

Aportaciones y limitaciones de la informática en el estudio de las vías romanas: el caso de los sistemas de información geográficos (G.I.S.)

(Contributions and limitations of the computer science to the study of the Roman routes: the case of the geographic information systems -GIS-)

Fernández Fonseca, M^a Jesús
Univ. del País Vasco
Departamento de Estudios Clásicos
Paseo de la Universidad, 5
01006 Vitoria-Gasteiz

BIBLID [1137-4489 (1997), 8; 233-243]

El estudio de las comunicaciones de época romana se apoya en el uso de una metodología que combina Arqueología, Epigrafía, Topografía, Fotogrametría, Toponimia y fuentes literarias. La reciente incorporación de las aplicaciones informáticas en Arqueología permite ahora añadir a este elenco de métodos la posibilidad de efectuar análisis estadísticos sobre elementos del trazado de una vía, obtener secciones de su alzado, reconstruir su recorrido, predecir posibles continuaciones, etc. Un ejemplo de estas posibilidades de muestra en el análisis de algunos segmentos de la red viaria vizcaino-burgalesa, utilizando sistemas de información geográficos (IDRISI) y programas de diseño tridimensional de carreteras (PDS).

Palabras Clave: Vías romanas. Informática. SIGs. G.S.I. Estadística. PDS.

Arkeologia, Epigrafía, Topografía, Fotogrametría, Toponimia eta literatura iturburuak konbinatzen dituen metodologia da erromatarren garaiko komunikabideen azterketaren oinarria. Metodo horiei berriki erantsirik, arkeologiaren alorra berriki ukitu duten programa informatikoen bitartez, bide bateko trazatuaren elementuei buruzko estatistika-analisiak egin daitezke, bai eta horien altxaerako sekzioak lortu, ibilbidea berreraiki, litezkeen jarraipenak aurrikusi, etab. Bizkaia-Burgosko bide-sarearen zati batzuen analisia dugu ahalbide horien adibide bat, horretarako geografari buruzko informazio sistemak (IDRISI) eta errepideen diseinu tridimentsionalerako programak (PDS) erabili direlarik.

Giltz-Hitzak: Erromatar bideak. Informatika. S.I.G. G.S.I. Estatistika. PDS.

L'étude des communications d'époque romaine s'appuie sur l'usage d'une méthodologie qui combine Archéologie, Epigraphie, Topographie, Photogrammétrie, Toponymie, et sources littéraires. La récente incorporation des applications informatiques en Archéologie permet maintenant d'ajouter à cet éventail de méthodes la possibilité d'effectuer des analyses statistiques sur des éléments du tracé d'une voie, obtenir des sections de son plan, de reconstruire son parcours, de prédire des prolongements possibles, etc... Un exemple de ces possibilités d'échantillon est l'analyse de quelques segments du réseau routier vizcaino-burgalais, utilisant des systèmes d'information géographiques (IDRISI) et programmes de dessin tridimensionnels des routes (PDS).

Mots Clés: Voies romaines. Informatique. SIGs. G.S.I. Statistique. PDS.

El estudio de las comunicaciones antiguas, sean o no de época romana, es uno de los campos que más problemas suscitan al investigador, por cuanto la variedad de los modelos tipológicos observables y el deterioro con el que alcanzan nuestros días, obstaculiza toda posibilidad de sistematizar la tipología de las vías de cada época. A ello se suman factores añadidos como la costumbre de reutilizar trazados, borrando los restos de los anteriores y el hecho de que la tecnología constructiva en materia de obras públicas (vías o puentes) ha evolucionado poco hasta quizás el siglo pasado.

En principio la metodología usual¹ para la investigación de las comunicaciones romanas se basa en la combinación de bibliografía, cartografía, análisis fotogramétricos, tipo de ingeniería del trazado y últimamente métodos de Prospección Geofísica. Ninguno de estos métodos proporciona datos susceptibles de cuantificación, y que constituyan, por tanto, una base de datos de referencia para comparaciones tipológicas con cualquier otro segmento viario del Imperio.

Con el fin de trascender estos inconvenientes, decidimos explorar las posibilidades que ofrecían los Sistemas de Información Geográficos a la hora de individualizar las características técnicas de la topografía de los trazados, y verificar si el estudio de las pendientes proporcionaba una variable característica del sistema constructivo romano, que pudiese aplicarse a otros casos y circunstancias.

En este sentido, elegimos analizar un fragmento viario altamente sugerente, un camino situado en Entrambosríos, Merindad de Sotoscueva (norte de Burgos), al que hemos bautizado con el nombre de vía de La Engaña, en honor al valle del río de dicho nombre, y que podría formar parte del organigrama de la una vía Flauibriga-luliobriga². El mapa del Instituto Geográfico Nacional de 1927 (1/25.000) lo recoge con el nombre de "Camino de San Román".

La existencia de restos de empedrado en esta zona nos fue comunicada casi al término de la Prospección que realizamos en 1992 para estudiar la red viaria del norte de Burgos y los yacimientos de época romana de la zona³. Este camino, que había sido detectado con motivo de la apertura de una pista forestal, fue puesto en conocimiento del arqueólogo territorial⁴, quien consideró oportuno preservarlo haciendo desviar el trazado de la pista.

El fragmento que se conserva se encuentra en lo alto del Monte de la Varga a 975 metros de altura, y consta de un empedrado regular a base de sillares de caliza local de 1 metro de longitud por 1/2 metro de altura (de media). La caja del camino viene marcada por dos hileras de sillares, y las anchuras varían entre los 3,5 metros y los 6 metros de las curvas. No se detectan signos de otras obras de fábrica o de trincheras de drenaje lateral, ni hay aterrazamiento del suelo sobre el que se dispone⁵. El trazado se conserva bien en los

1. Revisión detallada de la metodología y bibliografía al uso en M.J. Fernández Fonseca (en prensa), Nuevos restos viarios romanos en el norte de Burgos. ¿Vía Flauibriga-luliobriga? Intento de reconstrucción del trazado por medio de Sistemas de Información Geográficos, Veleia 13.

2. Vía propuesta por J.M. Iglesias Gil, J.A. Muñiz Castro, 1992, Las comunicaciones en la Cantabria romana, Santander: Librería Estudio, pp. 163-170.

3. Campaña de 1993, dirigida por la autora, bajo supervisión científica del profesor Juan Santos Yanguas, y con el patrocinio del Departamento de Estudios Clásicos de la Facultad de Filología, Geografía e Historia de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea y del Convenio Euskadi-Aquitania.

4. Sr. don José David Sacristán, en cuyo conocimiento fue puesto por el ingeniero de la empresa TRAGSA don Vicente Carnicero.

5. Descripción detallada y coordenadas en la ficha de yacimiento depositada en la Junta de Castilla y León (Servicio Territorial de Cultura y Arqueología). Enero de 1994. Ver foto nº 1.

primeros 500 metros, volviéndose intermitente en el siguiente km y medio, en el que desciende progresivamente hacia la zona del río Engaña, faldeando el monte a media altura. El problema lo plantean el origen y destino de este camino.



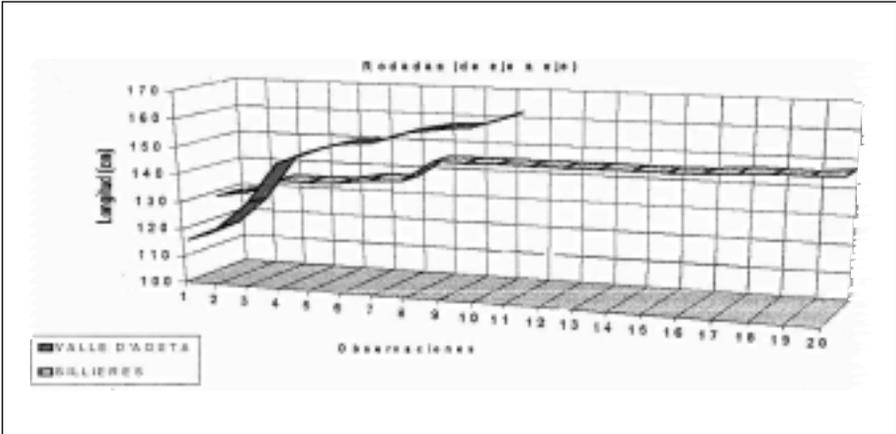
Foto nº 1.- Tramo del camino de La Engaña. Huellas de rodadas dobles.

En el estudio de esta vía se procedió primeramente a analizar las características técnicas del trazado aplicando la metodología al uso. Un segundo paso fue establecer comparaciones estadísticas de elementos como las huellas de rodadas, para proceder posteriormente a la digitalización de la zona, la aplicación de SIGs, de PDS y al estudio estadístico de las pendientes de la vía como experimento para establecer nuevos patrones de estudio y determinación de vías romanas.

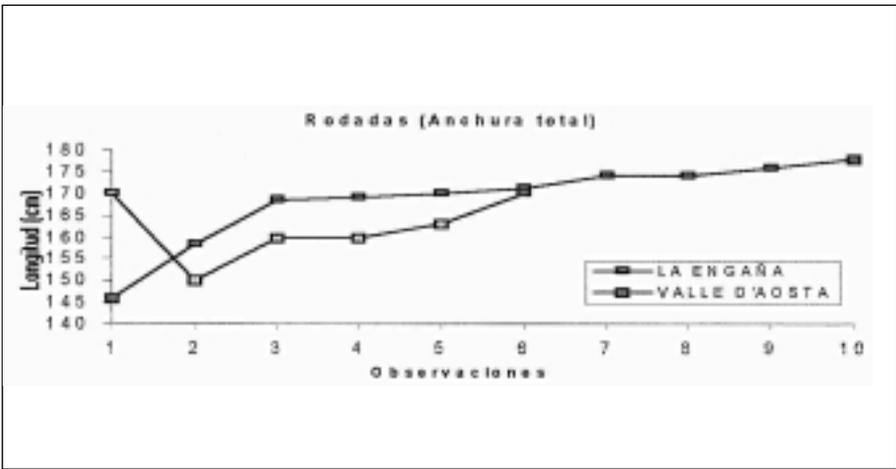
Por lo que se refiere a las rodadas, algunos autores como P. Sillières⁶ proponen estudiar las huellas de las rodadas como criterio determinante de la romanidad de una vía. Efectuando un pequeño estudio comparativo entre huellas recogidas por P. Sillières y aquellas recogidas por otros autores⁷, las anchuras de los carros varían entre los 115 cm y los 165 cm en medidas recogidas de eje a eje (predominando la tendencia a huellas de 141 a 150 cm) y los 146 a 174 cm de medidas tomadas en anchuras totales.

6. P. Sillières, 1990, *Les voies de communication de l'Hispanie Méridionale*, Paris: Publications du centre Pierre Paris, 20.

7. R. Mollo Mezzena, 1992, *La strada romana in Valle d'Aosta: procedimenti tecnici e costruttivi*. En Quilici, S & Quilici, L. (eds.), *Tecnica stradale romana*, Roma: L'Erma di Bretschneider. (Università di Bologna-Istituto di Archeologia. Cattedra di Topografia dell'Italia Antica), pp. 57-72.



Gráf. 1. Rodadas (de eje a eje) del Valle d'Aosta y mediciones de P. Sillières para otros lugares del Imperio. Medidas totales.



Gráf. 2.- Rodadas (de eje a eje) del Valle d'Aosta y de La Engaña. Medidas totales.

El grupo de rodadas de La Engaña, tomadas en anchuras totales (8 huellas dobles) se ajustan (150 y 170 cm) a las gamas observadas en otras partes del Imperio (valle d'Aosta).

El tercer paso fue aplicar Sistemas de Información Geográfica SIG/GIS (Geographical Information Systems), nombre genérico de una serie de programas destinados al almacenamiento y análisis de datos de tipo geográfico, esto es, de información espacial georeferenciada de cualquier tipo (geológico, litológico, hidrográfico, y en general de cualquier

elemento del paisaje). Diseñados por geógrafos, la última década ha visto su aplicación en el campo de la arqueología debido a su potencial como herramienta de análisis espacial⁸.

Ante la dificultad para digitalizar grandes áreas, escogimos una zona geográfica limitada, procediendo a la digitalización del relieve de la cuenca del río Engaña hasta la zona de Espinosa de los Monteros por un lado, y hasta Luliobriga por el otro. Las curvas de nivel fueron digitalizadas utilizando el programa Autocad para Windows versión 12.

La resolución general del mapa resultante se basó en curvas equidistantes 100 metros, resolución mejorada en la zona del río Engaña y de la vía, hasta alcanzar los 20 metros por curva de nivel.

Con este relieve (incluyendo los ríos, algunos puntos claves, y todos los caminos de la zona) el Dr. Westcott del Departamento de Arqueología de la Universidad de Southampton escribió un programa que permitiera exportar los datos al programa de SIG elegido, Idrisi versión 4.1. En Idrisi el relieve y los demás datos se convierten en ficheros vectoriales con los cuales se confeccionan Modelos de Elevación Digital del Terreno (Digital Elevation Models, DEM) a base de interpolar el espacio entre las curvas de nivel, mediante algoritmos matemáticos. El resultado puede verse en foto nº 2 donde se contempla el panorama de la depresión de Sotoscueva hasta Luliobriga, en donde el relieve se expresa en códigos de color que marcan la gradación de la altitud. Cada punto del relieve está situado en las 3 coordenadas tridimensionales en las que se encuentra en la realidad.

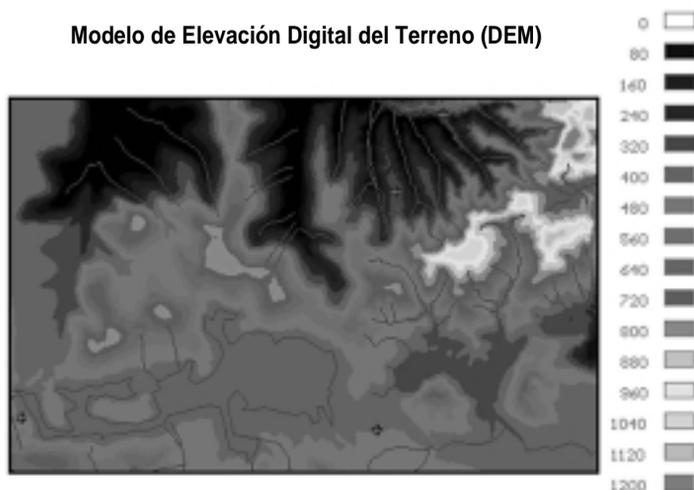


Foto nº 2.- Modelo Digital de Elevación del Terreno de la depresión sotoscuevense⁹.

8. Véase P.A. Borrough, 1986, Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford: Clarendon Press; K.M. Allen et. alii, 1990, Interpreting Space: GIS and Archaeology, London: Taylor & Francis; G. Lock & Z. Stancic (eds.), The Impact of Geographical Information Systems on Archaeology: A European Perspective, Taylor & Francis.

9. Altitudes absolutas expresadas en códigos de color.

Con los datos tridimensionales que proporciona Idrisi extrajimos valores importantes como son los porcentajes de pendiente en cada tramo del camino en cuestión y de algunos de los caminos de la zona (es un proceso complejo que en caminos muy largos es difícil de efectuar), en un intento de verificar si a través de la observación estadística se podía discriminar cuál era el posible camino de continuación.

A tal efecto, y con el fin de conseguir la mayor exactitud posible en los datos ensayamos la aplicación sobre parte de ellos de un programa de ingeniería destinado al diseño de carreteras y Obras de Infraestructura. Este programa llamado PDS nos fue facilitado a través de la colaboración del Departamento de Ingeniería de Investigación sobre el Transporte de la Universidad de Southampton, quien consiguió que una empresa de la ciudad (Roughton & Partners) accediera desinteresadamente a procesar una muestra de los datos, concretamente el trazado del camino encontrado y el de una posible continuación. Empleando la versión PAD2 (Professional Alignment Design 2) consiguieron extraer la sección tridimensional exacta de ambos caminos, y produjeron un listado completo de todas las medidas tridimensionales de cada tramo de ambos caminos.

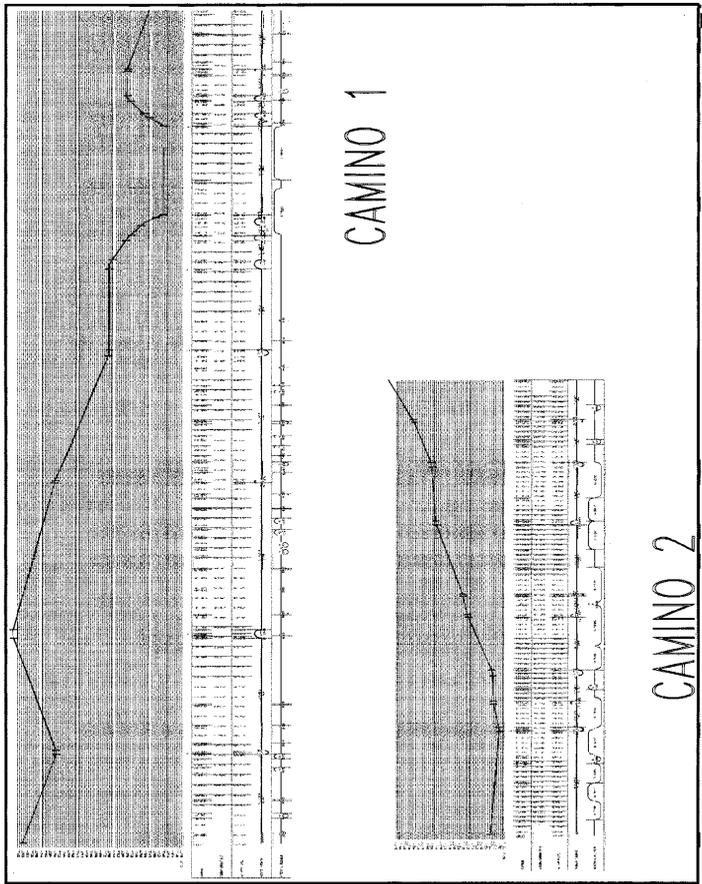


Foto nº 3.- Sección de los caminos 1 y 2 con el programa PDS

Si toda la geografía de la zona hubiera sido procesada a través de PDS los resultados habrían permitido estadísticas mucho más precisas, aparte de proporcionar las imprescindibles secciones (que Idrisi no permite ver). El inconveniente es que este programa es 10 veces más caro que Idrisi e infinitamente más complejo de aprender y de utilizar.

En nuestro intento de verificar si las pendientes eran concluyentes para elegir un camino de continuación, dado que el principal problema de esta vía estriba en que antes de llegar al lecho del río se pierde el trazado, pudiendo continuar por al menos 5 posibles caminos distintos que no conservan trazas definitorias de vía, analizamos las pendientes de todos ellos a base de comparar en histogramas sus valores individuales y cumulativos. Brevemente, y antes de revisar los datos arrojados por los histogramas diremos que los cinco caminos que se analizaron, aparecen numerados en el fotograma aéreo de la foto nº 4.

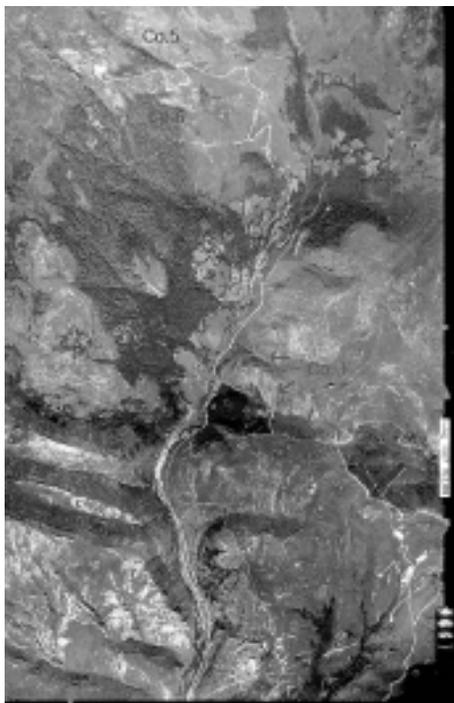


Foto nº 4. La Parte de Sotoscueva. Vía de La Engaña. Localización en la foto aérea vertical. Escala 1/30.000. La vía es el camino 1, los demás son las posibles continuaciones

El camino nº 2 es un camino empedrado que arranca de la carretera de Santelices en un punto próximo a donde termina la vía de La Engaña, cruza el río del mismo nombre y se interna en el bosque, desapareciendo. El camino nº 3 es un camino desde la carretera de Santelices al Puerto de las Estacas, que recogido en el mapa 1/50.000 del SGE se halla desaparecido en la actualidad. El camino nº 4 sigue una terraza fluvial hacia la Vega de Pas por el Colladillo de la Hormaza y la divisoria con Cantabria. Los caminos 5 y 6 parten de la carretera de Santelices y por el puente de Baulatabla cruzan el río y tuercen al Oeste hacia una zona de cabañas pasiegas abandonadas. Ninguno de estos caminos salvo el nº 2 conserva empedrado.

Analizando los valores de las pendientes de la vía de La Engaña (camino nº 1) que proporciona PDS vemos como éstos coinciden con la media de las medidas observadas en otras zonas del Imperio (los valores más altos oscilan entre el 10 % y el 15%).

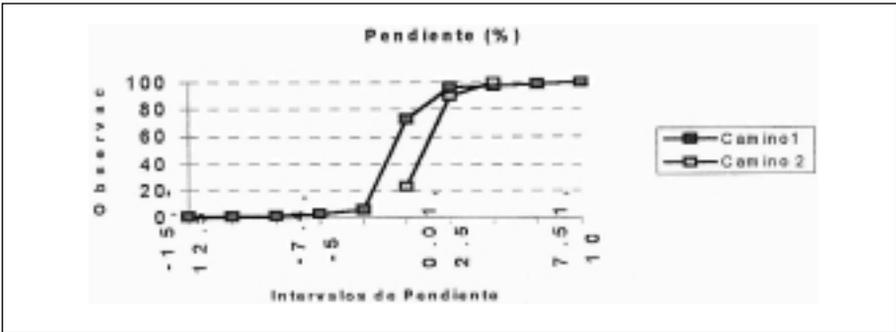


Gráfico nº 3.- Pendientes camino 1 y 2, por porcentajes cumulativos. Datos de PDS

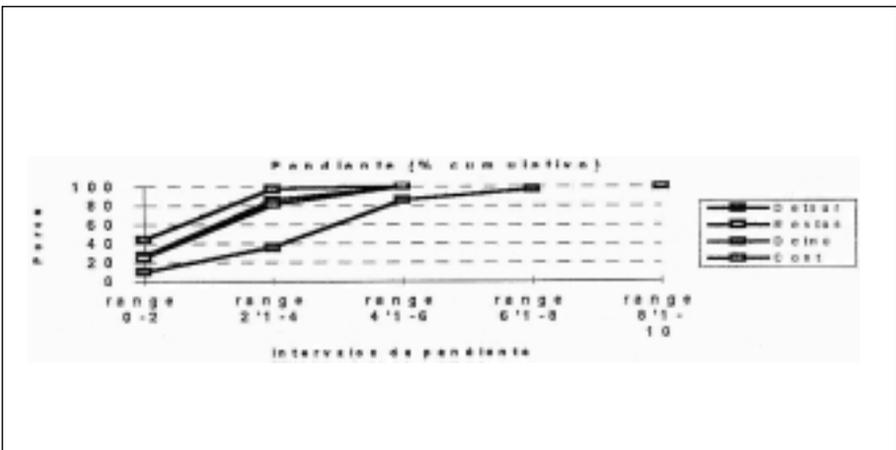


Gráfico nº 4.- Pendientes de los caminos, en porcentajes cumulativos. Datos de Idrisi¹⁰

En el gráfico nº 4 vemos el análisis de las pendientes (en porcentajes cumulativos) de algunos de los 6 caminos en cuestión, mediante los datos proporcionados por Idrisi. Las mediciones reveladas por Idrisi en la mayoría de los caminos examinados retroceden una gama, permaneciendo en porcentajes más bajos, superando el 8% sólo la vía de La Engaña. Sólo volveremos a encontrar pendientes altas en la ruta (no aparece en el gráfico) que desde el río Engaña sube hacia el Puerto de las Estacas.

10. Detsur sería un camino de continuación hasta el pueblo de Entrambosríos, Restos es el Camino nº 1, Detno es en camino nº 5 y cont el camino nº 2.

Ante la imposibilidad de definir una ruta de continuación en base a los análisis de las pendientes, se procedió a experimentar una de las opciones de Idrisi, que es el módulo de las pathways, esto es, se le pide al programa que a partir de un punto concreto confeccione la ruta más directa a otro punto seleccionado, teniendo en cuenta los inconvenientes de la geografía en un trazado de ida y vuelta. Para ello hay que calcular una superficie de fricción, esto es, dividir el relieve en zonas en donde viajar cuesta más o menos tiempo y esfuerzo en función de la pendiente del terreno. Ello se calcula aplicando una ecuación al relieve y seguidamente se procede a estimar la superficie de menor costo para cada lugar escogido. Esta superficie se escogió anisotrópica para que tomara en cuenta los valores de costo de un viaje de ida y de vuelta. Finalizados estos pasos se pide la ruta resultante entre los puntos escogidos y se superpone al relieve digitalizado de la zona.

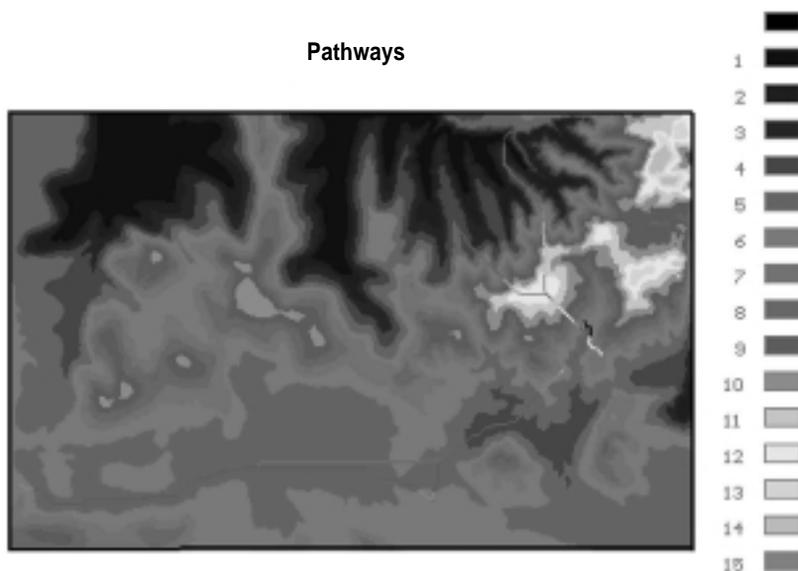


Foto nº 5.- Pathways desde la zona de los restos.

Como la cartografía digitalizada imponía sus límites se ensayó cuál sería la continuación del camino si fuera hacia luliobriga. El resultado son las 2 rutas rosas que se pueden ver en la foto nº 4. La que hace un quiebro corresponde a un camino que además pasaría por Virtus (hallazgo monetar). Una imagen tridimensional del relieve se puede ver en la siguiente foto. De entre las continuaciones que aparecen en ambas imágenes en un principio pensamos que el camino nº 2, que sale enfrente de los restos, cruza el río y se interna en el monte, podría ser el que buscábamos, porque conserva parte de empedrado al principio y coincide con la pathway propuesta por Idrisi. Sin embargo perdemos el rastro en el bosque con lo cual no lo podemos asegurar con certeza. Quizás el que buscamos sea un camino hoy desaparecido bajo la explanación reciente de la carretera a Santelices y que según el 1/50.000 del SGE llevaba al Puerto de las Estacas de Trueba, pero del que hoy, en la zona de la Engaña no queda ningún resto. En último término, sobre las rutas propuestas, es la arqueología la que tiene la última palabra.

**Vista tridimensional del área lulobriga Engaña.
Ortho (rotado) con Pathways**

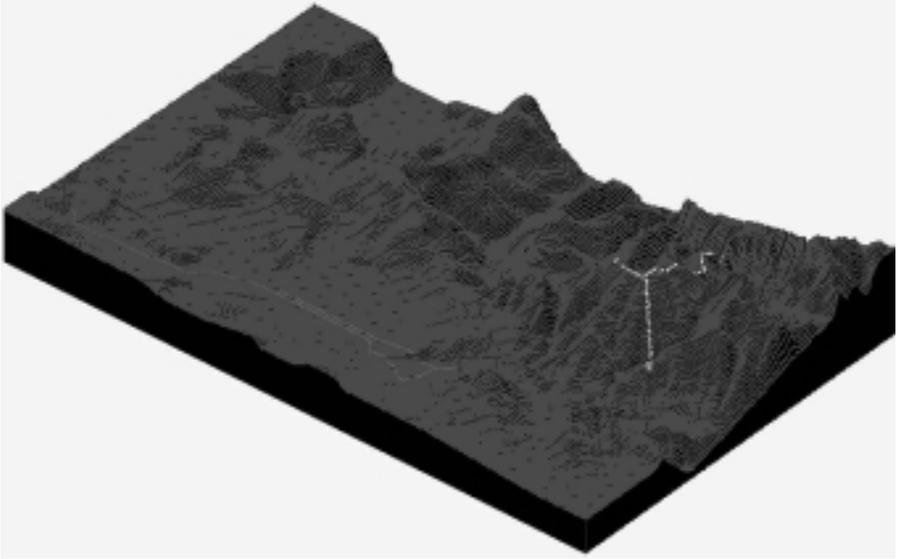


Foto nº 6.- Las pathways en visión tridimensional desde el área de Sotoscueva.

CONCLUSIONES

En conclusión, por lo que respecta al camino de La Engaña, pensamos que podríamos estar ante un segmento desgajado de la vía Flauibriga-lulibriga si se confirmase que se dirige hacia las Estacas de Trueba, y por tanto hacia la costa cantábrica, o quizás ante la misma vía, si tomamos en cuenta que el camino nº 2 sigue de cerca la ruta de la pathway hacia lulibriga. Como se puede ver a la luz del presente análisis, las aplicaciones informáticas y estadísticas tienen un gran campo pero también sus limitaciones. Para el caso de las pendientes, aunque se configuran como un elemento esencial a la hora de abordar el estudio de una vía, no sirven como pautas de romanidad hasta que se tengan datos de una muestra de referencia mayor. Por tanto, convendría recoger los datos de las mismas y conformar bases de datos de referencia detallados que sirvieran para comparaciones entre vías antiguas del Imperio.

Por otro lado, consideramos hoy por hoy a los SIGs como una herramienta muy útil a la hora de proporcionar los datos tridimensionales de las comunicaciones antiguas. A la relativa facilidad de su manejo se aúna el interesante potencial que representa la posibilidad de elaborar caminos de continuación entre puntos que tengan en cuenta los dictados del relieve (pathways) El mayor inconveniente estriba en la imposibilidad de tomar los datos físicos de pendientes de caminos largos y complejos, y el hecho de que las mediciones no son tan precisas como aquellas obtenidas usando los programas profesionales de Diseño Tridimensional de Infraestructuras (PDS, PAD2), que sin embargo pecan de excesiva complejidad y altísimo coste económico.

*Este artículo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación del Gobierno Vasco PI 93/33 y ha gozado también para su realización de una Ayuda a la Investigación de la Bilbao Bizkaia Kutxa. Asimismo forma parte de la investigación realizada para la Tesis de Licenciatura de su autora: La red viaria romana en el norte de Burgos. Valles de Mena, Losa y Sotoscueva. Vía Pisoraca-Flauiobriga. Vía Flauiobriga-Luliobriga. Vías Secundarias, leída en el Departamento de Estudios Clásicos de la Facultad de Filología, Geografía e Historia de la U.P.V el 9 de Octubre de 1996, que obtuvo la calificación de Sobresaliente.

Agradecemos la colaboración de las citadas instituciones así como del Departamento de Arqueología de la Universidad de Southampton (Dr. Westcott, Dra. Massagrande, Dr. Wheatley, Dr. Simon Keay) del Dr. Johnston y el Dr. Hounsell, de la misma universidad y de los ingenieros de Roughton & Partners de Southampton por las aplicaciones de PDS. Gracias extensibles a la Junta de Castilla y León (Depto de Medio Ambiente y Servicio de Arqueología) y a la familia López Ruiz de Santelices.