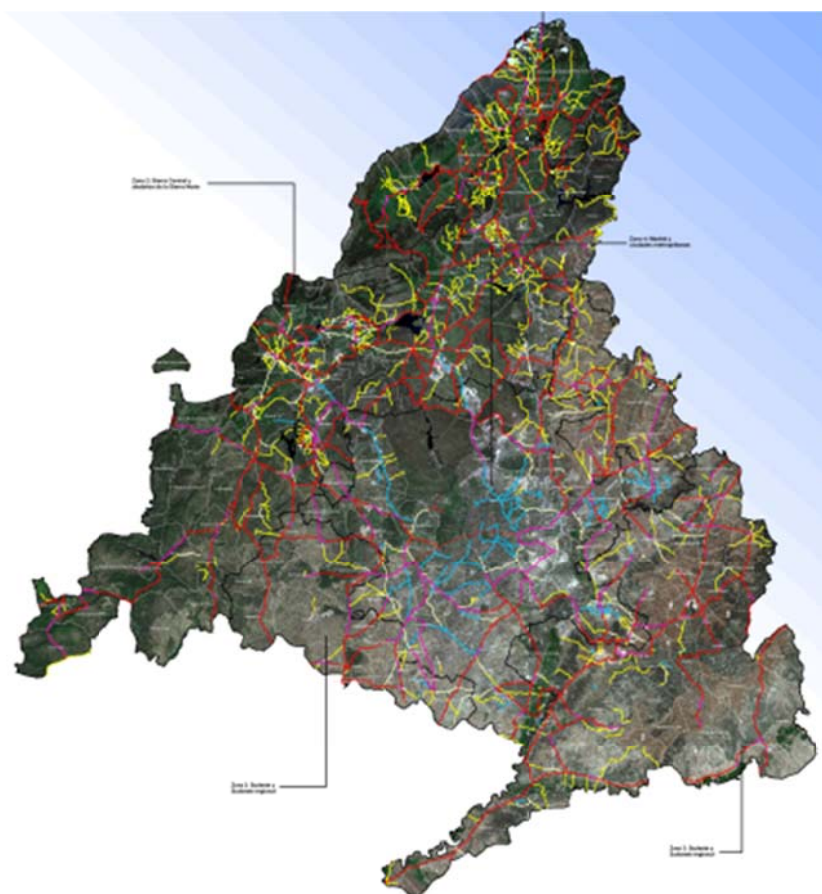


Fig.2.2. Vías pecuarias de la Comunidad de Madrid clasificadas en Básica, Complementaria y Residual.

Fuente: Área de vías pecuarias de la Comunidad de Madrid.

En este contexto, cabe destacar que en la comunidad de Madrid existe un 68% de vías consideradas de interés natural y cultural, distribuidas tal como se especifica en el cuadro adjunto:

	KM	%
VÍAS DE INTERES NATURAL	2.541	62
VÍAS DE INTERES CULTURAL	109	2,6
VÍAS DE INTERES NATURAL Y CULTURAL	139	3,4
TOTAL	2.789	68

Tabla.2.1. Vías pecuarias de interés Natural y Cultural de la Comunidad de Madrid.
Fuente: Área de vías pecuarias de la Comunidad de Madrid.

2.3 Colmenarejo y sus vías pecuarias

El municipio de Colmenarejo está situado al noroeste de la Comunidad de Madrid a tan solo 37 km de la capital, concretamente al pie de la Sierra de Guadarrama, en la Comarca del Río Guadarrama. Linda por el norte con Galapagar y El Escorial, por el oeste con Valdemorillo, al sur con Villanueva del Pardillo y al este con Galapagar.

Este pequeño municipio de tan solo 31,06 Km² conserva una gran diversidad paisajística enriquecida por sus veinticinco vías pecuarias, que conforman una densa red cubriendo la práctica totalidad de su territorio.

El agua en Colmenarejo está presente en su paisaje y en su vida. Todo su territorio municipal discurre por el Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), LIC “Cuenca del Río Guadarrama” y por el Parque Regional del Curso Medio del Río Guadarrama. Además parte de él (166 hectareas) se encuentra inundado por el embalse de Valmayor, el segundo de mayor capacidad e importancia en la Comunidad de Madrid, cuya construcción en 1976 marcó un antes y un después en su paisaje, convirtiéndose sus márgenes, en los lugares de mayor interés paisajístico y de ocio náutico de la localidad. Además de este embalse, el río Aulencia está interrumpido un poco más abajo por la presa Vieja o Embalse de Valmenor, que aunque en la actualidad está prácticamente colmatada, cuenta con un paraje de gran valor ecológico por el que discurren numerosos arroyos.

Pero el agua en Colmenarejo no solo corre por su superficie, en su subsuelo es también abundante, a poca profundidad la roca madre es de escasa permeabilidad lo que mantiene un nivel freático elevado que aflora con facilidad, esto unido a manantiales más profundos que aprovechan diaclasas para aflorar a la superficie, da como resultado una gran cantidad de surgencias, unas permanentes y otras no. Este fenómeno era muy utilizado en la época floreciente de la trashumancia, ya que permitía dar de beber al ganado simplemente excavando agujeros de poca profundidad en el suelo. En la

actualidad aún se pueden encontrar algunos de estos hoyos por el término municipal. También eran famosas las fuentes de su zona septentrional por la calidad de sus aguas: El Pozuelo, El Navazo, Prado Fuente, etc., éstas eran utilizadas con idénticos fines, lo que permitió que en sus proximidades se dispusieran algunos de los dieciséis descansaderos de este término municipal.

Como se puede apreciar este término municipal ha estado muy ligado a lo largo de toda su historia a la ganadería, de ahí que sea uno de los municipios de la Comunidad de Madrid con mayor densidad de vías pecuarias por Km². Incluso algunos historiadores defienden que tanto sus orígenes como su nombre están relacionados con la vocación ganadera de los segovianos y su actividad trashumante que les llevaba a desplazarse en busca de pastos frondosos y temperaturas más cálidas, creando posadas y cabañas de pastores junto a la Cañada Real de las Merinas y a la Cañada Real Segoviana. Dos de las vías pecuarias más importantes de esta localidad. Por desgracia la Cañada Real Segoviana quedó inundada con la construcción del embalse, permaneciendo desde entonces como asignatura pendiente su recuperación.

Centrándonos en las vías pecuarias de Colmenarejo, según el inventario de la Comunidad de Madrid, existen:

- 2 Cañadas Reales: De Merinas del Camino de Madrid y La Segoviana.
- 11 Veredas: Camino del Rey, de las Latas, de las Nicolasas, de las Viñas Viejas, del Madroñal, de la Nava, de Prado Osteros, de Tapias Altas, del Puente del Cura, de la Majada del Moreno y al Robledillo y Prados de la Barrera.
- 9 Coladas: del Camino del Peralejo, de Cabeza Aguda, a la Venta de San Antonio, del Milanillo, del Camino de Sopas, del Camino del Pardillo, del Cerro del Burgo, por el Atajo del Puente del Correo y Navalapielga.
- 2 Cordeles: a Galapagar y de la Espernada.
- Descansadero Abrevadero de la Fuente del Navazo o de las 7 pilas.

Además cuenta con dieciséis descansaderos: de Ganado de la Cañada Real de Segovia, de los Bajos de Peñarrubia, de la Cerca de la Casa o Tiestacabezas, de Ganados de Puente Caído, del Molino de Puente Caído, de Peña Lobera, del Arroyo Riosequillo, del Molino de Sopas, de las Vertientes de Peñarrubio, de las Nicolasas, de los Linares del Pozo, del Cerro del Burgo, del Puente del Cura, de Ganados de la Viñuela, del Molino de Piedra y de los Rasos del Madroñal. Tal como se aprecia en la siguiente figura:

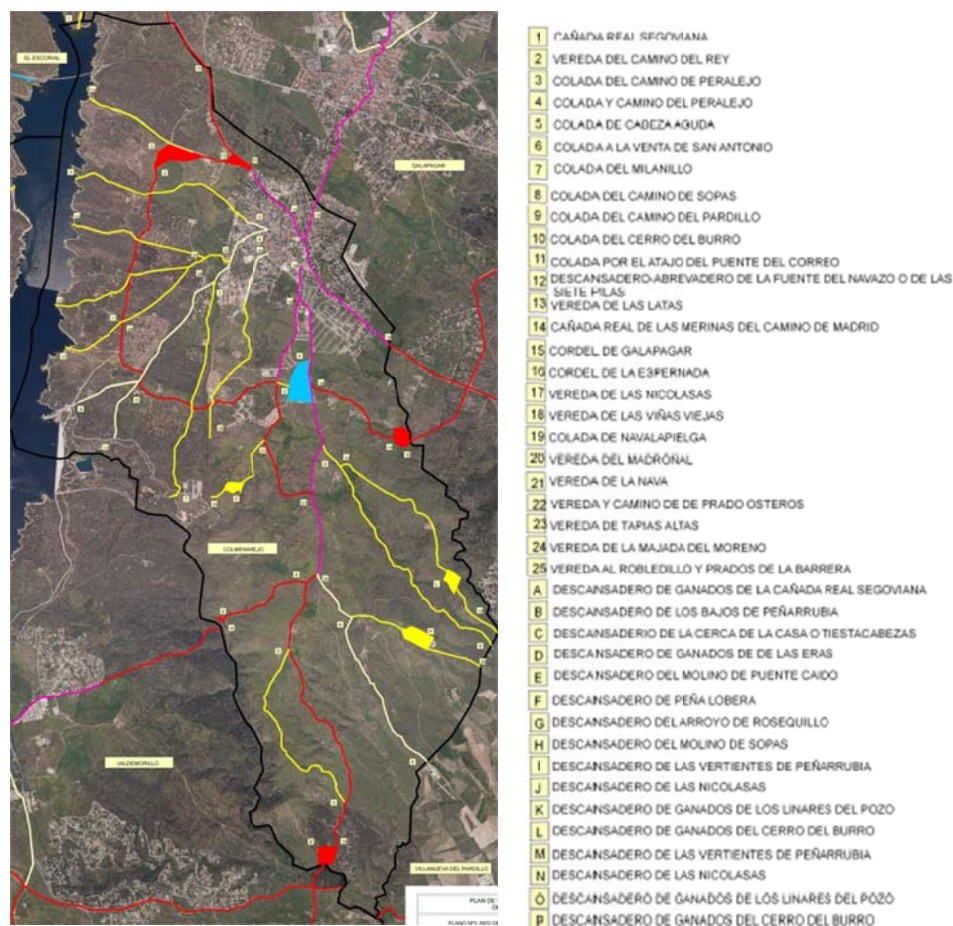


Fig. 2.3. Vías pecuarias de Colmenarejo
Fuente: Área de vías pecuarias de la Comunidad de Madrid.

Todas ellas se encuentran deslindadas y amojonadas, además prácticamente todas se encuentran señalizadas. La mayoría pertenecen al Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), LIC “Cuenca del Río Guadarrama” y al Parque Regional del Curso Medio del Río Guadarrama. Por su parte, las vías que discurren por la zona más próxima al Embalse de Valmayor, se incluyen en el Espacio Natural Protegido del Embalse de Valmayor. Lo que implica que todas en alguna de sus tramos, menos la Colada de Navalapielga, la Vereda de la Nava y el Cordel a Galapagar pertenecen a la Red Natura 2000.

Según el Plan de Gestión y Usos (PUG) de la Comunidad, las vías pecuarias de Colmenarejo están clasificadas en Básicas, Complementarias y Residuales, distribuyéndose tal como se especifica en el cuadro adjunto:

RED	METROS	%
BÁSICA	24.341	41
COMPLEMENTARIA	34.469	59
RESIDUAL	0	0
TOTAL	58.810	200

Tabla.2.2. Vías pecuarias de Colmenarejo clasificadas en Básicas, Complementarias y Residuales.

Fuente: Área de vías pecuarias de la Comunidad de Madrid

3. Definición del problema

El problema fundamental es la falta de información geográfica agrupada y de fácil acceso, tanto para el ciudadano, como para técnicos e investigadores. Estas son las principales causas que dificultan las labores de consulta sobre cuestiones de diversa índole que puedan surgir acerca de las vías pecuarias de un término municipal, así mismo, existen otros aspectos que se nos plantean, tales como:

- La necesidad de representar cartográficamente el trazado y anchura de este tipo de caminos tradicionales con la oportuna precisión.
- La existencia de una red muy densa de vías en la región.
- La falta de información detallada del estado actual de su red de vías pecuarias.
- La necesidad de reunificar toda la documentación existente en diferentes archivos históricos y por diferentes vías.
- El estudio comparado de la evolución de los trazados a través tanto de fotografías aéreas de diferentes periodos, como de la escasa cartografía y referencias gráficas disponibles.
- La necesidad de valorar la idoneidad de los itinerarios para la continuidad del tránsito ganadero, para usos compatibles y complementarios.
- La necesidad de fomentar y divulgar las actividades de ocio que en ellas se desarrollan.
- Disponer de un inventario y catalogación de las vías pecuarias del término municipal de Colmenarejo de fácil y rápido acceso.
- Plantear y resolver de forma particularizada cada tipo de vía y las posibles problemáticas asociadas.

3.1. Dispersión y falta de Información

Existe una gran cantidad de información geográfica de diferente índole sobre las vías pecuarias y el territorio, pero se presenta el problema de la falta de integridad. Así, han ido apareciendo diferentes tipos de formatos para diferentes tipos de información. Durante esta investigación se han encontrado archivos en dxf, dwg, shp, kml, jpg, tiff, pdf, doc, etc., e incluso documentación antigua en otros soportes como grabados o papel que ha sido necesario escanear o digitalizar. En una nueva fase como es esta, correspondiente al período inicial, del siglo XXI caracterizada por la eclosión de los denominados entornos o escenarios 2.0, existe la posibilidad de utilizar servicios en red del tipo WMS (Web Map Service). Se trata de servidores online que permiten la consulta de cartografía, fotografías aéreas y terrestres, ortofotografías e imágenes de satélites, a través de diferentes plataformas SIG, aunque si bien es cierto, en muchas ocasiones sin capacidad de edición alguna. El problema se presenta a la hora de requerir información de diferentes fuentes y formatos que complican la accesibilidad al estar georreferenciados en distintos sistemas geodésicos de referencia, locales, más o menos antiguos, o los típicos ED50 (European Datum 1950), ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), WGS84 (World Global System 1984) o incluso sin sistema de referencia asociado.

Toda esta dispersión supone un problema para el uso conjunto de la información geográfica, a la vez que para la realización de análisis comparativos. Una de las tareas ha sido la de la homogenización para poder ser utilizada con garantías.

A este problema se une la necesidad de manejar otro tipo de información no geográfica, la información alfanumérica también relevante para el estudio del tema que nos ocupa, tal como el estado de clasificación, deslinde o amojonamiento de las vías, su pertenencia a la Red Natura 2000, la transitividad, nivel de conservación, actividades que en ella se pueden practicar, etc.

Y por último hay que mencionar también la falta de información actualizada sobre su estado actual.

4. Desarrollo del proyecto y resultados obtenidos

4.1 Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS) permiten relacionar información de cualquier tipo (base de datos) con una localización geográfica (mapa). De este modo, se pueden relacionar simultáneamente, diferentes tipos de información con un determinado lugar. Esto posibilita, entre otras cosas, el poder comparar y analizar información con el fin de revelar causas y efectos muy difíciles de analizar con métodos cuantitativos tradicionales.

En los Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS) se emplean dos tipos de archivos: Vectoriales y Ráster. Los primeros describen los objetos geográficos utilizando vectores definidos por pares de coordenadas "x,y,z" relativas a algún sistema cartográfico. Es decir, todo lo que se quiera representar del mundo real se transforma en puntos (definidos por sus coordenadas), líneas (definidas por una sucesión de puntos) y polígonos (definida por una sucesión de líneas). Por su parte, en los Raster los elementos ya no se representan por sus coordenadas "x,y,z", sino asignando valores a las celdas que abarcan el cubrimiento de los elementos cartográficas. Es decir se divide la zona a representar en filas y columnas, formando una malla regular de pequeñas celdas (pixeles) a las cuales se les asigna un valor.

4.2 Metodología para el diseño y creación de un Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS)

Uno de los principales objetivos de este estudio es la creación de un Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS) de las vías pecuarias del término municipal de Colmenarejo, que integre la información geográfica disponible, de forma que se tenga acceso ordenado, rápido y eficaz. El sistema aportará una visión global con datos e información diversa, así como la correspondiente especificidad de cada trazado. De una parte se emplearán legajos y cartografía antigua junto con otra actual para analizar y valorar la evolución de las vías pecuarias y del territorio que las acoge. Se utilizará cartografía temática como complemento en la caracterización de los trazados viarios, cartografía actual para la definición y delimitación, así como información geográfica generada en este estudio que supuso información adicional no reflejada en la geoinformación disponible hasta la fecha.

Para su creación se partió de dos pilares fundamentales: el software utilizado y la geoinformación. En primer lugar el software elegido debía disponer de las prestaciones necesarias para el manejo, análisis y cálculo que exige el Sistema que aquí se trata de implementar, en este caso el software empleado es GVSIG en su versión 1.12. Este Programa empezó a desarrollarse en el año 2003 bajo el auspicio de la Generalidad Valenciana y la Unión Europea mediante el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), codesarrollado por la empresa IVER y Prodevelop, cuenta, además, con la participación de la Universitat Jaume I. La elección de este software se debe principalmente a su libre acceso y facilidad de manejo, lo que le convierte en una herramienta que se adapta perfectamente a las necesidades de cualquier usuario de SIG, pero sin necesidad de inversiones costosas, ni largos y tediosos procesos de aprendizaje. Por otra parte, se trata de una aplicación de código abierto lo que implica que cualquier persona con conocimientos de programación puede desarrollar aplicaciones para él. Un ejemplo ya contrastado es su aplicación Sextante que fue desarrollada en el año 2008 por la Junta de Extremadura para satisfacer sus propias necesidades.

En cuanto a la geoinformación de partida empleada ha sido proporcionada por organismos oficiales: Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), Centro Cartográfico y fotográfico del ejército del aire (CECAF), Geoportal de la Infraestructura de datos Espaciales de España (IDEE), Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), Catastro, Archivo Histórico Nacional, Ayuntamiento de Colmenarejo y el Área de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid. Esta geoinformación ha sido completada y modificada para adaptarla al objetivo de este proyecto de investigación, tal como se puede apreciar en el siguiente flujograma:

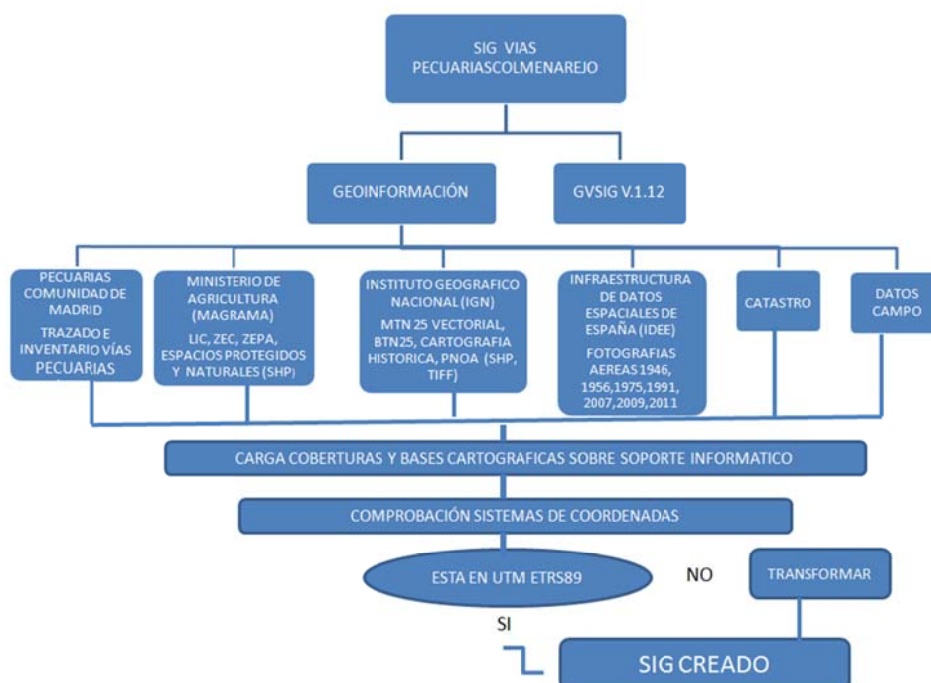


Fig. 4.1. Flujograma para la creación del SIG
Fuente: Elaboración propia

Una vez fijados estos dos pilares, el software y la base de datos con la geoinformación obtenida disponemos de la base para la creación del Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS); en el siguiente paso se integró y organizó la información geográfica más relevante mediante el software citado. Para ello hay que verificar que el sistema geodésico de referencia sea el mismo en toda la cartografía, fotografías aéreas e imágenes de satélites. El SIG va a estar referido al Sistema de Coordenadas ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), proyección UTM (Universal Transversal Mercator), de acuerdo con el Real Decreto 1071/2007 de 27 de

Junio en el que se cita expresamente como nuevo Sistema de Coordenadas Oficial para España, sustituyendo al hasta ahora utilizado ED50 (European Datum 1950). Se dan situaciones en las que el Sistema de Coordenadas es distinto a éste, es el caso de los utilizados en cartografía histórica. En estos casos se ha transformado utilizando la herramienta “geoproceso” del programa Gvsig que utiliza algoritmos suficientemente contrastados. En otras ocasiones se disponía de información sin un Sistema de Coordenadas asociado, en cuyo caso se ha georeferenciado utilizando la herramienta “georeferenciación raster” del mencionado programa.

En este contexto, para representar las vías pecuarias se ha partido del archivo Keyhole Markup Language (KML) incorporado a la página oficial de vías pecuarias de la Comunidad de Madrid. Este archivo contiene y representa solamente el trazado de las vías pecuarias de la Comunidad, su caracterización se hace mediante líneas y/o polígonos, todas en una única capa en el Sistema de Coordenadas WGS84 (World Global System 1984), asociada a una pequeña base de datos con la siguiente información: nombre de la vía, código vía pecuaria, municipio, si está clasificada, deslindada y amojonada.

De este archivo se han separado y aislado las vías pecuarias, descansaderos y abrevaderos del término municipal de Colmenarejo, que a su vez, se han tipificado y valorado en tramos homogéneos a partir de “La multifuncionalidad de las vías pecuarias: modelos de valoración” desarrollado por el Área de vías pecuarias de la Comunidad de Madrid. Por la cual se valora cada tramo de vía pecuaria en función de los méritos que reúne desde el punto de vista de su estado de conservación, de su interés para la funcionalidad de la vía a la que pertenece y de su calidad desde el punto de vista natural y cultural. Se ha transformado al sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). Por último, a cada vía pecuaria se le ha asignado una base de datos con la siguiente información:

TRAMO	NOMBRE VP	CODIGO VP	TIPO RED	CATEGORIA	CLASIFICADA FECHA	DESLINDADA FECHA	AMOJONADA FECHA

ANCHURA LEGAL	ANCHURA REAL	LONG VP	LONG TRAMO	CALIDAD NATURAL	CALIDAD CULTURAL	LIC	VALOR CONSERVACION

VALOR FUNCIONALIDAD	PAISAJE	RUTA DESCUBRE TUS CAÑADAS	RUTA ORNITOLOGICA	RED NATURA	TIPO FIRME	ESTADO FIRME

AFECCIONES	GRAVEDAD AFECCIONES	REVERSIBILIDAD AFECCIONES	ANTIGÜEDAD AFECCIONES	ENAGENADA	PERMUTADA

Tabla. 4.1. Base de datos asociada a cada tramo de vía pecuaria analizado
Fuente: Elaboración propia

Los descansaderos y abrevaderos se han representado mediante polígonos, asignándoles también una base de datos con información semejante a la de las vías pecuarias.

Se ha creado una capa de puntos con las afecciones puntuales que afectan a las vías pecuarias, a las que también se les ha asignado una base de datos con las características que describen dichas afecciones.

Los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), espacios protegidos y naturales se han descargados de la página del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente.

Para representar el territorio ocupado por Colmenarejo se han utilizado las hojas kilométricas de dicho término municipal a escala 1/5000 para zonas rústicas y a 1/2000 para zonas urbanas. Además de fotografías aéreas del PNOA.

Una vez integrada toda la información se puede dar por finalizada la etapa de creación del SIG. A continuación se muestra una consulta realizada con el SIG:

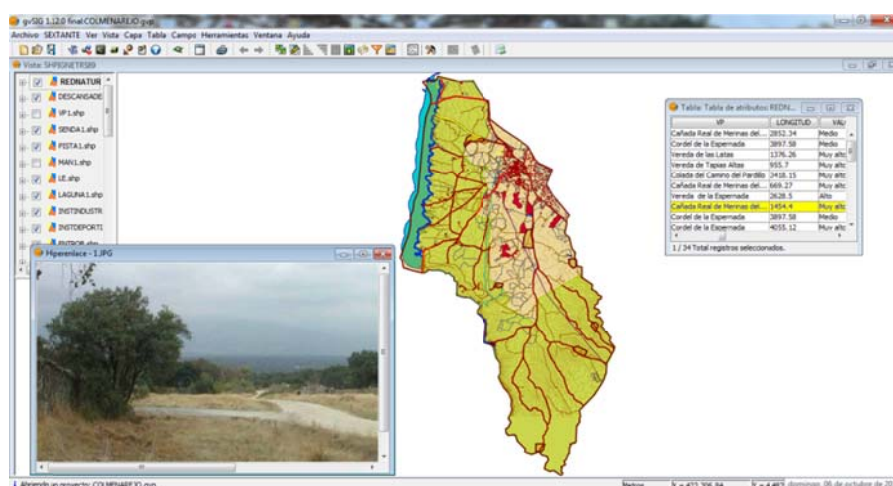


Fig. 4.2. Ejemplo de consulta asociada a una vía pecuaria en el SIG desarrollado
Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Estudio comparativo mediante fotografías aéreas de la zona de estudio

Este estudio comparativo permite visualizar la evolución del territorio desde los años 50 del pasado siglo hasta nuestros días. Para ello se utilizó la observación y comparación de las fotografías aéreas que el ejército de los Estados Unidos elaboró en el año 1.958, frente a las ortofotografías del PNOA realizadas en los años 1973, 1986 y 2011. Este análisis resultó valioso para esta investigación al mostrar el territorio antes, durante y después de las alteraciones artificiales causadas por la creciente presión urbanística y por la extraordinaria proliferación de nuevas infraestructuras.

Mientras que las fotografías aéreas procedentes del vuelo americano se comercializan por el Centro Cartográfico y fotográfico del ejército del aire (CECAF), en formato papel o digital, siendo éste último el escaneo de los originales, presentándose sin ningún tipo de sistema de referencia y en formato “jpg”. Las fotografías del PNOA han sido obtenidas en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), impulsado conjuntamente por la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas, presentándose en formato “ecw” en el sistema de coordenadas ETRS89 y de precisión submétrica.

En consecuencia para poder realizar la comparación, el primer problema que se presentó consistía en la diferencia entre los sistemas de coordenadas de las imágenes, lo que implicó la georreferenciación de las fotografías aéreas del vuelo americano de 1958 en el sistema ETRS89. Este proceso es bastante laborioso, se plantea en dos fases muy diferenciadas:

- Fase 1: Preparación de las imágenes. Las ortofotografías americanas vienen digitalizadas por completo con el marco negro y la información marginal propia de las ortofotos, y en consecuencia hubo que recortarlas.
- Fase 2: Ajuste de las imágenes. Esta fase puede ser compleja, ya que no existe una coincidencia perfecta con las ortofotografías del PNOA, cuestión que se puede comprobar con un alto grado de precisión. Para realizar el ajuste se deben seleccionar ciertos puntos fácilmente identificables en las imágenes (de 1958 y PNOA), esta operación se complica, debido tanto a la escala del vuelo americano (1/32000), como a la transformación que ha sufrido el territorio desde entonces. Sin embargo, se consiguió localizar los puntos suficientes para realizar el ajuste. Como se deduce del proceso llevado a cabo, la precisión alcanzada en la georreferenciación no es muy elevada, existiendo desfases en el ajuste de algunos fotogramas, lo cual no permite la localización de puntos con gran exactitud geográfica, pero si el mencionado análisis visual comparativo, y una valoración de la evolución que han experimentado los trazados cañariegos a lo largo de estos años.

5. Algunas conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos se puede asegurar que se han alcanzado los objetivos fijados en el inicio de este trabajo. Se ha conseguido una potente herramienta que permite reunificar e integrar la geoinformación antigua y moderna. Mapas, planos y otra documentación gráfica se implementan en una única aplicación, ello nos permite hacer análisis y valoraciones que antes no era posible. En este sentido podemos observar la evolución que a lo largo de los años han experimentado las vías pecuarias en el término municipal de Colmenarejo, incluyendo sus afecciones así como las posibles causas de las mismas. Por otra parte, una adecuada visualización y estudio de cada itinerario nos ha permitido detectar:

- La falta de coherencia en la cartografía que se ha venido utilizando en algunas zonas, tales como: la Vereda de las Viñas Viejas y el descansadero de Peña Lobera.
- La desaparición y/o reducciones de algunas vías pecuarias y descansaderos como consecuencia del enorme desarrollo urbanístico y de infraestructuras que se ha experimentado en los últimos cuarenta años, como por ejemplo: la ocupación parcial del descansadero de ganado de los Linares del Pozo por la universidad Carlos III, el tramo ocupado linealmente por calle de suelo urbano residencial en la Cañada Real de las Merinas, los cerramientos de fincas privadas como sucede en el Cordel de la Espernada.
- El cambio en la toponimia de algunas vías pecuarias, es el caso de la actual “Vereda de Las Latas” que en 1907 se denominaba “Vereda que desde la fuente del Navazo conduce a la carretera del Escorial” y en 1853 “Vereda que por entre las Dehesas de Las Latas y Peraleda Grande va a parar a la carretera del Escorial”.
- La problemática particular de cada una de las vías pecuarias de Colmenarejo y la proposición de algunas medidas que puedan ser más adecuadas, un ejemplo es el corte de la Colada del camino de Peralejo con la carretera M-510, que entendemos se debería señalar mediante la correspondiente señal de cruce o la ocupación lineal de la Vereda del Camino del Cura por la carretera M-510, en la que se podría efectuar una permuta o buscar un trazado alternativo.

Además, se ha logrado inventariar y catalogar las vías pecuarias del término municipal de Colmenarejo, permitiendo entre otras cuestiones: valorar su idoneidad tanto para la continuidad del tránsito ganadero, como para sus usos compatibles y complementarios, analizando diferentes aspectos a la vez, en función de los cuales se puede determinar las actuaciones más convenientes, tanto para su óptima conservación como para su máxima funcionalidad.

6. Referencias bibliográficas

- CAZORLA, A., LÓPEZ, E. y RICO, A.M. (1997). Plan de Actuación en las Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid. Consejería de Economía y Empleo. D.G. de Agricultura y Alimentación. Comunidad de Madrid.
- CAZORLA MONTERO, A. y MERINO GARCÍA, J. (1994) Pasado, presente y futuro de las vías pecuarias españolas: Hacia una planificación integrada. Comunicación presentada en el IV Congreso Nacional de Derecho Agrario en Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Agrícola Española, S.A.
- ESTÉBANEZ, J. (1988): “Los espacios rurales” en PUYOL, ESTÉBANEZ y MÉNDEZ: Geografía Humana, Cátedra, Madrid.
- GARCÍA SANZ, A. (2003). Mesta y Vías Pecuarias en España: Historia y Patrimonio en Las vías pecuarias del Reino de España: un patrimonio natural y cultural europeo. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- HERRAIZ, O.(2010). Aspectos jurídicos y sociales de las vías pecuarias. Ponencia II Congreso Nacional de Vías Pecuarias.
- HERRERO TEJEDOR, TOMAS RAMÓN. (2005). *Propuesta Metodológica para el Estudio de las Vías Pecuarias*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- JIMÉNEZ DE LA FUENTE, B. (2003). Actuaciones en el suelo no urbanizable en la Comunidad de Madrid: Marco Jurídico. Curso “Técnicos en Ordenación Rural, jardinería y Paisajismo” Universidad Politécnica de Madrid.
- MILLAN GONZALEZ, J. A. (2011). La Red de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid. Artículo Foresta Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales.
- ENRIQUE PÉREZ-MARTÍN, TOMÁS RAMÓN HERRERO-TEJEDOR, MIGUEL ÁNGEL GÓMEZ-ELVIRA, JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, MIGUEL ÁNGEL CONEJO-MARTIN. (2011). Graphic study and geovisualization of the old windmills of La Mancha (Spain), *Applied Geography*, Volume 31, Issue 3, Pages 941-949, ISSN 0143-6228, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.01.006>.