

# INTEGRACIÓN DE METODOLOGÍAS SIG PARA EL ESTUDIO DEL TERRITORIO EN ÉPOCA ROMANA: APLICACIÓN A LAS CENTURIACIONES DEL *AGER TARRACONENSIS*

POR

JOSEP MARIA PALET MARTÍNEZ\*, HÉCTOR A. ORENCO\*  
y J. IGNACIO FIZ FERNÁNDEZ\*\*

## RESUMEN

En los últimos años los estudios arqueomorfológicos aplicados al conocimiento de las formas de los paisajes han experimentado una significativa renovación teórica y metodológica con importantes aportaciones desde la arqueología de campo, los estudios regresivos y la aplicación de los SIG. Las posibilidades abiertas por el análisis digital son prometedoras especialmente en relación a la fiabilidad del registro planimétrico, la precisión de las restituciones y la posibilidad de integrar gran diversidad de fuentes en un mismo entorno. Por otra parte, la calidad del material informático actual, junto con la disponibilidad de software especializado, permite realizar modelados topográficos en tres dimensiones a partir de documentos fotográficos y cartográficos anteriores a las grandes reformas territoriales de los años sesenta generándose así documentos que permiten una mejor aproximación al territorio antiguo. Asimismo los análisis de visibilidad facilitan el planteamiento de hipótesis sobre como se concibió, organizó y desarrolló la actuación de los agrimensores romanos sobre el medio y su relación con la estructuración urbana de la colonia.

Este trabajo presenta la aplicación del análisis digital y de las metodologías SIG al estudio arqueomorfológico del Camp de Tarragona. El estudio de las formas del paisaje muestra una compleja morfología agraria bien conservada en este territorio, fuertemente marcada por unos sistemas ortogonales de estructuración territorial que relacionamos con trazas de centuriaciones asociadas a la implantación territorial de *Tarraco* (Tarragona). Los resultados obtenidos revelan no solamente un desarrollo muy notable de la planimetría territorial en la antigüedad, sino también su importancia en la modelación del paisaje del Camp de Tarragona en época medieval y moderna.

## SUMMARY

GIS-based analysis of Roman field systems has been widely employed during the last years producing relevant results. The increase of planimetric reliability and the capacity of in-

tegrating diverse georeferenced sources provided by GIS remains unmatched by other digital systems. However, these previous works have generally relied upon traditional methodologies failing to produce new approaches to the study of Roman landscapes.

In order to do so, a wide range of methodologies will be employed in the study of *Tarraco's* (modern Tarragona) centuriations. GIS-based archaeomorphological research, multispectral imagery analysis, landscape modelling techniques and visual analysis are some of these. Concretely, viewsheds generation from the *auguraculum* (the initial spot from which both city and *ager* were planned) will prove essential in order to investigate the genesis of *Tarraco's* centuriated systems.

Over reliance on the *Corpus Agrimensorum Romanorum* as an analytical source has resulted in the idea of a landscape defined under the Roman land surveyor's technical criteria. Roman surveying texts interpretations have also promoted the application of rather rigid parameters in these structures morphologic analysis. This paper will try to demonstrate the flexibility and adaptability of the Roman land surveying techniques. Their application, rather than being a rigid one, will allow overcoming the physical environment constrains in developing a truly Roman landscape.

However, in this paper we would like to move beyond the practicalities of Roman field surveying applications and explore the concepts and ideas behind the making of a centuriated landscape, of which the city layout was an essential part. We aim to show the centuriation as a land appropriation process in which cultural and religious factors played an essential rôle. Particularly, this landscape appropriation draws its basis in a complex cosmogonical conception related with the foundation rite of Roman colonies.

On a more pragmatic level, we will demonstrate *Tarraco's* three closest centuriated systems were planned at a single time and they were related to the city layout. This process was surely connected to this city's acquisition of a Colonial status.

GIS techniques will prove invaluable in, not only, the definition and analysis of the centuriation traces, but in the investigation of the concepts and ideas behind the planning of Roman landscapes.

**PALABRAS CLAVE:** arqueomorfología, análisis digital, registro planimétrico, modelos topográfico, fotografía, cartografía, visibilidad, *Tarraco*.

**KEY-WORDS:** archaeomorphology, digital analysis, planimetric record, topographic models, photography, cartography, viewshed, *Tarraco*.

\* Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC). Plaça Rovellat s/n. 43003 Tarragona.

\*\* Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC). Plaça Rovellat s/n. 43003 Tarragona. Universitat Rovira i Virgili. Plaça Imperial *Tarraco* 1. 43005 Tarragona.

E-mail: jpalet@icac.net; horengo@icac.net; ifiz@icac.net

## 1. INTRODUCCIÓN

### LOS SIG Y EL ESTUDIO DE LAS FORMAS DEL PAISAJE

La introducción de los SIG en los estudios arqueomorfológicos del paisaje ha supuesto una gran mejora técnica, metodológica y, hasta cierto punto, interpretativa. En concreto, podemos destacar la mayor fiabilidad de las restituciones y la precisión planimétrica con la que estos sistemas permiten trabajar, aspecto esencial en el caso de estudios metro-lógicos en los que las distancias relativas entre los elementos del paisaje resultan de gran relevancia (Romano y Tolba, 1996; Romano, 1998; Slapšak y Stanè, 1998; Clavel-Lévêque y Orejas 2002). Asimismo, la capacidad de integrar cualquier informa-

ción con base cartográfica de forma rápida y exacta es otra gran ventaja de los SIG si tenemos en cuenta la diversidad de fuentes que han de ser integradas en los estudios de paisaje diacrónicos. La capacidad analítica de los SIG, que ofrece capacidades exclusivas de estos paquetes de software, resulta de gran utilidad en la interpretación arqueológica. Por último cabe destacar la capacidad de exportación gráfica de los SIG permitiendo una gran calidad en la presentación y difusión de los resultados.

El presente artículo pretende mostrar cómo el empleo de los SIG puede resultar de gran beneficio para el estudio arqueomorfológico del paisaje y en concreto de los sistemas de parcelación romana. El trabajo se centra en un estudio de caso: las centuriaciones del *Ager Tarraconensis* (figura 1). Se descri-

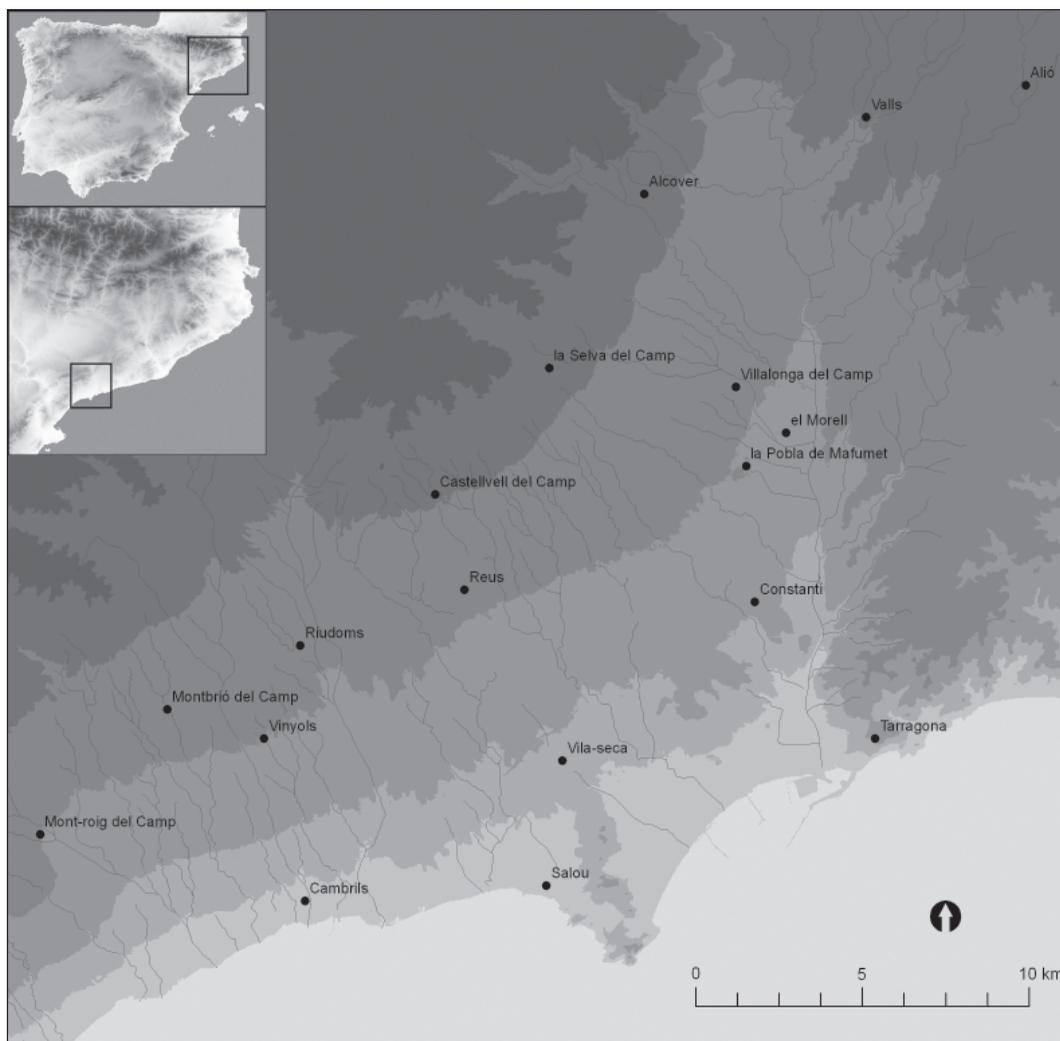


Fig. 1. Mapa de situación del área de estudio.

birá la metodología seguida para la extracción y análisis de las tramas ortogonales presentes en esta área, siendo por tanto, la presentación de la metodología utilizada el objetivo principal del trabajo. Los análisis SIG han sido además aquí utilizados para caracterizar la articulación geométrica de las tramas centuriadas y su relación con la estructura de la ciudad romana. Desde esta perspectiva, se presentan los resultados aportados por el análisis de visuales aplicado al territorio. Estos permiten apuntar sugerentes hipótesis de carácter histórico, que serán desarrolladas en posteriores publicaciones.

#### ESTRUCTURACIÓN DEL *AGER TARRACONENSIS*: ANTECEDENTES

El presente estudio sobre las centuriaciones de *Tarraco* tiene sus antecedentes en la investigación territorial desarrollada desde 1999 en la zona «cossetana» en el marco del proyecto «Estudi del paisatge arqueològic antic a la Cossetània oriental», coordinado desde la Universitat Autònoma de Barcelona y el Institut d'Estudis Catalans (Guitart *et al.* 2003). En una primera fase, los trabajos se centraron en la comarca del Penedès para extenderse más tarde al llano del Camp de Tarragona. Los resultados permitieron constatar la presencia de hasta cuatro tramas centuriadas, tres en las comarcas del Camp de Tarragona (*Tarraco* I, II, III) y una cuarta en el Penedès (*Tarraco* IV), inscritas en el territorio de *Tarraco* (Ariño *et al.* 2004: 49; Palet 2003 y 2005).

Desde el año 2006 el estudio de las estructuras agrarias del Camp de Tarragona constituye un proyecto de investigación, actualmente en curso, en el marco del programa *Ager Tarraconensis* del Institut Català d'Arqueologia Clàssica. El proyecto tiene como objetivo principal la revisión de las trazas y tramas documentadas a través de material foto-cartográfico digital, la teledetección a través de imágenes multiespectrales en áreas donde la fotografía convencional no documenta trazas y el análisis SIG de las retículas para estudiar su articulación y conceptualización. Los trabajos se han limitado en esta ocasión al Camp de Tarragona. Es importante señalar que la revisión realizada de las restituciones arqueomorfológicas ha permitido mejorar la precisión y la fiabilidad de las líneas del paisaje seleccionadas, con errores máximos inferiores a 5 m para el conjunto del territorio.

La investigación sobre la estructuración del territorio de *Tarraco* cuenta con importantes antecedentes ya que la problemática había atraído la atención

de la investigación desde finales de los años 80 del siglo xx. En conjunto, se destacaba la presencia de una trama centuriada que se extiende por el Tarragonès y el Alt Camp (trama III, Palet 2003). En este caso las estructuras fueron identificadas por primera vez por A. Marqués (Marqués y Gurt, 1988; Burés *et al.*, 1989). La restitución propuesta defendía una centuriación con módulo de 20 *actus* con una orientación de 36° centesimales este respecto al NG. Posteriormente, O. Olesti y J. Massó estudiaron esta misma trama para situar en ella un límite de propiedad rural localizado en el Burguet (Alcover), formado por una fosa y una serie de ánforas dispuestas en posición invertida del tipo Dressel 2/4 de producción local, fechadas entre época augustal y finales del siglo I d. C. (Olesti y Massó, 1997). Una nueva revisión de esta trama puede consultarse en los trabajos más recientes de I. Arrayás (2003 2004 y 2005). Para este autor la trama se extendería por el conjunto del Camp de Tarragona y podría fecharse en época tardorepublicana, en la segunda mitad del siglo II a. C., datación propuesta a partir del estudio de los patrones de asentamiento. Este autor apuntaba además la posibilidad de una *renormatio* o ampliación de la trama tardorepublicana, en época cesaroaugustal.

#### LA INTEGRACIÓN CIUDAD Y TERRITORIO

Los *gromatici* tratan con frecuencia las relaciones morfológicas entre la estructura urbana y la estructura territorial, especialmente, Hyginio Gromático aborda el problema de las transformaciones históricas de las ciudades y los condicionantes topográficos de su emplazamiento para señalar que las excepciones al modelo teórico, la *ratio pulcherrima*, fueron frecuentes (*Th.*, 142-145). La situación en Hispania ha sido tratada en diversas ciudades, algunas con estatuto colonial (*Ilici, Caesaraugusta, Barcino, Emerita Augusta, Tarraco*), observándose la diversidad de situaciones y las dificultades de análisis derivadas del propio registro arqueológico (Ariño y Gurt 1994; Ariño *et al.* 2004: 164-176). Nos interesa especialmente el tratamiento que hasta el presente se ha otorgado a la ciudad de *Tarraco*. El núcleo urbano se emplaza junto a la línea de costa y las estructuras agrarias se extienden por el llano hacia el interior, de manera que la ciudad presenta una situación periférica y a su vez central respecto al conjunto de la superficie centuriada.

Las tres tramas del Camp de Tarragona mantienen orientaciones diferenciadas, siendo la orientación de la trama III la que coincide con la orientación de



Fig. 2. Situación del *auguraculum* en Tarragona.

las estructuras urbanas. Esta articulación morfológica se manifiesta además tanto en la correlación entre *kardines* y *decumani* del centro urbano y de la centuriación como en la proyección de la retícula teórica y los ejes de simetría del forum de la colonia. Todo ello ha permitido proponer una articulación conjunta entre la trama III y la ciudad (Palet 2003 y 2005). Sin embargo, existían serias dificultades en la adscripción cronológica y caracterización de esta relación modular.

Sabemos que la estructura urbana básica de la terraza baja está ya establecida a inicios del siglo I a. C., y que se irá perpetuando en las diversas reformas urbanas que conocerá la ciudad (Macias 2000; Macias y Remolà 2004). Resulta, por tanto, difícil establecer el momento exacto de una programación conjunta, pudiendo resultar coetánea a las transformaciones urbanas del 100 a. C., a la conversión en colonia cesariana, o formar parte de programas de organización territorial posteriores.

Estudios recientes sobre la estructuración urbana de *Tarraco*, demuestran que ésta se organizó en base a una retícula con una modulación de 1 por 2 *actus* (Macias y Remolà 2004: 32 fig. 22, 34-35; Fiz y

Macias 2007) con una orientación de 34° E centesimales respecto al NG. Por otro lado conocemos desde dónde y en qué forma se planificó la futura ciudad. En los años 20 del siglo pasado Serra Vilaró (1932: 82-83) documentó, en una manzana colindante con el área del foro de la colonia, una construcción que interpretó como una «pérgola». Recientemente, esta construcción ha sido reconocida por C. Salom (2006) como un *auguraculum*, basándose para ello en un riguroso estudio de paralelos con las ciudades de Bantia, Cosa, Roma y *Pollentia*. Este autor intuía que el *auguraculum* habría sido el lugar desde donde se habría proyectado la planificación urbana de la colonia.

Son escasos los ejemplos completos de *auguracula* existentes en el mediterráneo occidental. Sabemos que consistían en estructuras cuadrangulares o rectangulares elevadas en los lugares con mayor dominio visual del entorno (Gros y Torelli 2007: 25; Brown 1951: 20; Brown 1960: 26: 16-30; Mar y Roca 1998: 112-114; Orfila 2004: 139-141; Carandini 2007: 13-53; Mar 2005: 108-110). Además, los *auguracula* están orientados aproximadamente hacia los puntos cardinales y presentan en algún caso una es-

estructura arquitectónica, por ejemplo cipos, que permite una división interna en varios espacios menores (figura 2).

Arqueológicamente sólo se conoce un ejemplo bien conservado en la ciudad de Bantia (Gotarelli 2000), ciudad lucana próxima a la actual Banzi in Basilicata (Italia). En este caso el *auguraculum* se define como una superficie abierta delimitada por nueve cipos dispuestos regularmente, en filas de tres, en el interior de una área rectangular no siempre orientada según los ejes cardinales.

En una sociedad antigua el ritual es necesario, sobretodo si nos referimos al «minuto cero» de la existencia de una ciudad. El acto fundacional de una colonia romana forma parte de la cognición del colectivo que la habita y que ha de sentirse parte de un ente inmediato (la ciudad) y de un ente aún mayor (la propia Roma). Por tanto, el significado y la importancia que puedan tener estas construcciones, los *auguracula*, sólo puede entenderse dentro del contexto fundacional de una colonia romana.

Los rituales asociados a la fundación, realizados por el oficiante o *augur*, implicaban actos de «esquemización visual» del paisaje presente y del paisaje futuro que abarcará la nueva colonia. Es el *augur* quien lo percibe y proyecta en un esquema trazado en el aire o sobre el suelo mediante su bastón curvo (*lituus*). Y lo hace desde el *auguraculum*: el punto más alto, desde el que puede abarcar visualmente ciudad y territorio. El *augur* delimitaba el paisaje que se abría ante sus ojos, y lo definía a grandes rasgos seleccionando los elementos topográficos constituyentes, sean estos un árbol, una montaña o un bosque. De esta manera refrendaría la creación de la futura ciudad y del territorio que le sería asignado (Rywert, 1985: 35-36 y 210 nota 51c; Liv I, 18; Var. de l.l VII). Una vez realizados tales ritos, es el agrimensor quien, siguiendo las instrucciones «visuales» del *augur*, procederá a su aplicación sobre el terreno, tomando el cipo central del *auguraculum* como primer *locus gromae*.

Por tanto, siguiendo la lógica asociada a estos *templa*, el *auguraculum* de Tarraco justificaría su uso dentro del proceso de planificación conjunta del territorio y de la ciudad. Tras cumplir con su función, la estructura sería colmatada de manera intencionada, tal como aparece arqueológicamente documentado en Cosa y Bantia (Gros y Torelli 2007: 174-175; Gotarelli 2003: 143-144).

Así, tomando como origen el *auguraculum* de Tarraco, el estudio que presentamos ha utilizado el cálculo y análisis de visibilidades para estudiar la percepción que del territorio pudo tener el *augur* en

el momento del rito fundacional. En este apartado del trabajo, se plantea también estudiar la relación entre esta percepción y conceptualización «sagrada» del espacio y la posterior articulación geométrica y materialización de las tramas centuriadas por parte de los agrimensores.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### LA BASE CARTOGRÁFICA

Una gran cantidad de información geográfica ha sido introducida en el SIG desarrollado para el proyecto. Sin duda, la fiabilidad de los resultados viene determinada por la calidad de los datos de partida. Es por esto que tratándose de un estudio con fuertes enfoques morfológicos y metrológicos queremos especificar en este apartado las características de las fuentes empleadas y como éstas han sido creadas e introducidas en el sistema para asegurar una alta fiabilidad planimétrica.

Dentro del material fotográfico destaca el empleo de la fotografía aérea de la USAF de 1956 a escala aproximada de 1: 33.000. El proceso de ortorectificación y georeferenciación de los 32 fotogramas que cubren el área de estudio fue llevado a cabo por miembros del Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona. Éstos fueron escaneados a fin de conseguir resoluciones de 1 m./píxel. Para la ortorectificación de cada uno de los fotogramas se emplearon más de 20 puntos de control de suelo (GCP) y un modelo digital del terreno (MDT) de 1 m./píxel obteniendo RMSE inferiores a los 5m. Estas fotografías destacan por su calidad y definición pero sin duda su característica de mayor interés es la temprana fecha en la que fueron tomadas, anterior a las grandes modificaciones del paisaje ocurridas en los años 60. Estas imágenes constituyeron la base sobre la que el estudio de las formas del paisaje fue realizado (figura 3). Para la verificación de la morfología obtenida a partir del análisis de las fotos de 1956 se utilizaron ortofotos digitales distribuidas por el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) a escala 1: 25.000 (2,5 m./píxel) y 1:5.000 (0,5 m./píxel).

La inclusión de fotografías multispectrales fue considerada necesaria en cuanto a su capacidad para discernir elementos no detectables en el espectro de luz visible. Se incluyeron fotografías digitales SWIR realizadas por el ICC a escala 1: 25.000 (2,5 m./píxel) pero también se dispuso de un total de siete imágenes tomadas por los satélites Landsat con los sensores MSS, TM, ETM y ETM+ entre 1978 y 2003. Las

imágenes Landsat hubieron de sufrir un proceso de transformación de proyección para poder ser integradas en el SIG. Éstas son suministradas en la proyección geográfica global World Geodetic System de 1984 mientras que la cartografía suministrada por el ICC está proyectada en el European Datum de 1950.

También se emplearon planimetrías históricas cubriendo los siglos XVIII, XIX y XX. Entre éstas cabe destacar los mapas de minutas municipales realizados entre los años 1914 y 1923 a escala 1:25.000 por el Instituto Geográfico y Estadístico, doce en total, correspondiendo a las diversas poblaciones dentro del área de estudio, así como la primera edición del Mapa Topográfico Nacional de 1926 a escala 1:50.000. Para la georreferenciación de estas planimetrías se utilizó la base cartográfica actual 1:5.000 distribuida por el ICC en formato vector.

La base cartográfica contaba también con un mapa de las cubiertas del suelo a escala 1:50.000, un mapa geológico 1:50.000, un mapa de zonas húmedas y un mapa hidrológico todos estos proporcionados en formato digital por el Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya. Por último contamos con un MDT de 30 m. de celda proporcionado por el ICC.

Para poder completar y adaptar la base cartográfica a las necesidades de la investigación se hubo de desarrollar un MDT propio de mayor resolución espacial que el proporcionado por el ICC. A partir de más de tres millones de puntos de cota obtenidos de 117 mapas vectoriales a escala 1:5.000 y utilizando una interpolación *Natural Neighbors* se desarrolló un MDT de 5 m. de celda. Finalmente, éste fue sometido a una identificación y relleno de depresiones causadas por la interpolación a fin de obtener un MDT sin depresiones en el que poder aplicar análisis topográficos.

#### METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS SIG

El trabajo arqueomorfológico se fundamentó en las restituciones morfológicas, digitalizadas en Autocad, elaboradas previamente a partir de la foto- y cartointerpretación «tradicional»: vaciado y análisis de formas sobre la fotografía aérea de 1956 analizada con estereoscopio, verificación y rectificación a partir de los ortofotos del ICC a escala 1:25.000 y 1:5.000 y comparación con cartografía histórica y moderna.

En la revisión realizada en el contexto del presente trabajo, las restituciones del Camp de Tarragona fueron superpuestas a las diversas capas de la base car-

to-fotográfica, documentos que proporcionaron excelentes elementos para la restitución morfológica. A este efecto, se creó una capa de líneas vector asociada a una tabla de datos en la que se reseñaba el tipo de elemento restituido (camino, límites de campos, límites municipales, etc.), la fuente documental a partir de la que el elemento habría sido restituido y su orientación. Se procedió a continuación a la revisión del trazado de las líneas, a su rectificación en algún caso, y a añadir en otros casos líneas que habían pasado desapercibidas en el primer estudio.

En este apartado destaca también el análisis de las fotografías multispectrales cuyo resultado final es la restitución de líneas del paisaje indetectables en las franjas visibles del espectro electromagnético. A fin de mejorar su capacidad de análisis, cada una de las bandas de estas imágenes sufrió un proceso de mejora de contraste al tiempo que fue tratada con diversos filtrados de bordes como el Laplace o el High Pass. Igualmente, se realizaron composiciones en falso color e índices de uso común para destacar elementos de interés en las imágenes.

Otra metodología de especial relevancia para el estudio arqueomorfológico es la generación de rutas de menor coste a partir de superficies de fricción o costos. A pesar de los diversos modelos de costos disponibles en la literatura arqueológica (De Silva y Pizziolo 2001; Van Leusen 2002; etc.) las especiales características del área de estudio requirieron la generación de un modelo propio expuesto ya por I. Fiz y H. Orengo (en prensa). Este modelo permitió retrazar la ruta *Tarraco - Ilerda* y comprobar la influencia que han tenido las inundaciones periódicas del río Francolí, no sólo en el trazado de las rutas y los asentamientos cercanos sino también en la parcelación.

Es por esto que se decidió desarrollar una simulación de las inundaciones periódicas del Francolí empleando el módulo *r.sim.water* desarrollado para GRASS (Mitasova *et al.*). Este módulo realiza un modelado de flujos sobre tierra basado en la dualidad partícula-campo (onda), permitiendo el desarrollo de simulaciones de gran realismo de procesos como el de inundación. Para la realización de esta simulación se empleó el DTM sin depresiones, rásters de derivativas de X e Y basado en éste, mapa de exceso de precipitación (intensidad de precipitación – capacidad de infiltración del suelo), y *surface roughness coefficient* de Manning. El mapa resultante siendo un ráster de profundidad de las aguas fue sumado al DTM para obtener un mapa de altura absoluta de los niveles de agua durante procesos de inundación.

## CÁLCULO DE VISIBILIDADES APLICADO AL ESTUDIO DE LAS CENTURIACIONES

La visibilidad, como patrón utilizado en los análisis locacionales de paisajes pretéritos y como función aportada por los GIS, ha sido tratada de muy diversas formas en multitud de trabajos, mayoritariamente centrados en época pre y protohistórica (Wheatley 1995; Fisher *et al.* 1997; Lake, Woodman y Mithen 1998; Martín de la Cruz, Bermúdez y Perlines 2004; Winterbottom y Long 2006; Zamora 2007). Sin embargo, la aplicación del cálculo de visibilidad en la arqueología clásica ha sido menor, y permanece como un campo prácticamente inexplorado en lo que se refiere a las formas de organización del territorio y específicamente a la ejecución y materialización de las centuriaciones (Clavel-Leveque y Orejas 2002).

La visibilidad, aplicada al análisis arqueológico resulta de gran complejidad al haber de tener en cuenta aspectos tan variados como la selección de objetivos visuales, las emociones sentidas en paisajes dotados de características diferenciadoras o la propia organización cultural del espacio (Zamora 2006: 42). Wheatley y Gillings (2000: 3) definen la visibilidad como «los actos cognitivos y perceptuales que sirven no únicamente para informar, estructurar y organizar la situación y forma de los hechos culturales sino también en lo que se refiere a su propia escenografía y lo que se encuentra a su alrededor».

En el presente estudio se introduce, en primer lugar, la figura que oficia el aspecto religioso de la fundación, es decir el augur, y en segundo lugar quien planifica y ejecuta la ordenación urbana y del territorio, es decir el agrimensor. Ya hemos visto anteriormente cual es el componente visual en el ritual del augur. En realidad, la selección de objetivos visuales, los detalles emocionales diferenciadores, el hecho cultural y la escenografía, son los elementos básicos en el acto inicial de la fundación de una colonia romana.

El cálculo de visibilidades produce mapas booleanos en los que se indica qué celdas de un MDT son visibles y cuáles no desde uno o varios puntos indicados por el usuario, en este caso el origen de las visibilidades sería el *auguraculum* de *Tarraco*. Mediante el análisis de los resultados proporcionados por este cálculo de visibilidades se pretende caracterizar la percepción que del territorio tuvo el *augur* en el momento del rito fundacional y su posterior plasmación en la articulación geométrica de las tramas centuriadas por los agrimensores.

En este sentido, para estudiar la relación entre visibilidad y centuriación ha resultado necesario re-

flexionar sobre cómo se construye una parcelación, sea esta urbana o territorial. Un levantamiento requiere unos cálculos y un instrumental que permitan construir alineaciones, además es necesaria una ubicación inicial desde donde pueda dominarse la mayor cantidad de área sujeta a la división parcelaria. Por tanto, el estudio de la visibilidad es útil para conocer como pudo haberse desarrollado un primer levantamiento topográfico del área sujeta a una *deductio*. Aún así, no consideramos suficiente abordar este problema desde una perspectiva tecnológica, racional y laicista. Por el contrario, resulta necesario incluir en su análisis el ritual y el elemento religioso, presente en la vida romana, y abandonar la laicidad usualmente asociada a la agrimensura. Así pues, los análisis de visuales pueden contribuir a explicar el diseño y conceptualización de las centuriaciones, profundizando en un ámbito inédito en el uso de los SIG.

Los presupuestos teóricos enunciados fueron puestos en práctica mediante la utilización de la función de cálculo de visibilidad. Para realizar estos cálculos se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos técnicos. Se utilizaron dos Modelos Digitales de Elevación, cuyas características ya han sido descritas, aplicando funciones de cálculo de visibilidad con MDT a resoluciones de 30 m/píxel y 5 metros/píxel. Los resultados, en ambos casos fueron parecidos.

Aplicamos la función de cálculo de visibilidad más sencilla, tomando como punto de referencia el lugar desde el cual el *augur* habría realizado sus visuales, es decir, el centro del *auguraculum*. Por otro lado, las estructuras excavadas y documentadas gráficamente por Serra Vilaró fueron digitalizadas, vectorizadas y georeferenciadas con respecto al plano catastral de la ciudad actual, en formato shp, importándolas sobre el ArcGIS 9.2.

Sin embargo tuvimos que enfrentarnos a un problema importante, motivado por los grandes rebajes de roca, acometidos durante el proceso de ensanche y urbanización de la ciudad en el siglo XIX. Solventamos esta complicación con la recopilación y análisis de fotografías antiguas del área que aún conservaban una altura original de la roca (Gabriel 2001: 339 Lam. 20 y 341 Lam. 22; Orengo y Fiz, en prensa). Así a partir de esta nueva información, hicimos una extrapolación que nos situaba la cota original en unos 6 y 8 metros aproximadamente por encima de la cota actual. De todos modos los cálculos se hicieron tanto desde la cota actual como la considerada como cota real, siendo los resultados similares.

También validamos que la ubicación del *auguraculum* correspondía al mejor lugar desde donde se visualizaría a un tiempo ciudad y territorio. Escogi-

mos varios puntos de referencia entre los cuales se encontraba la llamada Torre de Minerva. Ubicada en el punto más alto de la ciudad fue edificada en una primera fase entorno a los inicios del siglo II a. C. (Ruiz de Arbulo 2006: 579). Desde allí se podía controlar el Camp de Tarragona, incluso mejor que desde el *auguraculum*. Sin embargo no había visibilidad de la propia ciudad romana. Esto último entraría en contradicción con la actividad del *augur* consistente en cubrir con la mirada tanto el territorio y como la futura ciudad. Las pruebas de visual no se redujeron a tomar como origen el punto situado en la cota más alta, sino que también se aplicó usando como referencia la última curva de nivel entorno a la torre. Los resultados fueron similares: no había visual de la ciudad.

### 3. RESULTADOS

#### DESCRIPCIÓN DE LAS TRAMAS CENTURIADAS DEL CAMP DE TARRAGONA

La revisión de las restituciones sobre la base cartofotográfica digital confirma, con precisión y fiabili-

dad la existencia de tres tramas centuriadas en el conjunto del Camp de Tarragona sobre las cuales se superponen las tramas radiales y radioconcéntricas de época medieval. Ha podido validarse por tanto la existencia e imbricación de los dos sistemas de estructuración territorial detectados: los sistemas radiales o radioconcéntricos y las tramas ortogonales, así como su adscripción cronológica al período medieval (siglos XII y XIII) y romano, respectivamente (figura 3).

La primera de las tres tramas de época romana documentadas se sitúa en el Tarragonès y el Baix Camp, al noroeste de la ciudad, en la zona de Constantí (*Tarraco* I, Palet 2003: 224) (figura 4). Constituye la trama más cercana a la ciudad romana, modulada a 20 *actus*, ocupa una superficie reducida (6.500 ha). Los ejes rectores principales, los *decumani* de la trama, se orientan a 50° centesimales oeste respecto al NG. Las trazas ocupan una área limitada por las dos vías romanas principales de la zona, la vía de la costa y la vía a *Ilerda* que remonta el curso del Francolí por su margen derecho (la vía *De Italia in Hispanias*). Uno de los límites mejor conservados, fossilizado en el Camí antic de Constantí, converge con

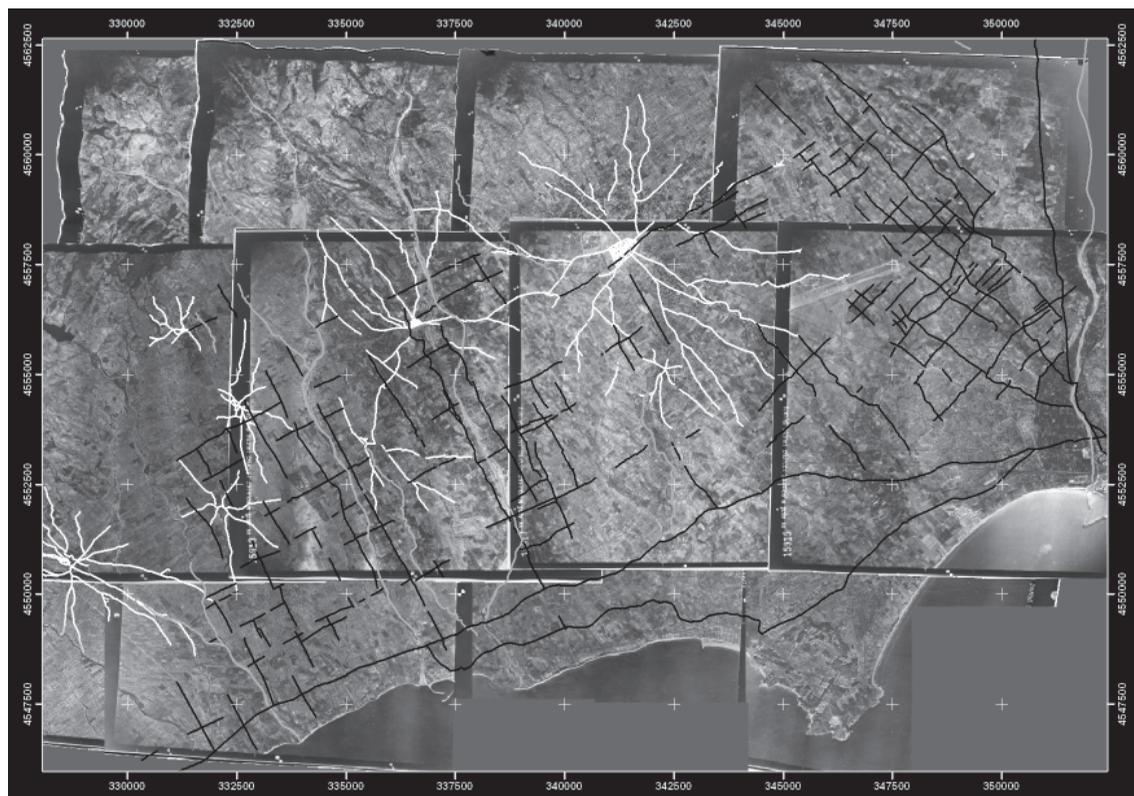


Fig. 3. Estudio arqueomorfológico sobre la ortofotografía de 1956.

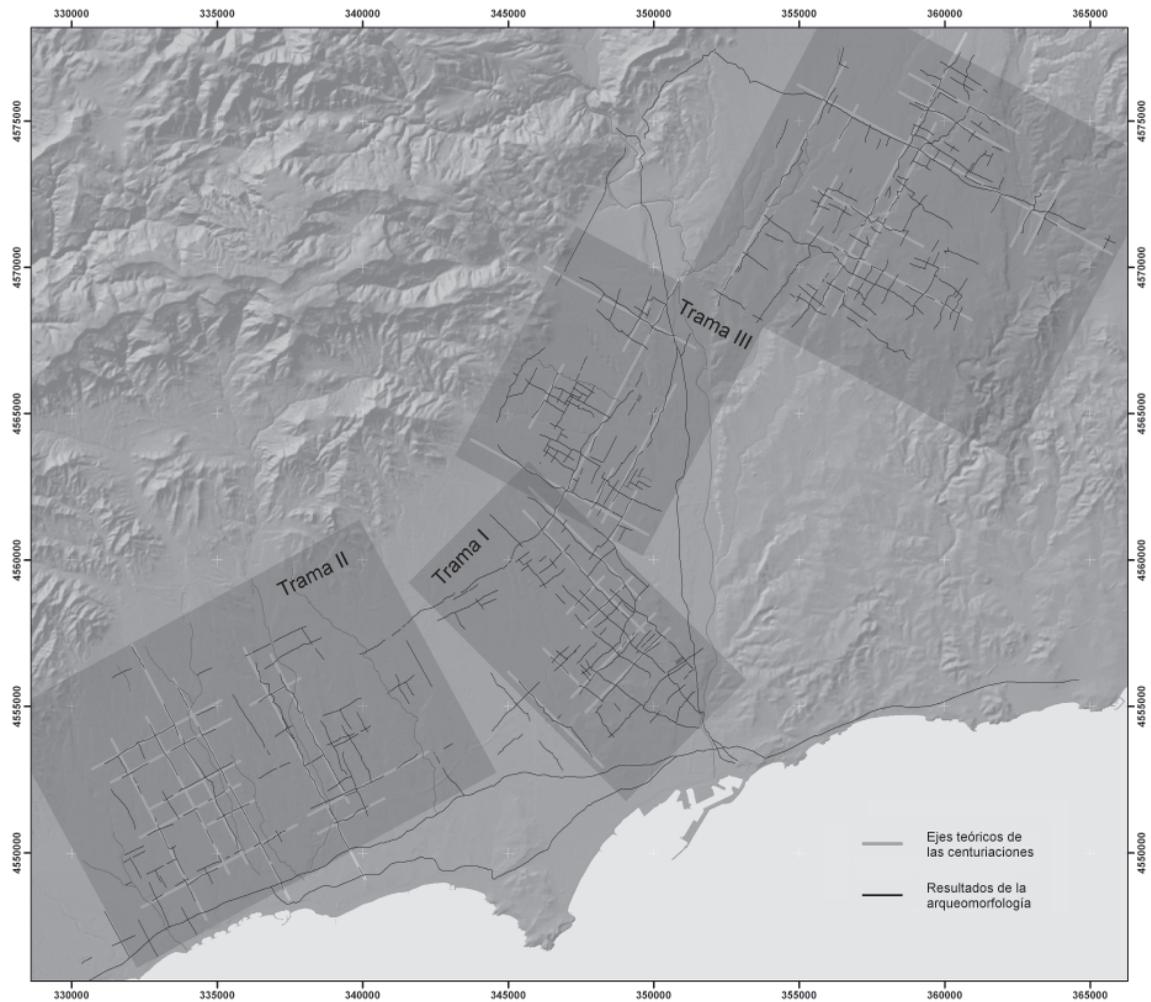


Fig. 4. Planimetría de las tramas centuriadas del Camp de Tarragona.

estas vías en el paso del río Francolí. La proyección de este eje hacia la ciudad coincide con un *decumanus* de la trama urbana y se orienta, como veremos más adelante, con el eje visual trazado desde el *auguraculum*. En el sentido de los *decumani*, se documentan un total de 5 grandes límites paralelos, modulados a 20 *actus*, en tramos largos superiores a los 3,5 km de longitud. En el sentido de los *kardines*, el eje principal, el posible *kardo maximus* de la trama, corresponde a la vía de Constantí a Vila-seca. Se documentan hasta un total de 4 grandes ejes paralelos a este *kardo*, modulados también a 20 *actus*. Por último cabe destacar que la orientación de la trama I, de 50° centesimales NG, tendría los ejes cardinales como diagonales.

La segunda trama (*Tarraco* II) se extiende por la franja litoral al oeste del Cap de Salou entre la línea

de costa, la vía romana y las primeras elevaciones de la Sierra Litoral, en los municipios de Reus, Vila-seca, Cambrils, Montbrí, Vinyols y Mont-roig, en el Baix Camp (figura 4). Su estado de conservación en la morfología del paisaje moderno es extraordinario y su adscripción al período romano resulta incontestable por la presencia perfectamente documentada de diversas centurias con módulo de 20 × 20 *actus*. Destaca además la entidad de los restos conservados con tramos rectilíneos y equidistantes de aproximadamente 6 km. Sobre el terreno, los ejes presentan la forma de caminos hondos o fosas encajadas en el suelo. Buen ejemplo de ello son el límite de término entre Cambrils y Montbrí o el Camino viejo de Montbrí. Sobre el mapa las dos líneas presentan una equidistancia de 20 *actus* a lo largo de 8 centurias.

Los límites de esta centuriación presentan un tra-

zado y orientación general perfectamente adaptada a la pendiente y al drenaje natural del llano. La conservación es especialmente relevante para los ejes orientados hacia la montaña, los *limites montani* de la trama, con una orientación de 31° centesimales oeste respecto al NG.

En este sector del Camp de Tarragona la imbricación entre el sistema ortogonal y las redes radiales es muy marcada, con evidencia clara de captación de líneas y superposición de trazas entre las tramas romana y medieval. Este hecho es especialmente visible al este, entorno a los núcleos de Reus y Vilaseca, que son el centro de potentes sistemas radiales. Otros núcleos de origen medieval como Montroig, Montbrió y Riudoms ilustran morfologías similares.

En la zona donde la centuriación se conserva mejor son visibles diversos ejes «mayores», con trazados rectilíneos y equidistantes que se mantienen durante varios kilómetros, especialmente para los *limites montani* o *decumani*. En los términos de Montbrió, Vinyols y Riudoms se documentan diversas trazas perpendiculares a estos límites, siendo posible distinguir diversas centurias cuadradas de 200 *iugera*.

Por otra parte, la vía romana de la costa, tras abandonar *Tarraco* y superar el Cap de Salou, atraviesa el término de Cambrils, donde tiende a respetar la orientación de la centuriación, aunque su trazado es, a tramos, sinuoso. Sobre el terreno, la vía se conserva todavía en algunos sectores en forma de profunda fosa abandonada, encajada en el substrato. Cabe destacar que esta centuriación se extiende más allá de la vía hacia la línea de costa.

En esta trama se han podido documentar trazas sub-superficiales en el término de Vinyols mediante teledetección, allí donde la morfología histórica destacaba la ausencia de trazas, probablemente debida a procesos sedimentarios que las mantuvieron enterradas.

A pesar de la aplicación de diversos filtros y composiciones en falso color, únicamente la banda 5 (1.55 – 1.75  $\mu\text{m}$ ) de la imagen adquirida por el Landsat 5 TM el 15-05-1992, produjo resultados positivos a este respecto. Dos factores pueden explicar la visibilidad de las trazas exclusivamente en esta imagen. En primer lugar los datos pluviométricos proporcionados por el Servei Meteorològic de Catalunya confirmaron la caída de lluvia el día anterior a la toma de la imagen. Este hecho resulta decisivo ya que, probablemente, la humedad se acumuló en las antiguas fosas que formaban las tramas enterradas. En segundo lugar, la compactación de la super-

ficie de estas fosas debido al tránsito antiguo aseguró la retención de humedad a lo largo de las líneas y por tanto la visibilidad en la banda cinco de la imagen Landsat que resulta especialmente adecuada para la discriminación del contenido de humedad del suelo (Shih y Jordan, 1992).

Hemos de señalar, no obstante, que la situación de las trazas documentadas no encaja perfectamente con la retícula teórica. Esto es debido, en primer lugar, a la georeferenciación de la imagen. Al tratarse de una escena Landsat en la que cada píxel mide unos treinta metros, resulta muy difícil obtener la situación exacta de los GCP en la imagen. Además el tamaño del píxel determina las mediciones del sensor incluyendo dentro de la superficie del píxel no sólo la reflectancia que puede corresponder a la estructura arqueológica sino la reflectancia global correspondiente. Estas razones justifican cierto desplazamiento de las trazas documentadas con respecto a la retícula teórica. Aún así hemos de señalar que la distancia entre estas trazas sub-superficiales aparece modulada a 20 y 40 *actus*. Asimismo cabe destacar que la orientación de las trazas corresponde a la de la retícula teórica, tanto en relación a los *kardines* como a los *decumani*. (figura 5)

Así pues, la restitución obtenida sugiere una implantación más grande en el territorio de esta trama II con una superficie dividida aproximada de 13.000 ha.

La tercera trama (*Tarraco* III) se extiende por el interior, en el Tarragonés y el Alt Camp. Se observan trazas conservadas en dos sectores separados por el río Francolí y la vía *De Italia in Hispanias*: una zona más cercana a la ciudad, entre Morell, Alcover y Vilallonga, y un sector más al interior en los términos de Valls y Vilardida. En los dos sectores los *kardines* tienen una orientación de 31° centesimales este respecto al NG., lo que significa una variación únicamente de 3° respecto a la estructura urbana de la ciudad (fig. 4).

El trazado de la vía *De Italia in Hispanias* corresponde al antiguo camino de Tarragona a Montblanc. Su trazado remonta el margen derecho del Francolí, evitando cuidadosamente las áreas de inundación periódica, para dirigirse hacia el interior, a la zona de Montblanc y a *Ilerda*, en el valle del Ebro

El sector más próximo a la ciudad se extiende al sudeste del Francolí, en los municipios de Alcover, La Selva, Morell y Vilallonga del Camp, y enlaza con la trama I comentada más arriba. En esta zona la conservación de las trazas es muy buena, hecho que permite precisar el uso de un módulo de 20 × 15 *actus*. Las trazas conservadas se sitúan entre el río



Fig. 5. Resultados de la teledetección.

Glorieta al norte y el barranco del Mas Blanc al sur del Morell, donde los ejes cambian de orientación para conformar la trama I. En toda la zona la hidrología condiciona la orientación y en algunos casos la equidistancia de los ejes, especialmente para los *decumani*.

El análisis morfológico resultó especialmente fructífero en los términos de Vilallonga y del Morell, en la zona conocida como «Quatre Camins», donde interseccionan dos ejes de la trama. Se observan diversos *kardines* modulados a 15 *actus*; en el sentido de los *decumani*, en cambio, se documentan equidistancias de 20 *actus*. Entre los *kardines* destaca, por ejemplo, el «Camí vell de Reus», que mantiene un trazado rectilíneo durante 5 centurias de 20 *actus*. En este sector del Morell han podido documentarse unidades rectangulares de 15 × 20 *actus* o equidistancias co-

herentes con este módulo (45 × 60 *actus* - 3 centurias de 20 × 15 *actus*) (Palet 2007).

En el sector más interior de esta trama III, las trazas se articulan con la vía conocida como «Camí de Vilafranca a Montblanc». Se trata de un «eje fuerte» y morfogenético en el territorio que condiciona la morfología del parcelario. Entre Vilardida y Fontscaldes la vía es de trazado rectilíneo durante unos 12 km y constituye el límite de término de diversos municipios (Valls, Alió, el Pla de Santa Maria, Vila-rodona, Bràfim). Sabemos que el camino corresponde en realidad al trazado de la vía romana a *Ilerda* por el interior, evitando la ciudad de Tarragona. De Vilardida a Fontscaldes, entre los ríos Gaià y Francolí, la vía se articula con la trama centuriada de manera clara: en el sentido de los *kardines* documentamos hasta 7 *límites* modulados a 15 *actus*; en el sentido de los *de-*

*cumani* se observa, en cambio y una vez más, el módulo de 20 *actus*. A menudo las trazas conservadas presentan equidistancias equivalentes a múltiplos del módulo 15, tales como 30 o 90 *actus*. En el sentido de los *decumani* los límites están en esta zona peor conservados, aunque lo suficiente para contrastar equidistancias de 20 *actus*. Esta trama ocuparía una superficie aproximada de 18.000 ha.

En cuanto a la orientación de las tres tramas, se observa una desviación angular constante entre Tarraco II y I, al igual que entre esta última y Tarraco III. Esta desviación angular entre los *kardines* de las tres tramas es de 19° centesimales, y entre los *decumani* de 181°. El conjunto presenta, por tanto, una articulación geométrica que sugiere el carácter unitario de las tres tramas. Una articulación semejante

ha sido documentada en la centuriación de la colonia Flavia de Corinto (Romano 2002).

#### RESULTADOS DEL CÁLCULO DE VISIBILIDADES

La existencia de las tres tramas centuriadas descritas y la ubicación escenográfica del *auguraculum* convertían en sugerente el desarrollo de un análisis de visuales desde este punto central. Así podríamos caracterizar la plasmación sobre el territorio de la percepción visual del augur y la ejecución del trabajo de los agrimensores. Por tanto, una vez realizado el cálculo de visibilidad, se superpuso el plano ráster resultante a las tramas centuriadas y se cotejaron ambos resultados (figura 6).

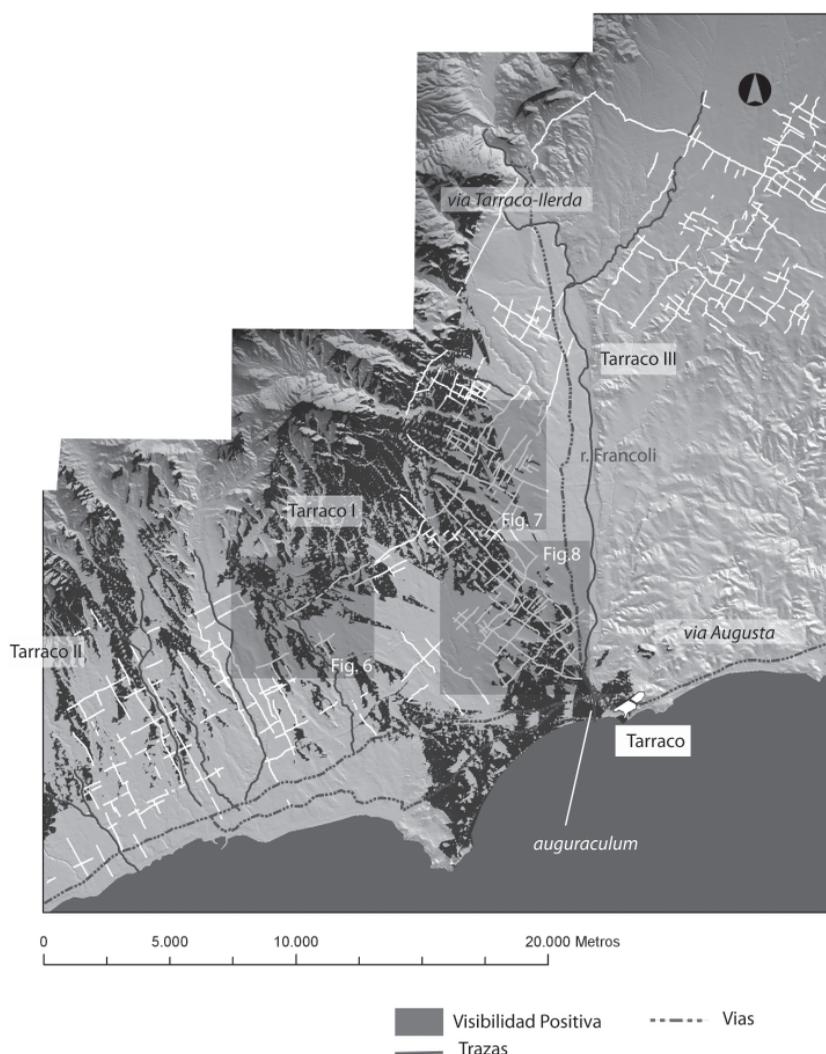


Fig. 6. Trazas de las tramas centuriadas y zonas de visibilidad positiva desde el *auguraculum*.

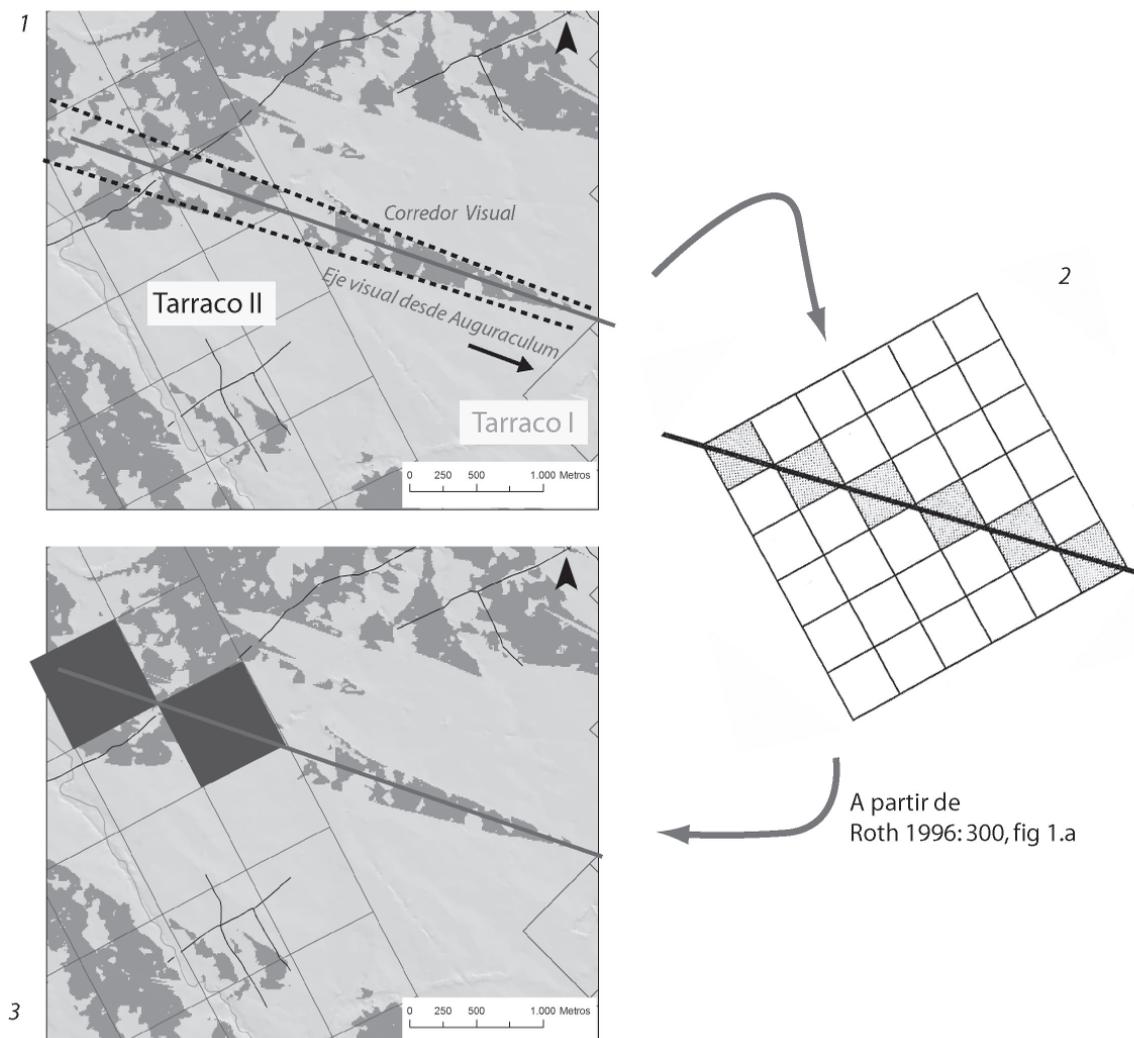


Fig. 7. Análisis de la visual generadora de la trama *Tarraco II*.

La primera trama analizada fue *Tarraco II*. Observando el plano ráster resultado del cálculo, vimos una zona de visibilidad positiva, por nosotros llamada «corredor visual» (figura 7). Su forma sería triangular y tendría su origen en el *auguraculum*, extendiéndose a lo largo de trece kilómetros hasta donde se inicia la trama sujeta a análisis, teniendo allí una anchura de unos 500 metros aproximadamente. Haciendo pasar un eje por la bisectriz de este corredor visual, comprobamos que coincidía con una de las diagonales de la trama centuriada.

Después elegimos la intersección entre el vértice situado al NW de una de las centurias, como punto de instalación de la *groma*, o nuevo *locus gromae*. Esta centuria era la primera coincidente en su diagonal con el eje visual procedente del *auguraculum*. Una

vez situada la *groma*, los agrimensores quizás iniciarían aquí el proceso de construcción de *Tarraco II*. Este punto estaría situado, como decíamos, a unos trece kilómetros del *auguraculum*, siendo esta una distancia suficiente como para ser visible desde allí. No hemos de olvidar que el instrumental utilizado por los agrimensores permitiría la realización de operaciones a larga distancia (Lewis 2001).

A. Roth (1996) nos menciona como en la Narbonense se han detectado relaciones importantes entre las *limitatio* y las vías de comunicación, por ejemplo, la vía *Domitia*. Así siguiendo el procedimiento conocido como *varatio* en los tratados de agrimensura, las vías serían utilizadas como hipotenusa y, por tanto, como diagonal, de las cuadrículas que constituirán la nueva trama centuriada.

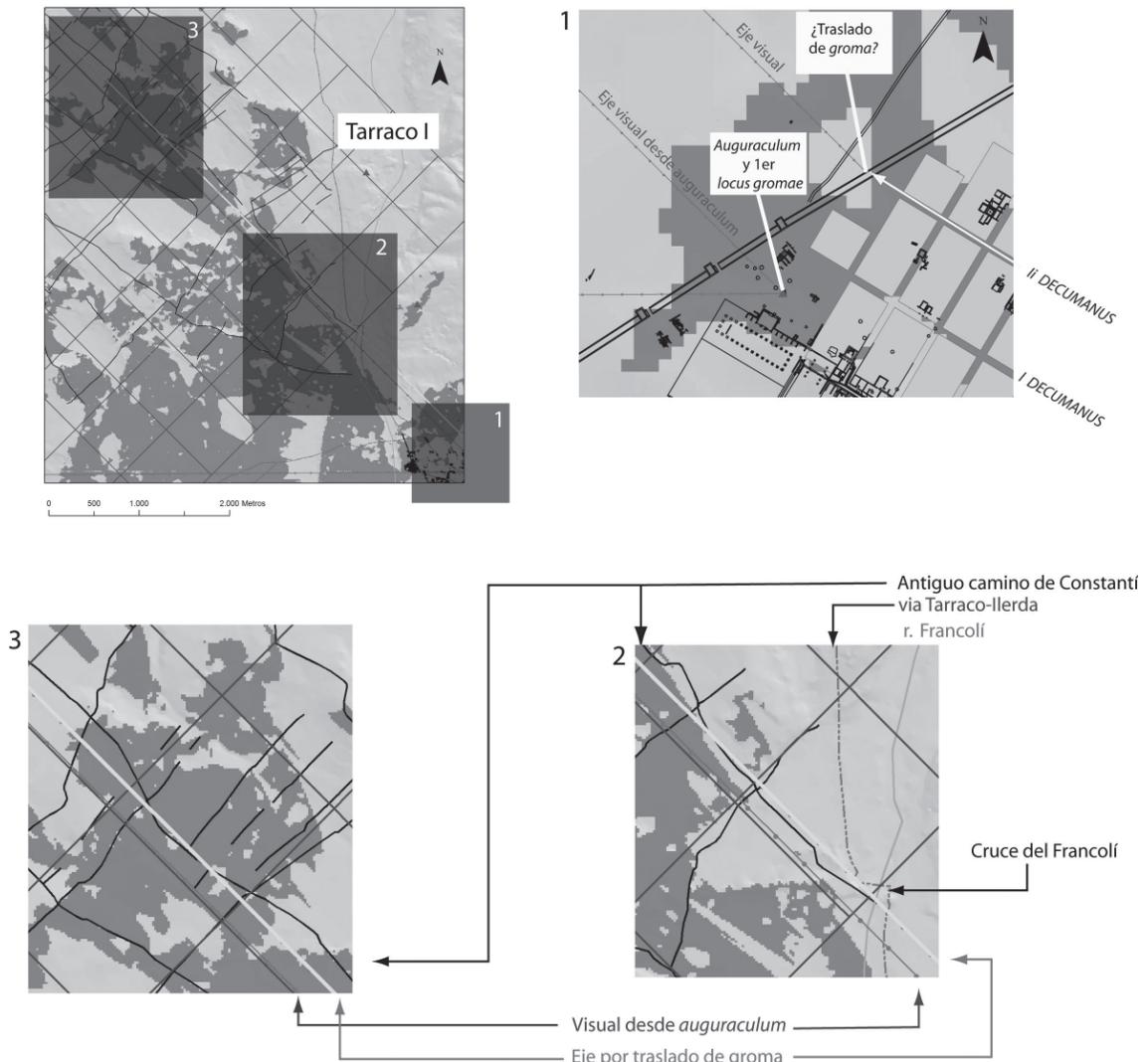


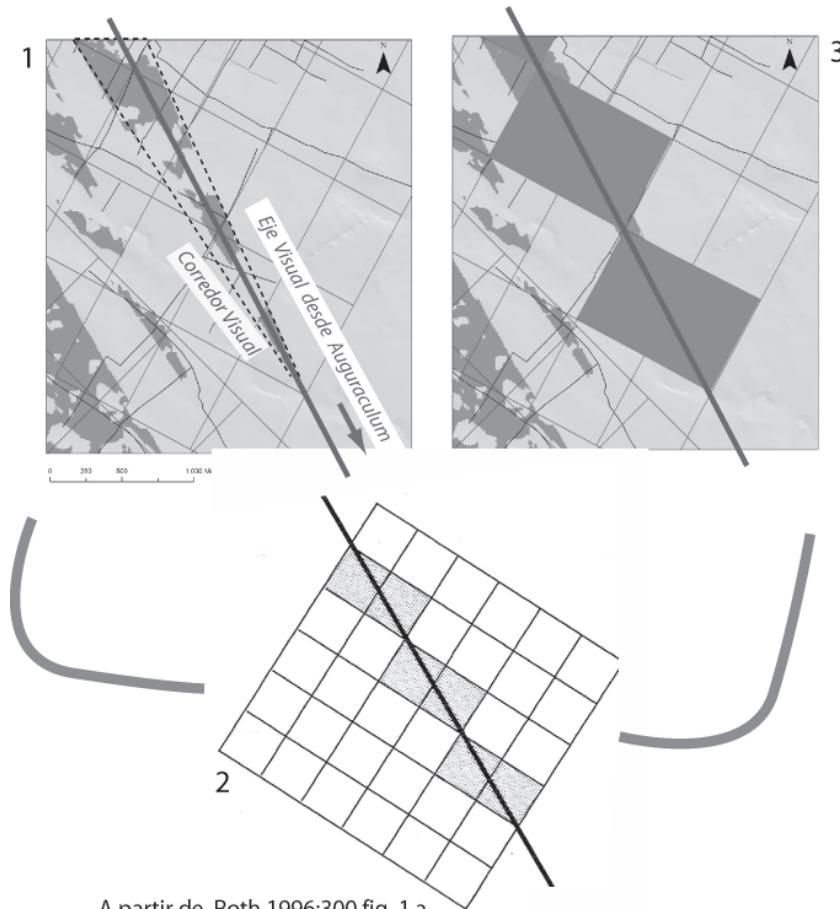
Fig. 8. Análisis de la visual generadora de la trama Tarraco I y detalles de la visual, el *decumanus* urbano y el Camí antic de Constantí.

El método utilizado por los agrimensores no deja de ser una de las aplicaciones del teorema de Tales. Por tanto, la centuriación se implantaba, siempre según teoría de la autora, y posteriormente confirmada por G. Chouquer y F. Favory (2001: 301-302), a partir de un tramo de vía rectilínea, solución mucho más frecuente, o a partir de una *limitatio* precedente. Esta relación ha sido también observada en el territorio de Nimes (Fiches y González 1997).

Por tanto, desde esta diagonal y una vez escogido el *locus gromae*, se buscó un ángulo determinado a partir del cual construir los triángulos que servirían de base para generar las modulaciones que compondrían cada centuria. Según la autora es aquí

cuando entrarían en funcionamiento las diversas posibilidades que mencionan los agrimensores en cuanto a la orientación de las tramas, ya fuera con respecto a la costa o longitudinalmente a un valle o en la forma más adecuada a la morfología del territorio. Esta construcción determinaría la orientación del *decumanus* y el *kardo maximus*.

Nuestra propuesta se basa en que no siempre fue necesaria la presencia de una vía o de un sistema anterior para la construcción de una centuria. Bastaba con elegir un punto elevado desde el cual se dominara el área sujeta a planificación y desde donde fuera posible realizar largas alineaciones, con desplazamientos de la *groma* cuando las dificultades así lo



A partir de Roth 1996:300 fig 1.a.

Fig. 9. Análisis de la visual generadora de la trama *Tarraco III*.

requirieran. Este proceso se seguiría por aproximación hasta el lugar planificado, en un inicio, como nuevo *locus gromae* de la centuriación, aplicando a continuación la práctica común descrita por los agrimensores. Entendemos que el lugar donde se sitúa el *auguraculum* sería escogido como primer *locus gromae*, y desde aquí se definiría la primera planificación morfológica de todo el paisaje centuriado.

*Tarraco I* (figura 8) pudo ser construida de diversas formas como veremos más adelante. Habría que destacar, en primer lugar, que uno de los ejes mejor conservados de la centuriación, fosilizado en el Antic camí de Constantí, es paralelo a uno de los *decumani* teóricos de la trama. Éste límite corresponde al eje visual que parte desde el *auguraculum*. Esto, en principio no resulta del todo determinante, a no ser que añadamos otro factor. Trasladando el *locus gromae* en dirección NE, hasta justo donde se iniciaría uno de los *decumani* de la trama urbana, y desde allí,

proyectando una línea paralela, vemos que coincide en su trazado con una parte importante de este antiguo camino. Entendemos que el paso del río Francolí, en la búsqueda de la vía *Tarraco-Ilerda*, se hiciera precisamente en una intersección aproximada con esta proyección, resultado del traslado de la groma. Es decir, nos encontraríamos ante una situación en la cual uno de los *decumani* de la trama encajaría perfectamente en su materialización, que no planificación, con una de las calles de la ciudad romana. Cabe destacar además que desde el *auguraculum*, existían visuales positivas que seguían los ejes cardinales que, como se ha comentado, funcionaron como diagonales de *Tarraco I*.

La trama *Tarraco III* (figura 9), la más alejada de la ciudad, sería la que presentaría más problemas en su ejecución. Sin embargo, analizando el resultado de las visuales sobre el territorio se pudo comprobar que existía otro «corredor visual» de las mismas

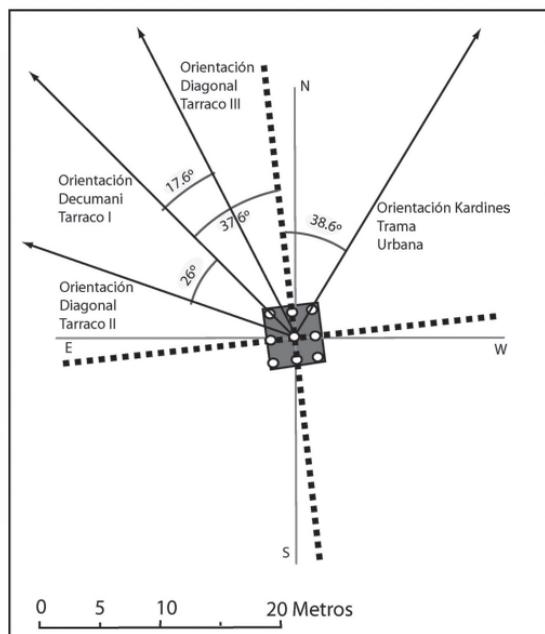


Fig. 10. Síntesis de las relaciones angulares entre las visuales de las tramas desde el cipo central del *auguraculum*.

características vistas para la trama II. Trazando un eje desde el *auguraculum* y haciéndolo atravesar por la bisectriz de la visual no se vio coincidencia con la diagonal de alguna de las centurias propuestas individualmente de  $20 \times 15$  *actus*. Sin embargo se apreció que la diagonal sí atravesaba la correspondiente a dos centurias contiguas, formando en conjunto  $20 \times 30$  *actus*. Este sistema de diseño ya fue definido por A. Roth (1996: 299-301) siendo aplicado en su momento en las centuriaciones Beziers B y C (Chouquer y Favory 2001: 90). Nuevamente y tal como ya se había dicho para la trama II insistimos en que no se habría necesitado de la construcción de un sistema previo o de una vía que sirviera de generadora de las centurias.

Parece, pues, que efectivamente desde el *auguraculum* se trazaron las visuales necesarias para la planificación del territorio. Se intuye, además, que un elemento de ritual complejo se relacionaba con este proceso. Sin embargo, cabe la posibilidad de una relación puramente casual y por tanto que no existiera relación real alguna entre el proceso técnico de planificación del tramado centuriado y el *auguraculum*.

Tal relación solamente puede explicarse en base a las interpretaciones de cómo las visuales desde el *auguraculum* sirvieron para definir la planificación urbana de la ciudad y del territorio (figura 10). En el caso de Táraco encontramos que una proyección de las visuales, la correspondiente al eje de uno de

los *decumanus* de la trama *Tarraco* I tiene un ángulo de  $38.6^\circ$  con respecto al eje principal que formarían el cipo central y el cipo situado al Norte. Pero además, desde el cipo central, saldría otra diagonal que atravesando el cipo situado al Nordeste, coincidiría con el eje central del *kardo* urbano, formando esta vez un ángulo de  $37.6^\circ$  con respecto al eje central. Por tanto, existe una diferencia de tan solo un grado entre ambas diagonales. Existen paralelos a este sistema utilizado de orientación para el trazado de la *limitatio*, por ejemplo en Cosa. En este caso la diagonal visual que atravesaría el vértice NE de su *auguraculum* fue utilizada para construir la centuriación de la colonia latina en el momento de su fundación (Gros 2007: 174).

Por otra parte, parece que se documenta una relación directa entre el trazado de visuales desde el *auguraculum* que se ha descrito y un momento histórico concreto, la fundación o promoción de *Tarraco* a colonia. Así, independientemente de que la trama urbana ya exista con anterioridad (Macías 2000), los resultados obtenidos sugieren una actuación y planificación conjunta, en un mismo momento, que afecta a la trama urbana y a la trama I en el territorio. En cuanto a las otras dos tramas centuriadas, las visuales y por tanto las diagonales a partir de las cuales serían construidas saldrían desde el cipo central del *auguraculum*, manteniendo ambas una relación de  $17.6^\circ$  (*Tarraco* III) y  $26^\circ$  (*Tarraco* II) con respecto al eje de la visual de la trama I.

#### 4. CONCLUSIONES

En este artículo se ha intentado mostrar cómo la aplicación de los SIG puede aportar significativos avances al estudio del paisaje centuriado. La capacidad de integración de diferentes técnicas analíticas ha permitido anuar la información producida por análisis de rutas, hidrológicos, de visibilidades, arqueomorfológicos y la teledetección en un solo entorno. En concreto, la exactitud de los datos aportados por el análisis arqueomorfológico no sólo se basa en la georeferenciación de los datos en SIG sino también en la cantidad y diversidad de fuentes cartográficas y ortofotográficas incluidas en este. Por último cabe destacar la capacidad de los SIG para investigar la conceptualización y desarrollo de los sistemas centuriados gracias a sus capacidades para recrear el entorno de la antigüedad y cómo este pudo haber sido visualizado.

La percepción del paisaje centuriado ha sido tratada a través del análisis de visuales, el cual subra-

ya la importancia del *auguraculum* como «lugar central» en la conceptualización del conjunto del territorio. El trazado de visuales demuestra que las diagonales entre los cipos NE y NW y el cipo central del *auguraculum* corresponden respectivamente al *decumanus maximus* de la trama I y a la orientación de los *kardines* de la trama urbana, comprobándose una relación geométrica entre los tres elementos: *auguraculum*, trama urbana y trama I.

Además el estudio muestra que es posible la aplicación de visuales en la construcción de las tramas centuriadas sin necesidad de vías o *limitatio* precedentes. En los casos estudiados ello aparece bien reflejado en la planificación de las tramas II y III. Para el diseño de estas tramas se emplearon los ejes visuales trazados por el *augur* sin descuidar la articulación geométrica de las mismas, manteniendo para ello una desviación angular constante. Se comprueba, así pues, una concepción unitaria del conjunto del paisaje centuriado.

Los resultados obtenidos significan un avance importante en la comprensión e interpretación del conjunto de las tramas centuriadas. La articulación entre las visuales trazadas desde el *auguraculum*, la trama urbana y las tres tramas centuriadas sugiere una actuación conjunta, en un mismo momento, asociada a la fundación y al cambio de estatuto jurídico de *Tarraco* a colonia hacia el 49 /44 aC (Ruiz de Arbujo 2002:139-141), que afectaría a la ciudad y a la centuriación del territorio.

El estudio de visuales demuestra que el cipo central del *auguraculum* fue usado por el agrimensor como primer *locus gromae*. Desde este punto se habría realizado la compleja e inmensa tarea de articular la forma urbana de *Tarraco* con el territorio que le fue asignado. Así pues, los resultados refuerzan la idea de una actuación cesariana en *Tarraco* sin que ello excluya necesariamente la existencia de obras de planificación urbana y territorial anteriores.

Por otra parte, la estructuración del territorio de *Tarraco* ejemplifica la importancia del hecho religioso en la conceptualización y configuración de los paisajes romanos centuriados. El agrimensor basaba su trabajo práctico en las indicaciones dejadas por el *augur* durante el rito de fundación. Su disciplina, como afirmaban los tratadistas de agrimensura, tenía sus orígenes en los misterios divinos, tal y como ocurría con los ritos etruscos.

El uso de los SIG y, en concreto, los análisis de visibilidades, se perfilan como un destacado útil en el estudio de la conceptualización y posterior materialización de las centuriaciones. A la aproximación más tecnicista y laica asociada a este tipo de estu-

dios podemos y debemos contraponer la importancia que, para aquella sociedad, debió tener el factor religioso y simbólico en la plasmación del ideal de paisaje romano.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARIÑO, E. y GURT, J. M. (1994): «La articulación de los catastros rurales con las ciudades romanas en *Hispania*». *Actas del XIV Congrès International d'Arqueologia Clàssica. La ciutat en el món romà*, V.2, Tarragona, 34-36.
- ARIÑO, E.; GURT, J. M. y PALET, J. M. (2004): *El pasado presente. Arqueologia de los paisajes en la Hispania romana*, Salamanca-Barcelona.
- ARRAYÁS, I. (2003): «El *territorium* de *Tarraco* en época tardo-republicana romana (ss. III-I aC.). Poblament i estructures rurals al Camp de Tarragona». *Bulletí Arqueològic. RST*. Tarragona, núm. 25, 25-55.
- ARRAYÁS, I. (2004): «Morfología histórica del *territorium* de *Tarraco* en época tardo-republicana romana (ss. III-I a. C.)». *Dialogues d'histoire ancienne*, 30/1, 33-60.
- ARRAYÁS, I. (2005): *Morfología histórica del territorio de Tarraco (ss. III-I a. C.)*, *Col·lecció Instrumenta* vol. 19, Barcelona.
- BROWN, F. E. (1951): «Cosa I: History and Topography». *MAAR* 20.
- BROWN, F. E. (1960): «Cosa II: The Temples of the Arx». *MAAR* 26.
- BURÉS, L.; GURT, J. M.; MARQUÉS, A. y Tuset, F. (1989): «Cadastres d'època romana en relació a les ciutats de *Tarraco*, *Ilerda* i *Iesso*». *Tribuna d'Arqueologia* 1988-1989, Barcelona, 113-120.
- CARANDINI, A. (2007): *Roma. Il Primo Giorno*, Roma-Bari.
- CLAVEL-LÉVÊQUE, M. y OREJAS, A. (2002): *Atlas historique des cadastres d'Europe II*, Action COST G2, Luxemburgo.
- CHOUQUER, G. y FAVORY, F. (2001): *L'arpentage Romain*. Paris.
- DE SILVA, M. y PIZIOLO, G. (2001): «Setting up a «Human Calibrated» anisotropic cost surface for archaeological landscape investigation», en STANÆLÆ, Z.; VELJANOVSKY, T. (Eds.): *Computing archaeology for understanding the past. Proceedings of the 28th CAA conference* (Ljubljana, april 2000), BAR, 931, Oxford
- FICHES, J. L. y GONZÁLEZ, R. (1997): «Analyse morphologique et limites de perticae. Le cadastre A d'Orange et le territoire de la cité de Nîmes», en

- Chouquer, G. (Dir.) *Les formes du paysage. T. 3. L'analyse des systèmes spatiaux*. Paris, 127-134.
- FISHER, P.; FARRELY, C.; MADDOCKS, A. y RUGGLES, C. (1996): «Spatial Analysis of Visible Areas from the Bronze Age Cairns of Mull», *Journal of Archaeological Science*, 24, 581-592.
- FIZ, I. y MACÍAS, J. M. (2007): «Forma Tarraconis: Una descoberta en evolució», en MACÍAS *et al.* (Dir.): *Planimetria Arqueològica de Tàrraco, Documenta*, 5, Tarragona: 29-46.
- FIZ, I. y ORENCO, H. A. (en prensa): «Simulating communication routes in Mediterranean alluvial plains», en AA.VV. *Layers of perception. Advanced technological means to illuminate our past. Proceedings of the CAA conference 2007*. Berlin
- GABRIEL, R. (2001): «Aproximació a la topografia antiga de Tarragona». *Butlletí Arqueològic (RSAT)*, 281-345.
- GOTARELLI, A. (2003): «Auguraculum, sedes inaugurationis e limitatio rituale della città fondata». *OCNUS*, 11, 135-149.
- GROS, P. y TORELLI, M. (2007): *Storia della Urbanistica. Il Mondo Romano*. Roma-Bari.
- GUIPART, J.; PALET, J. M. y PREVOSTI, M. (2003): «La Cossetània oriental de l'època ibèrica a l'Antiguitat tardana: ocupació i estructuració del territori», en GUIPART, J.; PALET, J. M.; PREVOSTI, M. (Eds.): *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès*. Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 129-157.
- GURT, J. M. y MARQUÉS, A. (1988): «Les empremtes de la història en el paisatge del Camp de Tarragona. La conquesta cadastral de l'espai». *Espais*, 46-51.
- LAKE, M. W.; WOODMAN, P. E. y MITHEN, S. J. (1998): «Tailoring GIS Software for Archaeological Applications: An Example Concerning Viewshed Analysis». *Journal of Archaeological Science*, 25, 27-38.
- LEWIS, M. J. T. (2001): *Surveying Instruments of Greece and Rome*. Cambridge: 217-24.
- MACÍAS, J. M. (2000): «L'urbanisme de Tàrraco a partir de les excavacions de l'entorn del fòrum de la ciutat», en RUIZ DE ARBULO, J. (Ed.): *Tarraco 99. Arqueologia d'una capital provincial romana. Documents d'Arqueologia Clàssica*, 3, Tarragona, 83-106.
- Macías, J. M. y REMOLÀ, J. A. (2004): «Topografia y evolución urbana», en DUPRÉ X. (Ed.): *Las capitales provinciales de Hispania. 3. Tarragona. Colonia Iulia Urbs Triumphalis Tarraco*, Roma, 27-40.
- MAR, R. y ROCA, M. (1998): «Pollentia y Tarraco. Dos etapas en la formación de los foros de la Hispania romana». *Empúries*, 51, 105-124.
- MAR, R. (2005): *El Palatí. La formació dels palaus imperials a Roma. Documenta*, 3. Tarragona.
- MARTÍN DE LA CRUZ, J. C.; BERMÚDEZ, J. y PERLINES, M. R. (2004): «Los sistemas de información Geográfica aplicados a la campiña cordobesa: sincronías y diacronía poblacionales», en Martín de la Cruz, J. C. y Lucena Martín, A. M. (coord.): *Informática aplicada a la investigación y la gestión arqueológicas: actas del I Encuentro Internacional, 5-7 de mayo, 2003*, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Córdoba. Servicio de Publicaciones, Universidad de Córdoba. Córdoba, 211-238
- MITASOVA, H.; THAXTON, C.; HOFIERKA, J.; McLAUGHLIN, R.; MOORE, A. y MITAS, L. (2004): «Path sampling method for modeling overland water flow, sediment transport and short term terrain evolution in Open Source GIS», en MILLER, C.T.; FARTHING, M. W.; GRAY, V. G. y PINDER, G. F. (Eds.): *Computational Methods in Water Resources*, Elsevier, 1479-1490.
- OLESTI, O. y MASSÓ, J. (1997): «Une limite de propriété rurale dans l'ager Tarraconensis». *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 23/2, 224-232.
- ORENCO, H. A. y FIZ, I. (en prensa): «The application of 3D reconstruction techniques in the analysis of ancient Tarraco's urban topography» en AAVV. *Layers of perception. Advanced technological means to illuminate our past. Proceedings of the CAA conference 2007*. Berlin.
- ORFILA, M. (2004): «Estat actual de les investigacions arqueològiques a Pollentia», en ORFILA, M. y CAU, M. A. (Eds.): *Les ciutats romanes del llevant peninsular i les illes Balears*. Barcelona, 161-189.
- PALET, J. M. (2003): «L'organització del paisatge agrari al Penedès i les centuriacions del territori de Tarraco: estudi arqueomorfològic», en GUIPART, J.; PALET, J. M. y PREVOSTI, M. (Eds.): *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Simposi Internacional d'Arqueologia del Baix Penedès*. Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 211-229.
- PALET, J. M. (2005): «L'estructuració dels espais agraris en època romana a Catalunya: aportacions de l'estudi arqueomorfològic del territori», *Cota Zero*, 20, 53-66.
- PALET, J. M. (2007): «L'entorn territorial», en J. M. MACÍAS y J. MENCHÓN (Eds.): *La vil·la romana dels Hospitals (el Morell, Tarragona). Hic et Nunc*, 1. Tarragona, 143-151.

- ROMANO, D. G. (2002): «Une étude topographique informatisée: centuriations de Corinthe et aménagement du territoire», en CLAVEL-LÉVÊQUE, M. y OREJAS, A. (Eds.): *Atlas historique des cadastres d'Europe II*, Action COST G2, Luxemburgo: dossier 4T 1-10.
- ROMANO, D. G. (1998): «GIS Based Analysis of Ancient Land Division in the Corinthia, Greece», en Peterson, J. (Ed.): *The use of Geographic Information Systems in the study of ancient landscapes and features related to ancient land use. European Communities*. Luxemburgo, 21-30.
- ROMANO, D. G. y TOLBA, O. (1996): «Remote sensing and GIS in the study of Roman centuriation in the Corinthia, Greece en Kamermans, H. & Fennema, K. (Eds.), *Interfacing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, *Analecta Praehistorica Leidensia* 28, Institute of Prehistory University of Leiden. 457– 63.
- ROTH, A. (1996): «Modalités pratiques d'implantation de cadastres romains: quelques aspects». *MEFRA*, 108, 299-422.
- RUIZ DE ARBULO, J. (2002): «La fundación de la Colonia Tárraco y los estandartes de Cesar», en JIMÉNEZ, J. L. y RIBERA, A. (Coords.): *Valencia y las primeras ciudades romanas de Hispania*, Valencia, 137-156.
- RUIZ DE ARBULO, J. (2007): «Las murallas de Tárraco. De la fortaleza romano-republicana a la ciudad tardo-antigua», en RODRÍGUEZ, A. y RODÁ, I. (Eds.): *Murallas de ciudades Romanas en el Occidente del Imperio: Lucus Augusti como paradigma. Actas del Congreso Internacional celebrado en Lugo (26-29 / XI / 2005)*, Diputación provincial de Lugo, 569-592.
- RYWERT, J. (1985): *La idea de ciudad. Antropología de la ciudad urbana en el mundo antiguo*, Madrid.
- SALOM, C. (2006): «El Auguraculum de la Colonia Tárraco: Sedes inaugurationis Coloniae Tarraco». *Archivo Español de Arqueología*, 79, 69-87.
- SERRA VILARO, J. (1932): *Excavaciones de Tarragona. Memoria presentada a la junta superior de excavaciones*. Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, 5 (1930), Madrid.
- SHIH, S. F., y JORDAN, J. D. (1992): «Landsat mid-infrared data and GIS in regional surface soil moisture assessment». *Water Resources Bulletin*, 28 (4), 713-719.
- SLAPŠAK, B. y STANĀELĀ, Z. (1998): «Down to the millimetre – GIS in metrological study of ancient land divisions» en PETERSON, J. *The use of Geographic Information Systems in the study of ancient landscapes and features related to ancient land use*, 105-110.
- VAN LEUSEN, M. (2002): *Pattern to process: Methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*. Universidad de Groningen. Tesis doctoral inédita.
- WHEATLEY, D. (1995): «Cumulative viewshed analysis: a GIS-based Method for investigating intervisibility, and its archaeological application», en LOCK, G. y STANĀELĀ, Z. (Eds.): *Archaeology and Geographical Information Systems. A European perspective*. Taylor & Francis, London, 171-186.
- WHEATLEY, D. y GILLINGS, M. (2000): «Vision, Perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility», en LOCK, G. (Ed.): *Beyond the Map. Archaeology and Spatial Technologies*. NATO Science Series A. Life Sciences vol 321, Amsterdam, 1-27.
- WINTERBOTTOM, S. J. y LONG, D. (2006): «From abstract digital models to rich virtual environments: landscape contexts in Kilmartin Glen, Scotland». *Journal of Archaeological Science*, 33, 1356-1367.
- ZAMORA, M. (2006): «Visibilidad y SIG en Arqueología: mucho más que ceros y unos», en Grau Mira, I. (Ed.): *Territorios antiguos y nuevas tecnologías. La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje. Jornadas de arqueología. Alicante, 18 y 19 de Noviembre de 2004*. Alicante, Universidad de Alicante, 41-54.
- ZAMORA, M. (2007): «Total and Cumulative Viewshed: An application in the Genil River Valley», en FIGUEREIDO, A. y VELHO, G. (dirs.): *The world is in your eyes. Proceedings of the XXXIII Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference (March 2005, Tomar, Portugal)*, Tomar, 313-318.

