

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

Detección de límites cartográficos alterados en vías pecuarias.  
Caso concreto en Madrigal del Monte (Burgos)



---

**Universidad de Valladolid**



## DETECCIÓN DE LÍMITES CARTOGRÁFICOS ALTERADOS EN VIAS PECUARIAS. CASO CONCRETO EN MADRIGAL DEL MONTE (BURGOS).

### RESUMEN

El presente trabajo expone los resultados del estudio de las diferentes cartografías existentes para la detección de la alteración de los límites de las vías pecuarias en el municipio de Madrigal del Monte (Burgos), mediante el empleo de sistemas de información geográfica (S.I.G.) por ser la herramienta más apropiada para el almacenamiento, gestión y análisis de información georreferenciada de un territorio. A partir de los planos cartográficos y fotografía aérea encontrados en las distintas Administraciones Públicas, se procede a su georreferenciación y posterior vectorización de los límites de las Vías Pecuarias trazados en dichas cartografías, para de esta forma, poder contrastar las diferencias encontradas. En este sentido podemos avanzar que la superficie actual asignada por catastro es un 3,5% inferior a la detectada en la cartografía más antigua, disminuyendo también los anchos medios. En dos casos se ha encontrado una modificación sustancial del trazado.

**Palabras clave:** Vías Pecuarias, Cañadas, Cartografía, Georreferenciación, Sistemas de Información Geográfica (SIG)

### 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

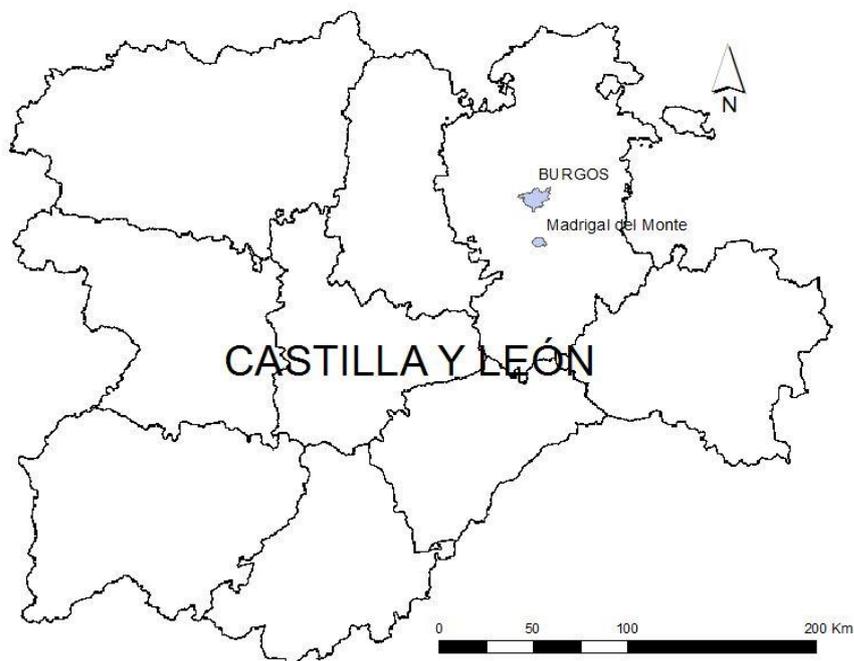
La definición concreta de los límites de las vías pecuarias, resulta casi siempre imprecisa y generadora de conflictos [1], pues no existen en la realidad física del terreno límites claros de los trazados históricos, y por tanto resulta muy imprecisa su traslado al plano. La importancia de la detección de los límites cartográficos de las Vías Pecuarias es incuestionable, un ejemplo reciente se refleja en diferentes comunicaciones presentadas en el I Congreso Nacional de Vías Pecuarias [2] celebrado con motivo del décimo año desde la publicación de la Ley 3/1995, de 25 de marzo, de Vías Pecuarias [3]

Los datos cartográficos más antiguos que podemos encontrar en lo referente vías pecuarias, datan del siglo XIX [4], a lo largo del siglo XX se fueron confeccionando y terminando las diferentes hojas del Mapa Topográfico Nacional, en los cuales se puede apreciar la presencia de la simbología cañariega, siendo en la segunda mitad del siglo XX con las concentraciones parcelarias, donde podemos encontrar planos con mayor definición y a mayor escala de los límites de las Vías Pecuarias, con una representación de las mismas en las “pañoletas” del término municipal. Generalmente la información disponible por la Administración competente consiste en Proyectos de Clasificación de las Vías Pecuarias, elaborados en los años 60 por el antiguo Ministerio de Agricultura, que definen con referencias escritas los trazados, con su denominación, y su anchura teórica, (se define una anchura fija para todo el recorrido), y por último se acompaña un plano muy esquemático, de los trazados, por el territorio municipal.

Otra fuente documental importante son los fondos de cartografía histórica de la Dirección General del Catastro [5], que se encuentran en las gerencias territoriales de Catastro y en algunos casos parte de los fondos están depositados en los Archivos Históricos Provinciales.

En consecuencia, a lo largo del tiempo se han producido distintas cartografías que reflejan diferentes límites de las vías pecuarias, haciendo difícil la identificación en el terreno de los mismos y de las posibles intrusiones que se puedan producir.

El trabajo que se presenta, pretende acercarse a la problemática planteada a través del estudio de un caso en concreto, los límites de vías pecuarias de las diferentes cartografías para el término municipal de Madrigal del Monte, provincia de Burgos (Figura 1).



**Figura 1. Localización del municipio de Madrigal del Monte (Burgos).**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECYL)

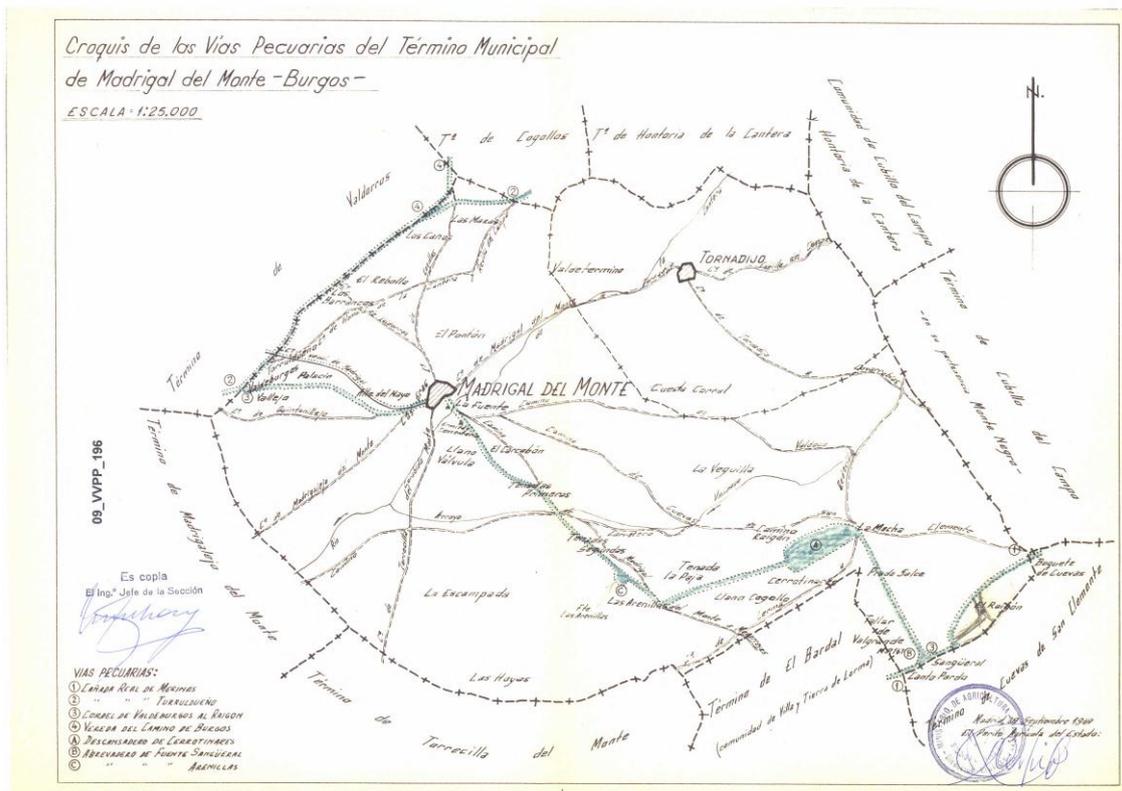
Las vías pecuarias existentes en el municipio se clasifican por orden de 5 de septiembre de 1970 del Ministerio de Agricultura [6], en la que se aprueba la clasificación de vías pecuarias de Madrigal del Monte, en base al Proyecto de clasificación redactado por el perito agrícola del Estado Don Luis González Carpio Almazán [7]. Según dicha clasificación en dicho municipio encontramos las vías pecuarias, descansaderos y abrevaderos indicados en la Tabla 1, en la que se incluyen los anchos, longitudes y superficies ocupadas.

**Tabla 1. Vías pecuarias, descansaderos y abrevaderos en el municipio de Madrigal del Monte (Burgos)**

VÍA PECUARIA	Ancho (m)	Largo (m)	Superficie (Has.-a.-ca.)
Cañada Real de Merinas	75,22	1800	13-53-96
Cañada Real de Turruldueño	75,22:2	2400	9-02-64
	75,22	900	6-76-98
Cordel de Valdeburgos al Raigón	75,22	8200	30-84-02
Vereda del Camino de Burgos	20-89:2	500	52-22
Descansadero de Cerrotinares			8-0-0
Abrevadero de Fuente Sangüeral	Dentro de Cañada Real de Merinas		
Abrevadero de Fuente Arenillas			1-0-0
Superficie total			69-69-82

Fuente: Proyecto de clasificación de Vías Pecuarias de Madrigal del Monte (Burgos). Ministerio de Agricultura

El recorrido, dirección y demás características, vienen definidas en el citado Proyecto de clasificación [7], el cual adjunta un plano esquemático a escala 1:25000 de situación junto con los límites del municipio (Figura 2).



**Figura 2. Croquis de las Vías Pecuarias del Término Municipal de Madrigal del Monte (Burgos).**

Fuente: Proyecto de clasificación de vías pecuarias de Madrigal del Monte (Burgos). Ministerio de Agricultura.



El principal objetivo del presente trabajo es el estudio de los límites de las vías pecuarias de las distintas cartografías existentes del municipio, identificando dónde se han producido variaciones reseñables en su trazado.

## 2.- MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1.- Recopilación de la información

Es de especial importancia el investigar y recopilar la mayor información posible, tanto desde el punto de vista histórico como administrativo para apoyar la existencia de las Vías Pecuarias, para ello es preciso llevar una metodología que integre de manera lógica y ordenada la información residente en los fondos documentales [1]. En este sentido, si bien la Documentación Administrativa es posible obtenerla de las propias Delegaciones Provinciales, al menos en su mayor parte, en ocasiones se hará preciso recurrir a otras importantes fuentes de información:

- Archivo Histórico Nacional, donde se localiza la documentación de la Mesta y el Catastro del Marqués de la Ensenada.
- Fondo Documental de los Departamentos con competencias forestales de la Administración General de Estado, principalmente del extinto Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) radicados en la actualidad en la Dirección General de Medio Natural de la Junta de Castilla y León.
- Archivo Histórico Provincial: En este archivo se encuentra una copia de las fotografías aéreas retintadas de Catastro.
- Ayuntamiento: se encuentran planos catastrales anteriores a la concentración parcelaria a escala 1/2000 y Planes urbanísticos.
- Instituto Geográfico Nacional: se localizan expedientes de deslinde de términos municipales, planos topográficos de los años 1890 y 1930-1960 y actuales.
- Catastro de Rústica: se realizan consultas de planos catastrales antiguos y actuales.
- Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL): se recopilan las ortofotografías aéreas de distintos vuelos, desde el vuelo americano del año 1956 hasta 2011.

## 2.2.- Materiales

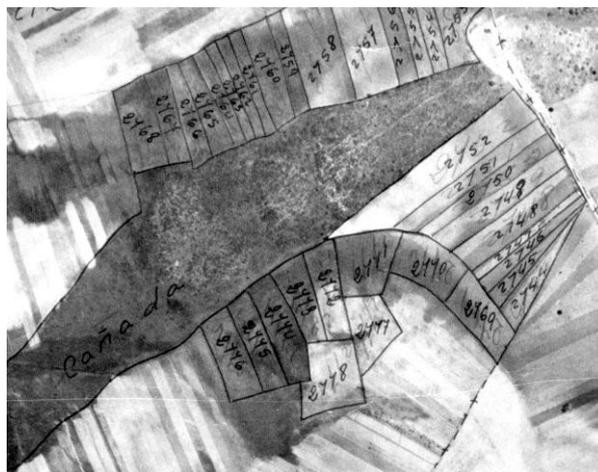
Para la realización del estudio se han utilizado mapas topográficos y temáticos del municipio de Madrigal del Monte, así como ortofotografías y fotografías aéreas. En los apartados siguientes se describen las principales fuentes de datos.

### 2.2.1.- Cartografía

Como dato de partida, en cuanto a los límites actuales de las vías pecuarias del municipio, se establece la cartografía catastral actual en formato vectorial Shapefile (shp) [8], por ser este el documento que más exactitud ofrece, además de disponer de todos los límites actuales de las vías pecuarias.

Los restantes documentos cartográficos utilizados donde aparecen, en parte los límites de las vías pecuarias, relacionadas por orden cronológico de elaboración, son las siguientes:

- Fotografía aérea retintada (Figura 3): se trata de cartografía catastral rústica que los técnicos de catastro dibujaban en campo sobre la base “geométrica” de una fotografía aérea cada una de las parcelas, polígonos y municipios que apreciaban “in situ”. También se incluyen los números de parcelas y de polígonos así como la toponimia. Es de destacar que la base no son ortofotos, sino fotografías aéreas, con las “inexactitudes” propias (inclinación de la toma, distorsión del objetivo y deformación por relieve del terreno), pero que nos permiten averiguar los límites marcados en esa fecha con la suficiente precisión para el objetivo de este trabajo. Se realizaron en el periodo 1932-1960 [5]. Para el municipio de Madrigal del Monte, son de fecha anterior al vuelo americano de 1956 y se realizaron en una escala aproximada de 1:6000 [9].



**Figura 3. Fotografía aérea retintada.**

Fuente: Archivo Histórico Provincial de Burgos.

Para nuestro caso, el acceso a esta información se realiza mediante fotocopia en blanco y negro de las microfichas existentes en el Archivo Histórico Provincial de Burgos, copia de las fotografías aéreas existentes en la Delegación Territorial del Catastro de Burgos. Se tomaron copias de las fotos aéreas por las que discurren las vías pecuarias, nº 6, 8, 9, 10, 13, 17, 18, 24, 31, 35, 36 y 39, aportan una información cartográfica trascendental en la deducción de los posibles límites iniciales.

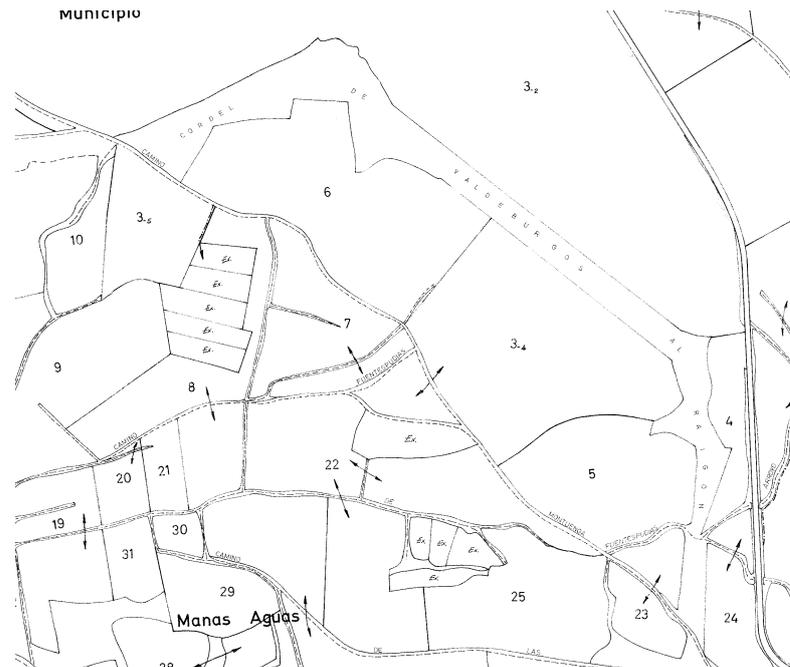
- Catastro topográfico parcelario (Catastrones) (Figura 4): Levantamiento topográfico rústico. La unidad es el polígono catastral. En algunos casos existe un plano general por municipio en el que se definen los polígonos. Ambos límites levantados topográficamente, apoyándose en la Red Geodésica Nacional y mediante taquímetro y brújula+mira. En el interior de los polígonos aparecen las parcelas levantadas también topográficamente con toponimia y numeración de parcelas. Realizado en el periodo 1930-1960 [5]. Los límites externos se levantaron para las minutas del MTN a escala 1:25.000 por tanto su sistema de proyección era el poliédrico y su sistema de coordenadas era el geodésico.



**Figura 4. Catastro topográfico parcelario**  
Fuente: Ayuntamiento de Madrigal del Monte

En este trabajo, los planos utilizados son fotocopia de la cartografía a escala 1:2000 que se encuentra en el Ayuntamiento de Madrigal del Monte.

- Cartografía de concentración parcelaria (Figura 5): Representación gráfica de la realidad parcelaria producida después de realizar los trabajos de creación de vías de comunicación y reparcelación en zonas en las que se ha llevado a cabo concentración.



**Figura 5 Cartografía de concentración parcelaria**

Fuente: Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León

En el caso que nos ocupa, se utilizaron las imágenes raster disponibles en: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/AgriculturaGanaderia/es/Plantilla100Detalle/1246464862173/ACU/1207034405326/CPParcelaria>, y para cuya elaboración se utilizaron los planos de los diferentes polígonos en soporte papel a escala 1:2000, escaneados a 400 puntos por pulgada en formato tiff sin georreferenciar. Se puede apreciar parte de los lindes de las vías pecuarias cuando estos limitan con fincas de propiedad particular, pero no dispone de información en los casos en los que discurre por el Monte de Utilidad Pública 167, ni cuando discurre por terrenos excluidos.

### 2.2.2.- Otras fuentes de información

Como fuente de información adicional y siguiendo las recomendaciones de Gordo et al. (2009) [1], para llevar a cabo una georreferenciación más precisa, se han observado las ortofotos aéreas de la zona de diferentes épocas, desde las fotos del vuelo americano de 1956 hasta las ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) de 2011, todas ellas disponibles mediante descarga del servicio de cartografía de ITACYL ([ftp.itacyl.es](ftp:itacyl.es)) y mediante servidor wms: <http://orto.wms.itacyl.es/WMS?>.

Para el estudio de elevaciones y la orografía del terreno se ha incorporado el mapa topográfico de Castilla y León (<http://www.idecyl.jcyl.es/arcgis/services/fma/sigmaena/MapServer/WMServer>) a la cartografía, lo que aporta resultados prácticos [10], como se comprobará posteriormente.

Uno de los pasos en el proceso de localización de las vías pecuarias consiste en el reconocimiento en campo de las mismas [11].

Así, en el caso que nos ocupa, se puede comprobar que existe una pequeña porción de la Cañada Real de Turruldueño y del cordel de Valdeburgos al Raigón que fue deslindada por el Ayuntamiento de Madrigal del Monte (Figura 6 ). Como consecuencia de la ejecución de un polígono industrial , se amojonaron tramos de dichas vías cuyas coordenadas geográficas adjuntadas en la Tabla 2, han sido obtenidas mediante GPS-RTK(*Global Positioning System-Real Time Kinematic* ) de precisión centimétrica (Figura 7), de esta forma podemos georreferenciar el deslinde de forma exacta, acorde con lo los métodos de toma de campo empleados en las Administraciones Públicas [12].

**Tabla 2.- Coordenadas de mojones deslinde Cañada Real Turruldeño y Cordel Valdeburgos al Raigón.**  
Proyección UTM, datum ETRS89

Punto	Este	Norte	Punto	Este	Norte
1	442631.39	4666417.06	10	442250.65	4665839.13
2	442550.21	4666330.96	11	442331.04	4665736.34
3	442382.84	4666164.39	12	442343.44	4665749.59
4	442464.00	4666270.08	13	442463.00	4665852.44
5	442274.83	4666043.81	14	442598.07	4666119.71
6	442167.01	4665918.75	15	442710.64	4666097.10
7	442125.55	4665925.52	16	442886.24	4666095.90
8	442157.53	4665902.20	17	443059.84	4666099.23
9	442239.16	4665823.76	18	443172.96	4666100.73

Fuente: Toma de datos en campo mediante GPS-RTK



**Figura 6. Mojón deslinde Cordel Valdeburgos al Raigón**



Figura 7. Vértice Geodésico de referencia ORDEÑO, y GPS-RTK

### 2.3.- Métodos

La integración de toda la documentación se realiza mediante un SIG (*Sistema de información geográfica*) los cuales se muestran como la herramienta más útil para el objetivo que perseguimos y según las pautas indicadas por Marcos et al. (2005) [13]. En nuestro caso empleamos como soporte informático ArcGis10 de la casa Esri [14].

Después de analizada la documentación del apartado 2.2, se procede a digitalizar los planos y fotografías aéreas disponibles en formato papel, mediante escaneado de los mismos a una resolución de 200 puntos por pulgada (ppi) en formato PNG (*Portable Network Graphics*). Usualmente se considera 300 ppi una buena resolución para obtener la mejor calidad de reproducción, pero una resolución de 200 ppi en este tipo de documentos hace que el archivo sea mucho más pequeño y fácil de manipular sin perder información relevante. La resolución ligada a la escala del documento original permitirá conocer las dimensiones reales en el terreno de cada pixel de la imagen, y por tanto conocer la precisión que podremos obtener durante la georreferenciación [15].

Una vez que disponemos de los documentos en formato raster procedemos a su georreferenciación. Este proceso se ha llevado a cabo utilizando como apoyo el catastro vigente en formato shp [8], contrastando el resultado visualizando su posición con respecto a la ortofotografía aérea de diferentes años.

Es necesario y obligatorio establecer un sistema de coordenadas común a toda la cartografía tratada, por lo que se establece el sistema de referencia geodésico oficial en el territorio español ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*), conforme ha sido establecido en el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio [16]. Este sistema geodésico es equivalente a efectos prácticos al WGS84 (*World Geodetic System 1984*) que utiliza la red GPS (*Global*



*Positioning System*). Este sistema de referencia ha sido adoptado oficialmente en el conjunto de Europa y es gestionado por EUREF (*European Reference Frame*), como subcomisión europea de la IAG (*International Association of Geodesy*). En el territorio español este sistema es gestionado por el IGN (*Instituto Geográfico Nacional*) y está materializado mediante vértices geodésicos por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE) (Figura 7).

La georreferenciación consiste en asignar coordenadas cartográficas a una imagen utilizando puntos de control cuya posición se conoce tanto en la imagen como el sistema de coordenadas utilizado en el proceso de georreferenciación. En el proceso se tomó especial cuidado en la elección de los puntos de control, pues la calidad de la imagen final dependerá en gran medida de esta fase del trabajo.

Se eligió una transformación polinomial de primer grado o afín, la cual utiliza un polinomio de primer grado lo que permite corregir distorsiones simples en la imagen. Los píxeles cuadrados y rectangulares de la imagen son transformados en paralelogramos en la imagen georeferenciada. Aconsejado cuando la imagen a georeferenciar deba desplazarse, escalarse y rotarse. La transformación es apropiada para mapas escaneados ó imágenes verticales y en terrenos casi planos. Para utilizar esta ecuación se requiere de un mínimo de 3 puntos de control; sin embargo, se emplearon más de 5 puntos para lograr un ajuste razonable.

La transformación polinomial ajusta una ecuación de regresión (método de mínimos cuadrados) utilizando las posiciones de los puntos de control. El método optimiza la exactitud global pero no la local. *ArcMap* calcula el error de ajuste (*RMS Error, root mean square*) entre la posición de los puntos de control en la imagen y en el archivo georreferenciado o de referencia [17].

La relación entre la posición de las columnas y filas y el Este y Norte, respectivamente, en la imagen georreferenciada (Figura 8) vendrá definida por las ecuaciones (1) y (2)

$$x' = Ax + By + C \quad (1)$$

$$y' = Dx + Ey + F \quad (2)$$

Donde:

$x'$  = Coordenada X del pixel en coordenadas de mapa.

$y'$  = Coordenada Y del pixel en coordenadas de mapa.

$x$  = número de columna de pixel en la imagen.

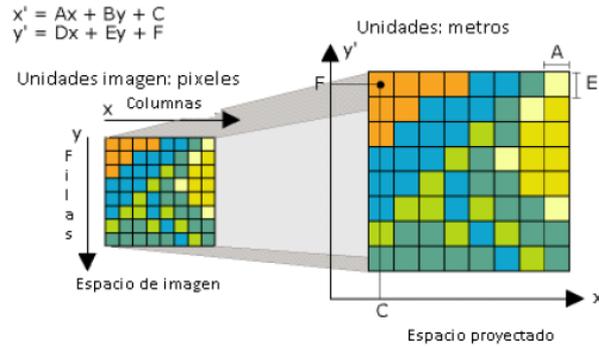
$y$  = número de fila de pixel en la imagen.

$A$  = dimensión del pixel en la dirección X (Escala  $x$ ).

$B, D$  = rotaciones

$C, F$  = coeficientes de translación; coordenadas  $x, y$  proyectadas para el centro del pixel superior izquierdo de la imagen.

$E$  = dimensión del pixel en la dirección  $y$  (Escala  $y$ ; valor negativo)

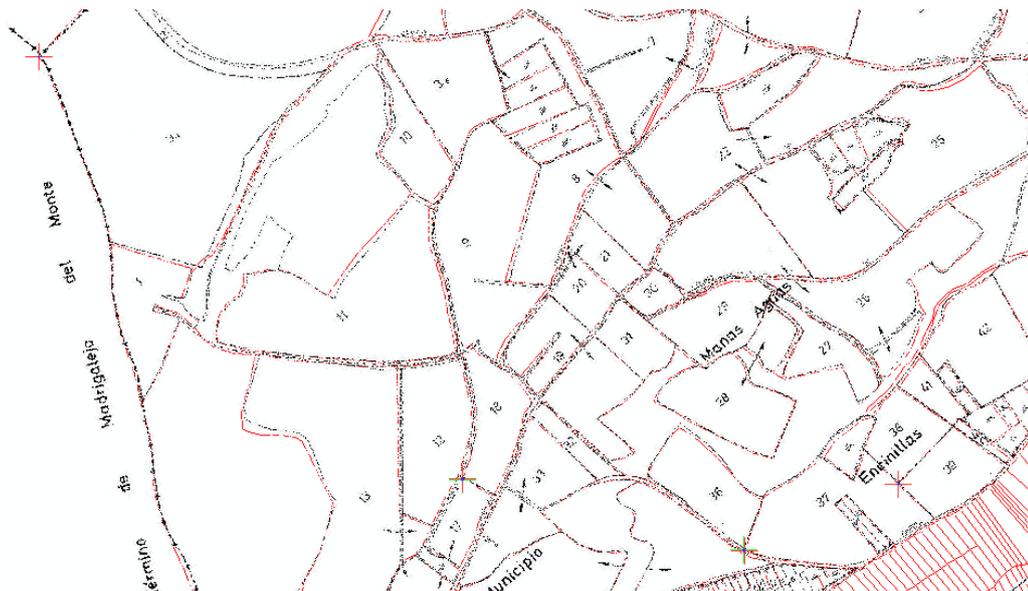


**Figura 8.- Relación entre la posición de las columnas y filas y el Este y Norte, respectivamente, en la imagen georeferenciada.**

Fuente: Ayuda ArcGIS.

Finalizada la selección de los puntos de control y elegido el método de transformación geométrica, se almacenaron los parámetros de transformación en un archivo de georreferenciación (World File) y se ejecutó la transformación.

Posterior a la selección de los puntos de control se realizó una evaluación de la exactitud posicional, utilizando la cartografía digital catastral en formato vectorial del área de estudio, para estimar el error de georreferenciación de la nueva imagen. Se emplearon métodos cualitativos, utilizando criterios visuales [18] para determinar si el ajuste entre la imagen georreferenciada y el mapa era adecuado a sus requerimientos (Figura 9), así como método cuantitativo, al comprobar los errores cuadráticos medios de cada imagen georreferenciada (Figura 10), teniendo en cuenta la calidad de las bases cartográficas disponibles y para una escala de producción de 1:5000 [19]. Se adjuntan los diferentes resultados en el Anexo I.



**Figura 9.- Comprobación visual de ajuste entre plano de concentración en formato raster (color negro) y cartografía catastral en formato vectorial (color rojo).**

Fuente: Elaboración propia en ArcGis

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	29,177106	40,144719	442015,656500	4665821,551000	0,25294
2	28,592774	12,616680	443124,768000	4666672,628500	0,57010
3	27,029683	5,295698	443464,920500	4666844,572000	0,75408
4	12,357946	10,887289	443707,957000	4666086,186500	0,58181
5	8,338095	21,660129	443408,491500	4665586,353000	1,06743
6	6,107586	29,477781	443170,488000	4665248,787500	0,33313
7	7,317937	33,747931	442963,506000	4665160,192000	1,27266
8	13,419132	38,393124	442584,845500	4665255,630000	0,99158

Auto Adjust:  Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)  
Total RMS Error: 0,80229  
Buttons: Load... Save... Restore From Dataset OK

Figura 10.- Tabla de vínculos entre coordenadas de la imagen no proyectada (fila y columna) y las coordenadas del mapa proyectado (Este y Norte en metros) y errores en metros.

Fuente: elaboración propia en ArcGis.

En total se han georreferenciado los siguientes documentos:

- Croquis clasificación de las vías pecuarias 1 imagen
- Fotografía aérea retintada (Figura 11 ) 17 imágenes
- Catastro topográfico parcelario (Catastrones) 8 imágenes
- Planos de concentración parcelaria 4 imágenes

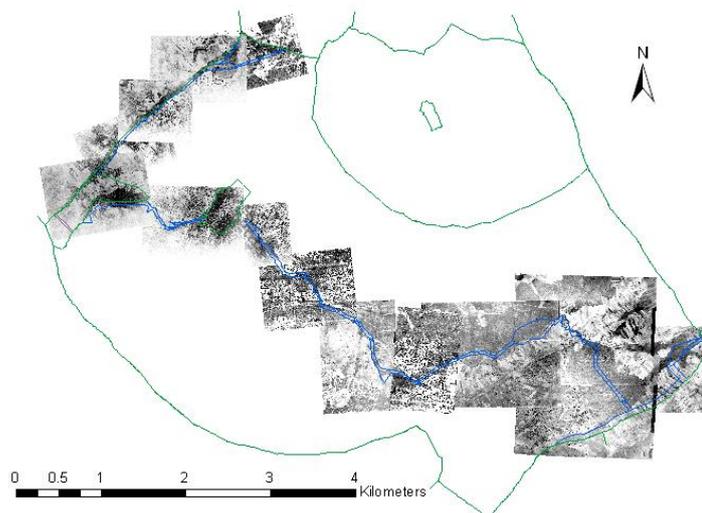
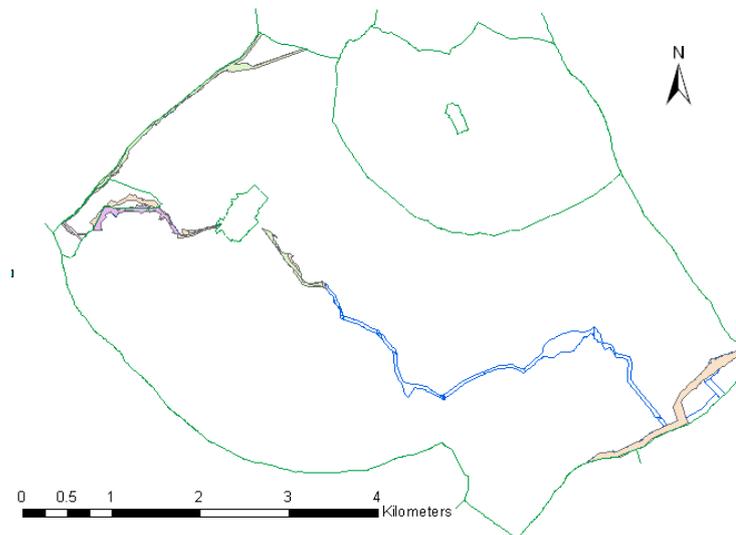


Figura 11.- Composición de fotografía aérea retintada georreferenciada y límites de Vías Pecuarias (Azul) en el catastro actual del municipio de Madrigal del Monte.

Fuente: Elaboración propia con ArcGis.

Finalmente, se procedió a la vectorización manual de los límites de las vías pecuarias encontrados en las distintas cartografías georreferenciadas (Figura 12), para con ellos poder

realizar diferentes operaciones de geoproceso de datos y localizar las posibles alteraciones de dichos límites según el orden cronológico de elaboración de la cartografía.



**Figura 12.- Superposición de límites de las Vías Pecuarias de Madrigal del Monte en diferentes épocas.**

Fuente: Elaboración propia con ArcGis.

En este proceso se ha considerado que el croquis de clasificación de vías pecuarias (Figura 2), no aporta definición precisa de los límites al encontrarse a una escala de 1:25.000, aunque se ha utilizado como capa de referencia para el estudio del resto de cartografía.

Por otra parte, un buen tramo del cordel de Valdeburgos al Raigón discurre por el interior del Monte Público 167, de este tramo no se encuentra cartografía donde se indiquen los límites de la vía pecuaria, a excepción del actual catastro, por lo que no se ha podido comparar.

En los casos en los que no se dispone de límites definidos de las vías pecuarias, se ha optado por asignar los límites marcados en el catastro actual.



### 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los cambios producidos siguiendo el orden cronológico de elaboración de las diferentes cartografías encontradas, cuyos resultados se exponen a continuación.

Las longitudes, anchos y superficies de las diferentes vías pecuarias obtenidas de las distintas cartografías estudiadas se indican en las Tablas 3 a 7.

Tabla 3.- Longitud, ancho y superficie de las vías pecuarias según fotografía aérea retintada.

VÍA PECUARIA	Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
CAÑADA REAL DE MERINAS	2.343	74,82	175.303
CAÑADA REAL DE TURRUELDEÑO (Tramo1)	2.554	32,00	81.734
(Tramo2)	958	35,39	33.899
CORDEL DE VALDEBURGOS AL RAIGÓN	8.119	38,66	313.889
VEREDA DEL CAMINO DE BURGOS	404	32,29	13.047
DESCANSADERO DE CERROTINARES			8.000
ABREVADERO DE FUENTE SANGÜERAL			
ABREVADERO DE FUENTE ARENILLAS			1.000
<b>TOTAL</b>	<b>14.378</b>		<b>707.872</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.- Longitud, ancho y superficie de las vías pecuarias según proyecto de clasificación.

VÍA PECUARIA	Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
CAÑADA REAL DE MERINAS	1.800	75,22	135.396
CAÑADA REAL DE TURRUELDEÑO (Tramo1)	2.400	37,61	90.264
(Tramo2)	900	75,22	67.698
CORDEL DE VALDEBURGOS AL RAIGÓN	8.200	37,61	308.402
VEREDA DEL CAMINO DE BURGOS	500	10,44	5.222
DESCANSADERO DE CERROTINARES			8.000
ABREVADERO DE FUENTE SANGÜERAL			
ABREVADERO DE FUENTE ARENILLAS			1.000
<b>TOTAL</b>	<b>13.800</b>		<b>696.982</b>

Fuente: Proyecto de clasificación de Vías Pecuarias de Madrigal del Monte (Burgos).



Tabla 5.- Longitud, ancho y superficie de las vías pecuarias según catastrones.

VÍA PECUARIA	Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
CAÑADA REAL DE MERINAS	2.473	71,83	177.630
CAÑADA REAL DE TURRUELDEÑO (Tramo1)	2.552	23,97	61.181
(Tramo2)	939	35,27	33.119
CORDEL DE VALDEBURGOS AL RAIGÓN	8.478	34,65	293.747
VEREDA DEL CAMINO DE BURGOS	488	20,82	10.160
DESCANSADERO DE CERROTINARES			8.000
ABREVADERO DE FUENTE SANGÜERAL			
ABREVADERO DE FUENTE ARENILLAS			1.000
<b>TOTAL</b>	<b>14.930</b>		<b>665.837</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.- Longitud, ancho y superficie de las vías pecuarias según concentración parcelaria.

VÍA PECUARIA	Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
CAÑADA REAL DE MERINAS	2.473	71,83	177.630
CAÑADA REAL DE TURRUELDEÑO (Tramo1)	2.552	23,97	61.181
(Tramo2)	939	35,27	33.119
CORDEL DE VALDEBURGOS AL RAIGÓN	8.478	34,29	290.740
VEREDA DEL CAMINO DE BURGOS	488	20,82	10.160
DESCANSADERO DE CERROTINARES			8.000
ABREVADERO DE FUENTE SANGÜERAL			
ABREVADERO DE FUENTE ARENILLAS			1.000
<b>TOTAL</b>	<b>14.930</b>		<b>662.830</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.- Longitud, ancho y superficie de las vías pecuarias según catastro actual.

VÍA PECUARIA	Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
CAÑADA REAL DE MERINAS	2.473	71,83	177.630
CAÑADA REAL DE TURRUELDEÑO (Tramo1)	2.554	27,01	68.985
(Tramo2)	958	35,99	34.474
CORDEL DE VALDEBURGOS AL RAIGÓN	8.417	35,51	298.856
VEREDA DEL CAMINO DE BURGOS	404	32,29	13.047
DESCANSADERO DE CERROTINARES			8.000
ABREVADERO DE FUENTE SANGÜERAL			
ABREVADERO DE FUENTE ARENILLAS			1.000
<b>TOTAL</b>	<b>14.806</b>		<b>682.992</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía catastral.

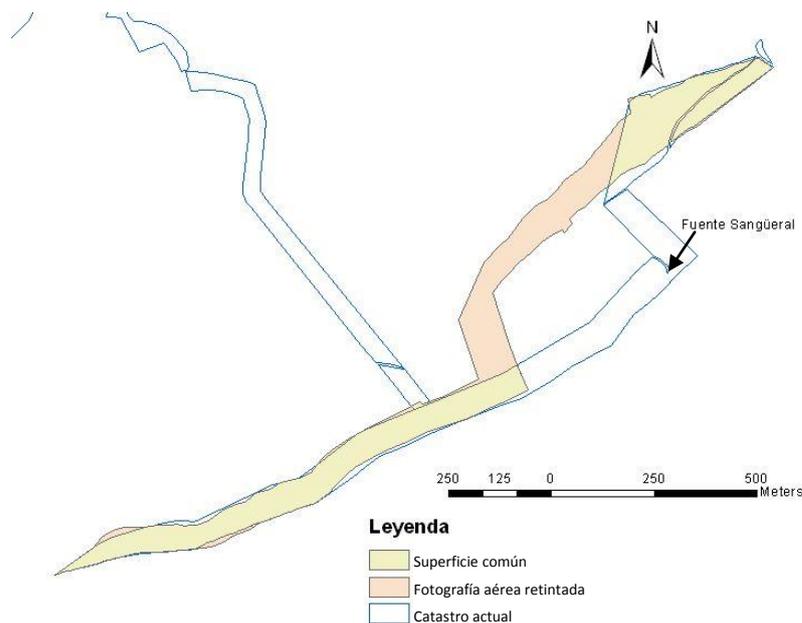
Con respecto a las zonas ocupadas por las vías pecuarias de las diferentes cartografías estudiadas, se observa un descenso de superficie continuado en el tiempo, si bien se produce una recuperación en la situación catastral actual, resultando una disminución de 24.880 m<sup>2</sup> respecto de la cartografía de fotografía aérea retintada (mayor superficie detectada), lo que supone un 3,5%.

En cuanto a las longitudes no se producen cambios significativos, manteniéndose similares en todas las cartografías, la mayor discrepancia se encuentra en el Cordel de Valdeburgos al Raigón, pues el Proyecto de Clasificación le asigna 217 m. menos que la actual.

Las diferencias detectadas en superficie nos llevan a diferencias en los anchos medios, resultando que todas las vías pecuarias, a excepción de la Vereda del Camino de Burgos, presentan anchos inferiores al Proyecto de Clasificación. El caso más discrepante se encuentra en el segundo tramo de la Cañada Real de Turruldueño, donde la diferencia es de 39,74 m.

Al estudiar la situación de los límites de las distintas cartografías, los mayores desplazamientos del trazado se detectan con respecto a la definición en la fotografía aérea retintada:

En la Cañada Real de Merinas la superficie coincidente en fotografía aérea retintada y catastro actual es de 114.304 m<sup>2</sup> por lo que 60.999 m<sup>2</sup> se encuentran desplazados (Figura 13). La causa más probable puede deberse a que en principio existió una ocupación de los terrenos junto al abrevadero de Fuente Sangüeral, posteriormente, se cambió el trazado para incorporar dicho abrevadero a la vía pecuaria, tal como indica el Proyecto de Clasificación, en cuyo croquis aparece mal situado.

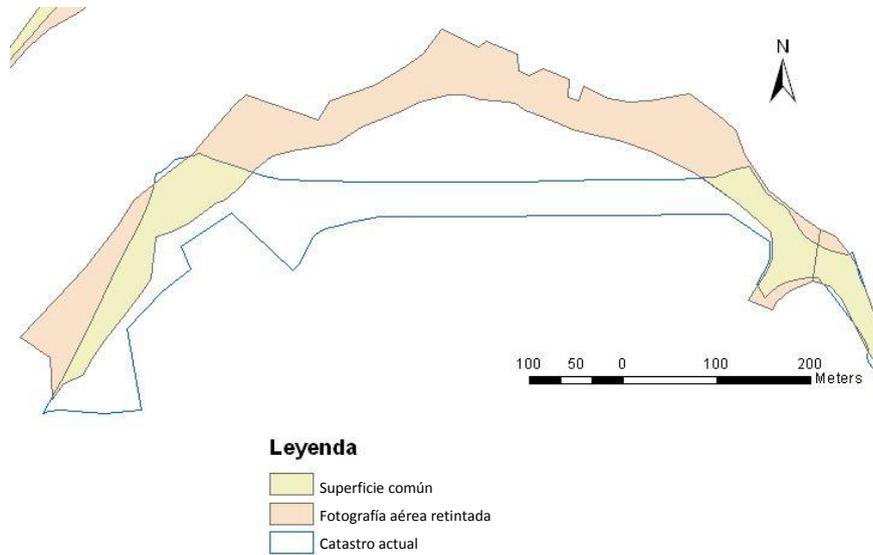


**Figura 13.- Cambio de trazado Cañada Real de Merinas**

Fuente: Elaboración propia

En el Cordel de Valdeburgos al Raigón se aprecia un desplazamiento máximo de 163 m del trazado en su tramo final, afectando a una superficie de 37.934 m<sup>2</sup> (Figura 14). El nuevo emplazamiento del Cordel es causado por la invasión de las fincas en la zona Norte, lo que se puede comprobar al

contrastar las fotos aéreas retintadas y la fotografía del vuelo americano de 1956. (Figuras 15a y 15b).



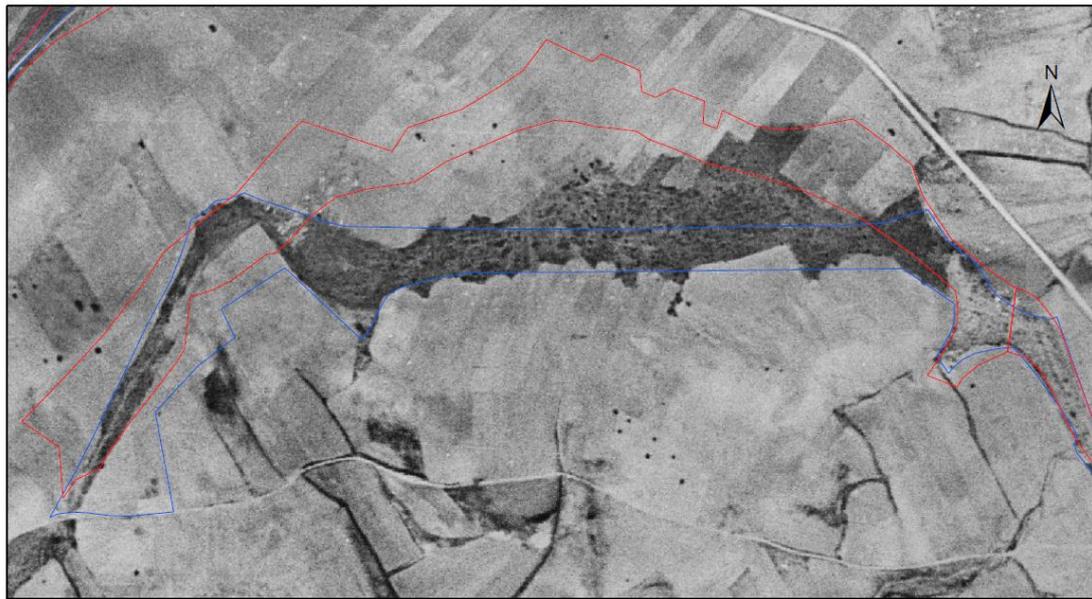
**Figura 14.- Cambio de trazado Cordel de Valdeburgos al Raigón.**

Fuente: Elaboración propia

Este cambio se materializó en los “catastrones” y finalmente con la concentración parcelaria. Es de destacar que dicho desplazamiento obligó a que la traza del Cordel discorra atravesando la vaguada existente al ocuparse las zonas más planas Figura (16).



a)

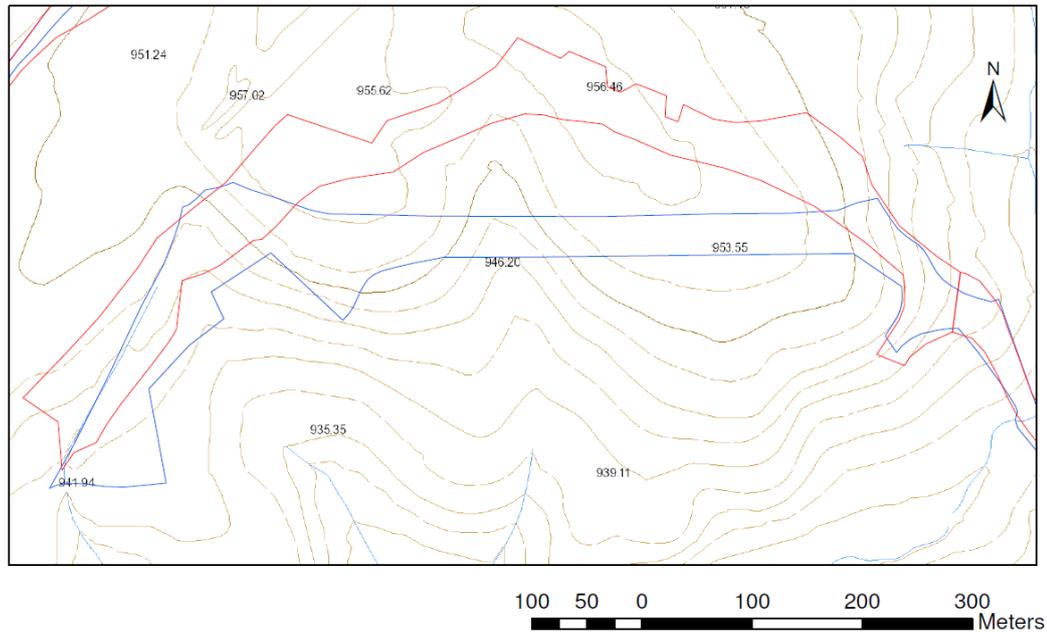


b)

100 50 0 100 200 300 Meters

**Figura 15.- Desplazamiento de límites del Cordel de Valdeburgos al Raigón en fotografía aérea retintada (Rojo) y en catastro actual (Azul), sobre fotografía aérea retintada (a) y sobre ortofoto vuelo americano 1956 (b).**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 16.- Desplazamiento de límites del Cordel de Valdeburgos al Raigón en fotografía aérea retintada (Rojo) y en catastro actual (Azul), sobre mapa topográfico de Castilla y León.**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.- CONCLUSIONES

- 1.- A lo largo del tiempo se ha producido una disminución del 3,5% de la superficie total de las vías pecuarias en el municipio de Madrigal del Monte.
- 2.- En toda la cartografía estudiada, los anchos medios de cada vía quedan sensiblemente disminuidos con respecto al Proyecto de Clasificación. En el caso concreto de un tramo de la Cañada Real de Turruldueño se reduce en más de la mitad del valor asignado (75,22 m.), si bien en el caso de la Vereda del Camino de Burgos se ve aumentado con respecto al Proyecto de Clasificación.
- 3.- Se encuentran modificaciones destacables en el trazado de las vías pecuarias, realizados fundamentalmente entre las fechas en que se realizó la fotografía aérea retintada y el vuelo americano de 1956.
- 4.- La concentración parcelaria asigna los límites basándose en la cartografía catastral existente en la época (catastrones), en la cual ya se han reflejado los cambios posteriores a la fotografía aérea retintada.
- 5.- La fotografía aérea retintada ha aportado en este estudio la información cartográfica más antigua con definición de límites de vías pecuarias, lo que ha permitido localizar las variaciones más importantes.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] GORDO ALONSO, F. J. et all (2009). Metodología para la identificación cartográfica de las vías pecuarias. 5º Congreso Forestal de España. Ávila 21 a 25 septiembre 2009.
- [2] Actas del I Congreso Nacional de Vías Pecuarias: Madrid. 4 a 7 de mayo de 2005. Ministerio de Medio Ambiente. Depósito Legal: M-17828-2006.
- [3] ESPAÑA. 1995. Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias. Boletín Oficial del Estado núm. 71, de 24 de marzo de 1995, pp 9206-9211
- [4] HERRERO, T.R.; EZQUERRA, A.; PEREZ, E.; SAN ANTONIO, C. (2006). Historiografía de las vías pecuarias: Representación gráfica. Actas del XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica de INGEGRAF, Sitges.
- [5] SANTOS PÉREZ, L.J. (2012) Los fondos de cartografía histórica de la Dirección General del Catastro. Catastro.
- [6] MINISTERIO DE AGRICULTURA. Orden de 5 de septiembre de 1970 por la que se aprueba la clasificación de vías pecuarias existentes en el término municipal de Madrigal del Monte provincia de Burgos. Boletín Oficial del Estado, 19 de septiembre de 1970, 225, p. 15466.
- [7] GONZÁLEZ CARPIO ALMAZÁN, L. (1969). Proyecto de clasificación de vías pecuarias del municipio de Madrigal del Monte, provincia de Burgos. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Ganadería, Sección de Vías Pecuarias. 1969. 09\_VVPP\_196
- [8] SEDE ELECTRÓNICA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO. Consulta y descarga masiva de datos [Sitio web]. Disponible en: <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- [9] ARCHIVO HISTÓRICO PROVINCIAL DE BURGOS. Microfichas de las fotografías aéreas retintadas. Fotos aéreas de Madrigal del Monte (Burgos) escala aproximada 1:6000
- [10] RODRIGUEZ GARCIA, J.J. et all. (2005). Los sistemas de información geográfica aplicados a la gestión y deslinde de las vías pecuarias. Actas I Congreso Nacional de Vías Pecuarias. Madrid 4 a 7 de mayo 2005 p.p. 363-371
- [11] MARTÍNEZ SÁNCHEZ-PALENCIA, S. et all. (2008). Manual para la clasificación, deslinde y amojonamiento de vías pecuarias en Castilla La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla La Mancha. Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. Dirección General de Política Forestal.
- [12] JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Medio Ambiente (Julio 2006). Plan de recuperación y ordenación de las Vías Pecuarias Andaluzas.
- [13] MARCOS ROBLES, J.L. et all. (2005). Técnicas para la gestión documental de las vías pecuarias y su posterior visualización. Actas I Congreso Nacional de Vías Pecuarias. Madrid 4 a 7 de mayo 2005 p.p. 303-308
- [14] ESRI. [2010] ArcGIS ArcMap [programa de ordenador]. New York: ESRI. Disponible en: <http://http://www.esri.com/software/arcgis>.



- [15] ROSET, R. et all. (2012). Georeferenciación de mapas antiguos con herramientas de código abierto. Revista Catalana de Geografía. IV época / volum XVII / num. 45 / juny 2012.
- [16] ESPAÑA. 2007. Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en de España. Boletín Oficial del Estado núm. 207, de 29 de agosto de 2007, pp 35986-35989.
- [17] ESRI, 2011. ArcGIS 10 Desktop Help. ArcGIS Resource Center, <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html>.
- [18] Jenny B., Hurni L., (2011). Studying cartographic heritage: Analysis and visualization of geometric distortions. Computers & Graphics, vol. 35, iss. 2, pp. 402-411.
- [19] JUNTA DE ANDALUCÍA (2011). Recomendaciones técnicas para la georreferenciación de entidades patrimoniales.