

Planteamientos y primeros resultados de la transferencia a soporte SIG del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía

Fernando Amores Carredano
Victor Hurtado Pérez

Heliodoro Márquez Rosales

María del Carmen Rodríguez-Bobada Gil
Departamento de Prehistoria y Arqueología
(Universidad de Sevilla)

Leonardo García Sanjuán
Department of Archaeology
(University of Southampton)

María del Carmen Ladrón
de Guevara Sánchez
Silvia Fernández Cacho
Centro de Documentación del IAPH

PLANTEAMIENTOS Y OBJETIVOS

Una vez consolidado el proyecto *Informatización del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía* —en adelante IYAA— (González-Fernández, 1996) y habiéndose realizado una experiencia piloto de transferencia a soporte SIG de la información de dicho Inventario referida a la comarca de la Sierra de Huelva (Amores et alii, 1996 y e. p.), el Centro de Documentación del IAPH aborda a mediados de 1996 en colaboración con el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla —en adelante DPAUS— el nuevo proyecto *Elaboración de la Cartografía Digital del Patrimonio Arqueológico de Andalucía* articulado en base a la firma de un Convenio de Colaboración entre la Consejería de Cultura y la Universidad de Sevilla.

Los principales objetivos de esta nueva línea de trabajo se concretan en primer lugar en la necesidad de disponer de una cartografía propia, tanto en formato digital como papel, referida al Patrimonio Arqueológico de Andalucía que permita analizar su dimensión espacial y elaborar propuestas dirigidas a su acrecentamiento cualitativo y cuantitativo.

Por otra parte, los nuevos retos y los avances de las políticas culturales provoca que paulatinamente se requiera la asistencia operativa de un entorno SIG para la toma de decisiones en tanto que gran parte de la información que sobre Patrimonio Histórico existe en las administraciones competentes tienen un evidente reflejo espacial. En esta línea se plantea la necesidad de disponer de una herramienta eficaz

que permita una gestión rápida de la información georreferenciable del Patrimonio Arqueológico de Andalucía de la que dispone la administración pública andaluza y la que pueda generarse *ex novo*.

En este sentido el entorno SIG permite la gestión de la información alfanumérica contenida en la base de datos ARQUEOS (con cualquiera de las prestaciones de gestión de la información que la caracteriza) y, al mismo tiempo, su plasmación territorial, elaborando capas de información que fácilmente pueden ser combinadas con otras cuyo objeto sea distinto pero que, en una u otra medida sean necesarias para la realización de análisis espaciales específicos, ya sean éstos a escala micro, semi-micro o macroespacial.

El requisito más importante para gestionar información con este entorno proviene de la necesidad de que ésta sea de la máxima calidad posible, ya que los errores producidos en la toma de datos pueden invalidar los análisis que con ellos pudieran realizarse. De ahí la importancia de no ceder en el empeño de cualificación de la información patrimonial que posee la Consejería de Cultura.

Dicha cualificación redundará no sólo en la capacidad de establecer mecanismos de protección basados en un conocimiento más preciso de la realidad del Patrimonio Histórico en general y el Arqueológico en particular, mediante la incorporación de la documentación cartográfica como base fundamental a la hora de articular políticas preventivas en coordinación con otras instituciones con competencias en la ordenación del territorio, sino también para ofrecer un servicio de información más completo a empresas relacionadas con la gestión de los recursos naturales, a investigadores y al público en general.

Desde esta perspectiva se redactó el citado Convenio de Colaboración cuyos primeros resultados concretos fueron presentados en Septiembre en el Curso *Patrimonio y Territorio: Introducción a los Sistemas de Información Geográfica* que organizó la Universidad Internacional de Andalucía con sede en Baeza en colaboración con el IAPH y que están contenidos en el informe realizado por el grupo de investigación SIGPAR *El Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía: Una introducción desde los Sistemas de Información Geográfica* (Márquez - García - Rodríguez-Bobada, 1996).

INFORMACIÓN ARQUEOLÓGICA

Tal y como se ha apuntado con anterioridad, la corrección de la información volcada en el SIG (en este caso Arc/Info) es la base fundamental para la elaboración de una cartografía temática que cumpla con los objetivos marcados. Es muy importante, por ello, tener en cuenta la información de partida con la que se está trabajando en la realización del Mapa del Patrimonio Arqueológico de Andalucía.

La previsión a medio plazo será volcar una selección de campos de información contenidos en la base de datos ARQUEOS que se irá alimentando paulatinamente en un proceso que se ha planificado en base a las siguientes pautas:

1ª Fase: Adaptación e informatización de las fichas del IYAA y Expedientes de Declaración de Bien de Interés Cultural de las Zonas Arqueológicas de Andalucía depositados en el Servicio de Protección del PH de la Dirección General de Bienes Culturales. En esta primera fase no se generará nueva información, pero se dará un paso importante en la gestión diaria del Inventario que pasará a ser automática.

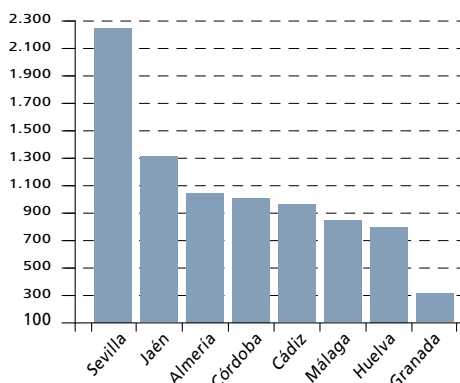
2ª Fase: Adaptación e informatización de la documentación existente en el Servicio de Investigación y Difusión del PH de la Dirección General de Bienes Culturales y en las Universidades, procedente de los informes y memorias de las prospecciones y excavaciones arqueológicas realizadas. Con ello se actualizará la información no sólo de forma cualitativa sino también cuantitativa, dándose de alta aquellos yacimientos arqueológicos conocidos a través de prospecciones y cuyos datos no se han incorporado al IYAA, al tiempo que se ampliará la aplicación informática para dar cabida a los datos de carácter general procedentes de las intervenciones arqueológicas efectuadas.

3ª Fase: Adaptación e informatización de la documentación existente en el Servicio de Conservación del PH de la Dirección General de Bienes Culturales (fichas-diagnóstico, proyectos de conservación, etc.). Ello no supondrá tanto un avance cuantitativo en el número de registros como la cualificación de muchos de ellos, ampliando el módulo de 'conservación' de la Base de Datos.

No obstante, en el momento de la elaboración del *Mapa Preliminar de Localizaciones de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía* que se presenta en este trabajo (Septiembre de 1996), la información contenida en la base de datos era todavía muy incompleta. Se habían informatizado las fichas del IYAA, tanto de 1987 como de las posteriores revisiones¹, de la provincia de Huelva, así como un centenar de fichas con información revisada referida a la provincia de Málaga. El resto está formado por un conjunto de tablas DBF facilitadas por la Dirección General de Bienes Culturales, fruto de la colaboración entre ésta y la Agencia de Medio Ambiente, en las que se encuentran los datos del Inventario de 1987.

En conjunto, estos datos presentan un problema inicial de falta de actualización, ya que la mayor parte de la información está referida al año 1987, aunque sí ha resultado útil para realizar una primera evaluación de carácter general. En concreto, y desglosada por provincias, la cantidad y grado de actualización de la información contenida en estas tablas se resume de la siguiente forma: 2255 yacimientos de Sevilla, 966 de Cádiz, 1007 de Córdoba, 301 de Granada, 1044 de Almería y 1331 de Jaén (facilitados en una tabla DBF por la Delegación Provincial de Cultura de Jaén) pertenecientes al Inventario de 1987, 798 yacimientos de Huelva (extraídos de la base de datos *Arqueos*) de los cuales 440 pertenecen al Inventario de 1987 y 358 a revisiones posteriores a 1992, y 848 yacimientos de Málaga de los que 754 pertenecen al Inventario de 1987 y 94 a la campaña de revisión de 1995 (Fig. 1).

Fig. 1
Número de yacimientos por provincias



Esta información de partida se irá actualizando conforme se vayan incorporando nuevos registros en la base de datos ARQUEOS en la que, hasta el momento, se ha volcado la información completa del IYAA referida a las provincias de Huelva y Sevilla. Paralelamente, esta actualización se verá reflejada en un nuevo Mapa Digital que se elaborará cuando dicha información esté disponible.

La transferencia a soporte SIG: el Mapa Preliminar de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía

La necesidad de emplear un soporte o entorno SIG para una mejor gestión de los datos del IYAA deriva de la naturaleza esencialmente territorial del mismo. Los SIGs constituyen sistemas de información de muy ágil consulta y de naturaleza integradora, debido a las dos clases de información que gestionan conjuntamente, a saber, información espacial e información alfanumérica, que hasta hace poco se manejaban de forma separada. Por este motivo, los SIGs multiplican las posibilidades de cruzar la información del registro arqueológico con otras fuentes no arqueológicas tales como mapas de usos de suelo, capacidad de uso agrícola, hidrología, topografía, geomorfología, edafología,

1. Para una aproximación general al estado actual del Inventario (González-Fernández, 1996)

litología, etc., ya que toda la información está georeferenciada, facilitando así consultas múltiples y cruzadas entre distintas fuentes de datos con el fin de realizar análisis de carácter territorial.

Se presentan a continuación los primeros resultados de la colaboración iniciada entre el DPAUS y el IAPH con el objetivo de generar el Mapa Preliminar de Localizaciones de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía en soporte SIG (cobertura

Arc/Info) (Fig. 2 y 3). Este permite realizar una primera visualización del patrón de dispersión de los yacimientos arqueológicos en todo el territorio autonómico, de cara a la discusión de nuevos problemas y necesidades concernientes a la gestión del Patrimonio Arqueológico Andaluz. Igualmente se ha elaborado un mapa en soporte papel en formato A0 a escala 1:500.000 (del original digital 1:400.000) del cual se muestra una reproducción reducida (Fig. 4).

Fig. 2. Delimitaciones provinciales

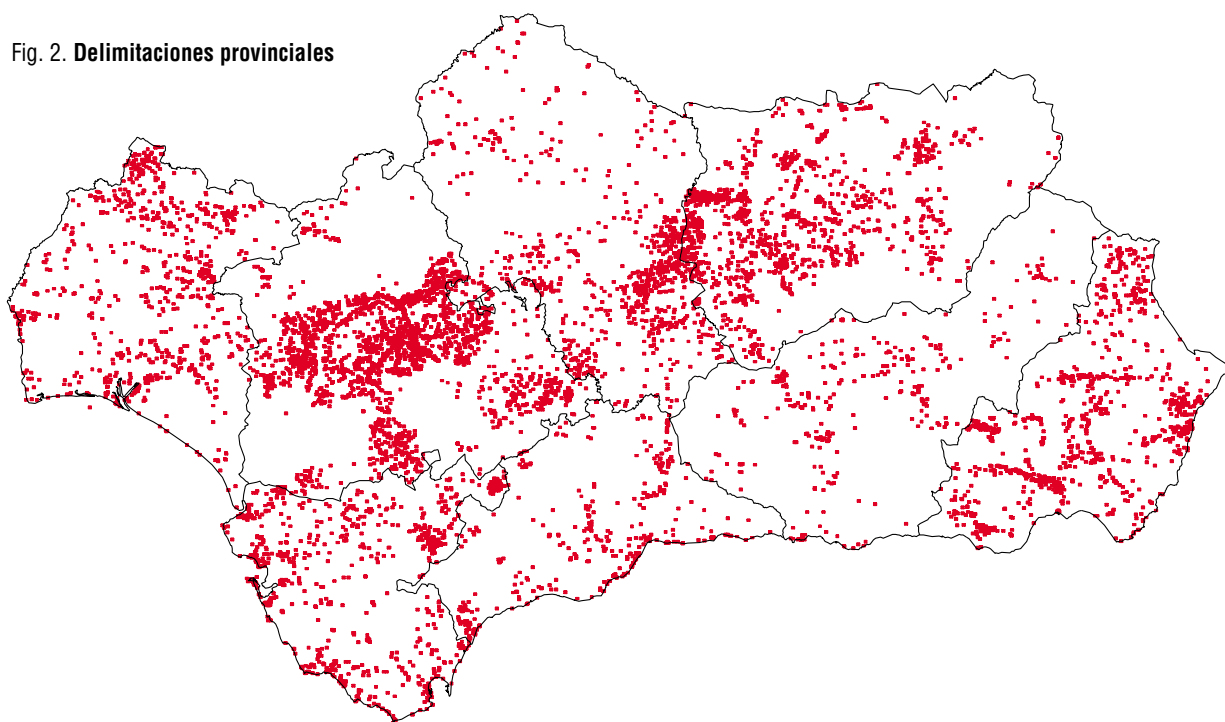


Fig. 3. Delimitaciones municipales

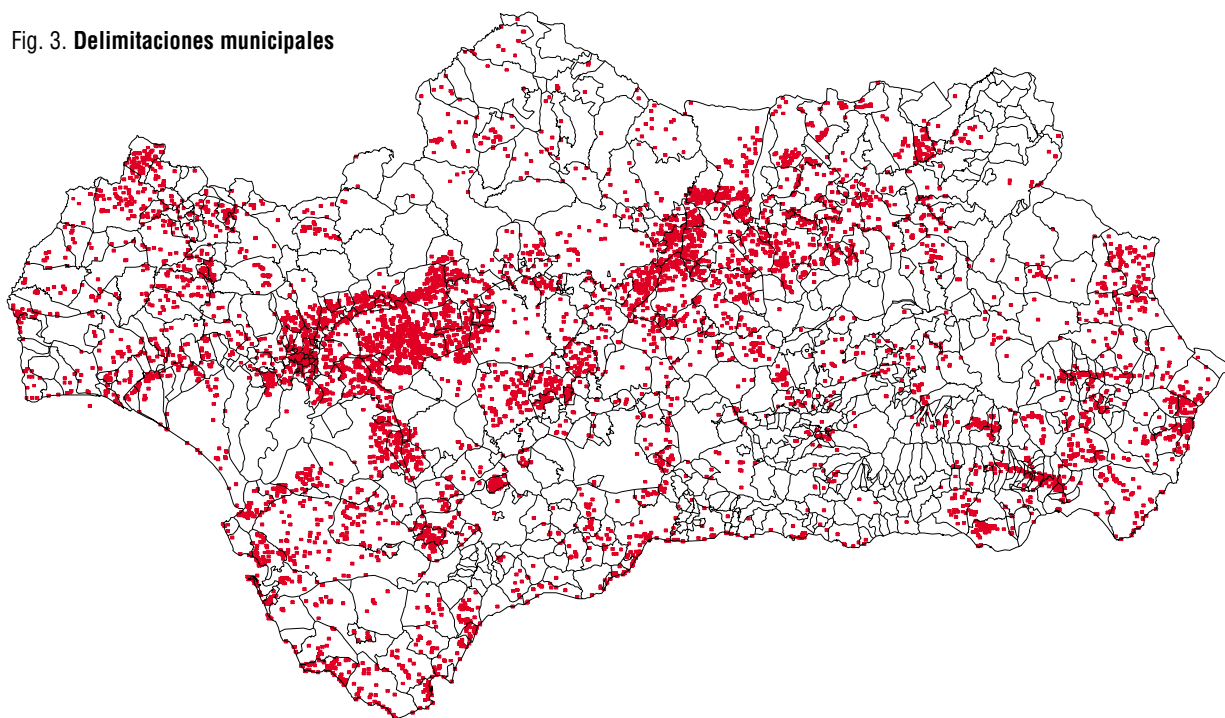
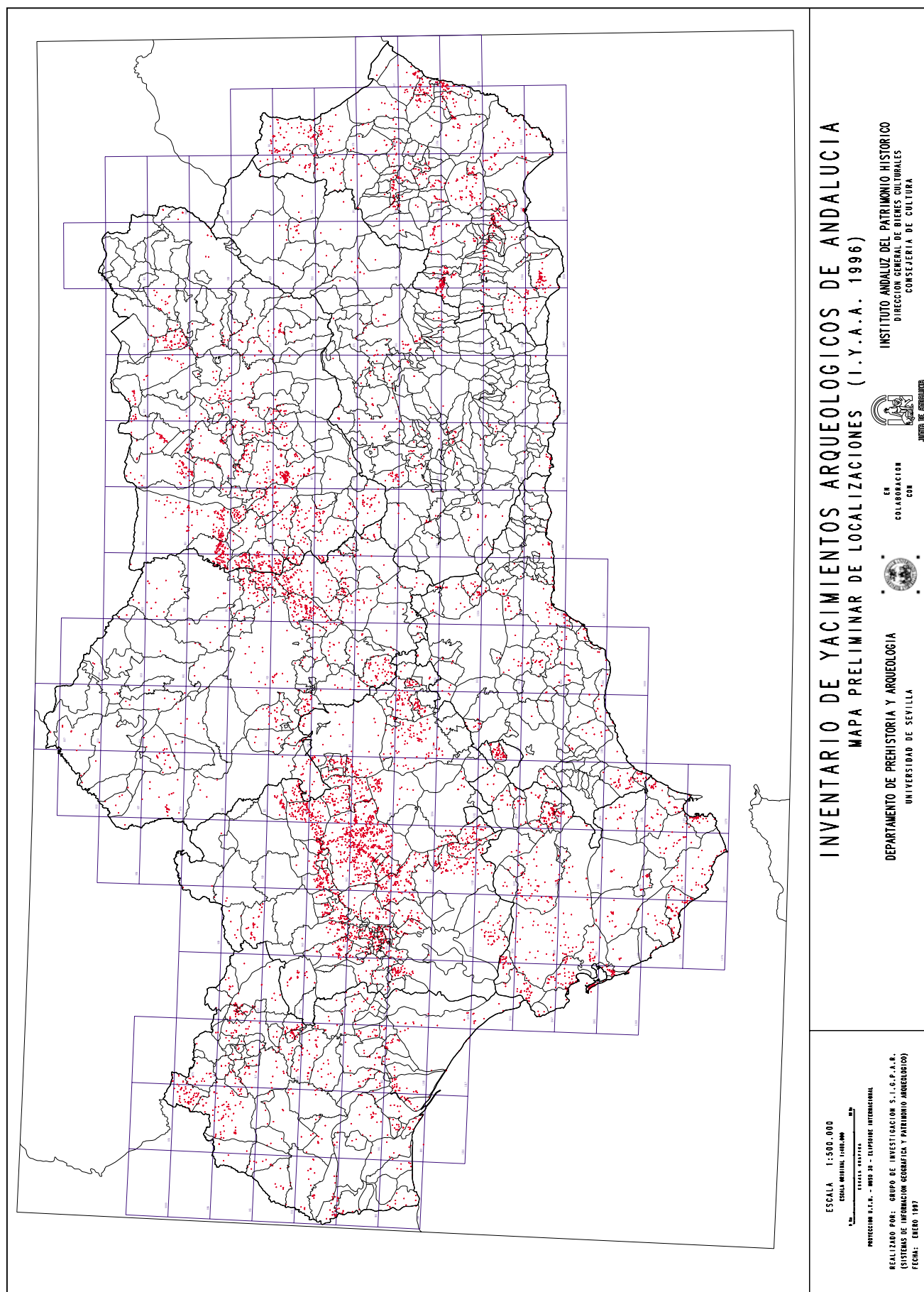


Fig. 4. Reproducción del mapa digital en soporte papel



Estructura de Datos del IYAA para su tratamiento SIG

La primera fase de trabajo puede definirse fundamentalmente como de *transformación, entrada, visualización y evaluación preliminar* de los datos. La experiencia previamente obtenida desde el Grupo de Investigación SIGPAR mediante el examen de dos casos empíricos particulares (Amores et alii, 1996 y e. p.) respecto a los problemas detectados en la georreferenciación de los yacimientos arqueológicos andaluces ha sido de gran utilidad para este trabajo que, sin embargo, se diferencia significativamente de aquél debido al volumen mucho mayor de datos manejado. Tras una valoración de los datos de base empleados, de cara a su tratamiento y gestión en un entorno SIG, se presenta una descripción de los problemas de georreferenciación detectados y una introducción al Mapa Preliminar de Localizaciones (IYAA 1996) en lo referente a su dimensión territorial a escala autonómica, así como las líneas de continuidad del trabajo.

La actual estructura de datos del IYAA presenta una duplicidad de formas de representación geométrica: puntos y polígonos. La mayor parte de los datos actualmente disponibles definen los yacimientos arqueológicos como puntos en la cartografía nacional a escala 1:50.000, mientras que una minoría de datos utilizados, correspondientes a las provincias de Málaga y Huelva vienen definidos como polígonos en la cartografía regional a escala 1:10.000, lo cual constituye una mejora en la precisión de las localizaciones. Naturalmente, desde la perspectiva del tratamiento SIG del IYAA, la representación poligonal es mucho más ventajosa que la puntual, ya que aporta una mayor seguridad sobre la correcta ubicación espacial de los yacimientos, posibilitando asimismo el tratamiento de un aspecto esencial para su protección, como es el tamaño. Sin embargo, para este trasvase inicial a soporte SIG, los yacimientos registrados como polígonos fueron convertidos en entidades puntuales mediante la obtención del centroide de cada polígono, a fin de uniformizar todo el conjunto de yacimientos en una sola clase geométrica. Aunque sin duda ello supone una pérdida de precisión, este paso ha sido considerado necesario al objeto de homogeneizar el tratamiento cartográfico de todo el Inventario regional dentro de la escala exploratoria o de reconocimiento que caracteriza este trabajo (1:50.000 para la mayor parte de la información arqueológica y 1:400.000 para la información geográfica digital utilizada), y que en cualquier caso es por el momento totalmente predominante en el tratamiento cartográfico los yacimientos arqueológicos por parte de la Dirección General de Bienes Culturales.

Debido a que el ámbito territorial comprende las ocho provincias andaluzas, se ha utilizado para la carga de datos en el SIG una escala de trabajo pequeña (1:400.000), abarcando así toda Andalucía y estableciendo un primer nivel de estudio exploratorio o de reconocimiento muy general que permita mostrar rápidamente las localizaciones de los yacimientos incluidos en el IYAA y reflexionar sobre sus concentracio-

nes y vacíos. Las características de este primer nivel de estudio son: en primer lugar, se trabaja con toda la Comunidad Autónoma de Andalucía y, en segundo lugar, se utiliza como escala cartográfica de base el 1:400.000, lo que permite manejar mucha información digital ya publicada por otras instituciones regionales implicadas en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (Consejería de Medio Ambiente, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Consejería de Industria, Comercio y Turismo, etc).

La información geográfica digital empleada ha consistido en la cobertura de división administrativa a escala 1:400.000 producida por la Agencia de Medio Ambiente dentro del SinambA (Sistema de Información Ambiental de Andalucía) y la cobertura de la malla UTM (hojas de la cartografía nacional a escala 1:50.000) que contiene el mapa 1:400.000, elaborada por la Consejería de Industria, Comercio y Turismo de la Junta de Andalucía.

La problemática de la georregulación en el IYAA

Según se expuso en el trabajo del grupo SIGPAR (Amores et alii, 1996 y e. p.), un paso previo necesario para generar las coberturas Arc/Info de los yacimientos arqueológicos de Andalucía definidos como puntos en la cartografía a escala 1:50.000 es la transformación del formato CUTM, con que sus coordenadas han sido registradas, al sistema de referencia habitual UTM.

Como es bien sabido, el sistema de referencia CUTM consiste en un modo de designación de puntos puramente convencional que no afecta en sí a la proyección cartográfica utilizada, sino que simplemente se basa en una cuadrícula que se superpone al sistema de referencia de la proyección UTM. Dicha cuadrícula se superpuso con fines militares para establecer un sistema universal de designación de puntos evitando así la multiplicidad de coordenadas UTM propia de tal proyección, que se debe a que ésta consta de 60 husos o zonas distintas. Estas coordenadas, compuestas por letras y números, permiten identificar un punto utilizando según las necesidades de cada caso, el mínimo número posible de dígitos, con la aproximación deseable a los fines tácticos, por lo que se suprimen los supérfluos.

Sin embargo, y puesto que este sistema de designación de puntos no tiene nada que ver con los fines que persigue el IYAA, es conveniente su eliminación ya que impide cualquier cálculo e introduce confusión en las localizaciones al permitirse la supresión de dígitos de las coordenadas de los yacimientos. Por consiguiente, todas las coordenadas de los yacimientos incluidos en el IYAA como puntos sobre cartografía 1:50.000 han requerido una masiva transformación previa que, por el contrario, no ha sido precisa en el caso de los yacimientos tratados como polígonos, para los que se ha empleado el sistema de designación de puntos UTM y no el CUTM, o en el caso de los

yacimientos de la provincia de Huelva, cuyas coordenadas ya han sido introducidas en la base de datos ARQUEOS transformadas al sistema UTM de referencia tras eliminarse la referencia a la cuadrícula militar.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, esta transformación del modo de designación de coordenadas CUTM a UTM ha sido necesario para un total de 7.758 localizaciones del IYAA, correspondientes a todos los yacimientos de las provincias de Sevilla, Cádiz, Córdoba, Málaga, Jaén, Almería y Granada¹.

Básicamente, el sistema de referencia CUTM designa las coordenadas de un yacimiento mediante una cadena de letras y números que una vez descompuesta, indica la zona (huso y fila), el cuadrado de 100 km. en el que se ubica el yacimiento y las coordenadas UTM referidas a la esquina SW de dicho cuadrado con la mayor aproximación posible, que en el caso de los yacimientos arqueológicos es de un hectómetro. De este modo, el margen de error en la localización de cualquier yacimiento identificado como punto a escala 1:50.000 es de un hectómetro por el uso ya mencionado de la cuadrícula militar CUTM y por la inexistencia de cartografía de mayor detalle en el momento en que da comienzo la gestión autonómica de los bienes culturales, ya que la cartografía a escala 1:10.000 para toda la Comunidad Autónoma de Andalucía —en adelante CAA— no estuvo disponible hasta 1990. Por esta razón la mayoría de los registros de yacimientos utilizados en este trabajo (con la excepción de los yacimientos delimitados como polígonos sobre cartografía 1:10.000) presentan sistemáticamente 00 como último par de dígitos de sus coordenadas X e Y, lo cual permite sólo una aproximación a la coordenada de un hectómetro. Esta escala cartográfica imprime un fuerte carácter exploratorio a los mapas obtenidos en este trabajo, pero útil y aceptable como referente de la vasta dimensión territorial del IYAA.

Un segundo paso necesario para la generación de la cobertura de yacimientos de Andalucía supone que las coordenadas UTM de los yacimientos situados en las partes de las provincias de Huelva, Sevilla y Cádiz cartografiadas en el Huso 29 han sido referidas al Huso 30, que ha sido por tanto utilizado como norma para este trabajo y que se propone como norma general definitiva para la georreferenciación de todo el IYAA en una cobertura regional única, fundamentándose en dos razones de orden práctico: en primer lugar, dado el predominio territorial de la CAA en el Huso 30, al adoptarlo como norma general es mucho menor el número de yacimientos cuyas coordenadas han de ser transformadas de un huso a otro; y en segundo lugar, es deseable el mayor grado posible de compatibilidad o normalización con el resto de las instituciones regionales que producen cartografía digital de la CAA, las cuales han adoptado como norma general el Huso 30 para los estudios de escala regional.

Aparte de las transformaciones realizadas en las coordenadas de los yacimientos arqueológicos del IYAA, se han detectado carencias o errores en relación con su georreferenciación. En este sentido, un importante

problema se deriva de la pérdida de registros por ausencia de coordenadas de algunos yacimientos en las bases de datos de partida. En conjunto, los datos reunidos (Fig. 5) muestran que en provincias como Jaén, Sevilla y Huelva el porcentaje de yacimientos no georreferenciados es muy pequeño (en torno al 1%), mientras que en provincias como Granada, Almería y Cádiz se sitúa en niveles algo más significativos (entre el 2,3 y el 5%). Especial atención a este respecto merecen las provincias de Córdoba, con un 14% de yacimientos sin coordenadas, y Málaga, con casi un 53%, lo que supone pérdidas de información para la gestión SIG del Patrimonio Arqueológico, pues estos yacimientos no pueden por el momento ser incluidos y gestionados en una base de datos espacialmente referenciada. Una vez excluidos del total inicial de yacimientos a tratar aquéllos que no pueden ubicarse espacialmente por carecer de coordenadas conocidas o por no haber sido éstas incluidas en los registros informáticos de la administración, se procedió al tratamiento de las coordenadas disponibles según se ha descrito más arriba.

Fig. 5

Problemas de georreferenciación

Provincia	Nº total	Nº total sin coordenadas	% sin coordenadas	Nº total fuera de provincia	% fuera de provincia
Almería	1.044	39	3,7	25	2,3
Cádiz	966	52	5,3	41	4,2
Córdoba	1.007	141	14,0	17	1,6
Granada	301	7	2,3	18	5,9
Huelva	749	9	1,2	10	1,3
Jaén	1.331	4	0,3	47	3,5
Málaga	848	445	52,4	52	6,1
Sevilla	2.255	20	0,8	4	0,1
TOTAL	8.501	717	8,4	214	2,5

Tras transformar las coordenadas de todos los yacimientos de Andalucía a un sistema de referencia único adecuado para su tratamiento en SIG, fue posible generar la cobertura digital denominada Mapa Preliminar de Localizaciones y proceder a la *visualización* del IYAA sobre el mapa de delimitaciones administrativas de la CAA. Esta primera visualización cartográfica automática del IYAA muestra la existencia de un porcentaje de registros manifiestamente mal situados, puesto que sus coordenadas los sitúan fuera de los límites de la provincia en la que supuestamente se encuentran, alcanzando en algunos casos desviaciones de hasta varios cientos de kilómetros en su localización. El cuadro de porcentajes de yacimientos por provincia que se encuentran en esta situación se puede observar en la Figura 5. Estos yacimientos situados erróneamente fuera de sus límites provinciales han supuesto un nuevo filtrado o reducción de registros, incrementando el grupo de datos perdidos —por el momento— para el tratamiento SIG. Además, la existencia de este segundo tipo de errores hace sospechar que dentro de cada provincia (entre municipios) pueden existir asimismo yacimientos con

1. Esta transformación masiva se ha realizado siguiendo un procedimiento manual que aparece detallado en (Amores et alii, 1996 y e. p.).

coordenadas que los sitúan fuera de sus límites municipales, aunque este trabajo está aún pendiente de una revisión pormenorizada.

En conjunto, el número total de yacimientos que no han podido ser incluidos en la cobertura Arc/Info por problemas de georreferenciación de uno u otro tipo asciende a 931, lo que representa un 10.9% del total de los yacimientos actualmente incluidos en las bases de datos informatizadas del IYAA. Esta proporción total de yacimientos actualmente *perdidos* para la gestión SIG del IYAA parece algo elevada, por lo que sería conveniente proceder a la recuperación de la información perdida para reducir al mínimo los yacimientos sin coordenadas o con coordenadas erróneas, tanto a nivel provincial como municipal.

Un último problema relativo a la georreferenciación del IYAA lo plantean en la actualidad un pequeño porcentaje de yacimientos que aparecen como registros diferentes en las bases de datos, pero que en realidad

presentan idénticas coordenadas. Los casos en que se ha podido detectar este problema *menor* muestran que esta multiplicación de yacimientos con idénticas coordenadas puede tener orígenes diversos. Puede deberse probablemente a que la escala cartográfica de referencia (1:50.000) dificulta recoger las distancias que separan conjuntos de yacimientos muy próximos entre sí, como ocurre por ejemplo en el caso de un grupo de cuevas. La solución adoptada, sin embargo, no resulta operativa desde la perspectiva del tratamiento SIG de la información, ya que se repite la misma coordenada en varios registros, con lo que no se refleja la ubicación real de cada yacimiento sino la misma para todos ellos. Una solución alternativa más operativa sería utilizar una cartografía de mayor nivel de detalle (1:10.000) para identificar las coordenadas de cada yacimiento, registrándolos separadamente.

En otros casos, el mismo yacimiento ha sido introducido como dos registros diferentes con las mismas coordenadas, pero con dos clasificaciones cronológicas o funcionales distintas. Se trata de una duplicación problemática de registros desde el punto de vista del tratamiento SIG, derivado quizá de una falta de homogeneidad en torno al concepto de *yacimiento arqueológico* considerándose a veces como registros independientes evidencias arqueológicas que en realidad forman parte de un único yacimiento. Instrumentalmente este problema puede resolverse con la introducción de un único registro con un sólo par de coordenadas pero con una doble clasificación (lo que de hecho ya se contempla en la base de datos ARQUEOS del IAPH). Este último grupo de yacimientos con problemas o contradicciones en la georreferenciación apenas suponen una proporción anecdótica del total de registros del IYAA, contradicciones que deberían solucionarse en el futuro.

En conjunto, esta experiencia de trabajo con el IYAA sugiere, en lo que se refiere a la imprescindible georreferenciación de los yacimientos arqueológicos de cara a una posible gestión futura basada en los SIG, que es necesario cuanto antes mejorar la precisión y calidad de las coordenadas de los yacimientos arqueológicos, para lo cual sería de gran utilidad la generalización del uso del GPS (*Geographical Positioning System*). La pérdida de información debida a lagunas en la gestión de los datos es preocupante pues puede redundar en un riesgo de deterioro adicional al derivado de los propios factores físicos. Asimismo, el proceso de delimitación y conversión de los yacimientos-punto en yacimientos-polígono supone sin duda un paso definitivo, a medio o largo plazo, pero quizá no sea necesario esperar a la culminación de este lento y largo proceso para tomar algunas medidas para recuperar la información perdida, posibilitando así el tratamiento del IYAA desde una perspectiva moderna y eficaz basada en los SIG.

La experiencia realizada en SIG en referencia a los yacimientos poligonales se ha circunscrito a la provincia de Huelva, única para la que en el momento de la realización del Mapa Preliminar se había realizado la carga de datos en ARQUEOS de todos los yacimientos deli-

Fig. 6. Vértices incorrectamente listados

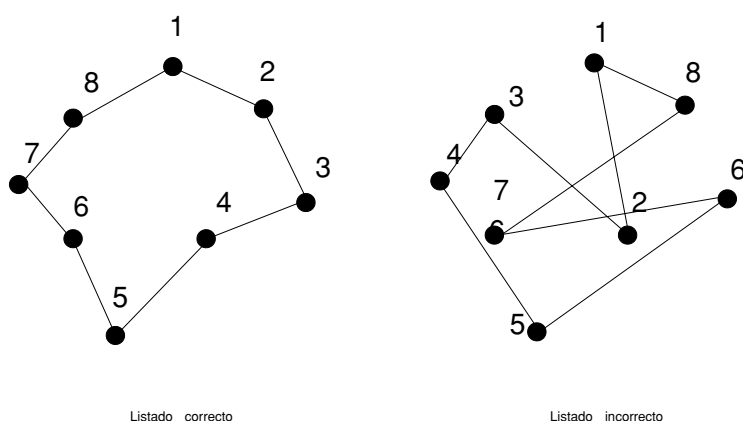
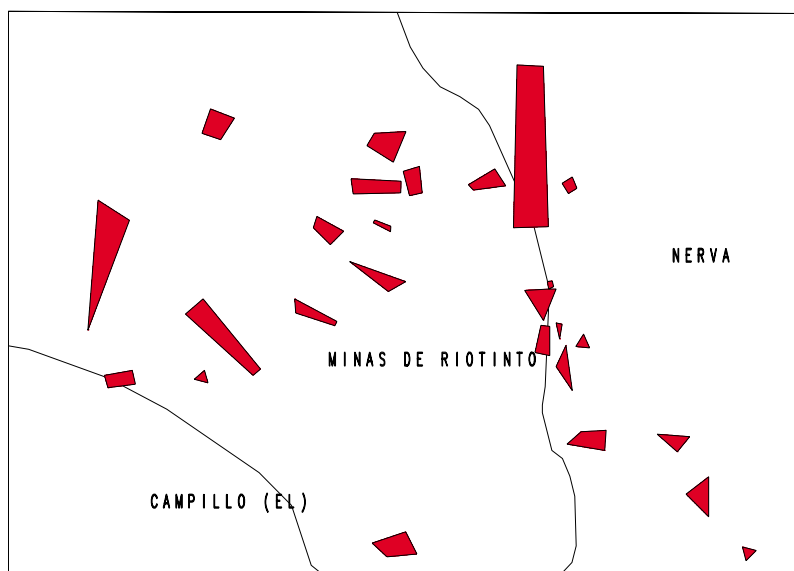


Fig. 7. Delimitaciones poligonales (provincia de Huelva)



mitados por polígonos. Aunque limitada, tal experiencia ha permitido detectar dos problemas a tener en cuenta durante la continuación del trabajo de conversión de yacimientos-punto en yacimientos-polígono. Por un lado, en un buen número de yacimientos (22.3%) no se han seguido las normas de cumplimentación de las fichas del Inventario de 1992 que establecían la convención de listar los pares de coordenadas UTM que definen los vértices del polígono comenzando por el más septentrional y continuando en el sentido de las agujas del reloj, sino que se ha seguido un orden aleatorio al listar los vértices, por lo que al visualizarlos como cobertura poligonal en Arc/Info, los arcos aparecen cortados, falseando la forma y extensión del yacimiento (Figura 6). Por otro lado, el Inventario presenta una sobreabundancia de yacimientos con formas triangulares y cuadrangulares, pues la mayoría de ellos aparecen delimitados por sólo 3 ó 4 vértices, resultando en conjunto algo simplista (Figura 7). Sería conveniente evitar la simplificación sistemática de la forma a polígonos de tres y cuatro lados. Sin embargo, siempre y cuando la delimitación de tales triángulos y cuadriláteros se haya hecho por exceso respecto a la extensión del yacimiento, las delimitaciones cumplen su función protectora de la integridad del mismo.

Otro aspecto de la estructura de datos actualmente utilizada para los yacimientos-punto del IYAA que se revela contradictorio con su tratamiento SIG consiste en la inclusión en varios de los inventarios arqueológicos provinciales de una multiplicación de registros con pares de coordenadas *que no constituyen yacimientos arqueológicos propiamente dichos sino intervenciones puntuales* (solares o parcelas urbanas) realizadas en los cascos históricos de grandes ciudades. Esta confusión deriva en realidad del problema general de la falta de aplicación universal de la definición poligonal de los yacimientos del IYAA, ya que tales cascos históricos constituyen en realidad yacimientos únicos (ciudades multiestratificadas) y por tanto deberían introducirse en las bases de datos como un sólo registro y no como múltiples registros. Una propuesta de tratamiento de este problema de las ciudades históricas más acorde con la metodología de gestión de datos de los SIG, sería la siguiente: en tanto no se disponga de una cobertura poligonal de todos los yacimientos arqueológicos de Andalucía y siga siendo necesario utilizar puntos, sería conveniente dar prioridad a la definición de los polígonos que definen estos yacimientos, que serían de inmediato registrados en la cobertura paralela de yacimientos-polígono, eliminando así la redundancia que supone mantener en las bases de datos varias decenas de puntos, con sus correspondientes pares de coordenadas, que no representan yacimientos arqueológicos propiamente dichos, sino intervenciones arqueológicas en solares o parcelas urbanas.

Aproximación al patrón de dispersión del IYAA

Una vez superados los problemas de transformación, filtrado e introducción de coordenadas, y generada la

cobertura digital de yacimientos, se ha podido proceder, por primera vez, a una visualización global del Mapa Preliminar de Localizaciones del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía (IYAA 1996). Con los datos disponibles actualmente para la elaboración de este mapa preliminar, la distribución espacial del IYAA muestra un patrón de dispersión esencialmente irregular, y en cualquier caso llamativo, con grandes concentraciones de yacimientos en unas zonas e importantes vacíos en otras. Esto responde en primer lugar al propio proceso de carga de datos del IYAA. Se estima que la información que se ofrece en IYAA 96 podría suponer un 70% de la conocida en la actualidad. Por otro lado, la distribución irregular responde sin duda a la interacción de múltiples variables que podrían ser agrupadas en dos ejes de variabilidad principales: 1) Intensidad histórica del poblamiento: factores históricos y geográficos; y 2) Intencionalidad, intensidad y efectividad de las prospecciones arqueológicas contemporáneas: factores historiográficos.

Aún cuando no es objetivo de este artículo el análisis pormenorizado de estas variables y de su influencia sobre la distribución espacial actualmente observable en el IYAA —sino del trabajo de continuación de esta línea de investigación que ha de realizarse en el futuro próximo—, sí lo es llamar la atención sobre este hecho, como queda claramente de manifiesto gracias a la visualización del IYAA. La evidencia cartográfica a escala regional supone la irrupción de un nuevo modo de análisis y conocimiento con grandes ventajas administrativas, por cuanto permite comprobar el grado de reconocimiento del Patrimonio Arqueológico de la CAA y sus desajustes internos. En definitiva, se ofrece una herramienta muy útil de análisis para reorientar las estrategias de actualización y ampliación del IYAA. A modo de ejemplo y centrándonos únicamente en el registro bruto de yacimientos que ofrece este mapa preliminar, esto es, sin diferenciación cronológica, podemos comprobar la incidencia historiográfica en el IYAA a partir de algunos expedientes conocidos. Este mosaico de hojas de la cartografía a escala 1:50.000 (Figura 8) permite observar diversos criterios de reconocimiento arqueológico:

- Administrativo: como se puede ver, por ejemplo, en el término municipal de Alcalá de Guadaira, donde aparecen yacimientos conocidos en la totalidad del término, lo cual contrasta con otros municipios carentes de localizaciones.
- Cartográfico: por hojas completas del mapa 1:50.000, como se comprueba en las hojas número 963 ó 985 referentes a Lora del Río y Carmona respectivamente, donde los límites sur y norte de las localizaciones coinciden con los límites de hojas contiguas, mostrando vacíos más allá de aquéllos.
- Por sectores del mapa 1:50.000 que acaso tengan como objetivo abarcar cierta unidad geográfica, como se comprueba en los límites llamativos de la Carta Arqueológica de la Campiña Sevillana que corresponde a la hoja número 1020 (Ruiz, 1985).

La cartografía de las variables cronológicas —en proceso de realización— dará como resultado la visualización de

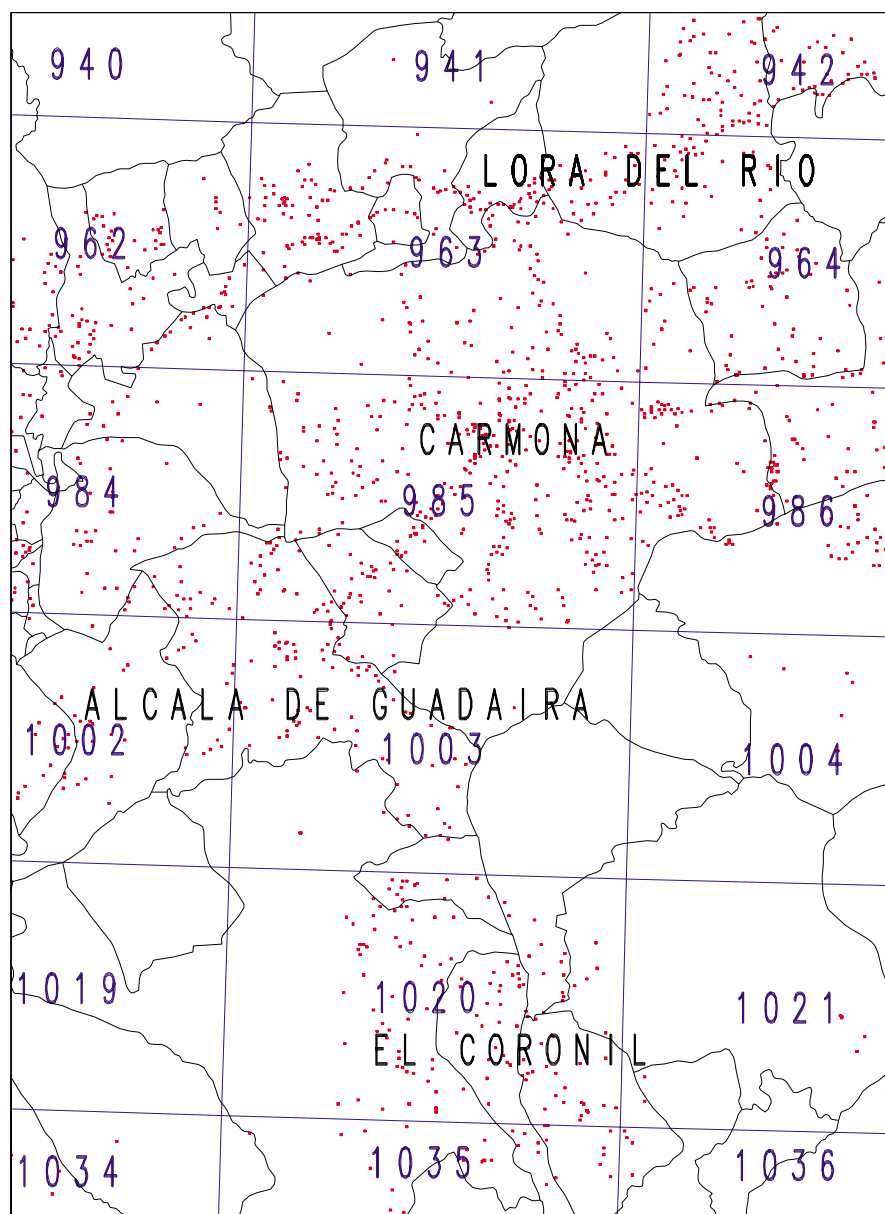
fuertes contrastes intrarregionales que se justificarían por las diferentes intencionalidades investigadoras y tradiciones académicas que subyacen en los estudios arqueológicos territoriales. Las trayectorias de las disciplinas de Prehistoria y Arqueología en los centros universitarios andaluces han deparado un cuadro de prospecciones o cartas arqueológicas más o menos efectivo y extensivo que se está reflejando en la actual configuración del IYAA. Todo ello conforma un cuerpo de análisis historiográfico muy pormenorizado que habrá de ser llevado a cabo en el futuro próximo –junto a la cartografía del grado de reconocimiento arqueológico regional–, para ponderar ajustadamente las fuentes del IYAA y reorientar las estrategias administrativas.

Como conclusión, destaca una constatación general de índole metodológica que es posible resumir de la siguiente forma: *solamente en un entorno SIG es posible en la actualidad concebir la gestión del IYAA en su dimen-*

sión territorial. La rapidez y economía con que ha sido posible gestionar las masivas cantidades de datos utilizados en la elaboración de este trabajo son simplemente inconcebibles si no es sobre la base de las herramientas *hardware* y *software* que integran el SIG.

La continuación del trabajo comenzado como parte del convenio IAPH-DPAUS se centrará en la carga de los datos asociados a cada uno de los yacimientos que constituyen el IYAA, para hacer así completamente operativa la cobertura recién generada. Una vez esta información alfanumérica esté introducida en el SIG y asociada a las correspondientes entidades geométricas espacialmente referenciadas será posible la elaboración y evaluación de mapas sobre variables estrictamente arqueológicas y de protección: clasificación cronológica y funcional, estado de conservación, nivel de protección, tipo de instrumento de planeamiento urbanístico por municipios, grado del reconocimiento arqueológico regional, etc.

Fig. 8. Detalle del mapa preliminar de localizaciones



Conclusiones

Tras analizar los primeros resultados obtenidos tanto a raíz del proyecto de informatización del IYAA como de su plasmación espacial, se llega a la conclusión de la necesidad urgente de definir nuevos criterios de documentación del Patrimonio Arqueológico que pueden convivir con los empleados en la actualidad.

En primer lugar cabría avanzar en la definición del concepto de *Patrimonio Arqueológico*. A este respecto la legislación vigente (tanto la LPHE como la LPHA) es bastante ambigua, pues considerando Patrimonio Arqueológico 'los bienes muebles e inmuebles susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica', prácticamente se confunde el PA con el PH, ya que todo objeto puede ser estudiado con esta metodología. De este modo, o bien se prescinde de apellidar cada tipo de Patrimonio abordando el estudio de los objetos patrimoniales desde distintas disciplinas o se procede a una clara delimitación de los conceptos. La falta de esta clara delimitación plantea problemas a la hora de tipificar algunos objetos inmuebles que siendo clara y tradicionalmente arqueológicos han sido declarados como Monumentos, mientras que a veces se inventaría como yacimiento arqueológico un objeto mueble descontextualizado o los restos arqueológicos de un solar pertenecientes a un yacimiento en contexto urbano.

Por otra parte, como se expuso en un trabajo anterior (González-Fernández, 1996) los criterios de inclusión de yacimientos arqueológicos en el IYAA se basaron en la bibliografía disponible en 1987, mientras que a partir de 1992 la preferencia en la revisión se centraba en la elección de aquellos municipios que tenían en revisión sus normas de planeamiento urbanístico.

En el primero de los casos se ha hecho evidente la importancia de las tradiciones disciplinares en la configuración actual del mapa de yacimientos arqueológicos, mientras que en el segundo, la próxima puesta a punto de la cobertura de planeamiento urbanístico elaborada por la Consejería de Obras Públicas y Transportes permitirá realizar cruces de información con la cobertura de yacimientos arqueológicos y detectar evidentes áreas de riesgo dependiendo de la variable 'calificación del suelo' dando prioridad, por ejemplo a las áreas consideradas 'suelos urbanizables' tanto programados como no programados.

Del mismo modo, sería de gran interés diversificar los criterios de documentación, definiendo las áreas que han sido históricamente relegadas de la investigación, o aquellas otras que, tras un análisis de su evolución histórica, la conformen como áreas de especial relevancia. Para seleccionar estas áreas también habría que definir claramente las variables que deben caracterizarlas, definición compleja pero tanto más sencilla conforme dispongamos de una cartografía digital más amplia que permita analizar y cruzar diversas coberturas de información tanto histórica como geográfica y determinar las correlaciones existentes entre ellas.

Otra de las futuras líneas de trabajo hacia la que es preciso avanzar es la evaluación del riesgo potencial que afecta al Patrimonio Arqueológico. Es evidente que para llevar a cabo una política de intervención sobre el Patrimonio atendiendo a aquellos Bienes que sufren un mayor riesgo potencial de destrucción, los SIG se configuran como la herramienta idónea de análisis de las diferentes variables físicas y antrópicas que se entienda afectan directa o indirectamente a la conservación del mismo. Ello requiere la definición de dichas variables, ponderando el nivel de riesgo de cada una de ellas, y los datos directos que es preciso tomar sobre el objeto. La calidad de los análisis realizados posteriormente dependerá de la corrección con que se realice este trabajo.

De forma semejante al caso anterior y en base a la nueva concepción del Patrimonio Histórico como Recurso Cultural, es preciso definir las variables que determinen la idoneidad de explotación socio-cultural de determinadas áreas territoriales y proceder a la realización de los análisis espaciales precisos para localizarlas.

Estas líneas se configuran en la actualidad como sugerentes retos para la continuación del trabajo iniciado y cuyos primeros resultados se han presentado en este artículo.

Nota

Queremos agradecer a la Consejería de Medio Ambiente y la Consejería de Industria, Comercio y Turismo la colaboración prestada para el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- AMORES, F. GARCÍA, L. HURTADO, V. MÁRQUEZ, H. RODRÍGUEZ-BOBADA, M.C. 1996: "Una Experiencia Piloto de Transferencia a Soporte SIG del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía." *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* n° 15. Sevilla. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.
- AMORES, F. GARCÍA, L. HURTADO, V. MÁRQUEZ, H. RODRÍGUEZ-BOBADA, M. C. (e. p.): "An exploratory GIS Approach to the Andalusian Archaeological Heritage Records". *XXI th Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology conference (23-25th March 1996, Iasi, Rumania)*.
- GONZÁLEZ- CAMPOS, Y. FERNÁNDEZ, S. 1996: "La Base de Datos de Zonas Arqueológicas de Andalucía." *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* n° 16. Sevilla. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.
- MÁRQUEZ, H. GARCÍA, L. RODRÍGUEZ-BOBADA, M.C. 1996: *El Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía: Una introducción desde los Sistemas de Información Geográfica*. Inédito.
- RUIZ, M. M. 1985: *Carta Arqueológica de la Campiña Sevillana. Zona Sureste I*. Universidad de Sevilla.