

La vía 29 del Itinerario de Antonino entre *Mirobriga* y *Carcuvium*. Valoración preliminar del trazado mediante el cálculo de rutas óptimas

Road 29 of the Antonine Itinerary between *Mirobriga* and *Carcuvium*. A preliminary evaluation using Least Cost Analysis (LCA)

MIRIAM GONZÁLEZ NIETO

Universidad Nacional de Educación a Distancia. Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Prehistoria y Arqueología
C/ Senda del Rey, 7, E-28040 Madrid
miriamgonzalez@geo.uned.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2235-2803>

MAR ZARZALEJOS PRIETO

Universidad Nacional de Educación a Distancia. Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Prehistoria y Arqueología
C/ Senda del Rey, 7, E-28040 Madrid
mzarzalejos@geo.uned.es
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0673-1894>

El presente trabajo analiza las hipótesis de trazado de la vía 29 en el tramo entre *Mirobriga* y *Carcuvium*, con el objetivo de valorar y contrastar las propuestas de otros investigadores y sus zonas de paso. Además, se aplica un método de estudio basado en los sistemas de información geográfica (SIG), usando el cálculo de rutas óptimas con el fin de reflexionar sobre las posibles conexiones del territorio sisaponense.

PALABRAS CLAVE

SIG, VÍA ROMANA, COSTE ACUMULADO, *SISAPO*, VALLE DE ALCUDIA, RUTA ÓPTIMA

Aquest treball analitza les hipòtesis del traçat de la via 29, del tram entre *Mirobriga* y *Carcuvium*, amb l'objectiu de valorar i contrastar les propostes d'altres investigadors i les zones de pas. Així mateix, s'aplica un mètode d'estudi basat en els sistemes d'informació geogràfica (SIG), que utilitza el càlcul de rutes òptimes per tal de reflexionar sobre les possibles connexions del territori de *Sisapo*.

PARAULES CLAU

SIG, VIA ROMANA, COST ACUMULAT, *SISAPO*, VALL D'ALCÚDIA, RUTA ÒPTIMA

This paper analyses the hypotheses of the layout of the route of road 29 of the Antonine Itinerary, in the section between *Mirobriga* and *Carcuvium*, with the aim of evaluating and contrasting the proposals of other researchers and their suggested areas of passage. In addition, a study method, based on geographic information systems (GIS), is applied, using Least Cost Analysis in order to reflect on the possible connections with the territory of *Sisapo*.

KEYWORDS

GIS, ROMAN ROAD, ACCUMULATED COST, *SISAPO*, ALCUDIA VALLEY, OPTIMAL ROUTE

Introducción

Este trabajo forma parte de la agenda de investigación del proyecto «Producción y circulación de bienes en el reborde meridional de la Meseta (Sur de la provincia de Ciudad Real) entre la Prehistoria Reciente y el fin de la Antigüedad» (ProCir), cuyo objetivo general se orienta a conocer los diferentes escenarios de relaciones económicas y comerciales en que se inscribió este ámbito espacial en el prolongado lapso temporal indicado. Una de las líneas de trabajo que se están desarrollando incluye la identificación de la trama viaria que articuló la región y que fue el soporte de los circuitos comerciales que alcanzaron estas comarcas del sur de la Meseta¹.

El estudio de la caminería romana, en el ámbito que nos afecta, goza de una cierta tradición historiográfica, remontable al siglo XIX y referida prioritariamente a uno de los ejes mayores que atravesó estas tierras, la vía 29 del Itinerario de Antonino, una de las grandes rutas que enlazaban *Augusta Emerita* con *Caesararugusta*. El tramo que afecta al marco geográfico contemplado en el proyecto ProCir abarca el segmento de la ruta comprendido entre *Mirobriga* y *Laminium*, pasando por *Sisapo*, *Carcuvium*, *Ad Turre* y *Mariana*. El objetivo básico del presente trabajo es evaluar la idoneidad de los recorridos planteados por la historiografía en comparación con las rutas generadas a partir de los sistemas de información geográfica, mediante la aplicación de algoritmos de creación de superficies para el cálculo del coste mínimo acumulado y rutas óptimas. Presentamos, aquí, por tanto, una primera aproximación metodológica para el cálculo de rutas óptimas en un entorno arqueológico, que, como ensayo de aplicabilidad, se circunscribe al tramo comprendido entre *Mirobriga* y *Carcuvium*. Se trata de una fase preliminar de la investigación, que será contrastada con el pertinente trabajo de campo.

El ámbito por el que discurrió este segmento viario corresponde al ángulo suroccidental de la provincia de Ciudad Real y la porción colindante de la provincia de Badajoz. La unidad fisiográfica que preside este marco geográfico es el Valle de Alcuía, un anticlinal de configura-

1. Esta investigación constituye el tema de tesis doctoral de M. González Nieto, que se desarrolla en el marco de un contrato para la formación de doctores del Ministerio de Ciencia e Innovación (ref. PRE2020-094517) inscrito en el proyecto ProCir. Dicha tesis doctoral se inscribe en el programa de doctorado en Historia e Historia del Arte y Territorio, gestionado por la EIDUNED.

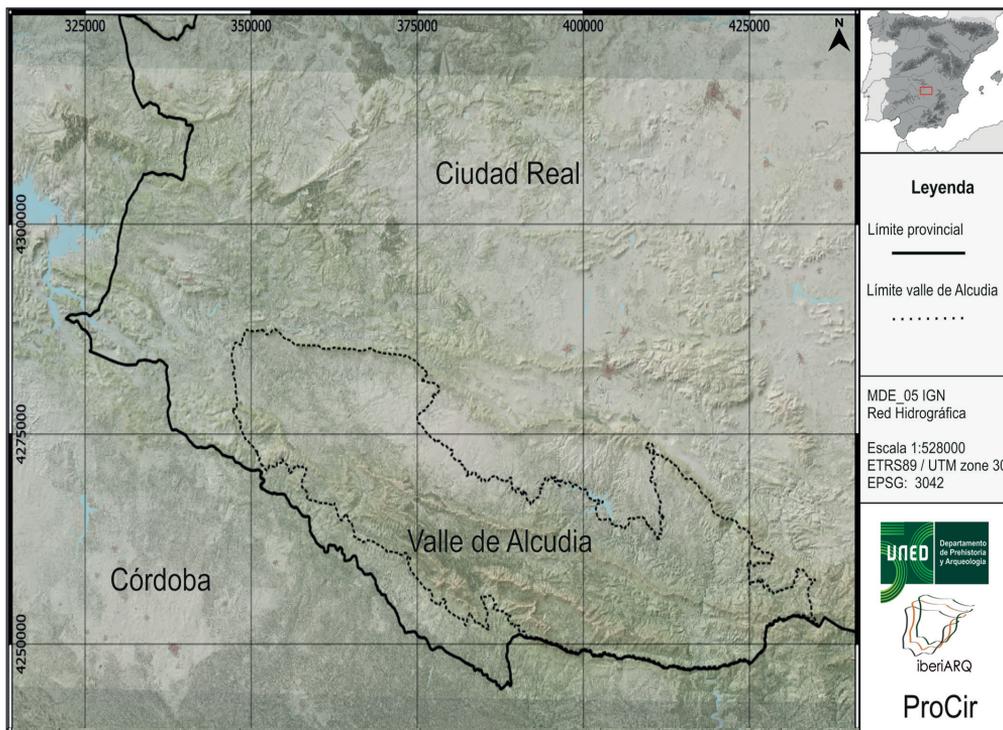


Figura 1. Mapa general del área geográfica de estudio (elaboración propia).

ción alargada y orientación O-E, con más de 100 km de continuidad y una anchura media de 15 km, que lo convierten en un corredor natural entre las sierras extremeñas y la mitad oriental de Ciudad Real. Esta formación está enmarcada entre las sierras de La Solana de Alcudía y Puertollano al norte, y al sur, por la sierra de la Umbría de Alcudía y Sierra Madrona. El Valle de Alcudía forma parte de la cuenca del Guadiana en su mitad occidental, regada por los ríos Guadalmez, Valdeozogues y Alcudía, y de la cuenca del Guadalquivir en su extremo oriental, con los cursos del Ojailén, Fresnedas y Tablillas, afluentes del Montoro (fig. 1).

La importancia de este territorio ha estado marcada históricamente por sus características geológicas y metalogenéticas, que dieron soporte a una importante actividad minera que hunde sus raíces en la Prehistoria Reciente. Destacan por su riqueza los depósitos minerales de plomo, zinc y plata que han configurado la comarca de Alcudía como un célebre distrito minero (Zarzalejos, 2011). Por su parte, esta riqueza encuentra en la comarca de Almadén un protagonismo especial representado por yacimientos de cinabrio y mercurio, que suponen la mayor acumulación del mineral a nivel planetario, fruto de una anomalía química, cuyo origen ha dado lugar a no pocos estudios sobre su génesis geológica (Saupé, 1973; Palero Fernández, 2012; Higuera *et al.*, 2020, entre otros).

En efecto, pudo existir un beneficio minero remontable a épocas prerromanas, como debió suceder con el cinabrio de Almadén, a juzgar por la identificación de mineral de este origen en diversos contextos de la Prehistoria Reciente, aunque no se han hallado evidencias directas de estas primeras explotaciones (Zarzalejos *et al.*, 2020).

Ya en época histórica, diversas fuentes antiguas se hacen eco de la riqueza minera de estos pagos, y, en particular, del cinabrio, que encuentra una referencia emblemática en la obra de Plinio (*Nat.* 33. 118), cuando refiere que las más importantes minas de cinabrio (*minium*) que abastecieron a Roma se encuentran en la región de *Sisapo*, una ciudad adscrita a la Bética. También mereció esta región el elogio de los antiguos por la explotación de la plata (Estrabón, *Geog.* III. 2. 3), lo que la convierte en una de las zonas mineras más importantes de la provincia hispana.

Tal y como las fuentes señalan, este territorio tuvo como cabeza de puente a la ciudad de *Sisapo*, identificada en el yacimiento de La Bienvenida (Almodóvar del Campo) y que fue sede de la gestión de estas explotaciones, que entraron en una fase de beneficio intenso entre el periodo tardorrepblicano y el siglo II d. C. (Hevia Gómez, 2003; Zarzalejos, 2011: 55). Esta estrategia económica influirá en la configuración de los ejes de comunicación regionales, dada la necesidad de asegurar la evacuación de los productos mineros y la afluencia de bienes para el mantenimiento de las comunidades establecidas en este territorio (Zarzalejos *et al.*, 2015). Las principales arterias que recorrían este espacio y de las que tenemos constancia a través de la documentación itineraria y epigráfica son el ya citado segmento de la vía 29 del Itinerario de Antonino, la vía *Sisapo-Castulo* (CIL II 3270) y la vía *Corduba-Sisapo* (CIL II²/7, 699a) (Ventura, 1993; Zarzalejos *et al.*, 1999: 256; Hevia Gómez, 2003: 59). Entre los yacimientos que conservan evidencias de explotación antigua se encuentran los complejos mineros de Mina Diógenes (Solana del Pino), Quinto del Hierro (Almadén-Almadenejos), Mina de las Cuevas (Almadén), Guadalperal (Almadén), La Romana (Almodóvar del Campo) o Valderrepisa (Fuencaliente), cada uno de los cuales se halla inserto en el área de afección de los diferentes caminos antiguos mencionados (Zarzalejos *et al.*, 2015).

Las investigaciones arqueológicas emprendidas en el yacimiento sisaponense ponen de manifiesto una primera ocupación que relaciona este lugar con los ambientes del Bronce Final caracterizados en la cuenca media de los ríos Guadiana y Guadalquivir (Fernández Ochoa *et al.*, 1994: 143-145; Zarzalejos, 1995: 822-839; Zarzalejos, Fernández Ochoa, Esteban y Hevia, 2012b). Los movimientos de gentes tartésicas a través de estas tierras pueden encontrar reflejo en algunos marcadores culturales como las estelas grabadas del Bronce final, con una concentración en número de cuatro ejemplares en el propio yacimiento de La Bienvenida o su entorno inmediato (Zarzalejos, Esteban y Hevia, 2011). Esta difusión parece ratificar el activo papel cobrado en fechas tan antiguas por la ruta del Valle de Alcudia desde su embocadura en el valle del Zújar, donde se encuentra uno de los principales núcleos de estas manifestaciones (Celestino y Paniego, 2021: 74).

Posteriormente, con la cristalización de la cultura íbera en esta misma región se potenciarán los lugares estratégicos de paso que hicieron posibles las relaciones entre estas

comarcas de la Meseta sur y la alta Andalucía (Zarzalejos *et al.*, 2012: 141). Todo ello hace plausible pensar que los romanos pudieron sistematizar estas zonas de tránsito, poniendo de manifiesto una cierta continuidad en el uso de rutas y puntos de franqueo de las sierras a través de los puntos topográficamente más favorables.

La vía 29: *Per Lusitaniam ab Emerita Caesaraugustam* entre *Mirobriga* y *Carcuvium*

Como se acaba de indicar, el Itinerario de Antonino (444, 3 ss.) recoge esta ruta como uno de los grandes ejes que enlazaron dos núcleos capitales en la organización augustea de Hispania: *Augusta Emerita* y *Caesaraugusta*. A pesar de su indicación topográfica, la vía abandona pronto la provincia lusitana para atravesar buena parte de la Meseta sur por terrenos de la Bética y, en mayor medida, de la Tarraconense, circunstancia que indujo en su momento a algunos autores a plantear la posibilidad de que hubiera un error en la versión del texto antoniniano, proponiendo el cambio de la referencia *Per Lusitaniam* por *Per Laminiium* (Coello, 1889: 18) o *Per Carpetaniam* (Viu, 1846: 299). Una original solución a este problema presenta J. Rodríguez Morales (2000: 17) al considerar que la referencia de Plinio sobre una Beturia céltica con poblaciones procedentes de Lusitania podría ampliar el concepto geográfico más allá de la delimitación provincial en la zona comprendida entre *Mirobriga* y *Sisapo*. Por su parte, G. Arias replantea el trazado por territorio lusitano en una propuesta diametralmente diferente y que reposiciona la ubicación de las *mansiones* al considerar que las referencias *Sisalone* y *Lamini* no corresponden a *Sisapo* y *Laminiium* (Arias, 1987: 101-102).

E. Saavedra (1862) enumera el camino como vía 29 en su discurso de ingreso en la RAH sobre *Las obras públicas en los antiguos tiempos* y es esta la denominación más común de la vía en la bibliografía posterior, al igual que se debe a él un trazado que, con discrepancias puntuales, discurre a través de la margen izquierda del Guadiana. En el análisis historiográfico destacan dos problemáticas interrelacionadas; la primera se refiere a la falta de acuerdo en la ubicación de algunas *mansiones* de la vía recogidas en el Itinerario de Antonino y la segunda, al condicionamiento de las hipótesis de trazado a partir de las propuestas de ubicación de las *mansiones*.

Empezaremos por sintetizar en breves pinceladas la discusión existente sobre la reducción geográfica de las *mansiones* que jalonaban el tramo objeto de interés en esta contribución comenzando por *Mirobriga*, que es la estación previa al ingreso del camino en el actual territorio de la provincia de Ciudad Real. Esta referencia aparece recogida por Plinio (*Nat.* 3. 14) entre los *oppida turdulorum* del *Conventus Cordubensis* y por Ptolomeo (II. 4.10) en el área turdetana. Desde el siglo XVI, el hallazgo de dos epígrafes con referencias directas al nombre del núcleo antiguo en el Monasterio de la Encarnación en Capilla (CIL II 2365 y

CIL II 2366) ha propiciado la localización de *Mirobriga* en esta localidad pacense (Morales, 1575: 357-358) o en los yacimientos de su entorno inmediato, y esta es la opinión que ha prevalecido hasta nuestros días. La lista de autores que mantienen esta hipótesis se recoge hasta la fecha de su publicación en Zarzalejos, 1995: 188, y a ella cabe añadir otros autores que han escrito al respecto con posterioridad (Berrocal-Rangel, 1998: 31; Rodríguez Morales, 2000: 16; Sánchez Sánchez, 2005: 5; Carrasco Serrano, 2007: 369, 2016: 35; Rodríguez Serrano, 2016: 227 y Rodríguez Neila, 2019: 197). De manera más precisa, los trabajos arqueológicos desarrollados en los años 1980 en el yacimiento de Cerro Cabezo, a unos 6 km de Capilla y en la margen derecha del río Esteras, parecen evidenciar que este fue el solar de *Mirobriga* (Pastor, Pachón y Carrasco, 1989). El yacimiento ha sido pródigo en hallazgos epigráficos con referencia al propio *municipium* o a los mirobrigenses (CIL²/7 852; CIL²/7 853; CIL²/7 854), lo que ratifica la reducción geográfica de la ciudad. Su localización hace de este lugar un enclave estratégico para el control del paso y la conexión con la región minera de Almadén (Pastor Muñoz y Pachón Romero, 1993: 45; Zarzalejos, 1995: 190).

Han existido, no obstante, otras propuestas alternativas para la localización de *Mirobriga* que apenas han gozado de predicamento, como la que situó la *mansio* junto a la Ermita de Las Cruces en el Guijo (Córdoba), debido al hallazgo aquí de un epígrafe con referencia al nombre de la ciudad (Blázquez, 1912: 365; Ruiz, 1923: 77-78) o la que la sitúa en Santa Eufemia (Córdoba) (Romero García, 1954: 64-65).

La siguiente *mansio* responde en el Itinerario a la voz de *Sisalone*, referencia cuya interpretación como una errata en el documento itinerario, en lugar de *Sisapone*, no ha generado grandes discrepancias entre los estudiosos de la vía (Blázquez, 1912: 366; Roldán, 1975: 93; Sillières, 1980: 52, 1990: 6). Plinio recoge este núcleo como un *oppidum* de la Beturia túrdula perteneciente al *Conventus Cordubensis* (Nat. 3. 14), mientras que Ptolomeo (II, 6, 58) lo menciona formando parte del *Conventus Carthaginensis*. Esta discordancia en la adscripción administrativa ha sido explicada en el marco de una rectificación del límite provincial entre la Bética y la Tarraconense defendida por R. Thouvenot (1940: 164-165) y desarrollada por otros autores (Carrasco, 2016: 37, not.18).

Las diferentes hipótesis sobre la reducción geográfica de *Sisapo* fueron recopiladas hace años por una de nosotras (Zarzalejos, 1994). Entre los lugares mencionados por la historiografía se encuentra el sitio de Valdeazogues referido a la mina del mismo nombre, en Almadenejos, y no a la pedanía de Almodóvar del Campo (Morales, 1575: 166; Cortes y López, 1836b: 391; Víu, 1846: 299). La propuesta de ubicar *Sisapo* en Chillón fue enunciada por primera vez en el siglo XVIII por un carmelita descalzo de esta localidad en un manuscrito dado a conocer a mediados del siglo pasado (Romero García, 1954: 23-26) y valorada tiempo después por otros autores, como F. Fita (1910: 527), I. Hervás, 1914: 425), M. Corchado (1969: 156) y J. Zarraluqui (1934: 104 y 107). Sin embargo, será la proposición que ubica *Sisapo* en Almadén la que ha contado con un mayor número de adhesiones por parte de autores, entre los que se encuentran tanto cronistas e historiadores generales (Miñano, 1826-29: 151; Ceán Bermúdez, 1832: 351; Cortés y López, 1836b: 390; Hosta,

1865: 85) como estudiosos de la caminería antigua (Saavedra, 1862: 103; Coello, 1889: 20; Blázquez, 1892: 280; 1912: 368; Blázquez y Sánchez Alborno, 1917: 23), además de numerosos arqueólogos que, aún hoy vienen repitiendo de manera acrítica la asociación *Sisapo* = Almadén al relacionar automáticamente la sede de la ciudad con las minas de cinabrio que le dieron fama en la Antigüedad.

En su momento, un gran conocedor de las vías del sur peninsular, P. Sillières (1980: 53), ubicó el núcleo sisaponense en el Cerro de las Monas, un importante yacimiento localizado entre los ríos Valdeazogues y Alcuía. Una década después, el mismo autor (Sillières 1990: 375 y 382) planteó que dicho lugar pudo ser una *mansio* omitida en el *Itinerario de Antonino* y consideró verosímil la identificación de *Sisapo* en La Bienvenida, a juzgar por los resultados de las intervenciones iniciadas a comienzos de los años 80 del pasado siglo en dicho yacimiento y en el curso de las cuales se halló un epígrafe en el que podía leerse el nombre de la ciudad (Fernández Ochoa, Caballero y Morano, 1982-83). La reducción de *Sisapo* en La Bienvenida había sido adelantada por eruditos locales como A. Delgado, vecino de Belalcázar, cuya opinión quedó recogida por el tantas veces citado A. Blázquez (1912: 365) o por I. Hervás (1914: 164-165). Muy clara fue, asimismo, la identificación de las ruinas de La Bienvenida con la antigua *Sisapo* que plantearon en los años 50 el cura párroco de Almodóvar del Campo, E. Sancho, y T. García de la Santa a raíz de las exploraciones realizadas en la zona central del yacimiento (García de la Santa, 1955: 675-676) y en el camino de Almadén (Sancho y García de la Santa, 1960: 34-35). La continuidad del proyecto de investigación sistemático en el yacimiento de La Bienvenida y la aparición, años después, de nuevas evidencias epigráficas que reiteran, a pesar de su fragmentación, la asociación del nombre de la ciudad con el citado lugar, disipan cualquier atisbo de dudas sobre la reducción de *Sisapo* en este lugar central del Valle de Alcuía (Fernández Ochoa y Zarzalejos, 2010).

La última de las *mansiones* a la que haremos alusión es *Carcuvium*, núcleo que carece de otras referencias en la literatura antigua adicionales a la de su mención como hito de la vía 29 del Itinerario de Antonino. Desde el punto de vista administrativo y al hilo de la información epigráfica, algunos autores opinan que pudo tratarse de un *vicus* dependiente de *Oretum* (Alföldy, 1987: 50-51; Abascal, 2020: 215). Su asociación con la localidad de Caracuel, por analogía entre el nombre moderno y el topónimo antiguo, se ha impuesto en la historiografía (Zarzalejos, 1995: 201, con la bibliografía anterior, y, más recientemente, Rodríguez Morales, 2000: 22; Sánchez Sánchez, 2005: 5; Carrasco Serrano, 2007: 370; Roldán Hervás y Caballero Casado, 2014: 164; Abascal, 2020: 215). Las vicisitudes históricas de la localidad en tiempos de la dominación árabe y la Reconquista resultan bien conocidas a través de las fuentes musulmanas y cristianas (Corchado Soriano, 1982: 182; Ruibal, 1985: 385-409). Así, el topónimo aparece recogido entre las primeras como Karakî, Karkî, Karakwà y Karka (Abid Mizal, 1989: 187) nombres que los cristianos transformarían en Caracoi, Caracui y finalmente Caracuel (Hervás, 1914: 260; Ruibal, 1985: 385-386). Es interesante también la mención del geógrafo Al-Idrîsî, que indica que desde Mérida hasta Caracuel había 63 millas y que el camino se hacía en tres jornadas (Ruibal, 1983: 386).

Ya en el siglo XVI, las Relaciones Topográficas ordenadas por Felipe II recogen la indicación de que «era ciudad muy grande según relación de antiguos y según lo manifiesta la muchedumbre de edificios antiguos y la gran distancia que hay de tierra y cimientos...» (Viñas y Paz, 1971: 179). Coello también alude a la pervivencia en este lugar de «ruinas romanas e inscripciones, vestigios de caminos antiguos y circunstancias especiales que ofrece el paso de una pequeña cordillera» (Coello, 1889: 22), como también Hervás, utilizando sin duda la misma fuente, menciona la existencia de «ruinas, inscripciones y vestigios de caminos» (Hervás, 1914: 260). La excavación sistemática del lugar², rico en materiales romanos en superficie (Corchado, 1982: 181), podrá colaborar en la identificación de Caracuel con la antigua *Caracuvium*.

La literatura arqueológica contiene, no obstante, otras propuestas, como la de A. Blázquez (1912: 368) que ubicaba esta *mansio* en La Bienvenida o en el Puerto de Caracollera, donde pensaba que aún pervivía el antiguo topónimo, aunque la ubicación de *Sisapo* en La Bienvenida descarta esta posibilidad.

Las hipótesis de la ruta según la historiografía

El debate sobre la ubicación de las *mansiones*, que se acaba de resumir en las líneas que anteceden, se amplía al considerar las distancias intermansionarias que según el Itinerario son las siguientes:

444,3	<i>Per Lusitaniam ab Emerita Caesarea</i>	
4	<i>Augusta</i>	m.p.CCCCLVIII sic:
5	<i>Contosolia</i>	m.p.XII
6	<i>Mirobriga</i>	m.p.XXXVI
7	<i>Sisalone</i>	m.p.XIII
445,1	<i>Caracuvium</i>	m.p.XX

Lo que significa que si se acepta la reducción de *Mirobriga* en Cerro del Cabezo (Capilla, Badajoz) y *Sisapo* en La Bienvenida (Almodóvar del Campo, Ciudad Real) —como cabe asegurar por argumentos epigráficos reiterativos—, no existe correspondencia entre la distancia antoniniana (13 millas = ca. 20 km) y la que media entre estos dos lugares, que es de unos 52 km en línea recta. El mismo incumplimiento vuelve a verificarse entre *Sisapo* y *Caracuvium*, si se acepta que esta *mansio* estuvo en Caracuel, ya que las 20 millas (ca. 30 km) no se acomodan a los 45 km en línea recta que separan ambos puntos. Aunque no podemos entrar en detalle ahora, se ha intentado paliar tales discordancias con soluciones

2. Muy recientemente se ha emprendido un proyecto de investigación sistemática a cargo de J. L. Fuentes Sánchez, que está comenzando a proporcionar resultados muy prometedores.

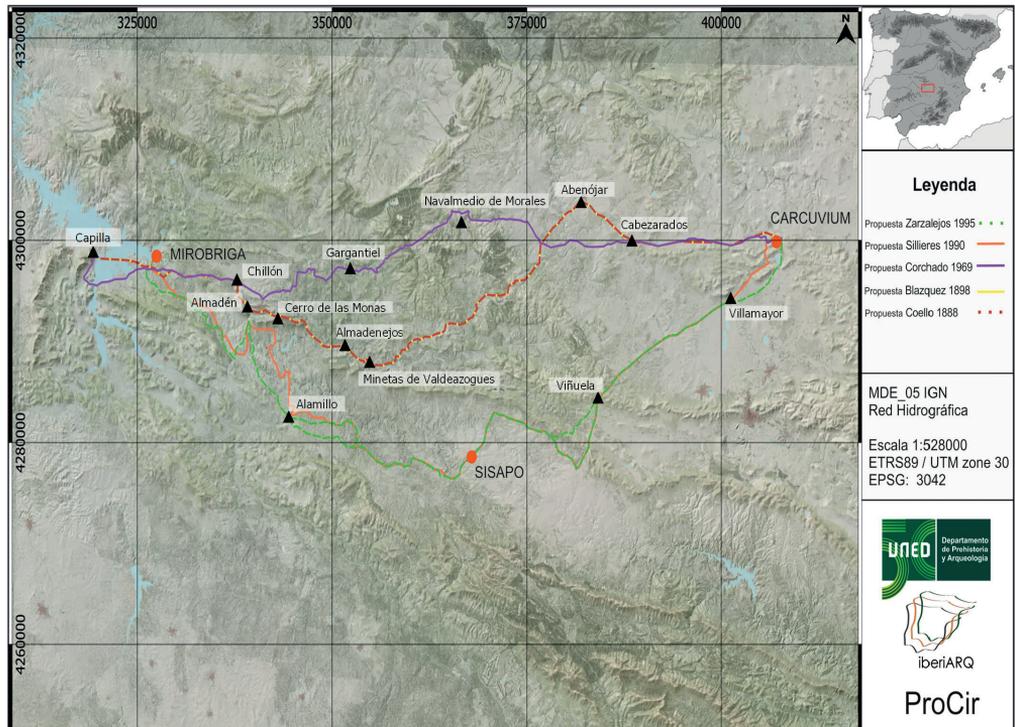


Figura 2. Propuesta de trazado de la vía de otros investigadores (elaboración propia).

diversas, como posibles *mansiones* omitidas o errores en las distancias en el documento original o sus ediciones³.

En todo caso, buena parte de los investigadores mencionados en el apartado anterior han intentado trasladar sobre el mapa una propuesta de materialización del camino que afecta al ámbito espacial de nuestro proyecto. Por razones de espacio, vamos a sintetizar dichas hipótesis escogiendo cinco que afectan al tramo seleccionado, con independencia de que en la investigación doctoral de una de nosotras este marco comparativo sea susceptible de ser ampliado (fig. 2).

- Coello inicia el tramo del segmento de la ruta aquí contemplado desde el Monasterio de la Encarnación de Capilla (*Mirobriga*), sigue el recorrido a la siguiente *mansio* a una distancia de 13 o 14 millas, por lo que el autor ubica *Sisapo* en Almadén. La vía continúa pasando por las minas de Valdeazogues, ya que Coello señala que la vía debería
- Sillères (1990: 378) propuso considerar el Cerro de las Monas como una *mansio* omitida al tiempo que corrige el número de millas que el Itinerario de Antonio fija entre *Sisapo* y *Carcuvium*.

discurrir en relación con los yacimientos de cinabrio. El camino terminará llegando a *Carcuvium* (Caracuel), aunque al no ajustarse la distancia desde Almadén a las 20 millas del Itinerario, sugiere la ubicación de esta *mansio* en Abenójar (Coello, 1889: 20-21).

- b) Blázquez sitúa *Mirobriga* entre los ríos Zújar y Esteras. Desde este punto, la vía continúa hacia *Sisapo*, que sitúa en Almadén y donde se cumplen las 13 millas, a través de Chillón, donde traslada que el camino era aún perceptible. La ruta iría por Almadenejos hacia La Bienvenida y Puerto de Caracollera, donde ubica *Carcuvium* (Blázquez, 1898: 67).
- c) Corchado propone el inicio desde Capilla (*Mirobriga*) y cruzando el Zújar por un vado, se dirige a Chillón (*Sisapo*). Desde Chillón, toma el camino a Gargantiel y después el de Almadén a Abenójar hasta llegar desde Cabezarados y Corral de Calatrava a Caracuel (*Carcuvium*) (Corchado, 1969: 144-145).
- d) Sillières inicia este tramo en Cerro Cabezo (*Mirobriga*) y sigue la ruta hacia el Cerro de las Monas, donde sitúa una *mansio* omitida. Desde este punto, la vía se encamina hacia La Bienvenida (*Sisapo*) y continúa por Veredas y La Viñuela hasta llegar desde Villamayor de Calatrava a Caracuel (*Carcuvium*), en ruta vecina a la carretera que une actualmente ambas localidades (Sillières, 1990: 381).
- e) Zarzalejos hace partir la ruta desde Cerro Cabezo (*Mirobriga*) y coincide con la propuesta de Sillières hasta alcanzar el Cerro de las Monas y Alamillo. Desde este punto, cree más factible la conexión entre Alamillo y La Bienvenida por el pie de la vertiente norte de la S.^a del Pajonal, llegando a *Sisapo* por el camino de Alamillo a La Bienvenida y verifica la ruta de Sillières para llegar a *Carcuvium* (Caracuel) con algunas modificaciones (Zarzalejos, 1995: 206-214).

Aplicación de análisis de rutas óptimas (SIG)

Llegados a este punto, no es difícil entender que nos enfrentamos al estudio de una de las vías antoninianas que más problemas de interpretación suscita en su traslación sobre el terreno. No obstante, y según se ha indicado en líneas anteriores, las últimas décadas han aportado un mejor conocimiento arqueológico sobre este territorio que posibilita, al menos, establecer algunos hitos fijos en la ruta a partir de la identificación por vía epigráfica de dos de las *mansiones* citadas por el documento itinerario: *Mirobriga* y *Sisapo*. Hasta la fecha, en cambio, no se han producido hallazgos materiales que aseguren el paso del camino por puntos concretos. Por esta razón y con el fin de añadir una información de base más objetiva que pueda orientar la búsqueda de restos sobre el terreno, planteamos la aplicación de un método de análisis de rutas en el que intervienen el cálculo de costes mínimos y las rutas óptimas (*least cost analysis* o LCA en sus siglas inglesas). Estos análisis aplican una serie de herramientas geoespaciales que parten de la consideración de que los seres humanos pueden decidir racionalmente cómo se trasladan de un punto a otro tratando

de minimizar el costo del traslado (White, 2017). A pesar de lo extendido de su uso, nos parecen pertinentes las observaciones realizadas por P. Fábrega-Álvarez (2016: 165-166), por lo que el resultado obtenido se tomará como una hipótesis que requiere contrastación con otros factores. Este método se fundamenta en el *algoritmo de caminos mínimos* de Dijkstra (1959) y permite determinar el camino más corto a partir de un vértice de origen hacia el resto de vértices en un grafo con pesos en cada arista. Este algoritmo apoyado en las tecnologías informáticas, en especial los sistemas de información geográfica (SIG), permite el procesado de un gran volumen de datos espaciales, además de trasladar, a través de un proceso de vectorización, los criterios y factores que pudieron tenerse en cuenta a la hora de elegir un determinado trazado para esta vía (Sánchez-Torrubia y Lozano, 2001; Fonte *et al.*, 2017: 164).

La obtención de costes mínimos y el cálculo de rutas de menor coste plantean dos aspectos a tener en cuenta: el primero de ellos es la creación de una capa *ráster* que refleje la creación de una superficie de coste, donde se almacenan los datos de fricción. El segundo implica trazar una línea sobre la superficie de coste acumulado desde un punto de inicio y un punto de destino (Douglas, 1994; Collischonn y Pilar, 2000). La fricción indica el coste y este valor se calcula mediante unos condicionantes, como puede ser la pendiente. De hecho, son varios los estudios que han relacionado la pendiente con el esfuerzo y en combinación con otros parámetros (*v.g.* Herzog, 2013; Llobera y Sluckin, 2007; Surface-Evans y White, 2012). En la actualidad, gracias a los modelos digitales del terreno (MDT), es sencillo el cálculo de este valor (Jiménez Madroñal *et al.*, 2020: 117). Los programas SIG usan valores acumulativos de los píxeles de una determinada capa *ráster*, siendo esta la que representa los valores de coste de desplazamiento y desde la cual se puede determinar la ruta de menor coste entre dos puntos (López Romero, 2005: 98). Las investigaciones han determinado dos formas de afrontar los problemas que presenta este método (Fiz Fernández, 2008: 203), los llamados *algoritmos isotrópicos*, fundamentados en que todo movimiento —con independencia de su dirección— conlleva un coste, y los *algoritmos anisotrópicos*, que contemplan que la dirección del movimiento puede implicar un coste mayor o menor (Silva y Pizziolo, 2001: 280).

Aplicando este último método a nuestro caso de estudio, debemos hacer, en primer lugar, referencia a los datos de partida. Se han empleado 42 hojas del modelo digital del terreno (MDT05, obtenidas a través de nube de puntos LiDAR PNOA con 5 m de paso de malla⁴) para abarcar toda la zona que integra el segmento de vía estudiado. De este modelo se obtiene la pendiente del terreno, aunque hay que tener en cuenta que, lógicamente, los datos topográficos reflejados en el MDT no son los que corresponderían a la época en estudio. En nuestro caso, contamos con una alteración u obstáculo relevante que es el embalse de La Serena. Una posible solución sería el uso de MDT generados antes de esta modificación, pero, lamentablemente, los MDT más antiguos de los que disponemos son de 2009, posteriores, por tanto, a la construcción de dicho embalse.

4. PNOA Centro de Descargas <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/linkUnMD>.

El segundo paso es la obtención de los datos de inicio y destino. Las rutas parten de *mansiones* que, una vez localizadas en el mapa, reflejaremos como puntos de origen y destino. Estos valores de referencia o nodos primarios son los puntos de *Mirobriga* (Cerro Cabezo), *Sisapo* (La Bienvenida) y *Carcuvium* (Caracuel), todos ellos en capas vectoriales. Finalmente, disponemos de una última capa que refleja la red fluvial del territorio que interesa a nuestro estudio y que, en el tramo considerado, corresponde a la cuenca del Guadiana. Se han seleccionado los cursos fluviales medios, ya que estos tendrían un caudal más estable a lo largo del año, evitando arroyos o corrientes de agua estacionales.

La aplicación de estas herramientas se encamina a proporcionar hipótesis de trazado, por lo que es importante tener en cuenta que quizás aspectos geográficos que hoy creemos relevantes para el paso de una vía en el pasado no lo fueran, y viceversa. Esta consideración debe pesar en el valor de estas propuestas modelizadoras, que no es otro que el de la formulación de una hipótesis de trabajo, por lo que el último paso debe consistir necesariamente en la verificación de la hipótesis sobre el terreno con el fin de buscar evidencias arqueológicas que permitan su contrastación.

Ejemplo de cálculo de rutas óptimas: *Mirobriga – Carcuvium*

Para la realización de este estudio se han usado los *softwares* de QGis y SAGA. El proceso metodológico ha partido de la creación de un MDT combinado para la obtención de un mapa de fricción y la superficie de costes mínimos desde QGis, y, finalmente, en SAGA se han calculado las rutas óptimas.

Se ha decidido aplicar la fórmula de Silva y Pizziolo para obtener el factor de fricción, dado que contempla que la pendiente introduce un factor diferencial de coste en razón de la dirección ascendente o descendente del desplazamiento⁵ (Silva y Pizziolo, 2001: 281-282). El análisis de la pendiente se concreta en el cálculo de la «fricción efectiva», entendida como la fricción ejercida por un elemento topográfico sobre el objeto en movimiento (Fiz Fernández, 2008: 204). Por otra parte, y dada la época histórica de nuestro interés, debemos considerar los valores de pendientes máximas que un carro cargado de materiales y tirado por bueyes pudiera salvar. En este sentido, hemos considerado los datos de Pegoretti, de un 9 % (Pegoretti, 1863: 24) y de I. Moreno Gallo de un 8 % (Moreno Gallo, 2006: 21)⁶. A partir de una superficie de fricción y mediante la herramienta «r.cost»

5. Véase la explicación teórica de la capa de fricción mediante la fórmula que estos autores aplican, teniendo en cuenta que no supone para un humano el mismo esfuerzo recorrer una zona en pendiente ascendente que descendente. Dicha fórmula adapta otras propuestas previas intentando generar un modelo adaptado al movimiento de personas.
6. Normalmente los carros de transporte usados eran de cuatro ruedas y tirados por una yunta de bueyes, animales muy aptos para este fin debido a su gran capacidad de tracción (Raepsaet, 2002: 34). No obstante, Pegoretti establece diferentes capacidades de carga según el terreno (Pegoretti, 1863).

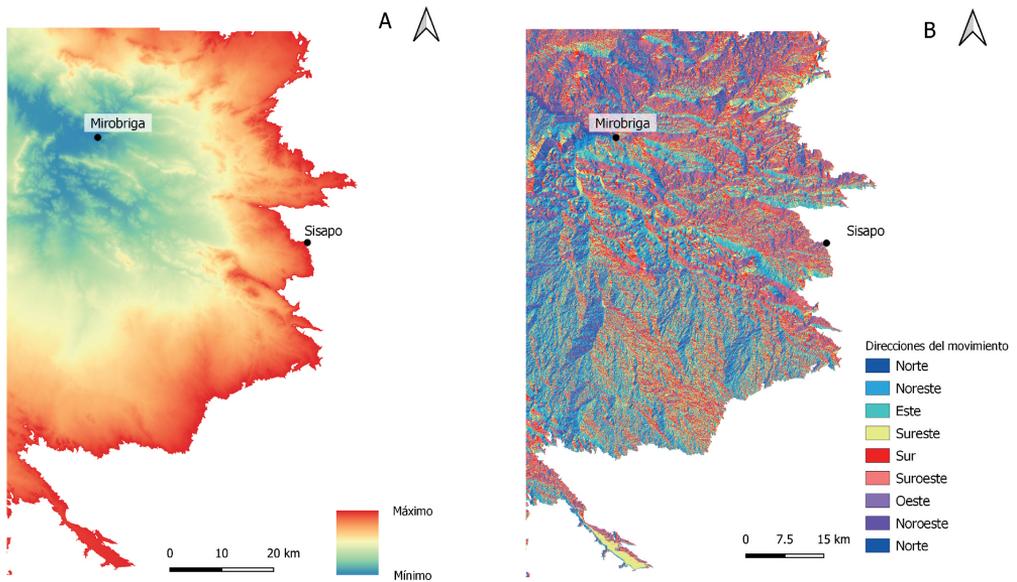


Figura 3. A. Representación del coste acumulado desde *Mirobriga* hacia *Sisapo*. B. Representación de las direcciones del movimiento desde *Mirobriga* (primer segmento) (elaboración propia).

de GRASS se ha calculado el coste mínimo acumulado y dirección del movimiento (fig. 3 y 4) en torno a cada punto, es decir, para el enlace *Mirobriga – Sisapo* (primer segmento) y para *Sisapo – Carcuvium* (segundo segmento). Desde SAGA, a partir del coste acumulado, se ha ejecutado la herramienta «least cost paths», llamada también «ruta óptima», que ha permitido generar la ruta final.

Expresión de la fórmula de Silva y Pizziolo:

$$\begin{aligned} \text{FACTOR DE FRICCIÓN} &= 1 + (\text{Fricción ascenso} + \text{Fricción descenso}) / 2 \\ \text{Fricción ascenso} &= 1 + (3.168 * \text{pendiente expresada en porcentaje}) \\ \text{Fricción descenso} &= 1 + (1.2 * \text{pendiente expresada en porcentaje}) \end{aligned}$$

En el primer segmento de la ruta (*Mirobriga – Sisapo*) se observa cómo desde Cerro Cabezo (Capilla), a una cota de 400/420 m, la ruta se desvía hacia el embalse de La Serena, trazando sus primeros pasos en este elemento. Este movimiento no es ilógico, pues el programa ha reconocido los valores del embalse como el punto de paso de mínimo coste. Este hecho nos sitúa, como ya se ha adelantado, ante el problema de un obstáculo inexistente en la Antigüedad, ya que el embalse, construido entre 1985 y 1990, es una obra de gran envergadura que modifica considerablemente el territorio en momentos cercanos al presente. Existen estudios en la actualidad que han afrontado problemas similares al que se nos presenta, como es el centrado en el vado de Alconétar (Cáceres), afectado por la construcción de la presa de

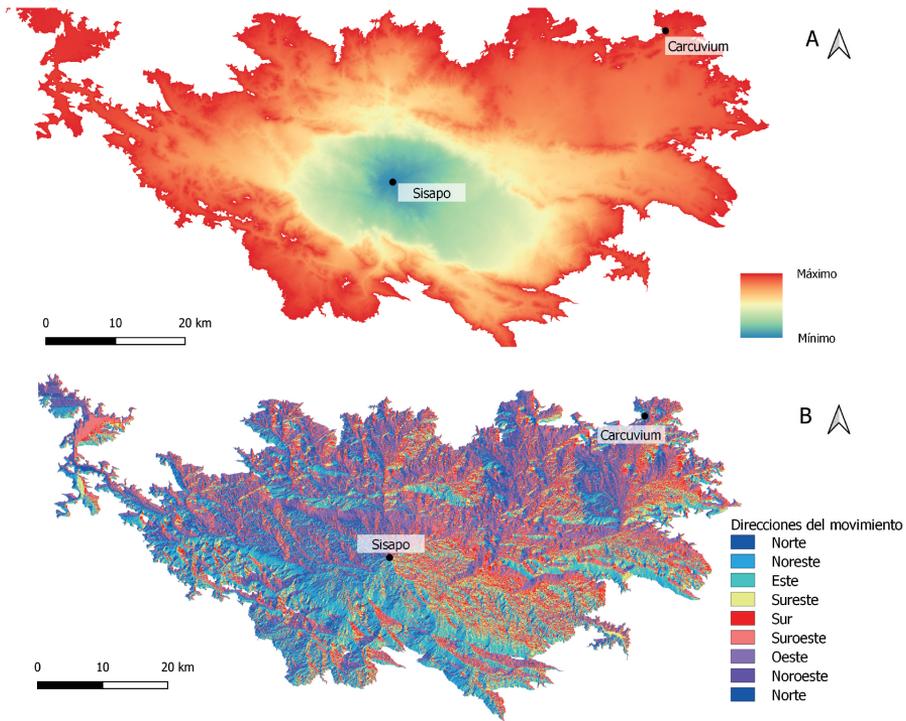


Figura 4. A. Representación del coste acumulado desde *Sisapo* hacia *Carcivium*. B. Representación de las direcciones del movimiento desde *Sisapo* (segundo segmento) (elaboración propia).

Alcántara. En este caso, mediante la restitución fotogramétrica se pudo obtener un modelo de cómo sería la zona antes de su inundación (Cerrillo Cuenca, 2011). Por nuestra parte, ante la imposibilidad de aplicar una solución similar, se encuentra en proceso la obtención de un modelo basado en los datos topográficos de la cartografía analógica previa a la construcción de esta infraestructura hidráulica, combinados con otras soluciones topográficas digitales⁷.

Desde este punto, la vía seguiría por el cauce del río Guadalmez, entrando incluso en el término municipal de Córdoba aproximándose al Castillo del Vioque, lugar donde el camino circularía en cotas de 380 m y seguiría por el camino de Santa Eufemia hasta Alamillo. Desde esta localidad, la vía entra en el Valle de Alcudia y discurre a través del fondo del valle flanqueado por las sierras de la Umbría al sur y de Alcudia al norte. La orografía caracteriza esta zona como una llanura o penillanura con unos desniveles que oscilan entre los 500 y 700 m. En este segmento de vía, la propuesta de la ruta óptima coincide notoriamente con el trazado de la carretera CM-4202 hasta su llegada a *Sisapo* (La

7. Maximiano, González Nieto y Zarzalejos, en preparación.

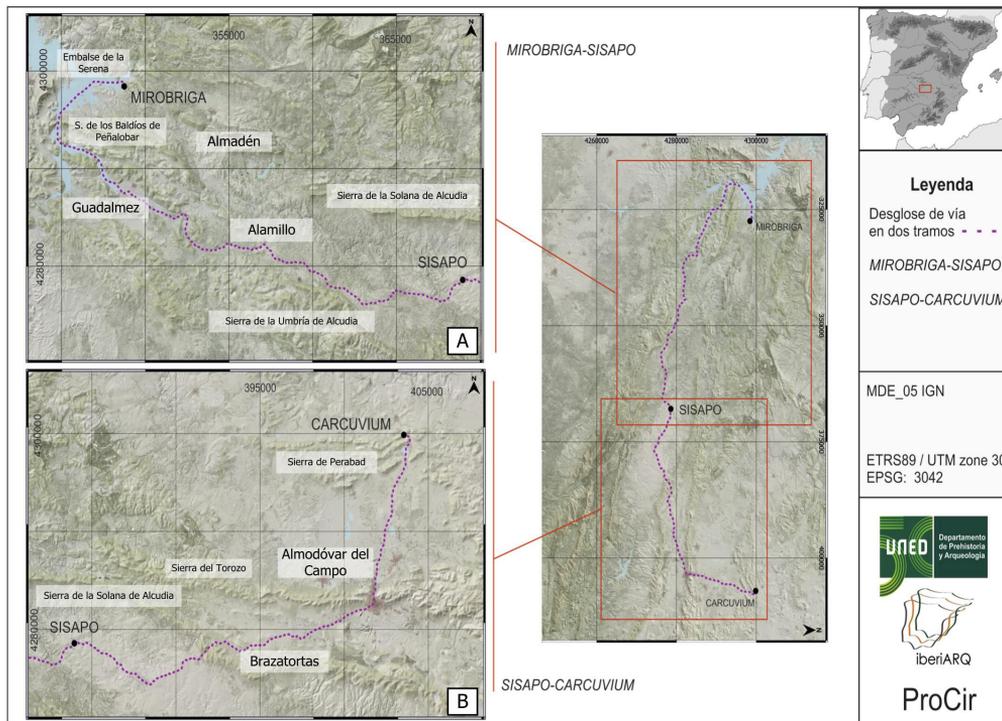


Figura 5. Trazado de la ruta óptima generada mediante QGis y SAGA. Mapa A, corresponde a la primera sección del camino entre *Mirobriga* y *Sisapo*. Mapa B, corresponde a la segunda sección del camino comprendido entre *Sisapo* y *Carcuvium*. Elaboración propia.

Bienvenida). En todo este tramo, la vía ha tenido que salvar hasta en cuatro ocasiones los cursos de los ríos Guadalmez y Alcudia. La ausencia de restos de estructuras que pudieran identificarse como puentes antiguos en estos ríos no permite marcar puntos concretos como nodos de paso de los cursos fluviales.

El segundo segmento de vía, comprendido entre *Sisapo* y *Carcuvium*, discurre por un entorno eminentemente minero, como ejemplifica su aproximación a la zona de La Romana, poco antes de entrar en la Sierra de Cabezarrubio por el Puerto Pulido. Esta zona ubicada dentro del término municipal de Almodóvar del Campo presenta especial relevancia por el hallazgo de algunos materiales relacionados con la minería y datados en época romana altoimperial⁸. Entre la Sierra de Cabezarrubio al sur, y la Sierra Decarada de la Santa al norte, el camino se encamina hacia Puertollano. Desde esta localidad, la vía pasa a pie del Cerro Santa Ana y continua hacia el norte, pasando por el Campo de Calatrava camino a Caracuel, manteniéndose en unas cotas homogéneas (fig. 5).

8. En la mina de La Romana se hallaron a 120 m de profundidad un lingote de plomo con inscripción, un pico minero, una lucerna, una moneda y un caldero de bronce (Hevia Gómez, 2003: 16).

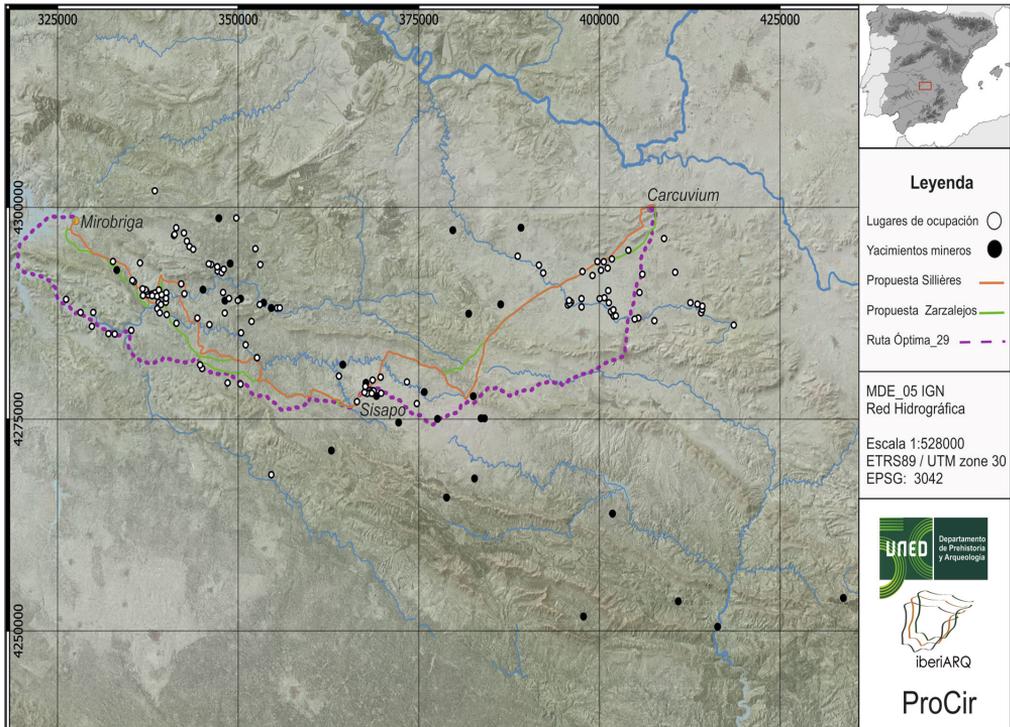


Figura 6. Mapa de la disposición de los yacimientos mineros y lugares de ocupación, respecto a la ruta óptima y a las dos propuestas historiográficas fundamentadas en la arqueología del territorio (elaboración propia).

El contraste entre la ruta óptima y las dos propuestas historiográficas más fundamentadas en el conocimiento arqueológico del territorio (las de Sillières y Zarzalejos) muestra discrepancias en el tramo inicial hasta la embocadura al valle de Alcudía y en el punto de salida del valle para encaminarse hacia *Carcuvium* (Caracuel). En el primer caso, se aprecia la separación de la ruta óptima respecto de la concentración de yacimientos de diversa tipología (fundamentalmente mineros y de categoría rural) existentes en el área de la Dehesa de Castilseras, dentro de la microrregión de Almadén (Zarzalejos *et al.*, 2012a). Su desplazamiento hacia el sur pone en conexión la hipótesis de trazado con los yacimientos pertenecientes al área del Guadalmez, pero aleja el camino del Cerro de las Monas, único asentamiento cuya entidad podría ser compatible con la existencia de una *mansio* omitida en el sentido propuesto por P. Sillières (1990: 375 y 382). Las propuestas por el fondo de valle presentan menos discordancias, siendo destacable la coincidencia con la alternativa de Zarzalejos (1995: 219-220) que, a partir del Cerro de las Monas, tomaría el Camino de Almadén a Alamillo y desde Alamillo la variante que discurriría al pie de la Sierra del Pajonal por el Camino de La Cabrera y el Camino de Las Lagunas. Por lo que respecta al tramo de salida del valle de Alcudía se percibe una notable diferencia entre el punto que

proponen Sillières y Zarzalejos, que franquearía el paso por la Veredilla, y el que traza la ruta óptima por Puertollano, obligado a cruzar el río Ojalén (fig. 6).

Todas estas cuestiones guiarán los pasos inmediatos de la investigación con el fin de analizar las variables y abogar por una posible solución.

Conclusiones preliminares

Este artículo ha pretendido aproximarse a uno de los múltiples usos que tienen las tecnologías SIG para el estudio de la caminería antigua y más concretamente para el cálculo de rutas óptimas. El modelo generado no deja de ser una hipótesis del trazado de la vía 29 del Itinerario de Antonino entre las *mansiones* de *Mirobriga* y *Carcuvium* que pretende arrojar luz a la problemática de un trazado con importantes divergencias en la historiografía. El uso de estos métodos lleva implícita una discusión metodológica acerca del grado de fiabilidad de las rutas obtenidas, considerando la evolución que el paisaje ha sufrido o las bases cartográficas empleadas en su realización. Como sucede con cualquier otro método de finalidad modelizadora o prospectiva, los datos deben ser contrastados mediante trabajo de campo y esta será la tarea que se acometa con carácter inmediato. En este caso, la aplicación de estas herramientas se ha visto precedida de un profundo análisis de la historiografía, que nos ha permitido elaborar unos puntos de partida y tomar posiciones en lo que se refiere a la reducción de los hitos del camino en el sector analizado.

Los resultados están supeditados al tipo de mapa (MDT) que se use, al algoritmo que se aplique y a la interpretación que se haga de los mismos. Reiteramos que los mapas de base recogen valores actuales del paisaje. En nuestro caso, hemos empleado una malla de 5 m, pero, es obvio que, conforme el mapa posee mayor resolución los datos, serán más exactos en los cálculos. Normalmente, el factor determinante para seleccionar el algoritmo a aplicar es la pendiente, pero hay que tener también en cuenta que este valor se ha podido ver alterado tanto por acción antrópica como natural, condicionando en mayor o menor grado la movilidad. En este caso y como norma general, debe tenerse en cuenta que las antiguas rutas de comunicación solían trazarse por la cresta de los valles, y en caso de presentar un gran desnivel se bajaban a otras cotas, ya que, de esta forma, aunque aumentara el tiempo de desplazamiento, disminuían los costes de construcción y mantenimiento (Herzog, 2010: 7).

La exactitud del trazado puede variar por la complejidad de los elementos que influyen en este tipo de cálculos. Además, tal y como menciona Fábrega Álvarez, «no podemos esperar el trazado exacto, sino una aproximación a la lógica que hay detrás de un trazado, sea esta en menor o mayor medida condicionada por factores de coste» (Fábrega Álvarez, 2016: 166). Los siguientes trabajos irán orientados a la aplicabilidad de otros condicionantes del terreno, como la red fluvial, o fórmulas de modelización que nos ayuden a comparar diferentes resultados sobre el camino.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto ProCir (ref. PID2019-105094GB-I00), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y dirigido por M. Zarzalejos.

Bibliografía

- ABASCAL, J. M., 2020, La ordenación territorial romana del alto Guadiana y el Corpus Inscriptionum Latinarum (CIL), en L. BERROCAL-RANGEL y A. MEDEROS (eds.), *Docendo discimus. Homenaje a la profesora Carmen Fernández Ochoa*, Anejos a CuPAUAM 4, 211-219.
- ABID MIZAL, J., 1989, *Los caminos de Al-Andalus en el siglo XII. "Uns al- muhaý wa - rawd al -furay", Solaz de corazones y prados de contemplación*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- ALFÖLDY, G., 1987, *Römisches Städtewesen auf der neukastilischen Hochebene. Ein Testfall für die Romanisierung*, Heidelberg.
- ÁLVAREZ MARTÍNEZ, J. M.^a, 1981, *El puente y el urbanismo de Augusta Emerita*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- ARIAS BONET, G., 1987, *Repertorio de caminos de la Hispania Romana*, Madrid.
- BERROCAL-RANGEL, L., 1998, *La Baeturia. Un Territorio prerromano en la Baja Extremadura*, *Arte-Arqueología* 20, Badajoz.
- BLÁZQUEZ, A., 1892, Vías romanas de la provincia de Ciudad Real, *Boletín de la Real Sociedad Geográfica* XXXII, Madrid, 366-382.
- BLÁZQUEZ, A., 1898, *Historia de la provincia de Ciudad Real*, Ávila.
- BLÁZQUEZ, A., 1912, Vías romanas de la Beturia de los Túrdulos, *Boletín de la Real Academia de la Historia* 61, 359-370.
- BLÁZQUEZ, A. y SÁNCHEZ ALBORNOZ, C., 1917, *Vías romanas del Valle del Duero y Castilla La Nueva*, Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades 9, Madrid.
- CARRASCO SERRANO, G., 2007, Vías de comunicación y moneda en torno a Sisapo en época romana, *Gerión* 25, Extra 1, 363-373.
- CARRASCO SERRANO, G., 2016, Vías de comunicación romanas y mansiones en la provincia de Ciudad Real, en G. CARRASCO SERRANO (coord.), *Vías de comunicación romanas en Castilla-La Mancha (Homenaje a Pierre Sillières)*, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, 33-61.
- CEAN BERMÚDEZ, J. A., 1832, *Sumario de las antigüedades romanas que hay en España, en especial las pertenecientes a las Bellas Artes*, Madrid.
- CELESTINO, S. y PANIEGO, P., 2021, Últimas investigaciones sobre las estelas de guerrero y diademas de la península ibérica, *Palaeohispanica* 21, 71-93.
- CERRILLO CUENCA, E., 2011, Recorriendo un territorio desaparecido: restitución fotogramétrica y análisis del paisaje de la necrópolis prehistórica del vado de Alconétar, en V. MAYORAL HERRERA y S. CELESTINO PÉREZ (eds.), *Tecnologías de información geográfica y análisis arqueológico del territorio*. Anejos de Archivo Español de Arqueología. Madrid, 145-159.

COELLO, F., 1889, Vías romanas entre Toledo y Mérida, *Boletín de la Real Academia de la Historia* XV, 5-42.

COLLISCHONN, W., y PILAR, J. V., 2000, A direction dependent least-cost-path algorithm for roads and canals, *International Journal of Geographical Information Science* 14 (4), 397- 406.

CORCHADO SORIANO, M., 1969, Estudio sobre vías romanas entre el Tajo y el Guadalquivir, *Archivo Español de Arqueología* 42, 124- 158.

CORCHADO SORIANO, M., 1982, *El Campo de Calatrava. Los Pueblos*, Ciudad Real.

CORTÉS Y LÓPEZ, M., 1836a, *Diccionario geográfico-histórico de la España antigua. Tarraconense, Bética y Lusitania*, vol. 2, Madrid.

CORTÉS Y LÓPEZ, M., 1836b, *Diccionario geográfico-histórico de la España Antigua. Tarraconense, Bética y Lusitania*, vol. 3, Madrid.

DIJKSTRA, E. W., 1959, A note on two problems in connexion with graphs, *Numerische Mathematik* 1, 269-271.

DOUGLAS, D. H., 1994, Least-cost path in GIS using an accumulated cost surface and slopelines, *Cartographica* 31(3), 37-51.

FÁBREGA-ÁLVAREZ, P. 2016, Un alto en el camino. Notas acerca del uso de SIG en los análisis de movilidad en arqueología, en M. C. M. GARCÍA y E. C. MONTES (eds.), *Manual de Tecnologías de la Información Geográfica aplicadas a la Arqueología*, Museo Arqueológico Regional de Madrid, Madrid, 159–182.

FERNÁNDEZ CORRALES, J. M., 1988, *El asentamiento romano en Extremadura y su análisis espacial*, Cáceres.

FERNÁNDEZ OCHOA, C., CABALLERO KLINK, A. y MORANO, C., 1982-83, Nuevo documento epigráfico para la localización de Sisapo, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid* 9, 211-220.

FERNÁNDEZ OCHOA, C., ZARZALEJOS, M., HEVIA, P. y ESTEBAN, G. 1994, *Sisapo I. Excavaciones arqueológicas en La Bienvenida (Almodóvar del Campo, Ciudad Real)*, Serie

Patrimonio Histórico-Arqueológica de Castilla-La Mancha, 10, Toledo.

FERNÁNDEZ OCHOA, C. y ZARZALEJOS, M., 2010, ¿Sisapo en La Bienvenida (Ciudad Real)? De nuevo sobre la radicación geográfica y el estatuto jurídico de la capital del cinabrio hispano”, en P. BUENO, A. GILMAN, C. MARTÍN MORALES y J. SÁNCHEZ-PALENCIA (eds.), *Arqueología, Sociedad, Territorio y Paisaje. Estudios sobre Prehistoria Reciente, Protohistoria y Transición al Mundo Romano en Homenaje a M.ª Dolores Fernández Posse*, Madrid, 361-373.

FITA, F., 1910, Lápida romana de Almadén, *Boletín de la Real Academia de la Historia* 56, 527-528.

FIZ FERNÁNDEZ, I., 2008, Simulando una vía de comunicación: el tramo de la vía romana entre el Coll de Panissars y Girona, *Revista d'arqueologia de Ponent* 18, 203-216.

FRONTE, J., PARCERO-OUBIÑA, C., y COSTA-GARCÍA, J. M., 2017, A GIS-based analysis of the rationale behind Roman roads. The case of the so-called via XVII (NW Iberian Peninsula), *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* 17 (3), 163-189.

GARCÍA DE LA SANTA, T., 1955, ¿Saesapo? Un poblado romano en el Valle de Alcudia (Almodóvar del Campo, Ciudad Real), *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos* 61, 673-677.

GARCÍA IGLESIAS, L., 1971, La Beturia un problema geográfico de la Hispania antigua, *Archivo Español de Arqueología* 44, 86-108.

HERVÁS, I., 1914, *Diccionario histórico geográfico, biográfico y bibliográfico de la Provincia de Ciudad Real*, Ciudad Real (1ª ed. 1890).

HERZOG, I., 2010, Theory and practice of cost functions, en CAA2010. *Fusion of cultures. Proceedings of the 38th annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, Granada, 375-382.

HERZOG, I., 2013: The Potential and Limits of Optimal Path Analysis, en A. BEVAN y M. LAKE (eds.), *Computational Approaches to Archaeological Spaces*, Routledge, Nueva York, 170-211.

- HEVIA GÓMEZ, P., 2003, *El patrimonio minero del Valle de Alcudia y Sierra Madrona*, Mancomunidad de Municipios del Valle de Alcudia y Sierra Madrona, Ciudad Real.
- HIGUERAS, P., OYARZUN, R. y CARRASCO, M. A., 2020, El origen geológico del cinabrio de Almadén, en M. ZARZALEJOS, P. HEVIA y L. MANSILLA (eds.), *El "oro rojo" en la Antigüedad. Perspectivas de investigación sobre los usos y aplicaciones del cinabrio entre la Prehistoria y el fin del mundo antiguo*, Madrid, 97-112.
- HOSTA, J. de, 1865, *Crónica de la provincia de Ciudad Real*, Madrid.
- JIMÉNEZ MADROÑAL, D., RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, O. y MÁRQUEZ PÉREZ, J., 2020. Transporte del mármol de las canteras de Almadén de la Plata (Sevilla) en época romana: evaluación de las rutas propuestas y nuevas aportaciones mediante SIG, *Zephyrus* LXXXV, 109-138.
- LLOBERA, M. y SLUCKIN, T. J., 2007, Zigzagging: Theoretical insights on climbing strategies, *Journal of Theoretical Biology*, 249, 206-217.
- LÓPEZ ROMERO, R., 2005, Cálculo de rutas óptimas mediante SIG en el territorio de la ciudad Celtibérica de Segeda: Propuesta metodológica, *Saldue. Estudios de prehistoria y arqueología* 5, 95-111.
- MAXIMIANO, A., GONZÁLEZ NIETO, M. y ZARZALEJOS, M. en preparación, Restitución topográfica de áreas inundables basada en fuentes de datos analógicas. Una solución no lineal al estudio de redes de caminería en la Antigüedad. UNED, Madrid.
- MELCHOR GIL, E., 1995, *Vías romanas de la provincia de Córdoba*, Publicaciones Obra Social y Cultural, Córdoba.
- MIÑANO Y BEDOYA, S., 1826-1829, *Diccionario geográfico-estadístico de España y Portugal*, Madrid.
- MORALES, A., 1575, *Las antigüedades de las ciudades de España*, Alcalá de Henares.
- MORENO GALLO, I., 2006, *Vías romanas: ingeniería y técnica constructiva*, Madrid.
- PALERO FERNÁNDEZ, F. J., 2012, Aspectos geológicos y metalogénicos de los yacimientos de mercurio del distrito de Almadén (Ciudad Real), *De Re Metallica* 19, 3-25.
- PASTOR, M., PACHÓN, J. A. y CARRASCO, J., 1989, *Mirobriga. Excavaciones arqueológicas en el Cerro Cabezo, Capilla (Badajoz). Campañas de 1987-88*, Mérida.
- PASTOR MUÑOZ, M. y PACHÓN ROMERO, J.A., 1993, Mirobriga. Una ciudad romana en la Siberia Extremeña, *Revista de Arqueología* 150, 44-51.
- PEGORETTI, G., 1863, *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione per uso degli ingegneri ed architetti*, Milán.
- RAEPSAET, G., 2002, *Attelages et techniques de transport dans le monde gréco-romain*, Livre Timperman, Bruxelles.
- RODRÍGUEZ MORALES, J., 2000, Laminium y la vía 29 del itinerario de Antonino: Per Lusitaniam ab Emerita Caesarea Augusta, *El Miliario Extravagante* 73, 16-23.
- RODRÍGUEZ NEILA, J. F., 2019, Corduba, el mons marianus y el conventus cordubensis, *Conimbriga* LVIII, 193-232.
- RODRÍGUEZ SERRANO, C., 2016, Los caminos de Augusta Emérita a Sisapo, *XVI Jornada de Historia de Fuente de Cantos, Asociación Cultural Lucerna*, 223-254.
- ROLDÁN, J. M., 1975, *Itineraria Hispana. Fuentes antiguas para el estudio de las vías romanas en la Península Ibérica*, Valladolid-Granada.
- ROMERO GARCÍA, I., 1954, *Saesapo*, Instituto de Estudios Manchegos, Ciudad Real.
- RUIZ, F. J., 1923, *La ilustre y noble villa de Hinojosa del Duque*, Jerez de la Frontera.
- SAAVEDRA, E., 1862, *Discursos leídos ante la Real Academia de la Historia*, Madrid.
- SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J., 2005, Caminos históricos Toledo-Córdoba por el Valle de Alcudia, *Proceedings of the VII Congreso Internacional de Caminería Hispánica*, Madrid.

- SÁNCHEZ TORRUBIA, G., y LOZANO TERRAZAS, V., 2001, Algoritmo de Dijkstra. Un tutorial interactivo, *VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*, Palma de Mallorca, 254-258.
- SANCHO, E. y GARCIA DE LA SANTA, T., 1960, Un poblado romano en La Bienvenida (Real Valle de Alcuía, Almodóvar del Campo, Ciudad Real), *Cuadernos de Estudios Manchegos* X, 27-39.
- SAUPÉ, F., 1973, *La géologie du gisement de mercure d'Almadén (Province de Ciudad Real, Espagne)*, Sciences de la Terre, 29.
- SILLIÈRES, P., 1980, Sisapo: prospections et decouvertes, *Archivo Español de Arqueología* 53 (141), 49-60.
- SILLIÈRES, P., 1990, *Les voies de communication de l'Hispanie meridionale*, Publications du Centre Pierre Paris, París.
- SILVA, M., y PIZZIOLLO, G., 2001, Setting up a "human calibrated" anisotropic cost surface for archaeological landscape investigation, en Z. STANCIC y T. VELJANOVSKI (eds.), *In Computing Archaeology for Understanding the Past. CAA 2000. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Proceedings of the 28th CAA Conference, Ljubljana, Slovenia, April 18-21, 2000, BAR International Series 931, Oxford 2001, 279-286.
- SURFACE-EVANS, S. L., y WHITE, D. A. 2012, An introduction to the least cost analysis of social landscapes. *Least Cost Analyses of Social Landscapes: Archaeological Case Studies*, 1-10.
- THOUVENOT, R., 1940, *Essai sur la province romaine de Betique*, París.
- VAQUERIZO GIL, D., 1986, Epigrafía romana inédita de la llamada Siberia Extremeña, *Revista de estudios extremeños* 41-1, 115-138.
- VENTURA VILLANUEVA, A., 1993, Susum ad montes S(oietatis) S(isaponensis): Nueva inscripción tardorrepública de Córdoba, *Anales de Arqueología Cordobesa* 4, 49-61.
- VIÑAS, C. y PAZ, R., 1971, *Relaciones Histórico-Geográfico-Estadísticas de los pueblos de España hechas por iniciativa de Felipe II (1575 y 1578)*, Ciudad Real, Madrid.
- VÍU, J. 1846, *Colección de inscripciones y antigüedades de Extremadura*, Cáceres.
- VÍU, J., 1852, *Extremadura. Colección de inscripciones y monumentos*, vol. 2, Madrid.
- WHITE, D. A., 2017, The Basics of Least Cost Analysis for Archaeological Applications, *Advances in Archaeological Practice* 3 (4), 407-414.
- ZARRALUQUI, J., 1934, *Los Almadenes de Azogue. La Historia frente a la tradición*, Madrid.
- ZARZALEJOS PRIETO, M., 1994, La búsqueda de Sisapo: hipótesis sobre la reducción geográfica de la capital del cinabrio hispano, *Espacio, Tiempo y Forma*, serie II, 7, 175-191.
- ZARZALEJOS PRIETO, M., 1995, *Arqueología de la región sisaponense. Aproximación a la evolución histórica del área SW. de la provincia de Ciudad Real (fines del siglo VIII a.C. - II d.C.)*, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- ZARZALEJOS PRIETO, M., 2011, La investigación arqueológica de los paisajes mineros antiguos en la vertiente norte de Sierra Morena (provincia de Ciudad Real), *De Re Metallica* 17, 55-66.
- ZARZALEJOS PRIETO, M., ARÉVALO GONZÁLEZ, A. y FERNÁNDEZ OCHOA, C., 1999, Tránsito, comercio y actividad económica en la Sisapo Altoimperial, *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, 12, 253-272.
- ZARZALEJOS PRIETO, M., FERNÁNDEZ OCHOA, C., ESTEBAN BORRAJO, G. y HEVIA GÓMEZ, P., 2012, El paisaje minero antiguo de la comarca de Almadén (Ciudad Real). Nuevas aportaciones sobre el *territorium* de Sisapo, en A. OREJAS y C. RICO (eds.), *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, Collection de la Casa de Velázquez 128, Madrid, 129-150.
- ZARZALEJOS PRIETO, M., FERNÁNDEZ OCHOA, C., ESTEBAN BORRAJO, G. y HEVIA GÓMEZ, P., 2012 b, El Bronce Final en el Alto Guadiana. Viejos y nuevos datos para una lectura histórica, en J. JIMÉNEZ ÁVILA (ed.), *Sidereum Ana II. El río Guadiana en el Bronce Final*, Mérida, 15-40.

ZARZALEJOS PRIETO, M., FERNÁNDEZ OCHOA, C., ESTEBAN BORRAJO, G. y HEVIA GÓMEZ, P., 2015, Contribuciones al conocimiento del territorio de Sisapo (La Bienvenida, Almodóvar del Campo) en la Antigüedad: una visión arqueológica, en F. ALÍA MIRANDA y J. ANAYA (eds.), *I Congreso Nacional Ciudad Real y su provincia*, Ciudad Real, 39-56.

ZARZALEJOS PRIETO, M., HEVIA GÓMEZ, P. y ESTEBAN BORRAJO, G., 2020, Usos y aplicaciones del cinabrio en la Península Ibérica entre la Prehistoria reciente y el fin del mundo antiguo: una revisión necesaria, en M. ZARZALEJOS, P. HEVIA y L. MANSILLA (eds.), *El "oro rojo" en la Antigüedad. Perspectivas de investigación sobre los usos y aplicaciones del cinabrio entre la Prehistoria y el fin del mundo antiguo*, Madrid, 15- 64.