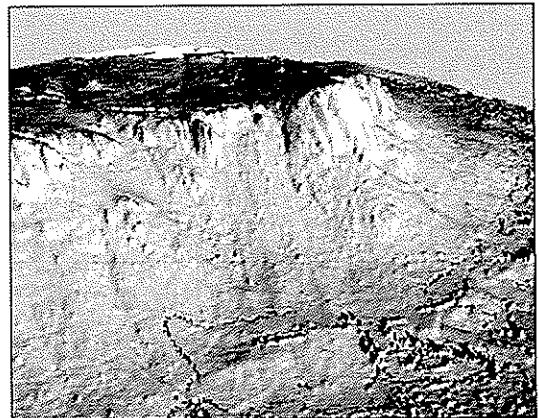


# CAPÍTULO 1

## **BASE DE DATOS PALEOTAGUS: INCORPORACIÓN DE LA INFORMACIÓN PALEOHIDROLÓGICA EN UN SIG PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE INUNDACIONES**

*G. Benito, M. Fernández de Villalta Compagni, A. Díez Herrero y L. Laín Huerta*





# BASE DE DATOS PALEOTAGUS: INCORPORACIÓN DE LA INFORMACIÓN PALEOHIDROLÓGICA EN UN SIG PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE INUNDACIONES

Por G. BENITO (\*), M. FERNÁNDEZ DE VILLALTA COMPAGNI (\*),  
A. DÍEZ HERRERO (\*\*) y L. LAÍN HUERTA (\*\*\*)

## 1. INTRODUCCIÓN

La paleohidrología de inundaciones aborda el estudio de eventos extraordinarios de avenidas producidas con anterioridad a los registros ordinarios de aforos. En este tipo de análisis se combina, por un lado, la información documental de avenidas históricas (últimos 1500 años) y, por otro, las evidencias de los niveles de avenidas obtenidos del registro sedimentológico. Los avances recientes en la modelización del flujo en canales abiertos y las técnicas geocronológicas de datación permiten realizar evaluaciones relativamente exactas de los caudales punta producidos en periodos de tiempo de hasta 10.000 años. El estudio de la distribución espacial y temporal de las avenidas, así como el análisis paleohidrológico de su magnitud y frecuencia, basados en registros estratigráficos e históricos, constituye una herramienta muy eficaz tanto para el análisis de riesgos y planificación a largo plazo (Baker, 1989, Ely and Enzel, 1992, Benito et al., 1996) como para definir los periodos con elevada frecuencia de condiciones climáticas favorables para la generación de inundaciones (Hirschboeck, 1988; Ely et al., 1993). Estos registros de eventos extremos pueden aplicarse con éxito al análisis de riesgos y, por tanto, al diseño de estructuras hidráulicas y de obras de ingeniería civil, en combinación con la metodología empírica, estadística y determinística de la hidrología convencional. Estos acontecimientos hidrológicos extremos son

los más interesantes para ingenieros y planificadores, pero sin embargo son los más difíciles de obtener en el registro instrumental reciente. Las fuentes de información que nos permiten reconstruir la magnitud y frecuencia de inundaciones ocurridas con anterioridad a los registros sistemáticos de aforo es diversa, existiendo dos tipos básicos de datos: a) históricos y b) geológicos.

Desde principios del siglo XX, las bases de datos hidrológicos procedentes del registro de aforos han sido sistematizadas en la mayor parte de los países por sus respectivos servicios hidrológicos. Sin duda, los avances informáticos han contribuido al desarrollo de bases de datos hidrológicos que gestionan gran cantidad de información de una manera sencilla, inmediata y fiable, dentro de un sistema que puede incluir herramientas para el cálculo y la modelización hidrológica (Quintas, 1997). Por el contrario, las bases de datos paleohidrológicos constituyen un hecho novedoso aunque con un desarrollo hasta el momento limitado por la propia escasez de la información paleohidrológica. Esta información se encuentra restringida a determinadas regiones (SO de EEUU, S de África, Israel, Centro y NO de Australia, O de India, Centro de España) y presenta como principal inconveniente la gran diversidad de los métodos usados en la reconstrucción hidrológica y las incertidumbres cronológicas que dificultan su análisis y comparación. Por tanto, se plantea la necesidad de definir el tipo de datos a utilizar en el análisis paleohidrológico, el rango temporal, y su escala espacial, de tal forma que podamos ofrecer un desarrollo y utilidad comparable a las bases de datos hidrológicos contemporáneos.

(\*) Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 bis, 28006 Madrid.

(\*\*) Universidad Europea, Villaviciosa de Odón, 28670 Madrid.

(\*\*\*) Instituto Tecnológico Geominero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.

## 2. IMPLEMENTACIÓN DE BASES DE DATOS DE PALEOCRECIDAS: LA BASE DE DATOS PALEOTAGUS

Una de las primeras propuestas de creación de una base de datos que recopilará la información paleohidrológica a nivel regional corresponde a Gregory y Lewin (1987) para las cuencas de los ríos Severn y Wye (UK). Ante el ingente volumen de datos sobre paleoinundaciones generados en estudios previos y recogidos en la obra completa (Gregory y Lewin, 1987), deciden estructurarlos en varias figuras y tablas. El principal objetivo era proporcionar las bases para la gestión presente de los ríos, e identificar las tendencias de la esorrentía y las variaciones climáticas. Igualmente, existen ejemplos relevantes de la recopilación de datos de avenidas pasadas, principalmente históricas, que en el caso de la República Popular China forman parte de la red nacional de marcas históricas del nivel de paleocrecidas (Chen Chia-Chi et al., 1975; Hua Shi-Qian, 1985). En otros países europeos, como es el caso de España, se ha realizado un inventario de las principales inundaciones históricas (Comisión Nacional de Protección Civil, 1985) para determinar los principales puntos conflictivos con vistas al análisis de riesgos.

En todos estos casos, la asignatura pendiente es la sistematización de la información paleohidrológica mediante bases de datos informatizadas, que comprenda la organización eficiente de datos y su conexión tanto con datos gráficos con referencia geográfica (mapas temáticos) como con modelos hidrológicos para el análisis regional de diferentes escenarios hidroclimáticos del pasado.

La base de datos **PaleoTagus** nace con la intención de recopilar, analizar e interpretar los datos paleohidrológicos generados en un ámbito geográfico regional (cuenca hidrográfica del río Tajo, España Central) por los proyectos de investigación CLI95-1748 del Plan Nacional del Clima y HID96-0383 del Plan Nacional de Recursos Hídricos. Esta base de datos relacional está apoyada por un sistema gestor de bases de datos estandarizado y compatible, que permite no sólo el almacenamiento de la información, sino su estudio

cuantitativo y cualitativo mediante aplicaciones gráficas y herramientas de análisis numérico (Díez et al., 1998). De este modo, y dada la componente espacial intrínseca que poseen los datos paleohidrológicos se justifica el uso de sistemas de información geográfica.

## 3. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA

Los objetivos generales de la base de datos regional **PaleoTagus** son diversos e implican tanto a su aplicación regional inmediata como a su futura integración con las bases de datos globales:

- Recopilar y almacenar de forma eficaz cuanta información paleohidrológica dispersa se encuentre en la bibliografía o se genere en estudios ulteriores.
- Analizar los datos paleohidrológicos, utilizando su variabilidad espacial y temporal y los valores cuantitativos de determinados parámetros (caudal, niveles, etc.).
- Interpretar los resultados del análisis con un doble enfoque, comprensión de la evolución hidroclimática regional y obtención de parámetros aplicados al estudio de inundaciones.
- Facilitar la intergración de esta información e interpretaciones paleoclimáticas en las bases de datos más difundidas a nivel global.

Para tales propósitos, la estructura de la base **PaleoTagus** debe basarse en un almacenamiento mediante tablas de información conectadas entre sí. Dado que existen dos conjuntos de datos paleohidrológicos diferentes (inundaciones históricas y de caudal basados en datos de paleocalado usando depósitos de avenida) se han confeccionado dos bases independientes pero interrelacionadas (HISTÓRICA y GEOLÓGICA).

En el caso de las inundaciones históricas (HISTÓRICA), la tabla de datos primarios contienen información sobre el año, mes y día(s) de la inundación, corriente, tramo, caudal, causas y daños (figura 1). Los daños constituyen un indicativo de la severidad de la inundación

para aquellos eventos que no se dispone de datos de profundidad de lámina de agua. Se han diferenciado cuatro grupos de daños: a) pérdida de vidas humanas; b) en infraestructuras; c) en redes de riego y drenaje; d) en cauces, llanuras y cambios geomorfológicos. Para cada uno de estos daños se han considerado tres categorías: Ningún daño, daños menores y daños importantes. A partir de estos campos se generan por combinación otros campos que serán utilizados como codificadores en la base de datos tales como evento (año, mes, día, corriente y localidad) y la fecha (año, mes, día) (figura 1). Pensando en facilitar el posterior análisis espacio-temporal de las inundaciones se han considerado como eventos diferentes aquéllos que afectan para una misma fecha a

localidades y corrientes diferentes. Igualmente, a partir de los datos primarios se generan una serie de tablas de referencia: localidades, corrientes, causas y daños (tabla 1). Los códigos correspondientes a las localidades y corrientes aparecen asociados a arcos y polígonos georreferenciados en las coberturas gráficas.

En el caso de las inundaciones obtenidas a partir de indicadores de paleocalado (GEO-LÓGICA), la estructura jerárquica de los datos, similar a la de GLOCOPH (Branson, 1995; Branson et al., 1995), permite agrupar los conjuntos de datos en subcuencas hidrográficas y subdividirlos progresivamente en localizaciones, lugares y registros puntuales.

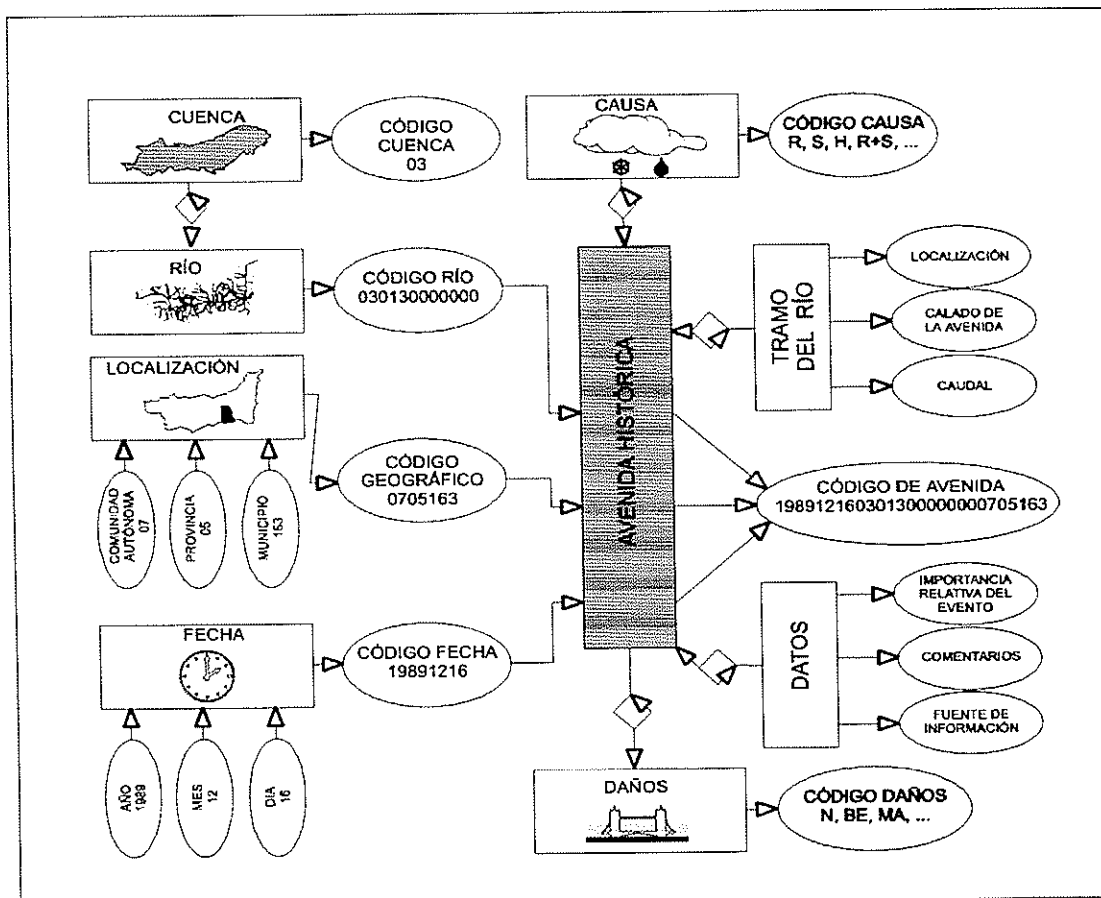


Figura 1

Diagrama representativo del modelo conceptual de la base de datos de crecidas históricas que componen PaleoTagus (Diez et al., 1998). Las figuras rectangulares, elipsoidales y rombos representan las entidades, atributos y relaciones entre las asociaciones, respectivamente.

**Tabla 1**

Ejemplo de una ficha extraída de la base de datos histórica integrada en la base de datos PaleoTagus. Se representan la tabla de datos, la tabla de referencia (para transferir los códigos) y la tabla de combinación de códigos.

<b>* TABLA DE DATOS</b>		
<b>CAMPO</b>	<b>CONTENIDOS</b>	
AÑO	1876	
MES	12	
DÍA	06	
CÓDIGO RÍO	030100000000	
CÓDIGO GEOGRÁFICO	1010008	
TRAMO DEL CURSO	PUENTE ROMANO	
CALADO DE AVENIDA	33.37	
CAUDAL	15,800	
IMPORTANCIA RELATIVA DE LA AVENIDA	El río Tajo alcanzó un calado de 33,37 m por encima de su nivel de base. Este calado de la avenida fue de un metro superior al registrado en 1856, y sólomente 5 metros por debajo de las cistas del puente romano de Alcántara. El MOPU ha estimado un caudal de 15.800 m <sup>3</sup> /s. Las estimaciones realizadas por G. Benito señalan un caudal punta de aproximadamente 18.000 m <sup>3</sup> /s.	
CAUSAS	R	
DAÑOS A	I2	
DAÑOS B1	NH	
DAÑOS B2		
DAÑOS B3	UH	
DAÑOS C1		
DAÑOS C2	AH	
DAÑOS C3	IH	
DAÑOS D	BE	
COMENTARIOS	El 7 de Diciembre de 1876, el hidrograma en la estación de aforos de Villa Velha de Rodão (Portugal) registró un caudal punta de 15.000 m <sup>3</sup> /s.	
FUENTE DE LA INFORMACIÓN	MOPU; Benito et al., 1996	
<b>* TABLAS DE REFERENCIA</b>		
<b>* TABLA R1 (INE).</b>		
<b>CAMPO</b>	<b>CONTENIDO</b>	
CÓDIGO GEOGRÁFICO	1010008	
NOMBRE GEOGRÁFICO	Alcántara	
<b>* TABLA R2 (CDR).</b>		
<b>CAMPO</b>	<b>CONTENIDO</b>	
CÓDIGO RÍO	030100000000	
NOMBRE DE RÍO	Río Tajo	
<b>* TABLA R3.</b>		
<b>CAMPO</b>	<b>CONTENIDO</b>	
CÓDIGO CAUSA	R	
DESCRIPCIÓN CAUSA	Avenida por lluvia	
<b>* TABLA COMBINACIÓN</b>		
<b>CAMPO</b>	<b>CONTENIDO</b>	
AVENIDA	187612060301000000001010008	
FECHA	18761206	
<b>* TABLA R4.</b>		
<b>NÚMERO DE REGISTRO</b>	<b>CONTENIDOS DEL CAMPO</b>	
	<b>CÓDIGO DAÑOS</b>	
	<b>TIPO DE DAÑOS</b>	
1	I2	Heridos/1-2 muertos
2	NH	Dstrucción de puente/carretera/ferrocarril
3	UH	Daños en edificios
4	AH	Daños importantes en campos agrícolas y zonas ganaderas
5	IH	Daños importantes en industrias
6	BE	Erosión de bancos/incisión de canales

#### 4. INTEGRACIÓN DE LOS DATOS Y ANÁLISIS EN UN SIG

Una importante peculiaridad de **PaleoTagus** es la conexión de la base de datos con un Sistema de Información Geográfica (figura 2). Éste se encuentra instalado sobre un soporte lógico ARC/INFO v 7.03 for Workstation (ESRI), de amplia difusión a nivel mundial. Los datos de paleocrecidas se procesan utilizando software de fácil manejo como ARCVIEW v. 3.0a. Para ello, se ha desarrollado una aplicación que facilita la búsqueda de datos y su representación gráfica utilizando el lenguaje Avenue, orientado a objetos, y bajo plataforma Arcview (Fernández de Villalta et al., 1998).

Los datos de paleocrecidas se desagregan al

máximo de tal forma que cada localidad afectada por una misma inundación presenta una ficha diferente dentro de la base de datos, generada originalmente en el sistema DBase. Las búsquedas se pueden realizar utilizando un campo o la combinación de varios campos definidos dentro de la base de datos. Los resultados de una búsqueda incluyen (figura 3): (1) una ficha para cada evento de inundación; (2) un mapa con la localización de los puntos o zonas inundadas, así como el número de avenidas que se han producido en esas zonas; (3) gráficas donde se analiza la magnitud y frecuencia de estas avenidas; y (4) información y datos adicionales disponibles, tales como fotos, mapas topográficos, secciones inundadas, niveles de inundación para cada evento, caudales reconstruidos en cada avenida, y aná-

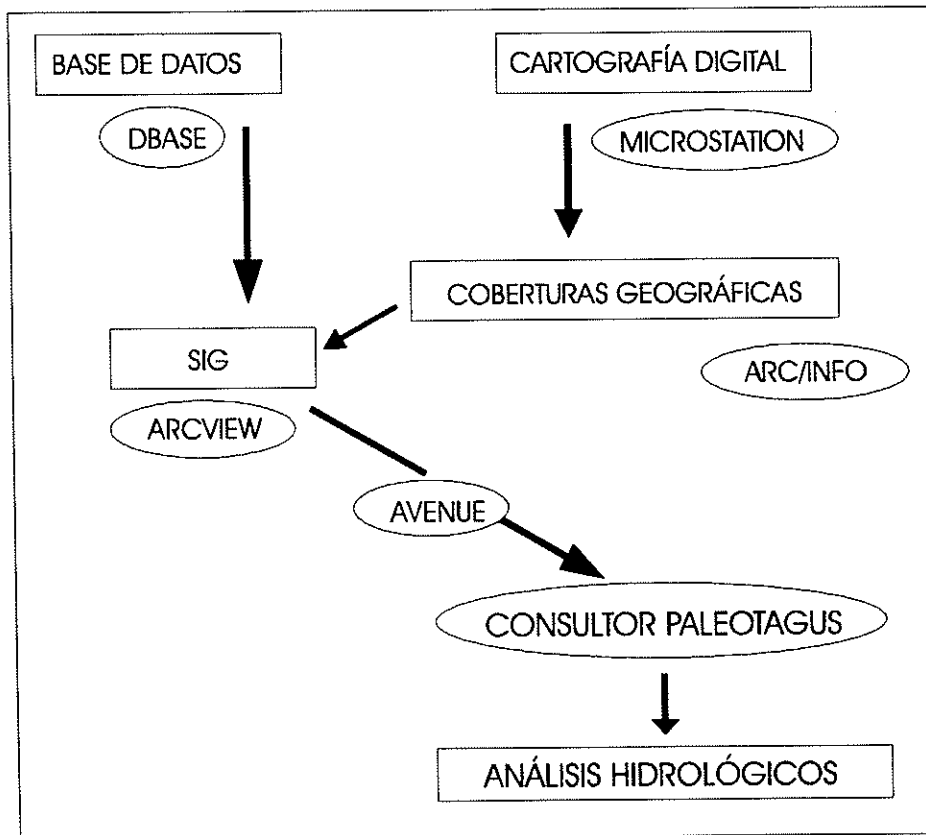


Figura 2

Elementos básicos que componen la base de datos **PaleoTagus** y plataformas utilizadas para su implementación.

lisis de frecuencias de avenidas utilizando la información de las estaciones de aforos y de paleocrecidas.

Las coberturas vectoriales que se incorporan al SIG son:

- Límite de la cuenca hidrográfica del Tajo.
- Límites administrativos autonómicos, provinciales y municipales (polígonos etiquetados con su correspondiente numeración del Instituto Nacional de Estadística -INE-).
- Isohipsas procedentes de cartografía provincial a escala 1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional (arcos codificados con sus correspondientes valores altimétricos en m s.n.m.).
- Red de drenaje principal de la cuenca del Tajo (arcos codificados con su correspondiente numeración del Código Decimal de Ríos -CDR-).

- Red de estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología -INM- (puntos codificados con su correspondiente número indicativo).
- Red de estaciones de aforos de la Confederación Hidrográfica del Tajo -CHT- (puntos codificados con su correspondiente número indicativo).
- Mapas de detalle para la situación de lugares dentro de localizaciones, incluyendo isohipsas y ubicación de depósitos (polígonos) o marcas (arcos y/o puntos).

La información matricial que se incorpora al SIG es:

- Modelo digital del terreno de la cuenca del Tajo con tamaño de celdilla cuadrada (*pixel*) de 80 x 80 m (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX).

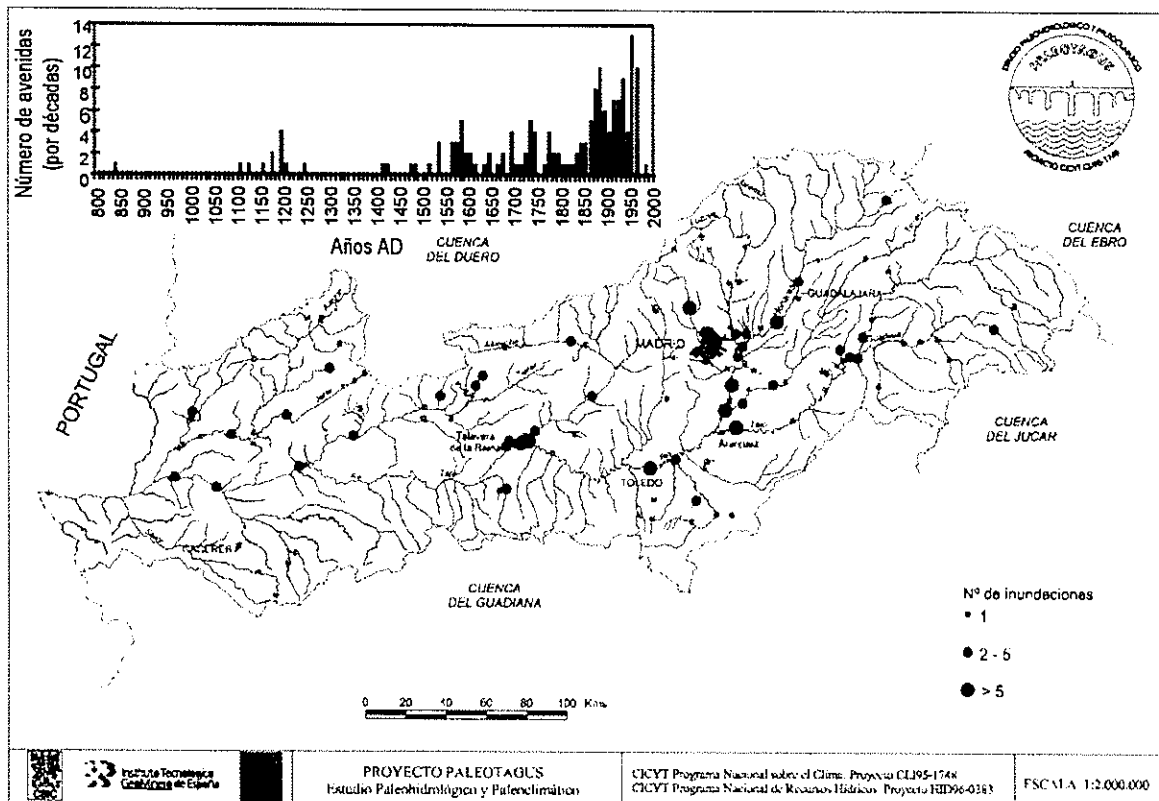


Figura 3

Distribución y frecuencia de las avenidas históricas en la Cuenca del Tajo, obtenida de la base de datos Paleotagus. (<http://www.ccma.csic.es/dpts/cons/hidro/hidroes.htm>).



- Imágenes capturadas por barrido (escaneado) a partir de fotografías, esquemas y/o dibujos de localizaciones, lugares o registros puntuales de interés.

La información alfanumérica de las tablas de datos se importan al sistema Info desde la base de datos creada en el sistema DBase. Adicionalmente es necesario integrar nuevas tablas de referencia correspondientes a los equivalentes alfanuméricos de la codificación de las coberturas vectoriales (códigos INE y CDR del CEDEX), y tablas con información suplementaria (parámetros estadísticos de las estaciones del INM y CHT). Otro material gráfico a integrar en el SIG son los gráficos, funciones y representaciones obtenidos del análisis de los conjuntos individuales de datos y contenidos en las publicaciones.

Una vez introducida la información en el SIG, las primeras utilidades del mismo se centran en la visualización y búsquedas selectivas de la información. Así, es posible obtener diferentes cartografías de síntesis, mapas de detalle y composiciones de la cartografía con otros esquemas y gráficos del estudio. Realizando operaciones de búsqueda selectiva se pueden obtener distribuciones areales de indicadores según sus características, en diferentes intervalos temporales, o por su situación geográfica. Ambos análisis permiten extraer conclusiones acerca de la distribución espacio-temporal de los eventos de inundación y el establecimiento de grupos de corrientes o subcuencas de comportamiento homogéneo, y calcular los parámetros estadísticos clásicos para cada uno de ellos según diferentes variables de la base de datos.

##### **5. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS HIDROLÓGICO A IMPLEMENTAR DENTRO DEL SIG**

A un nivel más avanzado, el SIG permite obtener cartografías y datos derivados mediante relaciones topológicas, aplicación de filtros y operaciones algebraicas con las coberturas de información. Cabe destacar, por su aplicación al estudio de los parámetros de las inundacio-

nes, las siguientes técnicas, que se encuentran actualmente en fase de implementación:

- Delimitación de cuencas y subcuencas hidrográficas, así como direcciones preferentes de drenaje o de concentración de la escorrentía superficial, a partir del modelo digital del terreno.
- Estimación automática de diferentes parámetros morfométricos de la cuenca (área, circularidad, elongación, etc.) o de las corrientes fluviales (longitud, pendiente, etc.); y obtención de tiempos característicos (desfase de la punta, concentración, ...) utilizando fórmulas clásicas (Témez, *U.S. Corps of Engineers*, etc.), y parámetros necesarios en los estudios de propagación de la onda de crecida (Muskingum o Puls).
- Obtención de perfiles longitudinales y transversales según diferentes direcciones o siguiendo la trayectoria de una corriente fluvial determinada, susceptibles de ser utilizados en la reconstrucción de la lámina de agua durante la inundación.
- Visualización gráfica de las relaciones de interconexión entre corrientes fluviales y los análisis derivados respecto a la transmisión de la onda de crecida, aplicables a la propagación y combinación de hidrogramas de avenida.
- Interpolación de parámetros hidrológicos puntuales a ámbitos areales, como cálculo de la distribución areal de datos meteorológicos de las estaciones (precipitación en 24 horas y precipitación antecedente) y sus estadísticos (medias, coeficientes de variación, etc.).
- Obtención del número de curva o el umbral de escorrentía (mm) de una zona (cuenca completa o subcuenca) mediante la superposición del mapa de pendientes (obtenido a partir del modelo digital del terreno), el mapa de cultivos y aprovechamientos y el mapa de suelos, todos ellos reclasificados según la propuesta del Soil Conservation Service (SCS, 1972). Cruzando estos mapas (ver Ferrer *et al.*, 1995, y Díez y Pedraza,

1997) y aplicando las tablas del SCS, obtenemos una nueva cartografía matricial con la distribución espacial del número de curva, básico en los cálculos hidrometeorológicos de avenidas. Este valor referido a la situación actual, puede modificarse hacia hipotéticas situaciones pasadas (p.e. umbral de escorrentía de hace 10.000 años) con la aplicación del mapa de vegetación potencial en lugar del mapa de cultivos y aprovechamientos.

- Integración de modelos hidráulicos en el SIG, permitiendo aportar directamente a la base de datos parámetros tan importantes como el caudal circulante y la velocidad, a partir el modelo digital del terreno. Dos excelentes experiencias previas en este sentido las constituyen la integración de Arc/Info con el modelo HEC-2, y de Grass con modelos de flujo bidimensional en la llanura de inundación.
- Integración de los datos de caudal de las avenidas históricas y paleoavenidas en los análisis de frecuencia de inundaciones, utilizando los métodos de Máxima Verosimilitud (Stedinger y Cohn, 1986).

## 6. CONEXIÓN CON BASES DE DATOS GLOBALES

La integración de la información contenida en **PaleoTagus** dentro de las bases de datos globales requiere un similar grado de desagregación de la información y la compatibilidad del sistema gestor de bases de datos (SGBD) entre ambas.

La estructura y nomenclatura de campos de GLOCOPH consiguen a través de sus múltiples tablas un alto grado de desagregación, óptimo tanto para recopilar y organizar la información como para posibilitar infinidad de búsquedas selectivas. Por ello, la estructura de la base de datos de inundaciones en el registro geológico de **PaleoTagus** retoma aquellas tablas de GLOCOPH cuyas técnicas y metodologías (depósitos de avenida) o resultados (hidroclimáticos, caudales y niveles) son comunes entre ambas.

En definitiva, el diseño y desarrollo de bases de datos paleohidrológicos a nivel regional permite la organización y análisis de la información previamente a su integración en las bases globales, facilitando así la estandarización y validación de los resultados. Además, su acoplamiento con herramientas, como los Sistemas de Información Geográfica, aumenta notablemente las posibilidades de análisis espacio-temporal, implementación de modelos hidrológicos y salidas gráficas, que facilitan su interpretación paleohidrológica.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Baker, V.R. 1989 Magnitude and Frequency of Palaeofloods. In: Beven, K. and Carling, P., Floods, Hydrological, Sedimentological and Geomorphological Implications John Wiley & Sons Ltd, Chichester, p. 171-183.
- Benito, G., Machado, M.J. and Pérez-González, A. (1996): Climate change and flood sensitivity in Spain. En: Branson, J., Brown, A.G. & Gregory, K.J. (eds.). *Global Continental Changes: the context of Palaeohydrology*. Geological Society Special Publication No. 115, 85-98.
- Benito, G.; Machado, M<sup>a</sup>.J.; Pérez-González, A. y Sopeña, A. (1998): Palaeoflood hydrology of the Tagus river, Central Spain. En: G. Benito; V.R. Baker y K.G. Gregory. *Palaeohydrology and Environmental Change*, John Wiley, Chichester, 317-333.
- Branson, J. (1995). *The GLOCOPH database. Data structure information*. Geodata Institute, University of Southampton, UK, 30 pp.
- Branson, J., Clark, M.J., and Gregory, K.J. (1995) A database for Global Continental Palaeohydrology: Technology or Scientific Creativity?. In: Gregory, K.J., Starkel, L., and Baker, V.R.(Eds.). *Global Continental Palaeohydrology*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester. p. 303-321.
- Comisión Técnica de Inundaciones (1985). *Estudio de inundaciones históricas: Mapa de riesgos potenciales*. Comisión Nacional de Protección Civil.
- Chen Jia-Qi,, Ye Yong-Yi,, and Tan Wei-Yan, (1974):The important role of historical flood

- data in the estimation of spillway design floods. *Scientia Sinica* 18 (5):669-680,
- Díez, A. and Pedraza, J. (1997): Cálculo hidrometeorológico de caudales de avenida para la subcuenca de El Burguillo (río Alberche, Cuenca del Tajo). *Geogaceta* 21:93-96.
- Díez-Herrero, A., Benito, G. y Laín-Huerta, L. (1988): Regional palaeoflood databases applied to flood hazards and palaeoclimate analysis. En: G. Benito; V.R. Baker y K.G. Gregory. *Palaeohydrology and Environmental Change*, John Wiley, Chichester, 335-347.
- Ely, L.L., Enzel, Y. (1992) Paleoflood records and risk assessment: Examples from the Colorado River Basin. In Ganoulis, J. (ed) *Water Resources Engineering and Risk Assessment*. NATO Advanced Study Institute. Springer-Verlag, Berlin, 29: 105-112
- Ely, L.L., Enzel, Y., Baker, V.R., and Cayan, D.R. (1993): A 5000-year record of extreme floods and climate change in the southwestern United States. *Science* 262:410-412.
- Fernández de Villalta, M., Díez-Herrero, A., Benito, G. y Laín Huerta, L. (1998): Implementation of a regional palaeoflood database: The Palaeotagus Database. *IGU, Study Group on Environmental Change and Extreme Hydrological Events*. First Meeting, August 28 and 29, 1998. Lisbon.
- Ferrer, M.; Rodríguez, J.; y Estrela, T. (1995). Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la obtención del umbral de escorrentía. *Ingeniería del Agua*, 2(4), 43-58.
- Gregory, K.J., Lewin, J. (1987) Conclusions: palaeohydrological synthesis and application. In Gregory, K.J. et. al. (Eds). *Palaeohydrology in Practice*, Chichester: 341-360.
- Hirschboeck, K.K. (1988): Flood hydroclimatology. In: Baker, V.R., Patton, P.C., and Kochel, R.C. (Eds.). *Flood Geomorphology*. John Wiley & Sons, Ltd. New York. p. 27-49.
- Hirschboeck, K.K., Wood, M.L., Fenbiao, N., and Baker, V.R. (1996): The Global Paleoflood Database Project. Second International Meeting on Global Continental Palaeohydrology (GLOCOPH'96), Toledo, Spain.p. p.37
- Hua Shi-Qian, (1985): A general survey of flood frequency analysis in China. In: U.S.-China Bilateral Symposium on the Analysis of Extraordinary Flood Events, edited by Anonymous, Nanjing, China:
- Quintas, L. (1996): La base de datos hidrológicos "HIDRO" del CEDEX. *Ingeniería Civil* 104:117-126.
- Soil Conservation Service, (1972): *National Engineering Handbook*, Section 4. U.S. Department of Agriculture: Washington.
- Stedinger, J.R., Cohn, T.A. (1986) Flood frequency analysis with historical and paleoflood information. *Water Resources Research* 22: 785-793

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo y financiación de los Proyectos CICYT del Programa Nacional de I+D sobre el Clima CL195-1748 y Programa Nacional de Recursos Hídricos HID96-0383, así como de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI/ICI) - Becas Mutis. Agradecemos a Francisco Flores Montoya, de la Confederación Hidrográfica del Tajo y a Luis Quintas Ripoll, del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX por proporcionarnos diversas coberturas del SIG.

□

