

El Sistema ArchéoDATA. Hacia la creación de un Sistema de Información Arqueológica (SIA)

Daniel Arroyo-Bishop

GDR 880 del Centre National de la Recherche
Scientifique, Institut d'Art et Archéologie. 3, rue Michelet
75006 París.

1. Introducción

1.1. La problemática.

Existió una época en que el arqueólogo trabajaba solo, asistido o no en su labor por unos ayudantes; sus conclusiones estaban basadas en la interpretación de las observaciones registradas en el terreno, algunas consultas, y la lectura de la documentación que tuviese a su disposición. Con esto llegaba a situar someramente los hechos ocurridos en el yacimiento y la cultura material allí presente. Hoy en día el arqueólogo trabaja dentro de un equipo y las conclusiones e interpretación se fundamentan en una enorme serie de datos que deben ser analizados, a lo cual contribuye un amplio conjunto de ciencias interdisciplinarias (pedología, micromorfología, palinología, por citar algunas). Consecuencia de ello es la necesidad de situar la investigación al nivel de «ciencia» y relacionar entre sí múltiples datos procedentes de disciplinas diversas.

La Arqueología, obligada a gestionar esta masa de datos, se encuentra frente a una situación límite, teniendo que proponer soluciones para organizar y estructurar el documento arqueológico. Los problemas de fondo que son la concepción, creación, gestión y conservación del documento arqueológico colectivo, necesitan ser repensados para garantizar un eficaz desarrollo a la investigación futura. Es solamente analizando el problema de manera global, y no parcial, como se puede llegar a unas proposiciones coherentes.

2. El proyecto ArchéoDATA

2.1. Origen y propósito del proyecto

El proyecto ArchéoDATA, con el fin de poder evaluar y crear este nuevo marco de investigación, reúne desde hace varios años a arqueólogos procedentes de la Universidad, del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), de la Administración (Sous-Direction de l'Archéologie del Ministerio de Cultura), y de la arqueología de campo. Es desarrollado en la actualidad en colaboración con equipos arqueológicos franceses y extranjeros.

No se podrá dar aquí una presentación *in extenso* del Sistema ArchéoDATA, dado que el objeto de esta comunicación es el Sistema de Información Arqueológica que permitirá y será la finalidad de ArchéoDATA. El sistema ya ha sido presentado en

otros congresos, siendo consultable a través de varias publicaciones, y el manual metodológico-práctico será publicado a principios del año 1991; aquí nos limitaremos a unas breves menciones sobre el mismo.

2.2. Estructura de ArchéoDATA

El sistema ArchéoDATA desarrolla una serie de elementos metodológicos para organizar, tanto a nivel nacional como internacional, el documento arqueológico en su conjunto, y esto para reflejar mejor la realidad arqueológica y asegurar una mejor apertura a los estudios. El punto de vista adoptado ha sido desde el principio el de facilitar el trabajo del arqueólogo proporcionándole soluciones pragmáticas. La terminología y la metodología de base empleadas son aquellas aplicadas por la mayoría de la comunidad arqueológica.

Para llegar a esto se ha elaborado un sistema que abarca el problema de la investigación arqueológica de manera global y no como entidades aisladas las unas de las otras. ArchéoDATA estructura su acción en cuatro fases:

La primera parte prepara la documentación del yacimiento arqueológico: documentos de archivo, prospecciones arqueológicas, etc.

La segunda parte interviene directamente sobre el yacimiento: sondeos, excavación, inventario, etc.

La tercera parte está consagrada a la consulta y a la conservación de los documentos arqueológicos: depósitos, museos, etc.

Finalmente se establece, sobre la base de lo anterior, un Sistema de Información Arqueológica para perpetuar el documento arqueológico y favorecer la investigación.

2.3. Elementos que componen ArchéoDATA

Podemos establecerlos del siguiente modo:

Identifica el yacimiento en el espacio geográfico y administrativo.

Estructura el espacio del yacimiento de manera relativa y universal

Estructura el registro de las diversas fases a través de diez series de fichas: archivo, prospección, excavación, inventario, análisis, depósito, conservación, etc.

2.4. La informática

ArchéoDATA, para poder resolver el problema de la gestión en las mejores condiciones posibles, ha

previsto, desde las primeras fases del proyecto, una informatización razonada y estructurada arqueológicamente. Aunque las diferentes etapas de registro (terreno, inventario, etc.) del Sistema hayan sido oportunamente pensadas para poder ser realizadas manualmente¹, la informatización será el factor indispensable para su explotación. No obstante, el Sistema ArchéoDATA es independiente de cualquier material o programa informático específico.

3. Hacia el SIA

3.1. Origen y definición

El Sistema de Información Arqueológica estructura los datos arqueológicos de forma coherente, creando por su informatización un documento dinámico que permite al investigador ir de la más pequeña información, una Unidad Estratigráfica (UE) o un objeto inventariado, al estudio de conjuntos en el interior de un yacimiento; igualmente permite relacionar unos sitios con otros a escala regional o nacional. Es un gran banco de datos que crece con cada nueva intervención arqueológica y cuyo fin es ofrecer al investigador un archivo completo, listo para ser explotado por las metodologías de hoy y de mañana.

La constitución, por no decir la construcción de un SIA, tiene que hacerse sobre la base de un tipo de programa que sea capaz de utilizar todos los diferentes datos que generamos y registramos con el Sistema ArchéoDATA a lo largo de nuestras investigaciones. Un tipo de programa con estas características existe: los *Geographic Information Systems* o Sistemas de Información Geográfica.

Un Sistema de Información Geográfica es «un conjunto organizado de *hardware*, *software* y datos geográficos, personalizados para captar, guardar, poner al día, manipular, analizar y presentar eficazmente toda clase de información referenciada geográficamente». La razón de ser de los SIG viene de la necesidad de tener que gestionar y facilitar, de manera eficaz, el acceso a numerosos datos referenciados a menudo de manera espacial (fig. 1).

Los SIG son originarios de Canadá, pero se desa-

¹ Lo importante es la integridad y la estructura de los datos. Existen circunstancias como: ausencia de medios informáticos, informatizaciones posteriores, rechazo de la automatización, para las cuales es esencial haber previsto el registro y tratamiento manual de los datos registrados.

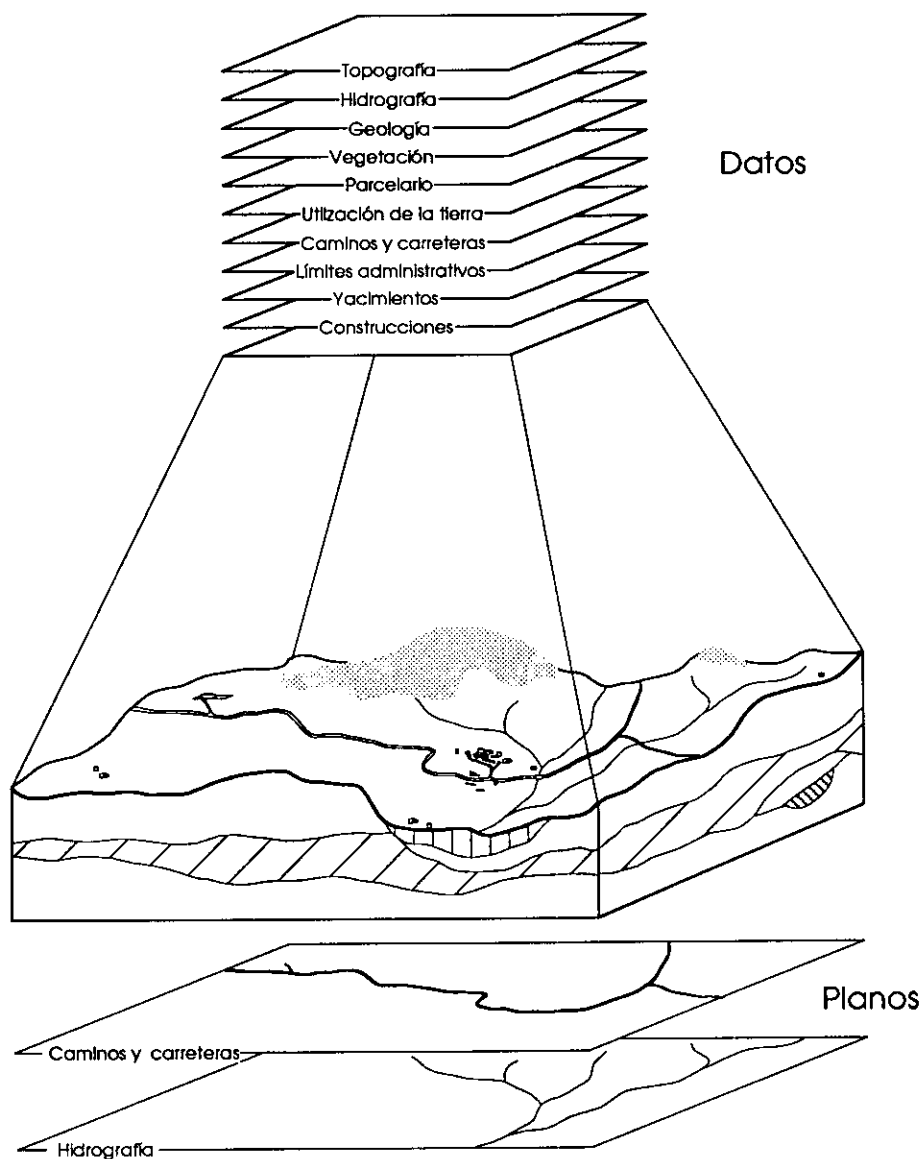


Fig. 1.—Detalle de una zona estudiada con un Sistema de Información Geográfica (SIG), desde los datos a los planos temáticos.

rollaron principalmente en los Estados Unidos. Fueron creados por la necesidad de las administraciones nacionales y estatales de gestionar diferentes tipos de datos y relacionarlos gráficamente, principalmente con el espacio geográfico. Son utilizados para tareas tales como el cálculo de redes eléctricas, población forestal y cultivos, censos, repartición de escuelas, catastros, etc.

El problema analítico, derivado directa o indirectamente de ciertas corrientes de la «Nueva Arqueología», hizo pensar a algunos en las posibilidades inherentes de los SIG para la investigación arqueoló-

gica². Desde el comienzo del proyecto ArchéoDATA, este precepto globalizante ya era una meta, pero inicialmente irrealizable dados los medios, tanto humanos como materiales, por no decir financieros, necesarios hasta hace poco tiempo para implantar este concepto en arqueología.

² Las primeras experiencias con los SIG en arqueología son debidas a Universidades y administraciones norteamericanas que ya poseían dentro de sus instituciones el hardware y software necesarios. Estos primeros usos fueron principalmente datos de prospecciones proyectados sobre informaciones ya existentes en las bases originales.

3.2. Imperativos intrínsecos a una implantación.

El factor fundamental para constituir un Sistema de Información Arqueológica es la uniformidad de la información a tratar. Si bien es verdad que los Sistemas de Información geográficos pueden procesar datos que provienen de diferentes fuentes, y es esto precisamente su punto fuerte, hay que tener en cuenta que si son de diferentes tipos, topográficos, geológicos, ambientales, etc., la información contenida en cada tipo deberá ser homogénea y estructurada de la misma manera para poder ser procesada conjuntamente. Unas curvas de nivel, una altimetría, métricas las dos, la identificación de un tipo de canalización, la sección de una red telefónica, etc. son cada vez más reconocidas por su profesión de forma normalizada. Traducido al caso de la arqueología, esto hace que, para una prospección, la localización del yacimiento deba ser expresada en coordenadas universales, unidades Lambert o coordenadas UTM, pero en ningún caso se podrá procesar una mezcla de ellas simultáneamente. De la misma manera, en diferentes excavaciones el sistema de base de implantación de las cuadrículas, de la estructura básica de los inventarios, tiene que ser el mismo entre ellas si se espera poder hacer estudios automatizados con los datos de un territorio. Para que un Sistema de Información Geográfica funcione, y que un Sistema de Información Arqueológica pueda existir, la uniformidad entre los datos a ser procesados y analizados es un imperativo incontrovertible.

El Sistema ArchéoDATA proporciona esta estructura, esencial para el desarrollo y funcionamiento del SIA, sin lo cual no podría existir. Es evidente que el sistema presentado es altamente estructurado, pero esto es necesario para asegurar su buen funcionamiento y el éxito final de tal empresa.

3.3 Características de un SIG

A veces se puede creer que un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) podría llegar a ser un SIG, pero en realidad sus posibilidades son menores.

Una base de datos sabe mantener datos y contestar preguntas tales como:

- Cuáles son los yacimientos que presentan una ocupación en la Baja Edad Media.
- Qué cerámica sigillata se encontró en la Zona 7 de la excavación.
- Seleccionar unos datos entre dos fechas.

Un SIG sabe hacer todo lo que puede hacer el

SGBD, pero también sabe contestar a preguntas mucho más complejas, como:

- Cuáles son las reparticiones, las densidades por tipo de las cerámicas halladas en las diferentes partes de la excavación y compararlas con los lugares similares en otros yacimientos.
- Cuáles son las minas de cobre y estaño más cercanas a un taller de fundición excavado, tomando en cuenta las vías de comunicación de la época.
- Cuál es el camino más corto entre dos pueblos en la antigüedad para un carro tirado por una mula, tomando en cuenta los desniveles que se pueden franquear y el cansancio acumulativo producido.
- Cuáles son los yacimientos, a lo largo del recorrido de un río, que se encuentran a menos de doscientos metros de éste y sin que el desnivel sea superior a treinta metros.

3.4. Posibilidades analíticas

Los SIG pueden llegar a un grado muy avanzado del análisis del espacio, aunque también pueden hacer frente a preguntas no espaciales³. Las funciones estadísticas son potentes, aun cuando no se utilice un programa exterior como SAS. Se pueden realizar análisis temáticos, de proximidad, de vecindad, interpolaciones, etc. Las relaciones establecidas pueden ser exactas o aproximadas, pudiendo siempre controlar su grado.

Se pueden contestar preguntas del tipo:

- Locacional: ¿Qué se encuentra allí...?
- Condicional: ¿Dónde está...?
- Evolutivo: ¿Qué ha cambiado desde...?
- Modelización: ¿Qué modelo espacial existe...?
- Simulación: ¿Y si...?

Como se puede apreciar, un SIG no es sencillamente un programa informático para hacer mapas, sino un instrumento que permite establecer relaciones dinámicas entre datos. Un SIG no guarda mapas en el sentido clásico, sino que guarda una base de datos a partir de la cual se generan mapas según los requisitos de una investigación.

3.5. La selección de un SIG

La selección de un programa SIG implica una responsabilidad considerable. Deben tenerse en cuenta las necesidades, no solamente presentes, sino también las extensiones futuras que su implantación y las investigaciones puedan exigir. No solamente

³ Preguntas que no tienen una relación directa con el espacio.

habrá que tomar en cuenta el tiempo que será empleado por el equipo para poner el sistema en marcha, sino también la inversión en material, por no decir los mismos programas que representan un costo sustancial, ya que las versiones para PC cuestan⁴, por licencia, unos dos millones de pesetas y unos tres para estaciones de trabajo.

3.6. Programas SIG

Existen más de veinte Sistemas de Información Geográfica actualmente disponibles. Se diferencian, en primer lugar, por su manera de registrar el espacio, la mayoría por rasterización⁵, otros por vectorización y una minoría permite la utilización de ambos sistemas. En segundo lugar se dividen por el grado de análisis que es posible con el programa y la capacidad de éste para representarlo. Este segundo punto es fundamental para la arqueología.

Después de haber consultado diferentes especialistas y haber evaluado las características de los programas, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

3.6.1. GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*)

Ha sido desarrollado por el Servicio Geográfico del Ejército Americano (USACERL) para la utilización general del gobierno americano (fuerzas armadas, servicios forestales, cuerpos de ingeniería, etc.). El programa es de dominio público y se puede obtener por varias fuentes. Su principal modo de análisis es el de rasterización, aunque también se han previsto salidas en vectorial. Las funciones de análisis están particularmente bien desarrolladas.

El programa funciona bajo sistema operativo UNIX, principalmente sobre estaciones de trabajo (SUN, Silicon Graphics, Apollo, etc.) y, aunque existen también versiones sobre micro-ordenador (bajo XENIX para los PC 386/486 y A/UX para los Macintosh II), éstas no pueden ser consideradas lo suficientemente idóneas para trabajos de análisis intensivos, por lo que es mejor reservarlas para trabajos de recopilación y de introducción de datos.

⁴ Los precios varían según la plataforma utilizada y el número de pantallas en los sistemas multi-usuario. Las grandes implantaciones administrativas (gestión estatal) sobre ordenadores centrales pueden llegar a costar casi veinte millones de pesetas, solamente por las licencias de explotación.

⁵ La rasterización es la digitalización de la imagen por medio de puntos (píxeles).

3.6.2. IBM GFIS (*Geographic Facilities Information System*)

Este SIG ha sido desarrollado por IBM para ser utilizado sobre sus ordenadores centrales. El mercado principal de este tipo de programa es la gestión administrativa de gran envergadura (redes de carreteras, suministros de agua y electricidad, repartición de servicios públicos, etc.) y el establecer relaciones entre importantes bancos de datos.

Es un programa que posee sus mayores cualidades en la gestión y presentación de los datos y está poco desarrollado para el análisis de los mismos⁶. Necesita una muy alta preparación en informática y un equipo de ordenadores y periféricos importante para ser utilizado. No se puede considerar, por lo menos en estos momentos, como un programa viable, en sí solo, para la investigación arqueológica.

3.6.3. ARC/INFO y PC ARC/INFO

Este programa, creado hace casi veinte años por el Environmental Systems Resource Institute (ESRI), es hoy en día el que más difusión tiene en el mundo. Fue el primero en llegar a perfeccionar el sistema de funcionamiento por vectores en vez de rasterización del espacio geográfico. Su principal éxito fue debido a las posibilidades gráficas que poseía para realizar mapas, cosa que otros han tardado en poseer. Aunque se note ahora una disminución de interés por este programa, se han desarrollado muchas aplicaciones para ARC/INFO y se debe considerar como el programa SIG de referencia. Casi todos los otros programas (GRASS, SPANS, etc.) han desarrollado interfaces para el intercambio de ficheros con éste.

Un problema que sufre este programa es el de base de datos, que sirve para almacenar las informaciones que serán tratadas y analizadas por él y que ha demostrado estar por debajo de las necesidades que requiere una gestión eficaz. La compañía ha desarrollado⁷ interfaces con Oracle y dBase para llegar a

⁶ IBM propone el programa SPANS de Tydac sobre PS/2 como interface para el análisis de los datos contenidos en el GFIS.

⁷ Irónicamente, ya que es la culpa de ARC/INFO, las interfaces son facturadas bastante caras por ESRI. Aunque Oracle es uno de los mejores SGBDR, no es todavía verdaderamente funcional en micro-informática y sería mejor utilizar Paradox, ya que la Universidad de Montpellier (Francia) ha puesto a punto una interface para él. Igualmente sería aconsejable utilizar Paradox para gestionar los datos en lugar de dBase.

paliar estas insuficiencias. La última versión anunciada de PC ARC/INFO utiliza inicialmente el formato de fichero de dBase, en vez de Info. Desafortunadamente, ésto no cambia casi nada, ya que el problema de la lentitud proviene del motor de la base de datos que gestiona, que sigue sin cambiar.

Este programa es bastante difícil de aprender y utilizar, y la versión propuesta para micro-ordenador es una versión reducida de la que existe sobre estación de trabajo y ordenador central. Esto hace que el usuario no disponga de las mismas prestaciones y en particular las de análisis y visualización en tres dimensiones.

3.6.4. SPANS (*SP*atial *AN*alysis *S*ystem)

Programa de Tydac Technology que ha tenido una óptica de desarrollo considerablemente distinta de los otros SIG. En primer lugar, en vez de ser desarrollado inicialmente sobre un ordenador central y pasado posteriormente a una versión reducida para micro-ordenador, aquí ocurrió lo contrario. Hoy en día SPANS funciona bajo los sistemas operativos MS-DOS/Windows3/Vermont Windows, OS/2 Presentation Manager, y recientemente sobre las estaciones de trabajo bajo el sistema AIX 3.1, las IBM R 6000 con procesador tipo RISC. Se ha hecho que la utilización del programa sea, a través de la utilización de interfaces gráficas en cada uno de los sistemas de explotación, muy asequible al operador medio, sin que tenga que aprender numerosas líneas de órdenes crípticas. Sus creadores han enfocado el programa prioritariamente hacia el análisis de los datos y la modelización. Las funciones son numerosas y está prevista la automatización de ellas a través de menús.

En su forma original, SPANS incorpora su propia base de datos, pero puede igualmente utilizar la base relacional incorporada en OS/2 Extended Version. La gestión de los datos se puede hacer utilizando el lenguaje SQL (*Structured Query Language*) que es la norma hoy día para la interrogación de las grandes bases de datos relacionales y en particular a través de Oracle, el SGBDR que se ofrece sobre más plataformas (del PC al ordenador central).

3.6.5. *Intergraph* y otros

La compañía Intergraph propone una solución completa, combinación de material y programa, lo que hace de ella una de las soluciones más potentes

cuando es programada y utilizada por un especialista; pero también una de las más caras.

Existen otras soluciones, pero en muchos casos, o son dependientes de un tipo específico de material (como Intergraph), o son demasiado complicadas y prácticamente inutilizables sin un personal contratado especialmente para su manejo; o al otro extremo, demasiado sencillas y poco potentes para cualquier otra cosa que no sea la enseñanza de los principios básicos del SIG. En este último caso, Map II, para Macintosh, es un excelente programa.

4. La puesta en práctica

4.1. Programas empleados

La puesta en práctica de un SIA no supone solamente la utilización de un SIG, sino también el empleo de otros programas informáticos a lo largo de todos los trabajos que se realizan en la investigación (fig. 2).

4.1.1. CAO/DAO: *AutoCAD*.

El programa de dibujo básico utilizado para experimentar y preparar la parte gráfica del SIA ha sido AutoCAD de Autodesk. Se empezó hace varios años con la versión 2.6, pero fue rápidamente abandonada a causa de sus primitivas y limitadas posibilidades en favor de la versión 9.0, mucho más completa. Hoy en día se emplea la versión 10.0 bajo tres diferentes sistemas operativos: MS-DOS, OS/2 Presentation Manager y OS/Macintosh. Como otros de nuestros programas y equipos, se pasará a una versión bajo UNIX el próximo año.

Utilizando AutoLISP, el lenguaje de programación de AutoCAD, se programó una interface con la base de datos. De esta forma, se pudo automatizar la selección de unidades y grupos, materiales y estructuras, presentarlos en pantalla e imprimirlos. Esto ha servido, en particular, para experimentar y modelizar el SIA antes de pasar a la utilización del SIG, mucho más potente. De ningún modo se puede fabricar un verdadero SIG a partir de AutoCAD, puesto que le faltan las posibilidades analíticas y una gestión suficientemente potente.

Los ficheros .DFX generados por AutoCAD son una norma hoy en día y son recuperables sobre la gran mayoría de programas CAO/DAO y por los principales SIG del mercado. Esto hace posible la utilización de otros programas, especialmente los de Macintosh,

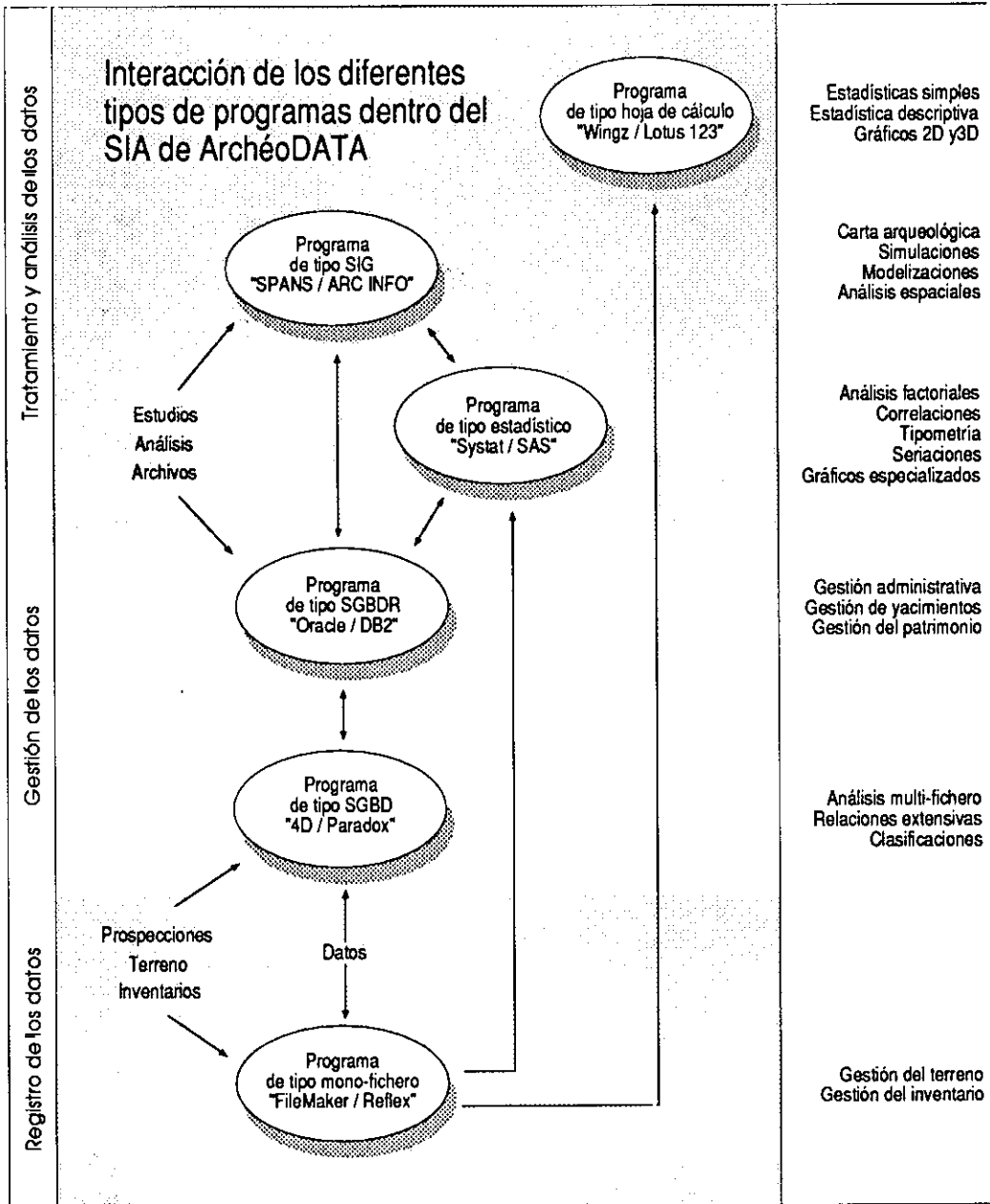


Fig. 2.—Organigrama que muestra la puesta en explotación, a gran escala, de los datos arqueológicos para la investigación y la administración.

para modificar y mejorar la presentación de los resultados. Igualmente, garantizará a largo plazo la transmisión y, en consecuencia, la conservación de los ficheros.

4.2. Selección para el SIA ArchéoDATA

Después de un cierto tiempo de comprobación, se decidió adquirir licencias para el SIG SPANS 5.1 ya

que reúne funciones de tratamiento y de análisis particularmente interesantes para la implantación arqueológica y su manejo puede ser asequible para el arqueólogo. Dos versiones serán las utilizadas, la primera bajo OS/2 Presentation Manager y la segunda sobre equipos informáticos menos potentes, bajo MS-DOS. El material utilizado inicialmente para SPANS son dos PCs, uno fijo y otro portátil, IBM PS/2 386, y próximamente se obtendrá una licencia para

la estación de trabajo IBM R6000 con procesador tipo RISC bajo AIX 3.1. No se descarta la utilización de una futura versión de PC ARC/INFO que sea más completa y mejor adaptada a micro-ordenadores.

Se va a adquirir igualmente el SIG GRASS, que será implantado sobre material SUN 3 y 4, y cuando exista una versión para A/UX 2.0, sobre Macintosh.

5. Conclusión

5.1. Más allá del macro-espacio

Si los estudios llevados a cabo con los Sistemas de Información Geográfica han sido dirigidos hacia una macro escala⁸, con el SIA de ArchéoDATA se ha querido innovar en la gestión y el análisis del micro-espacio. En nuestro caso, lo aplicaremos directamente a la gestión de la excavación misma, en vez de los

sistemas tradicionales de gestión. La aplicación de estos medios de trabajo de campo permitirá mejorar considerablemente la interacción entre los datos de la excavación y el análisis e interpretación.

Varias modelizaciones han conducido a la realización de una implantación en la excavación de Ras al Junayz, Ras al Haad Project⁹, en el Sultanato de Oman. La complejidad de esta excavación de periodo protohistórico, realizada sobre las playas fosilizadas del cuarto al tercer milenio a. de C., se presta particularmente bien a la ayuda que puede aportar la aplicación micro-espacial del SIA. Con el Sistema ArchéoDATA se ha registrado, en algunas zonas, simultáneamente por Unidad Estratigráfica y por Unidad Métrica.

Si bien estos trabajos e implantaciones son precursores y tendrán que innovar en conceptos todavía no totalmente comprendidos, se espera que con el tiempo puedan repercutir ampliamente sobre la investigación arqueológica en general.

⁸ Esta será igualmente la utilización principal del SIA ArchéoDATA.

⁹ Este proyecto reúne desde hace cinco años al British Museum, la Universidad de Harvard, el Instituto Universitario Oriental de Nápoles, el ISEMO de Roma y el Centre National de la Recherche Scientifique en una serie de excavaciones y prospecciones en la región Haad de la punta de la Península Arábiga.