

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA EN EL *PROYECTO FONELAS*

FONELAS PROJECT, GEOSCIENTIFIC INFORMATION SYSTEM

Román Hernández, José G. Solano, Guiomar Garrido y José Antonio Carroza

Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid. r.hernandez@igme.es

RESUMEN

El equipo de investigación del *Proyecto Fonelas* ha desarrollado un Sistema de Información Paleontológica (SIP) que responde desde el inicio a las necesidades de gestión de la información, tanto de campo como de gabinete. A partir de dos escalas de análisis (regional y local) de recopilación de datos, se ha creado una aplicación dinámica compuesta por un GIS y bases de datos. Esta aplicación ofrece una serie de funciones de sistematización, visualización y análisis que permiten garantizar un acceso rápido y eficaz a la información.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de información, bases de datos, registro paleontológico, Fonelas P-1, España.

ABSTRACT

The *Proyecto Fonelas* research team has developed a palaeontological information system that meets the requirements of palaeontological information management both in the field and laboratory setting. Data were collected at the regional and local scales in order to create a dynamic software application composed of a geographical information system and several databases. This program has a series of organization, visualisation and analysis options that guarantee rapid and efficient access to data.

KEYWORDS: Information System, database, paleontological record, Fonelas P-1, Spain.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la informática y la creación de nuevas plataformas han permitido unificar y sistematizar el registro de datos, a la vez que han facilitado tanto el acceso a los mismos como su posterior análisis. Son muchos los proyectos que se han llevado a cabo para crear herramientas de informatización que respondan a las necesidades de investigación y difusión [ver Martín de la Cruz y Lucena (coords.), 2004]. Es el caso de las colecciones de museos (p.e. Alcalá y Sánchez, 1997; Becerra *et al.*, 1991), de los servicios

de información científica y cultural de la Administración Pública (p.e. Fernández, 2002), de la paleontología y la arqueología de gestión (p.e. González, 1997) o de los diferentes centros de investigación (p.e. Arroyo y Lantada, 1992; González, 2002; Molina *et al.*, 1991; Lock, 1987; Richards, 1985). A su vez, todo esto se ve enriquecido por las facilidades de acceso a través de Internet.

Entre las aplicaciones existentes más conocidas podemos enumerar algunas como:

- **AGEA**, que permite el registro, documentación, análisis e interpretación de los datos, además de generar matrices.
- **ArcTron**, que lleva implementado dibujo CAD, base de datos, cartografía, MDT, 3D, fotogrametría, etc.
- **BASP** (Bonn Archaeological Software Package), reputada base de datos alemana que permite seriasiones, *clustering*, análisis de correspondencias, mapeado, etc.
- **ARCHEO**, del Laboratorio de Prehistoria de Tautavel.
- **ARCHEODATA**, creada por el CNRS francés y de uso muy extendido, registra el documento de modo global desde el inicio de la intervención hasta la explotación futura de excavaciones (Arroyo y Lantada, 1991).
- **SIAA** (Sistema de Información Arqueológico Andaluz), desarrollado por el grupo GEPRAN de la Universidad de Granada como una base de datos integrada para toda la comunidad andaluza (Molina *et al.*, 1996) y
- **SIRA** (Sistema Informatizado de Registro Arqueológico), desarrollado en FileMaker® y basado en SYSLAT® (Adroher y López, 2001).

El avance durante los últimos años en la tecnología informática ha permitido, no solamente la sistematización y análisis de datos como tal, sino también el desarrollo de herramientas versátiles y polivalentes que nos permiten llevar a cabo una composición cognoscitiva de nuestra estructura de trabajo hasta los niveles más específicos. De esta forma, podemos incluso crear una aplicación dinámica propia, a partir de las diferentes que vienen implementadas de mercado, que responda a las diversas cuestiones que planteamos en nuestras hipótesis u objetivos de investigación.

La gestión de la información geocientífica en un proyecto paleontológico sobre grandes mamíferos, que tiene como ámbito espacial una gran cuenca continental, supone la gestión de una gran cantidad de información. Dicha información se presenta en distintos soportes, tipos y escalas, lo que implica la necesidad de crear una herramienta específica para cada escala, soporte y formato que nos proporcione las utilidades de gestión y las funcionalidades de análisis necesarias. El objetivo último es el desarrollo de herramientas que permitan a los investigadores acceder y utilizar la información de manera sencilla y eficaz (Hernández *et al.*, 2002).

Dentro de los soportes podemos destacar, como es obvio, el físico (es decir, los ejemplares fósiles) y los soportes en papel (que incluirían fichas de campo, notas anexas, esquemas, columnas estratigráficas, artículos, etc.). Por otra parte, se dispone de los datos en soporte magnético, como pueden ser puntos GPS, rutas, mapas digitales o la información introducida en PC's. En definitiva, la tipología de datos que nos encontramos y que hay que gestionar es muy amplia, y esto significa que en la práctica no hay una herramienta estándar para su gestión.

En nuestro caso, las distintas herramientas (como SIG, bases de datos, visores de información digital, etc.) son gestionadas por una aplicación desarrollada por el equipo del proyecto que permite el uso y la gestión de toda la información de los sistemas desde una *interface* única y transparente al usuario que busca la información.

La aplicación del Proyecto Fonelas está realizada mediante lenguajes orientados a objeto, entre los que se puede destacar Visual Basic® y MAPOBJECTS® LT (ESRI), utilizando como base de datos del sistema ACCESS®.

El desarrollo de la aplicación es el reflejo de la creación de un mapa conceptual previo que garantiza y cubre las necesidades de gestión de la información a la que tenemos acceso en diferentes escalas. Esto es, los datos que generamos a escala regional o macro-espacial y a escala local o micro-espacial (Fig. 1).

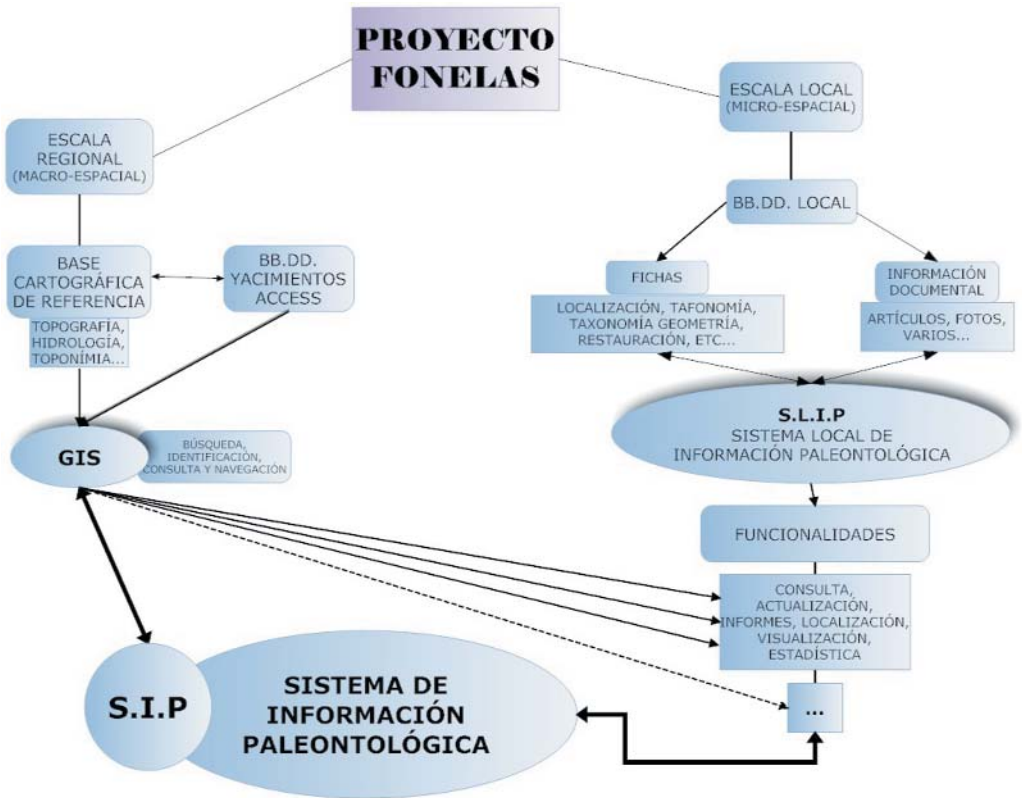


Figura 1. Mapa conceptual del desarrollo de la aplicación informática.

SIG REGIONAL

La ubicación espacial de la información obtenida, tanto a escala de cuenca como a escala de yacimiento, hace necesaria la utilización de información georeferenciada y, por tanto, la utilización de una base de datos georeferenciada, pero el detalle con que se tienen que registrar los distintos ejemplares fósiles encontrados (milimétrico), unido a la gran extensión de la zona de estudio (más de 100 km² de superficie), hace muy compleja la gestión de dicha información con un solo sistema.

La solución adoptada es el tratamiento de la información a dos escalas: una la de cuenca (macro-espacial), donde las entidades tratadas son los yacimientos a escala métrica con herramientas de posiciona-

miento global GPS; y otra de yacimiento (micro-espacial), donde se introducen los distintos ejemplares y especímenes fósiles con precisión milimétrica, utilizando estaciones globales para los levantamientos topográficos, niveles, flexómetros y teodolitos para la georeferenciación de los ítems.

Para el tratamiento de la información a escala macro-espacial se utilizan las herramientas SIG suministradas por ESRI™, en este caso MAPOBJECTS® LT 2.0, que permite la consulta, navegación y visualización de la información de todos los yacimientos del área de trabajo. La información está almacenada como un registro, en una base de datos ACCESS® de yacimientos, donde se encuentran las características fundamentales de los mismos.

Este navegador tiene dos capas base que permiten la localización en la zona de estudio: la topografía y curvas de nivel a escala 1:25.000 y una Imagen Satélite Ikonos-2 del 25 de junio de 2002. Con el fin de dotar a la imagen de una proyección cartográfica y poder integrarla en la base de datos se ha realizado la ortorectificación de la imagen pancromática a partir de puntos de control. El error cuadrático medio (RMS) ha sido inferior a 4 metros. Posteriormente, se ha corregido la imagen multispectral a partir de la pancromática. Corregidas ambas imágenes, y con el fin de obtener una imagen en color con la máxima resolución espacial, se ha realizado la fusión de las bandas multispectrales con la banda pancromática mediante el método de IHS. El resultado es una imagen en color natural (321 en RVA) con una resolución de 1 metro.

La gestión de esta información se realiza mediante una aplicación propia, con fichas-base específicas, desarrollada en el IGME por el equipo del proyecto (Hernández *et al.*, 2004).

SIG LOCAL

El sistema que hemos desarrollado permite una proyección de acceso a la información de forma secuencial desde la escala regional a la escala local. El acceso a la información comienza por la navegación mediante la herramienta SIG diseñada que nos permite acceder al yacimiento de trabajo y a los datos almacenados en otra base de datos ACCESS®, con información, en este caso, referida a las características de cada ejemplar o espécimen fósil.

La información temática también se encuentra almacenada a dos niveles, que suponen dos diseños de bases de datos. La primera a escala regional, con información referente a los yacimientos, información temática como lista faunística, cronología, superficie, litología, número de ejemplares encontrados, etc., e información espacial, almacenando las coordenadas UTM. Estas últimas son utilizadas para posicionar el yacimiento de que se trate y nos permite ubicarlos en el espacio mediante la creación de una SHAPE (ARC-VIEW®) de manera dinámica. Esta base de datos es única y nos permite acceder a la información de cada uno de los yacimientos de manera individual. La información referida a cada yacimiento está almacenada de manera separada para cada uno de ellos. A escala local, para cada yacimiento, la información almacenada en el sistema parte del análisis y posterior implementación de un modelo de datos relacional en una base de datos estándar. Para efectuar dicho análisis se partió de la ficha de campo, añadiendo aquellos campos y tablas que se creyeron necesarios.

Las entidades a tratar son los fósiles, con distintos tipos de información, como:

- información cartográfica: coordenadas X, Y y Z, ángulos (dirección e inclinación).
- información general: sondeo, nivel, sigla, cuadrícula y fecha del hallazgo.
- información tafonómica: señales de abrasión, meteorización, raíces, disolución, insectos, marcas de mamíferos (roedores, carnívoros y homínidos), tipo de rotura, etc.

- información taxonómica: Filo, Clase, Orden, Familia, género y especie.
- información anatómica: elemento anatómico, tipo de elemento, integridad del hueso, porción y lado.
- información geométrica: dimensiones del elemento (longitud, anchura, espesor).

La presencia de información geométrica referida a cada uno de los ejemplares en la base de datos local nos permite crear un SIG donde se representa el yacimiento, sus cuadrículas y los fósiles recuperados, teniendo en cuenta para esta representación la posición X, Y y Z, la dirección respecto al norte magnético y la inclinación, así como la longitud del hueso (las dimensiones de los fósiles en la base de datos son reales, mientras que para su representación gráfica se han estandarizado a 1:1:1). A partir de esta representación podemos seleccionar un único fósil y visualizar la información almacenada en la base de datos, tanto la ficha individual con sus datos completos como la visualización de la imagen de éste elemento concreto. Esta aplicación está, asimismo, desarrollada por el equipo del proyecto con tecnología propia.

OTROS DOCUMENTOS

Además, de la información temática, georeferenciada para cada ejemplar o espécimen y para cada yacimiento, hay que añadir otro tipo de información. Esto es, la información documental de interés, como artículos relacionados, fotografías de los ejemplares, columnas litoestratigráficas, fotografías de los distintos yacimientos, etc. Esta información tiene difícil cabida en una base de datos relacional, por eso se gestiona de manera independiente pero asociada a cada registro a escala de yacimiento o a nivel de ejemplar, según el caso, estableciendo un serie de visores estándares para poder acceder a los distintos formatos en los cuales se va a almacenar dicha información complementaria. De este modo, a través de cada registro podemos acceder a las fotografías, artículos, etc. asociados a él. La aplicación nos permite gestionar dicha información, pudiendo añadir documentos a cada ejemplar o yacimiento.

FUNCIONALIDADES

Las funcionalidades que ofrece el sistema surgen de las necesidades de archivo sistemático de toda la información capturada en campo y el posterior análisis de dicha información en gabinete (Banning, 2000).

A escala macro-espacial nos permite tener una visión general del registro de la cuenca a la vez que visualizamos la distribución, dentro de esta cuenca, de los diferentes sitios paleontológicos y arqueológicos. De esta forma se pueden llevar análisis de tipo espacial y correlaciones entre los distintos sitios.

A escala micro-espacial son básicamente altas, bajas, modificaciones de los registros, consultas y análisis de la información almacenada en el sistema. La consulta permite preguntar a la base por todas las combinaciones de campos con operadores booleanos. Además, nos permite hacer consultas no sólo por el contenido exacto del registro, sino por rangos, por similitud con los valores almacenados mediante los operadores *like*, menor, mayor y distinto. Asimismo, permite la representación proyectada de los ejemplares fósiles en planta 2D, pudiendo visualizarse la totalidad de la base de datos o bien sólo de los ejemplares que cumplan con las condiciones de la consulta efectuada.

Por otra parte, se pueden visualizar los ejemplares en un módulo 3D, donde aparecen representados como segmentos de rectas. En todas las representaciones, tanto 2D como 3D, existe la posibilidad de seleccionar un ejemplar y ver toda la información asociada a él, tanto la ficha específica como los documentos asociados (fotografías, etc.).

La aplicación permite generar e imprimir listados e informes de todos los elementos seleccionados mediante consultas.

Finalmente, esta aplicación informática suministra una serie de estadísticas que nos dan información resumida a escala de yacimiento, como son: número de distintos elementos anatómicos encontrados, número de fósiles encontrados, número de ejemplares agrupados por tipos de rotura, número de huesos agrupados por edades, y número de señales y marcas de mamíferos encontrados, entre otros muchos (Fig. 2).

EN PROYECTO

Entre la carencias de las que adolece la aplicación, pero que están en proceso de desarrollo por su interés, podemos mencionar la necesidad de insertar las columnas litoestratigráficas georeferenciadas, de forma que podamos realizar correlaciones a grandes distancias; imágenes de cada ítem georeferenciadas a partir de un escáner láser en campo, un módulo más desarrollado de estadística, sobre todo para cálculos tafonómicos, que facilite los datos automáticamente; y cómo no, su difusión a través de la web.

CONCLUSIONES

La aplicación informática desarrollada en el marco del *Proyecto Fonelas* permite el almacenamiento y la gestión posterior de toda la información temática, espacial y documental que se genera en un proyecto paleontológico sobre grandes mamíferos, no solo a escala de yacimiento, sino en una escala de trabajo con mayor extensión geográfica.

El sistema permite a un usuario conocer no sólo la información existente de manera rápida y efectiva, sino que además permite analizar esta información mediante estadísticas e informes, de manera que puede ayudar de manera efectiva al estudio y análisis posterior de dicha información.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio es financiado por los proyectos de investigación IGME 2001-016, IGME 2005-009, y por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía (proyecto: "*Estudio estratigráfico, taxonómico, tafonómico y paleoecológico del yacimiento de macromamíferos de Fonelas (Granada) en el marco faunístico y ambiental del Plio-Pleistoceno europeo*"). Agradecemos al resto del equipo del *Proyecto Fonelas* su esfuerzo y entusiasmo durante las arduas campañas de excavación paleontológica sistemática.



Figura 2. Galería de imágenes de la aplicación informática.

REFERENCIAS

- Adroher, A.M. y López, A. 2001 (Ed.). *Excavaciones arqueológicas en el Albaicín, I. El callejón del Gallo*. Fundación Albaicín, Granada, 235 pp.
- Alcalá, L. y Sánchez, J. 1997. La colección de paleontología de vertebrados del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). *Graellsia*, 53, 37-39.
- Arroyo, D y Lantada, M.T. 1991. La informatización de grandes excavaciones y proyectos arqueológicos. *Complutum*, 1, 175-188.
- Arroyo, D. y Lantada, M.T. 1992. The Archeodata system: a method for structuring an European archaeological information system. En: C.U. Larsen (Ed.), *Sites and Monuments. National Archaeological Records*. National Museum of Denmark, Copenhagen, 133-153.
- Banning, E.B. 2000. *The Archaeologist's Laboratory. The analysis of Archaeological data*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 332 pp.
- Becerra, J.M., Alcalá, L., Valdecasas, A.G. y Bello, E. 1991. PALEO, un sistema de gestión de Colecciones Paleontológicas. *Geogaceta*, 9, 137-140.
- Fernández, S. 2002. *Arqueos: sistema de información del patrimonio arqueológico de Andalucía*. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Granada, 219 pp.
- González, C.A. 1997. El Archivo Digital del Registro Arqueológico. *TAPA: Trabajos de Arqueología e Patrimonio*, 3, 1-2. CD-Rom.
- González, C.A. 2002. *Sistemas de información para arqueología: teoría, metodología y tecnologías*. *BAR Internacional Series*, 1015. Ed. Archaeopress, Oxford, 197 pp.
- Hernández, R., Martín, A., Gumiel, J.C., Garrido, G. y Arribas, A. 2002. Aplicación informática para la gestión integral del registro paleontológico en el proyecto Fonelas (Paleontología Plio-Pleistoceno, IGME-2001016, 2002-2007). En: J. Civis y J.A. González (eds.), *Libro de Resúmenes de las XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología- II Congreso Ibérico de Paleontología*, Salamanca, 157-158.
- Hernández, R., Gumiel, J. C., Garrido, G. y Arribas, A. 2004. Un Sistema de Información Geográfica para el estudio de los yacimientos paleontológicos en cuencas continentales: Proyecto Fonelas. En: A. Calonge, R. Gozalo, M.D. López Carrillo y M.V. Pardo Alonso (eds.), *Libro de Resúmenes de las XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Alcalá de Henares, 91-92.
- Martín de la Cruz, J.C. y Lucena, A.M. (coords.). 2004. *Actas del I Encuentro Internacional "Informática Aplicada a la Investigación y la Gestión Arqueológicas"*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 436 pp.
- Molina, F., Esquivel, J.A. y Contreras, F. 1991. Sistema integrado de catalogación y análisis de la información arqueológica. *Complutum*, 1, 243-246.
- Molina, F., Rodríguez, I., Contreras, F., Esquivel y Peña, J.A. 1996. Un sistema de información arqueológica para Andalucía. En: *Catalogación del Patrimonio Histórico*. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, Sevilla, 75-85.
- Lock, G. 1987. *Computer Archaeology*. Shire Publications, Aylesbury, 64 pp.
- Richards, J.D. 1985. *Data Processing in Archaeology*. Cambridge University Press, 232 pp.