

cuadernos técnicos



La introducción de los SIGs en la gestión de la información arqueológica: **GeoARQUEOS**¹

Silvia Fernández Cacho

1. Introducción: la creación de una necesidad
2. Objetivos del programa informático
3. Diseño informático del programa GeoARQUEOS
4. GeoARQUEOS y control de calidad

1. INTRODUCCIÓN: LA CREACIÓN DE UNA NECESIDAD

Desde que en 1995 se comenzó a trabajar en el diseño del Sistema de Información del Patrimonio Arqueológico de Andalucía, se planteó la necesidad de avanzar en la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para gestionar la información arqueológica (González-Campos - Fernández, 1996). Para entonces, el uso de los SIGs en el ámbito de los bienes culturales era una práctica extendida en otros países europeos como Holanda, Francia o Dinamarca, que habían comenzado a implantarlos desde finales de los años ochenta y principios de los noventa². A ello contribuyó una nueva práctica en la gestión del Patrimonio Arqueológico entendido como elemento configurador y en íntima relación con el paisaje.

En España, desde las administraciones públicas y, sobre todo, desde los centros de investigación, especialmente las universidades, se fueron poniendo en marcha proyectos específicos que incidían en esta nueva orientación de los estudios patrimoniales en los que los SIGs suponían una importante innovación a la hora de realizar análisis espaciales y de visualizar espacialmente la información introducida previamente en bases de datos. En este sentido fue pionera la Comunidad Autónoma de Madrid, donde se experimentó en la aplicación de los SIGs en la gestión de cartas arqueológicas (Blasco-Baena, 1997; Blasco-Espiago-Baena, 1996), los modelos de predicción (Requero-Arnaiz, 1993), o los modelos interpretativos (Blasco-Baena, 1993).

En Andalucía los Departamentos de Prehistoria y Arqueología de las Universidades de Granada y Sevilla, también habían ensayado diversas aplicaciones de los SIGs para mejorar la gestión del Patrimonio Arqueológico andaluz. En el primer caso, en colaboración con la Dirección General de Bienes Culturales, se propuso un modelo de Sistema de Información Arqueológica para Andalucía muy completo que incluía el uso de los SIGs (ArcInfo y Genamap para estación de trabajo y Grass o MapInfo para ordenadores personales) que no llegó a implantarse pero que supuso un gran avance conceptual y metodológico

(Molina et alii, 1996; Esquivel et alii, 1997). En el segundo caso, el trabajo se orientó hacia la experimentación de las posibilidades de ArcInfo en el tratamiento de información procedente del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía y en la elaboración de la carta de riesgo del Patrimonio Arqueológico de la ciudad de Sevilla (Amores et alii, 1997; 1998; 1999 y 2000).

En 1996, al tiempo que se iniciaba el proceso de carga masiva de información en ARQUEOS, se redactó un convenio de colaboración con la Universidad de Sevilla en base al cual el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Geografía e Historia elaboraría el primer mapa digital del Patrimonio Arqueológico de Andalucía

Este primer mapa presentaba las localizaciones de un total de 7786 entidades arqueológicas inventariadas entre los años 1986 y 1991, cuya información se encontraba almacenada en una base de datos compuesta de una serie de tablas en dBaseIII que nunca fueron utilizadas para la gestión de Bienes Culturales, sino que se realizaron con motivo de la creación del Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SinambA) por parte de la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía³.

El proceso de elaboración del mapa requirió un tratamiento previo de la información que se almacenaba en dichas tablas. En efecto, las localizaciones arqueológicas estaban expresadas originalmente en el inventario siguiendo el sistema de coordenadas CUTM extraídas de una cartografía base del Instituto Geográfico del Ejército a escala 1:50.000. Gráficamente estas localizaciones se representaban mediante un punto y tuvieron que ser transformadas al sistema UTM para adaptarla al resto de producciones cartográficas realizadas hasta ese momento en la administración pública. Del mismo modo, la duplicidad de husos geográficos de referencia que se produce en Andalucía (husos 29 y 30) hizo necesaria la homogeneización previa de dicha referencia al huso 30, al que se refiere la mayor parte del territorio andaluz (Amores et alii, 1997).

En el modelo de datos de esta primera cobertura, además de los campos de creación automática por ArcInfo, solo se incluía la denominación

del bien pero, a causa del formato de este campo (en mayúsculas, sin acentos ni eñes) no era posible utilizarlo para relacionar los elementos del mapa con la información de DatARQUEOS, que había adoptado otros criterios en la normalización de este campo.

El mapa resultante permitió realizar una primera aproximación a la distribución en el territorio andaluz de las entidades arqueológicas documentadas en el primer Inventario de carácter extensivo que se realizó en la Comunidad Autó-

noma de Andalucía, distribución que, como puede observarse, distaba mucho de ser homogénea (Fig. 1). Son muchas las variables que han condicionado esta distribución irregular y, aunque no se analizó en profundidad su grado de incidencia, si se realizó una aproximación general a algunas de ellas³ (Amores et alii, 1997; 1998 y 1999).

La elaboración de este primer mapa digital supuso, pues, un primer acercamiento a la “realidad territorial” de los datos contenidos en el Inventario, y permitió sugerir de inmediato nuevas

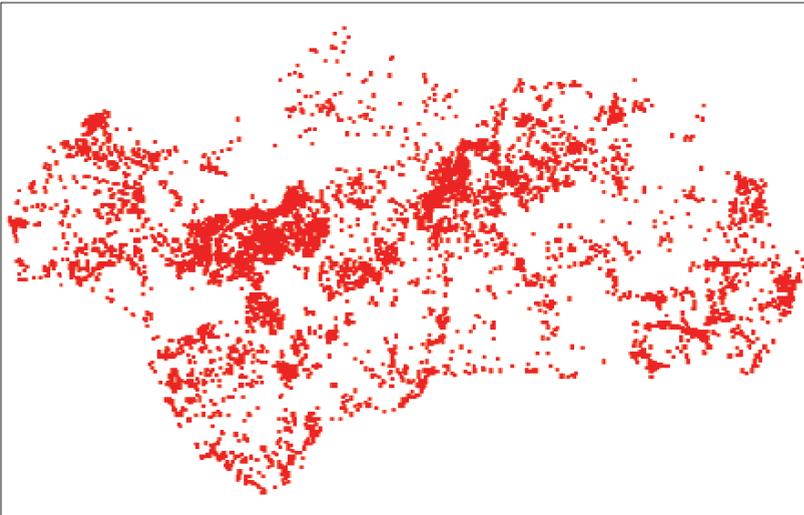


Fig. 1 Primer mapa digital de localizaciones arqueológicas

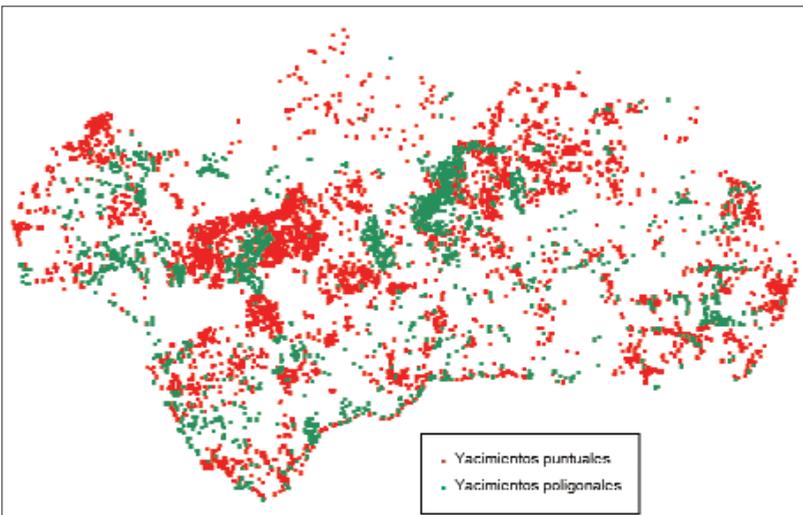


Fig. 2 Segundo mapa digital de localizaciones arqueológicas

líneas y estrategias de documentación, al tiempo que se detectaban carencias y líneas de trabajo que necesitaban ser abordadas con urgencia.

Una de estas líneas se concretaba en la necesidad de disponer de un nuevo mapa digital elaborado a partir de la información contenida en DatARQUEOS, ya que esta ofrecía grandes ventajas y aportaba mejoras cuantitativas y cualitativas indispensables, especialmente las siguientes:

- Disponía de datos más precisos obtenidos a raíz de las diversas campañas de revisión del Inventario que se produjeron a partir de 1992. Desde entonces las localizaciones se realizan mediante un polígono que delimitan entidades arqueológicas en una cartografía base a escala 1:10.000 (González-Campos – Fernández, 1996; Amores et alii, 1998; Fernández-Mondéjar-Díaz, 1998).
- Contenía la información de las antiguas fichas de Inventario, que volvieron a informatizarse adoptando el nuevo modelo de DatARQUEOS por parte de profesionales arqueólogos. Ello redundó en la normalización general de la información disponible en comparación con las tablas empleadas para la generación del primer mapa de localizaciones arqueológicas,

en cuya elaboración no se habían priorizado algunos aspectos fundamentales desde la perspectiva de la gestión de patrimonio (Fernández-Mondéjar-Díaz, 1998).

- Se podía asociar información alfanumérica a cada entidad creada en el mapa, permitiendo la representación gráfica de conjuntos de datos seleccionados mediante búsquedas simples en Arcview y, lo más importante, cada una se identificaría mediante un código único que permitiría asociarla con la información de las tablas de datos de DatARQUEOS, de forma que se podría visualizar gráficamente cualquier selección de elementos mediante conexión SQL con la base de datos.

La segunda fase de la colaboración con el Departamento de Prehistoria y Arqueología se inició en 1997 y tenía como principal objetivo la elaboración de un nuevo mapa digital más cualificado que incluyera tanto las localizaciones arqueológicas puntuales como las delimitadas poligonalmente y una información normalizada asociada a cada uno de ellos (Fig. 2) y que se concretaba, exceptuando los campos de generación automática de ArcInfo en:

Alpol_Id	Código de la entidad (El que aparece a la izquierda se refiere a Almería)
X_Coord	Coordenada X (x central para entidades poligonales)
Y_Coord	Coordenada Y (y central para entidades poligonales)
Denominaci	Denominación del bien
Otras_deno	Otras denominaciones
Municipio	Municipio en el que se ubica el bien
Provincia	Provincia en la que se ubica el bien
Prmu	Código INE de la provincia+municipio
Idenprov	Código INE de la provincia
Idenmun	Código INE del municipio
Idenyac	Identificador del yacimiento
Cod_relaci	Código relacionado (es parte de)
Otros_muni	Otros municipios
Otros_prov	Otras provincias
Otros_iden	Código INE de otras provincias
Otros_iden	Código INE de otros municipios
Cart_georr	Tipo de representación (puntual o poligonal)
Cart_georr	Código de la representación (1=polígono, 2=punto)

Cart_huso_	Huso de referencia original
Cart_escal	Escala base
Cart_cota	Cota máxima
Cart_super	Superficie
Situacion	Situación geográfica
Sit_cod	Código de situación geográfica
Sit_subac_	Tipo/s de fondo (patrimonio arqueológico subacuático)
Sit_subac_	Código del tipo de fondo (patrimonio arqueológico subacuático)
Sit_subac_	Visibilidad (patrimonio arqueológico subacuático)
Cult_clasc	Clasificación/es cultural/es genérica/s
Cult_codge	Código/s de clasificación/es cultural/es genérica/s
Cult_clas	Clasificación/es cultural/es específica/s
Cult_codes	Código/s de clasificación cultural específica
Func_tipol	Tipología/a genérica/s
Func_codge	Código/s de tipología/s genérica/s
Func_tipo	Tipología/s específica/s
Func_codes	Código/s de tipología/s específica/s
Conservaci	Grado de conservación
Cons_cod	Código del grado de conservación
Cons_visit	Visitante (sí/no)
Prot_categ	Categoría de protección
Prot_estad	Estado de protección
Prot_secci	Figura de protección
Prot_tipol	Tipología de protección
Prot_incoa	Fecha de incoación
Prot_decla	Fecha de declaración
Inf_gen	Modo/s de obtención de la información genérico/s
Inf_esp	Modo/s de obtención de la información específico/s
Inf_actual	Fecha de última actualización

El proyecto se fue abordando por provincias, de forma que, aunque su conclusión definitiva se produjo en julio de 1999, durante todo el año anterior ya se habían evidenciado dificultades en la ejecución del trabajo. El estado de los datos referidos a las coordenadas UTM que en principio tenían que ser empleados para la generación automática de las coberturas digitales, no poseían la calidad esperada, de manera que tuvieron que ser tratados previamente y corregidos con posterioridad a la generación del mapa, ya que presentaban en algunos casos pares de coordenadas manifiestamente erróneos.

Del mismo modo, los criterios que habían empleado los distintos equipos de campo para delimitar las entidades arqueológicas objeto de inventario no habían sido lo suficientemente

homogéneos ya que la información consignada en las fichas de Inventario que fue incluida en el mapa no había contado en este sentido con unos criterios normalizados. Del mismo modo, los resultados de la campaña de revisión del Inventario de 1998 (primera en la que se exigió con carácter general el uso de la ficha informatizada de DatARQUEOS) no fueron observables en las nuevas coberturas ya que la información producida no fue tratada para la generación del nuevo mapa, que se basaba en la existente hasta 1997.

La ralentización en la elaboración de este segundo mapa provocó como consecuencia que, una vez concluido éste, la información que contenía era cuantitativa y cualitativamente inferior a la que para ese momento estaba disponible en DatARQUEOS, y que, en algunos casos, afectaba

de forma destacada al mismo en los siguientes aspectos:

- Se había adoptado la nueva terminología propuesta por el Tesoro de Patrimonio Histórico Andaluz (IAPH, 1998), incorporando nuevos listados asociados y reconvirtiendo toda la terminología empleada en los listados anteriores que, a su vez, ya habían sido asociados a las entidades del nuevo mapa.

- Se habían producido mejoras técnicas, relacionando la información de algunos campos como 'Periodos Históricos' y 'Tipologías' que anteriormente se gestionaban de forma independiente y que podía permitir la realización de cartografía temática de mayor calidad.

- Se había generado un importante volumen de información nueva procedente de proyectos realizados desde el propio Centro de Documentación, la Dirección General de Bienes Culturales y las Delegaciones Provinciales de Cultura, que no se reflejó en el nuevo mapa, mostrando pues una distribución de localizaciones incompleta.

La necesidad de disponer de coberturas digitales permanentemente actualizadas a partir de la información que de forma continuada se incluía en la base de datos DatARQUEOS, determinó la elaboración del diseño funcional de una aplicación informática que cubriera las exigencias de calidad y rapidez demandadas para gestionar de forma eficaz la información de Patrimonio Arqueológico dentro del propio Centro de Documentación y como apoyo a otros organismos de la propia Consejería de Cultura o de otras administraciones, empresas e investigadores que así lo solicitaran.

2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA INFORMÁTICO

El programa GeoARQUEOS tiene como objetivo funcional la generación periódica de una nueva base de datos gráfica a partir de la información alfanumérica suministrada por DatARQUEOS así como su validación. Para ello, en primer lugar debía crear una cobertura de topología puntual, correspondiente a las entidades arqueológicas representados como puntos, una cobertura con

topología poligonal referida a las representadas como polígonos y una serie de procesos en los que se comprobara la validez del dato de origen y las modificaciones respecto a la base de datos gráfica reemplazada. Todos estos procesos debían ser realizados en un periodo corto de tiempo y en un entorno de trabajo de fácil manejo.

En resumen, pues, el programa GeoARQUEOS respondía a un triple objetivo:

1. Elaboración de coberturas digitales a partir de la información contenida en DatARQUEOS.
2. Detección de errores manifiestos en la cobertura resultante.
3. Comparación automática de la cobertura resultante con coberturas anteriores.

1. Elaboración de coberturas digitales a partir de la información contenida en ARQUEOS.

El primer requisito sobre el que se incidió en el momento del encargo del nuevo producto informático fue que trabajara sobre las tablas de datos de DatARQUEOS sin que ello requiriera un trabajo previo de tratamiento de la información.

Efectivamente, la tabla que contiene en DatARQUEOS la información sobre las coordenadas UTM de las entidades arqueológicas presenta datos con distintas características. En primer lugar, se han consignado las coordenadas UTM con referencia a dos husos geográficos, el 29 y el 30. El empleo de cartografía en papel para los trabajos de campo, que presenta también las coordenadas referidas a cada huso, no hacía viable la conversión de las mismas en la propia base de datos que, por el momento, mantiene ambos sistemas de coordenadas. La nueva aplicación debía, pues, detectar aquellas entidades que habían sido georreferenciadas respecto al huso 29 y convertir sus coordenadas tomando como referencia el huso 30, al que se refiere la mayor parte del territorio andaluz y que se emplea en toda la cartografía digital oficial producida en la comunidad autónoma.

Del mismo modo, en DatARQUEOS coexisten, como se dijo anteriormente, dos sistemas de representación de localizaciones arqueológicas: re-

presentaciones puntuales y poligonales. Se estimaba conveniente mantener ambos sistemas y proceder, como se había hecho hasta el momento, a la realización de coberturas de topología puntual y poligonal independientes, sin realizar una discriminación manual previa, sino de forma automática desde la propia aplicación. Los entidades incluidas en las nuevas coberturas debían contener, asimismo, una información básica extraída, también automáticamente, de las tablas de la base de datos. El nuevo modelo de datos recortó el preexistente, manteniendo sólo los campos que se estimaban

fundamentales, mientras que el resto de los campos de la base de datos pueden asociarse al mapa generado mediante conexión SQL de ArcView con DatARQUEOS. De este modo se descarga el modelo de datos de información superflua o de uso muy restringido que, en algunos casos, resultaba también confusa al no corresponderse el nombre de los campos con los existentes en la base de datos. Exceptuando los campos de generación automática durante la creación de la nueva cobertura, el modelo de datos incluye los siguientes:

Codigo	Código de la entidad
Provincia	Provincia en la que se ubica el bien
Municipio	Municipio en el que se ubica el bien
Pmun	Código INE de la provincia+municipio
Denominaci	Denominación del bien
Period_gen	Periodo/s Histórico/s genérico/s
Period_esp	Periodo/s Histórico/s específico/s
Tipolo_gen	Tipología/s genérica/s
Tipolo_esp	Tipología/s específica/s
Fuente	Fuente/s de información del registro
Prot_estad	Estado de Protección
P_tipol_ju	Tipología Jurídica de Protección
Arte_rupes	Manifestaciones de arte rupestre (si/no)

2. Detección de errores manifiestos en la cobertura resultante y comparación con coberturas anteriores

Una de las conclusiones extraídas de las experiencias anteriores era que las coordenadas consignadas en la base de datos DatARQUEOS contenían numerosos errores que, en algunos casos provenían de las propias fichas de Inventario y, en otros, se habían producido al ser traspasadas a la base de datos.

Estos errores eran a veces difíciles de descubrir, pero a menudo eran lo suficientemente evidentes como para ser localizados. Sin embargo, el hecho de estar trabajando con un elevado volumen de información, que se concreta en unos 11.000 registros en la base de datos, ralentizaba también el proceso de revisión de las coberturas resultantes. El nuevo programa debía,

pues, detectar de forma automática los siguientes errores manifiestos:

- Entidades puntuales y poligonales fuera de su municipio.

Este error se detecta cuando el municipio al que está asociada cada localización arqueológica en la base de datos no coincide con el municipio real sobre el que se sitúa una vez generada la cobertura de Patrimonio Arqueológico, comparándola automáticamente con la referida a los términos municipales de Andalucía, disponible a escala 1:100.000.

- Entidades poligonales con desorden de correlatividad entre sus vértices.

En las Normas de Cumplimentación de

DatARQUEOS, se precisa que los pares de coordenadas de los vértices del polígono que delimita una entidad arqueológica deben introducirse en la base de datos empezando por el situado más al norte y siguiendo el sentido de las agujas del reloj. El desorden de correlatividad se evidencia cuando los pares de coordenadas del polígono se han consignado de forma aleatoria, perdiendo la relación geométrica entre vértices.

- Entidades poligonales con errores de coordenadas.

Se produce cuando se ha cometido un error en la consignación de una o más coordenadas, generando polígonos con formas absolutamente irreales. Este tipo de error puede tener múltiples orígenes, como la falta o adición incorrecta de un dígito en la coordenada x o y, la permutación del orden de los dígitos o del valor de los mismos, etc.

3. Comparación de la cobertura resultante con coberturas anteriores

La posibilidad abierta de actualizar la cartografía digital de Patrimonio Arqueológico de forma permanente exigía también registrar el acrecentamiento cuantitativo y cualitativo de dicha cartografía, almacenando al menos dos veces al año las coberturas realizadas a escala regional, creando así un registro histórico de los avances realizados en el proceso de documentación.

En este sentido se demandaba al programa que ofreciera la posibilidad de comparar automáticamente las nuevas coberturas que se fueran realizando con cualquiera de las existentes con anterioridad detectando las

- Nuevas entidades puntuales y poligonales incluidas en el mapa
- Entidades puntuales y poligonales eliminadas en el nuevo mapa.
- Entidades poligonales y puntuales en las que se registran modificaciones relacionadas con su localización y/o delimitación en la nueva cobertura.

3. DISEÑO INFORMÁTICO DEL PROGRAMA GeoARQUEOS

La aplicación informática ha sido desarrollada sobre ArcView en su versión 3.1. mediante el lenguaje de programación Avenue y la herramienta Visual Basic 6.0.

La versión 3.1 de ArcView aporta la inclusión de un generador de informes, Seagate Crystal Reports, que facilita la creación de informes relativos a los errores y modificaciones de las coberturas nuevas de Patrimonio Arqueológico que va generando el propio programa y las existentes previamente. Además evita utilizar Crystal Reports desde Visual Basic con los inconvenientes que entraña instalar las librerías y controles necesarios en cada puesto de usuario. Esta versión incluye además la extensión Dialog Designer que permite realizar los cuadros de diálogo del sistema.

Ya que ArcView no permite un tratamiento ágil de las tablas de datos y dado que se procesan miles de registros en cada validación, se han desarrollado tres utilidades mediante Visual Basic con Microsoft DAO (Data Access Objects) 3.5.. Estas utilidades, que son llamadas desde la propia aplicación de ArcView, son las siguientes:

- 1 Utilidad Genera: permite la creación de dos tablas Genera_puntos y Genera_polígonos, creadas a partir de una tabla de coordenadas UTM proporcionada por DatARQUEOS y una serie de consultas que agrega información adicional a cada registro. A través de estas consultas se separan, en primer lugar, las entidades arqueológicas que serán representadas como puntos porque sólo poseen un par de coordenadas, es decir, un sólo registro en la tabla 'vertices', y las que serán representadas como polígonos por tener más de un registro relacionado en dicha tabla. Posteriormente se seleccionan entre las tablas de la base de datos aquellos campos que van a formar parte del modelo de datos de la cobertura creándose las tablas que, posteriormente, serán importadas desde ArcView. El diseño de estas consultas es:

a) Consulta Busca_poligonos:

Propiedades

Bloqueos del registro:	Sin bloquear	Def. actualizable:	Verdadero
Fecha de creación:	21/05/99 12:46:14	MaxRecords:	0
ODBCTimeout:	60	Registros afectados:	0
ReturnsRecords:	Verdadero	Type:	Creación de tabla
Última actualización:	28/07/99 15:02:12		

SQL

```
SELECT DISTINCTROW vertices.CODIGO, vertices.REG, vertices.Punto, vertices.X, vertices.[Y], vertices.Z,
vertices.DISTANCIA INTO Genera_poligonos FROM vertices WHERE ((vertices.CODIGO In (SELECT [CODIGO]
FROM [vertices] As Tmp GROUP BY [CODIGO] HAVING Count(*)>1 ) And vertices.CODIGO>230000000 And
vertices.CODIGO<240000000 And vertices.CODIGO>230000000 And vertices.CODIGO<240000000 And
vertices.CODIGO>230000000 And vertices.CODIGO<240000000)) ORDER BY vertices.CODIGO, vertices.Punto;
```

b) Consulta Busca_puntos:

Propiedades

Bloqueos del registro:	Sin bloquear	Def. actualizable:	Verdadero
Fecha de creación:	21/05/99 12:46:16	MaxRecords:	0
ODBCTimeout:	60	Registros afectados:	0
ReturnsRecords:	Verdadero	Type:	Creación de tabla
Última actualización:	27/07/99 18:01:28		

SQL

```
SELECT DISTINCTROW vertices.REG, vertices.CODIGO, vertices.Punto, vertices.X, vertices.[Y], vertices.Z,
vertices.DISTANCIA INTO Genera_puntos FROM vertices LEFT JOIN [Buscar duplicados para vertices] ON
vertices.CODIGO = [Buscar duplicados para vertices].CODIGOWHERE (([Buscar duplicados para
vertices].CODIGO Is Null))ORDER BY vertices.CODIGO;
```

c) Consulta Busca duplicados para Genera_puntos

Propiedades

Bloqueos del registro:	Sin bloquear	Def. actualizable:	Verdadero
Fecha de creación:	21/05/99 12:46:20	MaxRecords:	0
ODBCTimeout:	60	Registros afectados:	0
ReturnsRecords:	Verdadero	Type:	Selección
Última actualización:	29/07/99 17:03:24		

SQL

```
SELECT DISTINCTROW Genera_puntos.CODIGO, Genera_puntos.REG, Genera_puntos.Punto, Genera_puntos.X,
Genera_puntos.[Y], Genera_puntos.Z, Genera_puntos.DISTANCIA FROM Genera_puntos WHERE
((Genera_puntos.CODIGO In (SELECT [CODIGO] FROM [Genera_puntos] As Tmp GROUP BY [CODIGO]
HAVING Count(*)>1 ))) ORDER BY Genera_puntos.CODIGO, Genera_puntos.Punto;
```

Columnas

Nombre	Tipo	Tamaño
CODIGO	Número (doble)	8
REG	Número (largo)	4
Punto	Número (doble)	8
X	Número (doble)	8

Y	Número (doble)	8
Z	Número (doble)	8
DISTANCIA	Número (doble)	8

d) Consulta Buscar duplicados para vértices.

Propiedades

AltoDeLaFila:	195	Bloqueos del registro:	Sin bloquear
Def. actualizable:	Verdadero	Fecha de creación:	21/05/99 12:46:22
MaxRecords:	0	ODBCTimeout:	60
Registros afectados:	0	ReturnsRecords:	Verdadero
Type:	Selección	Última actualización:	29/07/99 17:03:14

SQL

```
SELECT DISTINCTROW vertices.CODIGO, vertices.REG, vertices.Punto, vertices.X, vertices.Y, vertices.Z, vertices.DISTANCIA FROM vertices WHERE ((vertices.CODIGO In (SELECT [CODIGO] FROM [vertices] As Tmp GROUP BY [CODIGO] HAVING Count(*)>1 ))) ORDER BY vertices.CODIGO, vertices.Punto;
```

Columnas

Nombre	Tipo	Tamaño
CODIGO	Número (doble)	8
REG	Número (largo)	4
Punto	Número (doble)	8
X	Número (doble)	8
Y	Número (doble)	8
Z	Número (doble)	8
DISTANCIA	Número (doble)	8

e) Consulta datos:

Propiedades

Bloqueos del registro:	Sin bloquear	Def. actualizable:	Verdadero
Fecha de creación:	21/05/99 13:14:13	MaxRecords:	0
ODBCTimeout:	60	Registros afectados:	0
ReturnsRecords:	Verdadero	Type:	Selección
Última actualización:	28/07/99 11:59:27		

SQL

```
SELECT DISTINCTROW yacimientos.CODIGO, municipios2.PROVINCIA, municipios2.POBLACION, yacimientos.NOMBRE, P_Historico_tesauro_Informe.NOMBREGEN, P_Historico_tesauro_Informe.NOMBRETESP1, [Tipología Tesauro].Nombregen1, [Tipología Tesauro].Nombresp1, descubrimiento.GENERICO, cgpha.ESTADO, cgpha.TIPOJURIDICA, municipios2.CODIGO, P_Historico_Tipologia.Arte_rupestre FROM (((yacimientos INNER JOIN municipios2 ON (yacimientos.IDENMUN = municipios2.CODMUN) AND (yacimientos.IDENPROV = municipios2.CODPROV)) LEFT JOIN descubrimiento ON yacimientos.CODIGO = descubrimiento.CODIGO) LEFT JOIN cgpha ON yacimientos.CODIGO = cgpha.CODIGO) LEFT JOIN ((P_Historico_Tipologia LEFT JOIN P_Historico_tesauro_Informe ON P_Historico_Tipologia.Codigo_Periodo = P_Historico_tesauro_Informe.Contador) LEFT JOIN [Tipología Tesauro] ON P_Historico_Tipologia.Codigo_Tipologia = [Tipología Tesauro].Contador_tipologia) ON yacimientos.CODIGO = P_Historico_Tipologia.Codigo ORDER BY yacimientos.CODIGO;
```

Columnas

Nombre	Tipo	Tamaño
yacimientos.CODIGO	Número (doble)	8
PROVINCIA	Texto	7

POBLACION	Texto	50
NOMBRE	Texto	90
NOMBREGEN	Texto	50
NOMBRETESP1	Texto	50
Nombregen1	Texto	50
Nombresp1	Texto	90
GENERICO	Texto	125
ESTADO	Texto	10
TIPOJURIDICA	Texto	50
municipios2.CODIGO	Número (doble)	8
Arte_rupestre	Sí/No	1

f) Consultas Genera_poligonos_informacion /Genera_puntos_informacion:

P propiedades

Bloqueos del registro:	Sin bloquear	Def. actualizable:	Verdadero
Fecha de creación:	21/05/99 12:46:27	MaxRecords:	0
ODBCTimeout:	60	Registros afectados:	0
ReturnsRecords:	Verdadero	Type:	Selección
Última actualización:	29/07/99 16:55:10		

SQL (Genera_poligonos_informacion)

```
SELECT DISTINCTROW Genera_poligonos.CODIGO, Genera_poligonos.REG, Genera_poligonos.Punto, Genera_poligonos.X, Genera_poligonos.[Y], Genera_poligonos.Z, Genera_poligonos.DISTANCIA, DATOS.*
FROM Genera_poligonos INNER JOIN DATOS ON Genera_poligonos.CODIGO = DATOS.yacimientos.CODIGO
ORDER BY Genera_poligonos.CODIGO, Genera_poligonos.Punto;
```

SQL (Genera_puntos_informacion)

```
SELECT DISTINCTROW Genera_puntos.REG, Genera_puntos.CODIGO, Genera_puntos.Punto, Genera_puntos.X, Genera_puntos.[Y], Genera_puntos.Z, Genera_puntos.DISTANCIA, DATOS.*FROM Genera_puntos INNER JOIN
DATOS ON Genera_puntos.CODIGO = DATOS.yacimientos.CODIGO ORDER BY Genera_puntos.CODIGO;
```

Columnas

Nombre	Tipo	Tamaño
REG	Número (largo)	4
Genera_puntos.CODIGO	Número (doble)	8
Punto	Número (doble)	8
X	Número (doble)	8
Y	Número (doble)	8
Z	Número (doble)	8
DISTANCIA	Número (doble)	8
yacimientos.CODIGO	Número (doble)	8
PROVINCIA	Texto	7
POBLACION	Texto	50
NOMBRE	Texto	90
NOMBREGEN	Texto	50
NOMBRETESP1	Texto	50
Nombregen1	Texto	50
Nombresp1	Texto	50
GENERICO	Texto	125
ESTADO	Texto	10
TIPOJURIDICA	Texto	50
municipios2.CODIGO	Número (doble)	8
Arte_rupestre	Sí/No	1

- 2: Utilidad Vacía_erro: borra todos los errores generados en la última utilización de la aplicación, esto es, todas las tablas creadas por la aplicación en las que se registran las entidades que cumplieran alguno de los aspectos controlados por la aplicación.
- 3: Utilidad Delfile: detecta los elementos que se han creado, eliminado y modificado, comparando los shapefiles generados por la aplicación y los existentes previamente en el IAPH.

Otras características generales de GeoARQUEOS son las siguientes:

- Para el paso de proyección en coordenadas UTM del huso 29 al huso 30, al que se refiere la mayor parte del territorio andaluz, se ha incluido una librería de enlace dinámico (.dll), denominada pasohuso, desarrollada en Visual C++, que realiza esta función.
- Es a través de una conexión SQL mediante la cual se añaden las 2 tablas citadas anteriormente (Genera_puntos y Genera_poligonos). A partir de ellas se crearán los ficheros de formas "yacimientos-punto" y "yacimientos-poligono", calculando el cambio de huso cuando corresponde mediante la ya citada dll, pasohuso.

- Uno de los errores más usuales cometidos en la consignación de coordenadas en ARQUEOS es el desorden de correlatividad entre los vértices de los polígonos que delimitan entidades arqueológicas. Para detectarlo basta con comprobar que un polígono no está formado por un conjunto de dos o más polígonos conexos.

- Los errores producidos en polígonos por errores de consignación de una o más coordenadas son detectados a través de una comprobación geométrica de dicho polígono, en los casos erróneos la relación área-perímetro es extremadamente baja.

- La detección de elementos puntuales y poligonales en municipios incorrectos se realiza mediante análisis de superposición con una cobertura de términos municipales perteneciente al Mapa Digital de Andalucía a escala 1:100.000.

El interfaz habitual de ArcView se ha modificado y se han incluido 12 botones nuevos. Estos permiten el uso total o parcial de las funciones incluidas en el programa y se disponen de la siguiente forma:



BOTONES	DESCRIPCIÓN	SCRIPT EJECUTADO
	A través de este botón se realiza todo el proceso de validación mediante la ejecución del script Sistema de Validación que a su vez ejecuta las utilidades del programa y una serie de scripts que se asocian, por separado, a los botones anteriores permitiendo la ejecución del programa por pasos.	Sistema de validación
	Ejecuta la utilidad "Genera.exe", a través de la cual se ejecutan las consultas en DatARQUEOS .	Script1
	Conecta con DatARQUEOS e importa las tablas de datos de las entidades arqueológicas representadas como puntos y las representadas como polígonos (Fig. 3).	Sistema de validación conecta

BOTONES	DESCRIPCIÓN	SCRIPT EJECUTADO
	Genera cobertura de topología puntual.	Sistema de validación crea tema puntual
	Genera cobertura de topología poligonal.	Sistema de validación para crear tema poligonal
 	Crea Vista con los temas necesarios: las dos nuevas coberturas, las coberturas preexistentes y la cobertura de términos municipales andaluces (Fig. 4). Detecta entidades poligonales con desorden de correlatividad entre sus vértices.	Script2 Sistema de validación comprueba lazos
	Detecta entidades poligonales que han sido modificadas.	Sistema de validación comprueba coordenadas de polígonos
	Detecta entidades puntuales que han sido modificadas.	Sistema de validación comprueba coordenadas de puntos
	Detecta entidades poligonales con error manifiesto al menos en al menos uno de sus vértices.	Sistema de validación por error de coordenadas
	Detecta entidades poligonales en municipios incorrectos.	Sistema de validación por selección por polígono
	Detecta entidades puntuales en municipios incorrectos (Fig. 5).	Sistema de validación seleccionar por tema puntual
	Activa cuadro de diálogo de selección de informe para imprimir (Fig. 6). A través del mismo de diálogo de selección de informes se puede acceder al listado, diseñado en Crystal Report, de entidades arqueológicas seleccionadas por cada uno de los criterios preestablecidos, bien mediante una presentación preliminar de los resultados (Fig. 7), la impresión directa o la exportación en diversos formatos para su uso posterior.	Lanza diálogo

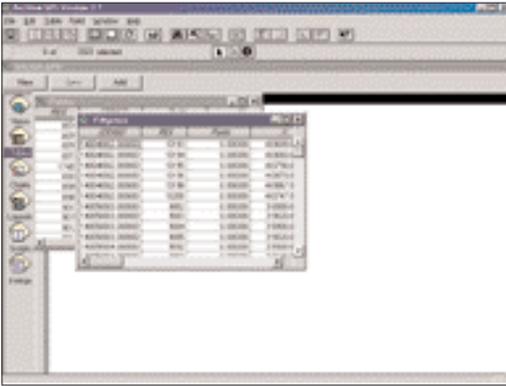


Fig. 3

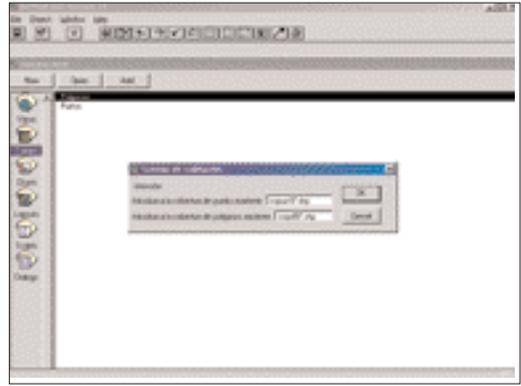


Fig. 4

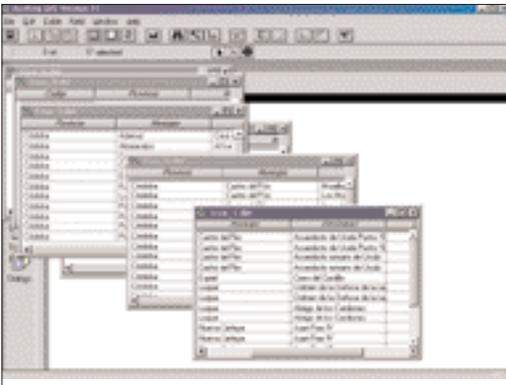


Fig. 5

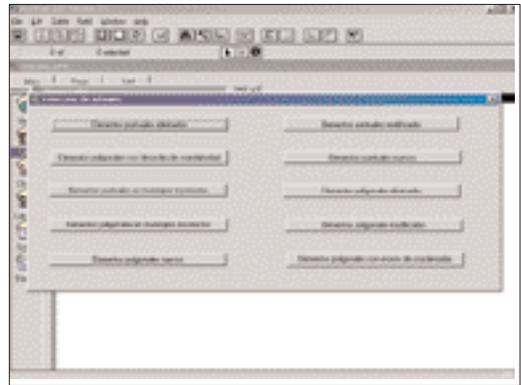


Fig. 6

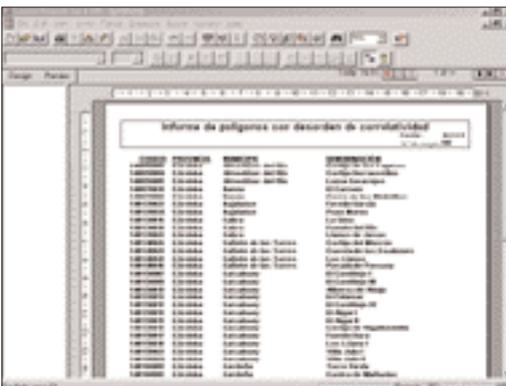


Fig. 7

4. GeoARQUEOS Y CONTROL DE CALIDAD

El programa GeoARQUEOS ha supuesto un considerable avance en la gestión de la información de Patrimonio Arqueológico en Andalucía. Este avance ha repercutido principalmente en el proceso de control de calidad de dicha información, minimizando las incorrecciones que se almacenan en el Sistema, entendiendo que de la calidad de la información disponible depende la eficacia de cualquier política preventiva.

Por ello, antes de volcar al Sistema la nueva información procedente de la actualización del Inventario de Yacimientos Arqueológicos o la realización de prospecciones arqueológicas, se comprueba que las localizaciones no contienen errores manifiestos y si los hubiere se corrigen antes de su introducción definitiva.

Posteriormente de forma sistemática se realizan coberturas de alcance regional para mantener la cartografía lo más actualizada posible, tanto en el IAPH como en la Dirección General de Bienes Culturales y las Delegaciones Provinciales de Cultura, conservando siempre la anterior para poder realizar análisis comparativos entre las mismas.

Si se compara, por ejemplo, el número de localizaciones arqueológicas (tanto de topología puntual como poligonal) existente en la cartografía realizada en 1996, 1997 (ambas en colaboración con el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla), 1999, 2000 y 2001 (con GeoARQUEOS) se evidencia el avance cuantitativo y cualitativo producido, tanto en el total de entidades registradas como en el aumento de las delimitadas como polígonos sobre cartografía a escala 1:10.000 o superior, tal

como se refleja en el gráfico adjunto (Fig. 8).

Con datos extraídos de DatARQUEOS en marzo de 2001 y del último Mapa Digital de Localizaciones Arqueológicas de Patrimonio Arqueológico de Andalucía realizada en la misma fecha, la distribución de entidades puntuales y poligonales por provincia, así como de sitios arqueológicos no georreferenciados es la que se observa en el gráfico (Fig. 9). Es curioso constatar que provincias en las que el porcentaje de entidades arqueológicas delimitadas poligonalmente respecto al total de los georreferenciados es comparativamente alto (63'4% y 48'6 para Córdoba y Málaga respectivamente frente a un 24'11 o 22'57 para Jaén y Cádiz), son también aquellas que tienen un mayor número de registros sin coordenadas.

Otra consecuencia importante del uso de GeoARQUEOS ha sido la cualificación de la información contenida en la base de datos ya que, no

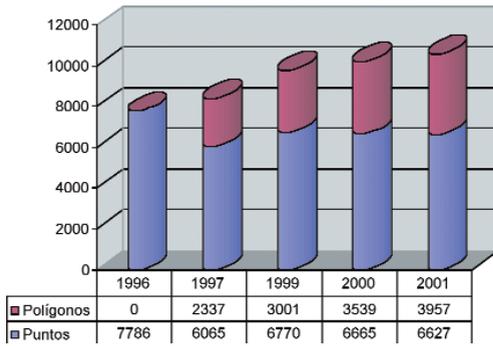


Fig. 8 Evolución cuantitativa de localizaciones puntuales y poligonales

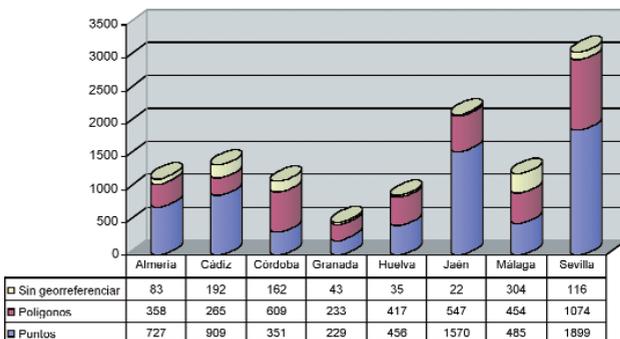


Fig. 9 Distribución de localizaciones puntuales y poligonales por provincia

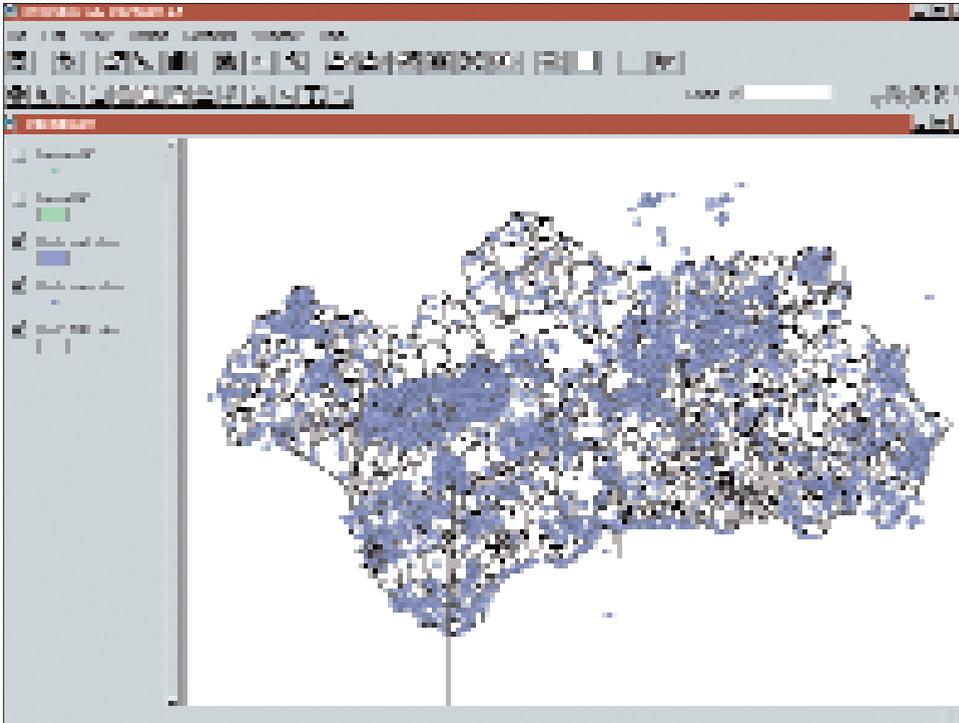


Fig. 10

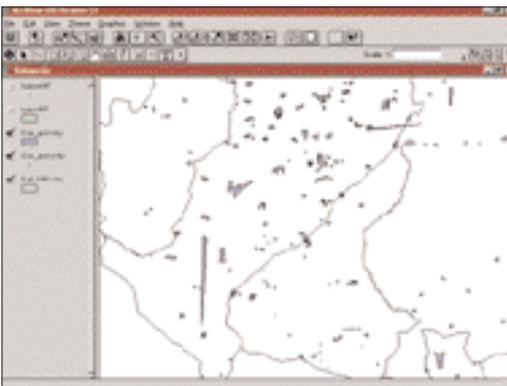


Fig. 11

solo controla la calidad de la información que actualmente se vuelca en el sistema sino que, inicialmente, detectó los errores más evidentes contenidos en la misma, siendo corregidos tras la realización con el nuevo programa de la primera cobertura a escala regional en Julio de 1999. En efecto, la imagen de dicha cobertura fue bastante desoladora (Fig. 10 y 11). Durante los cuatro meses siguientes se procedió a la corrección de los errores detectados por el programa que, por ejemplo, superaban en 400 las localizaciones puntuales fuera de su municipio, casi 200 polígonos con errores manifiestos en al menos uno de sus vértices y 667 polígonos con desorden de correlatividad entre los mismos. Actualmente se siguen realizando controles periódicos de la cartografía para corregir posibles errores no detectados por el programa.

BIBLIOGRAFÍA

- AMORES CARREDANO, Fernando; GARCIA SANJUÁN, Leonardo; HURTADO PEREZ, Victor; MÁRQUEZ ROSALES, Helio; RODRIGUEZ-BOBADA GIL, María del Carmen (2000): "An exploratory GIS approach to the Andalusian Archaeological Heritage Records" Lockyear, K; Sly, T.J. & Mihailescu-Bîrliba, V. (Eds.): CAA 96. Computing Applications and Quantitative methods in Archaeology. (Easy, 1996). BAR International Series, 845. Archaeopress. Oxford. Pgs.: 101-116
- AMORES CARREDANO Fernando; GARCÍA SANJUÁN, Leonardo; HURTADO PÉREZ, Víctor; MÁRQUEZ ROSALES, Helio; RODRIGUEZ-BOBADA GIL, María del Carmen; LADRON DE GUEVARA SÁNCHEZ, María del Carmen; FERNÁNDEZ CACHO, Silvia (1997): "Planteamientos y primeros resultados de la transferencia a soporte SIG del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía". Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 17. Junta de Andalucía. Sevilla. Pgs.:124-133.
- (1998): "GIS e Patrimonio Archeologico dell'Andalusia: Esperienze preliminari del Centro di Documentazione dell'Istituto Andaluso del Patrimonio Storico" en Incontro di Studio Carta Archeologica e Pianificazione Territoriale: Un Problema Politico e Metodologico. Roma 10-13 Marzo 1997. Roma.
- AMORES CARREDANO Fernando; GARCIA SANJUÁN, Leonardo; HURTADO PEREZ, Victor; RODRIGUEZ- BOBADA GIL, María del Carmen (1999): "Geographic Information Systems and Archaeological Resource Management in Andalusia (Spain)" En BARCELÓ, J.A., BRIZ, I. & VILA, A. (Eds.): New Techniques for Old Times. Computer Applications in Archaeology 1998. BAR International Series, 757. Oxford. Pgs.: 351-358.
- BAENA, Javier; BLASCO, Concepción; QUESADA, Fernando (Eds) (1995): Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- BLASCO, Concepción & BAENA, Javier (1993): "Tratamiento de la información gráfica espacial". En JIMENO MARTÍNEZ, Alfredo; VAL RECIO, José M. del; FERNÁNDEZ MORENO, José J. (Eds.): Inventarios y Cartas Arqueológicas. Homenaje a Blas Taracena. Soria, 1991. Junta de Castilla y León. Valladolid. Pgs.: 179-190
- (1997): "Los SIG y algunos ejemplos de su aplicación para el estudio y gestión de las cartas arqueológicas. En J.Baena, C.Blasco y F. Quesada (Eds.): Los SIG y el Análisis Espacial en Arqueología. Universidad Autónoma. Madrid. Pgs.: 81-91
- ESQUIVEL GUERRERO, José Antonio; PEÑA RUANO, Juan; MOLINA GONZÁLEZ, Fernando; CONTRERAS CORTÉS, Francisco; ESQUIVEL GERRERO, José Antonio; RODRÍGUEZ TEMIÑO, Ignacio (1997): "Proposal for systematic recording of archaeological excavations". Archeologia e Calcolatori, 7. 1996. Istituto di Archeologia Etrusco-Italina e Università di Siena. Florencia.
- FERNÁNDEZ CACHO, Silvia; MONDÉJAR FERNÁNDEZ DE QUINCOSES, Pilar; DÍAZ IGLESIAS, Jose Manuel (1998): "Evaluación del proyecto de sistematización e informatización del Inventario de Yacimientos Arqueológicos de Andalucía". Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 23. Junta de Andalucía. Sevilla. Pgs.: 108-116
- (2000): "ARQUEOS: Un modelo andaluz de gestión de la información arqueológica" Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 30. Junta de Andalucía. Sevilla. Pgs.: 143-149.
- FERNÁNDEZ CACHO, Silvia; BLASCO ARANDA, Enrique; NAVASCUÉS FERNÁNDEZ-VICTORIO, Rafael (2000): "GeoARQUEOS: A System for the Creation, Updating and Validation of the digital cartography of the Andalusian Arhaeological Heritage" Archeologia e Calcolatori, 11. Università di Siena. Pgs.: 359-373

GARCÍA SANJUÁN, Leonardo & WHEATLEY, David W.

(1999): "The state of the Arc: differential rates of adoption of GIS for European Heritage Management". *European Journal of Archaeology*. Vol. 2 (2). Sage Publications: 201-228.

GONZÁLEZ-CAMPOS, Yolanda FERNÁNDEZ CACHO, Silvia

(1996): "La Base de Datos de Zonas Arqueológicas de Andalucía" *Boletín del Instituto Andaluz el Patrimonio Histórico*, 16. Sevilla. Pgs.: 112-118.

LOCK, Gary & TREVOR, Harris

(1992): "Visualizing spatial data: the importance of Geographic Information Systems". En RAILLY, P. y RAHTZ, S (eds.): *Archeology and the Information Age. A global perspective. One World Archaeology*. Londres.

LOCK, Gary & STANCIC, Zoran

(1995): *Archaology and Geographical Information System: A European Perspective*. Taylor & Francis Ltd. Hong Kong.

MOLINA GONZÁLEZ, Fernando; RODRÍGUEZ TEMIÑO, Ignacio; CONTRERAS CORTÉS, Francisco; ESQUIVEL GUERRERO, José Antonio; PEÑA RUANO, Juan

(1996): *Un Sistema de Información Arqueológica para Andalucía. Catalogación del Patrimonio Histórico*. Cuadernos del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Junta de Andalucía. Sevilla. Pgs.:76-85

RECUERO, Virginia & ARNAIZ, Emma

(1993): "Aplicación de los SIG. Un ejemplo de prospección selectiva en la mitad septentrional de Madrid". En JIMENO MARTÍNEZ, Alfredo; VAL RECIO, José M. del; FERNÁNDEZ MORENO, José J. (Eds.): *Inventarios y Cartas Arqueológicas. Homenaje a Blas Taracena*. Soria, 1991. Junta de Castilla y León. Valladolid. Pgs.: 219-224.

Notas:

1. Este capítulo integra y profundiza parte de los artículos ya publicados en la revista *Archeología e Calcolatori* (Fernández-Navascués-Blasco, 2000) y en el *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* (Fernández-Mondéjar-Díaz, 2000)
2. Una visión general del potencial de uso de los SIG en Arqueología a comienzos de la década de los noventa en (Lock-Harris, 1992 ; Lock-Sytancic, 1995) y de su aplicación en la gestión del Patrimonio Arqueológico en Europa a finales de la década en (García-Wheatley, 1999). Algunos trabajos sobre el uso de los SIG en España en (Baena-Blasco-Quesada, 1997)
3. Véase el capítulo 2 del presente Cuaderno.
4. Véase el capítulo 9 del presente Cuaderno
5. La programación de GeoARQUEOS fue realizada por la empresa GUADALTEL S.A.