

# CMA Caminos: automatización del levantamiento de información sobre un sistema de referencia lineal

J.F. Martínez, F. Giménez de Azcárate y R. Crespo y J.M. Moreira <sup>1</sup>

## Resumen

El seguimiento de trabajos que pueden ser representados linealmente suele verse complicado por el gran número de tareas que se solapan espacialmente, así como por su evolución temporal. Un ejemplo claro es el caso de los caminos forestales, en el que se puede hacer referencia al mismo eje hablando de cunetas, estabilización, explanación, firme, obras de fábrica, etcétera. La segmentación dinámica (*one-dimensional linear referencing systems*) es una solución para la recogida de información que se sitúa sobre elementos susceptibles de ser representados linealmente.

El estado de los caminos y el conocimiento de éste es clave para el correcto funcionamiento de un dispositivo de extinción de incendios forestales. La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha desarrollado una herramienta para el levantamiento de información sobre caminos particularizando las herramientas ArcMap 9.1 y ArcPad 7.0.1. La metodología combina el trabajo en campo con ArcPad y el trabajo en gabinete con ArcMap. En campo, se toman puntos de inicio y fin de trabajos lineales, obras puntuales y ejes no previstos inicialmente. En gabinete, se han automatizado las tareas de incorporación de los nuevos ejes al sistema de referencia lineal, la conversión de los puntos que representan elementos singulares a *event points* y la combinación de los puntos de inicio y fin de obras lineales para dar lugar a *event lines*. Esta metodología se complementa con herramientas auxiliares que controlan la calidad de la información levantada y la posibilidad de georreferenciar archivos (principalmente fotografías) a partir del *tracklog* de ArcPad. Actualmente, esta herramienta está siendo utilizada para el control de obras y para el estudio de la transitabilidad de la red de caminos.

Por último, se está estudiando el uso de esta misma metodología para el seguimiento de la red de infraestructura preventiva de Andalucía.

## Introducción

La red de caminos en montes públicos de Andalucía (España) ronda los 18.000 Km, y requiere una gestión continuada en el tiempo solapándose espacialmente las distintas intervenciones.

Esta situación obliga a explorar nuevas formas de sistematización de la información que no consistan en el levantamiento de una nueva línea por cada actuación. La segmentación dinámica es una de las alternativas más interesantes en este sentido, dado que los ejes se digitalizan una única vez. La información queda georreferenciada mediante la identificación del camino y un punto kilométrico (para el caso de obras puntuales) o dos puntos kilométricos (para obras lineales).

---

<sup>1</sup> Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Avda. Manuel Siurot 50, 41.007 Sevilla (España). [sviea.dgpia@juntadeandalucia.es](mailto:sviea.dgpia@juntadeandalucia.es)

## Descripción de un ciclo de trabajo con CMA Caminos

La herramienta CMA Caminos utiliza la extensión *Linear referencing* de ArcGIS 9.1 para la georreferenciación de la información (*Route Event*). Los desarrollos se han hecho con VBA en ArcMap y con VBScript en ArcPad. El uso de la herramienta consta de tres pasos (*Fig. 1*).

### **Generación de la base de caminos**

Se realiza sólo la primera vez. Es necesario un shapefile que represente las líneas sobre las que se va a realizar la toma de datos, con un campo que identifique unívocamente cada *route*. El programa transformará este shapefile de líneas en el sistema de referencia lineal y preparará los datos necesarios para la visita a campo. (*Fig. 2*). Desde ArcMap se puede modificar la lista de valores que se asignarán a cada punto tomado con ArcPad en campo (tablas dBASE).

### **Visita a campo**

Las visitas a campo se realizan con los datos de ArcPad que se han elaborado automáticamente desde ArcGIS. El trabajo consistirá en la toma de puntos manualmente o vía GPS que serán almacenados en un *shapefile* (*Fig. 3*). De recibirse señal GPS y existir puntos de inicio para mediciones lineales, una rutina se encarga de tomar un punto de cierre en las inmediaciones del extremo del camino que se está recorriendo, así como de tomar un punto de inicio para el nuevo tramo que se va a recorrer. Esto permite que el encargado de levantar la información no tenga que controlar posibles cambios en el camino por el que se circula. CMA Caminos también está preparado para levantar un camino no previsto inicialmente. Al volver a gabinete la rutina en ArcMap lo incorporará al sistema de referencia lineal.

Por último, si en campo se toman fotografías con una cámara digital, ArcGIS podrá georreferenciar estos ficheros mediante la comparación de la fecha de creación de las imágenes con los puntos del TrackLog de ArcPad.

### **Volcado de la información en gabinete y actualización del proyecto de ArcPad para la siguiente visita**

Al volver a gabinete, se indica la carpeta con los datos de campo y, de quererse georreferenciar imágenes, la carpeta con las fotografías (*Fig. 4*). Durante el proceso de importación puede ser que no se encuentren los dos puntos necesarios para construir un *line event*. Son múltiples las incidencias en campo que pueden llevar a esta situación. ArcMap detectará estos errores y ofrecerá posibles soluciones (*Fig. 5*).

Al terminar la importación, quedará preparado un nuevo conjunto de ficheros para utilizar en la siguiente visita a campo, incluyendo los trabajos ya medidos.

## Otras aplicaciones de la metodología

Actualmente se está adaptando esta forma de trabajo para el seguimiento de los trabajos selvícolas preventivos. Al igual que los caminos, para los trabajos selvícolas preventivos se proyectan y ejecutan trabajos (unidades de obra) sobre un elemento

físico susceptible de ser representado linealmente. Estos trabajos no tienen porqué compartir el punto de inicio y/o final.

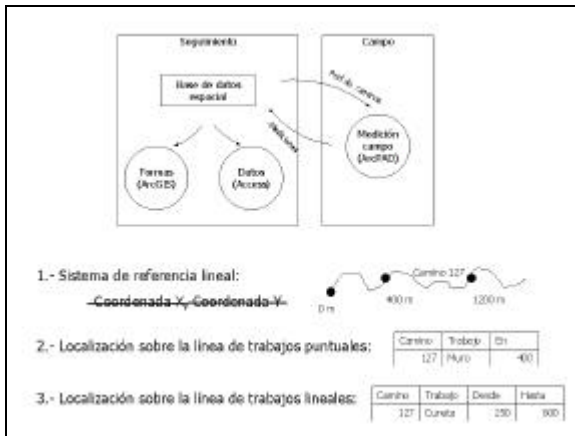


Figura 1—Esquema de CMA Caminos y síntesis de la segmentación dinámica



Figura 2—Importación del shapefile con los caminos que se transformarán en Routes

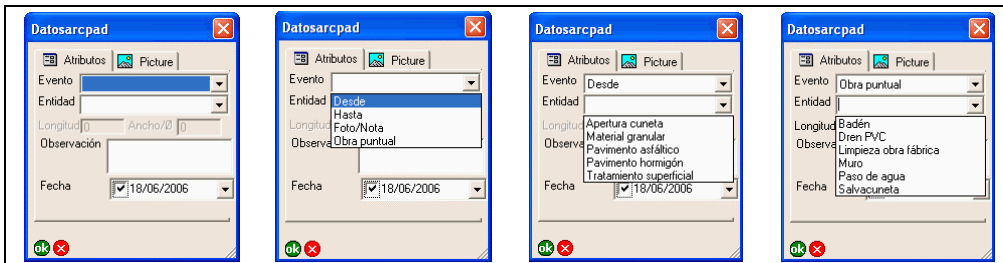


Figura 3—Asignación de valores a los puntos levantados en campo

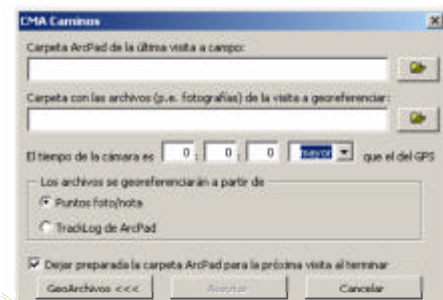


Figura 4—Importación de los trabajos de campo.

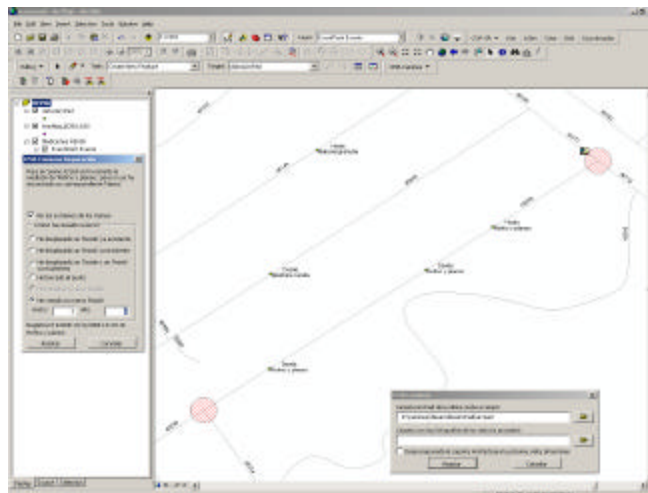


Figura 5—Corrección de errores