

VIEJOS PAISAJES, NUEVAS TECNOLOGÍAS: UNA RECONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE HOLOCENO CON gvSIG Y SEXTANTE

A. Diez Castillo⁽¹⁾, N. La Roca Cervigón⁽²⁾, E.N. DiMaggio⁽³⁾, S. Pardo Gordó⁽¹⁾ y J. Bernabeu Auban⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departament de Prehistòria i Arqueologia, Facultat de Geografia e Historia, Universitat de València, Blasco Ibañez, 28, 46010 València, Agustin.Diez@uv.es salpar@postal.uv.es, jbauban@uv.es

⁽²⁾ Departament de Geografia, Historia e Historia del Arte, Facultat de Geografia e Historia, Universitat de València, Blasco Ibañez, 28, 46010 València, rocal@uv.es

⁽³⁾ School of Earth and Space Exploration, Arizona State University erin.dimaggio@asu.edu

RESUMEN

Con el objetivo de reconstruir el paisaje geomorfológico de finales del cuaternario y comienzos del Holoceno, se ha utilizado gvSIG y sextante para intentar establecer el paisaje a partir de los datos de campo arqueológicos y geomorfológicos recogidos durante una veintena de años en la cuenca media y alta del río Serpis.

La evolución cuaternaria es la historia de un vaciado (erosión + denudación) de los valles del curso alto y medio del Serpis, con algunas interrupciones (fases de sedimentación). Testigos de dicha evolución son las terrazas fluviales adscritas por nosotros a diversos periodos del Cuaternario. La combinación de métodos tradicionales y el trabajo con el uso de herramientas SIG se ha mostrado una poderosa herramienta para modelizar el paisaje antiguo.

Previo al trabajo de modelización existe un conocimiento geomorfológico y arqueológico territorial de la zona, producto de años de interpretación estereoscópica de foto aérea, trabajo de campo y análisis de laboratorio. La experiencia en la zona de investigación es imprescindible para el control y calibrado de los resultados parciales y de los diferentes MDTs obtenidos con gvSIG.

Para la reconstrucción del paisaje geomorfológico se buscan aquellas partes del terreno que cumplen tres requisitos: a) ser bastante llanas (ligera pendiente en el sentido del flujo), b) una determinada altura sobre el cauce – ésta varía en el seno de la cuenca del Serpis, siendo de unos + 20 m en el curso medio y mayor en el alto, y c) próxima al cauce. A partir del MDT se establece la red de drenaje (actual) de orden 2 (Strahler, 1952, 1957). Se elabora la capa de pendientes la de elevación sobre el cauce y un buffer de 125 m entorno a la red de drenaje de orden 2 a 6.

Palabras clave: Jornadas, SIG, software libre, Girona.

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto Mediterranean Landscape Dynamics (<http://www.asu.edu/clas/shesc/projects/medland/>) y en otros proyectos convergentes tratamos de reconstruir las dinámicas que afectaron a los paisajes durante el Holoceno Antiguo (ca. 10000BP-4000 BP). Para ello un paso esencial en zonas, como los valles d'Alcoi, de marcado carácter erosivo es tratar de reconstruir la componente física de ese paisaje. Sabemos que el paisaje es un elemento de cambio continuo (Kirch 2005) a pesar de que las escuelas paisajistas de pintura nos lo presenten como algo estático y, por ello, hay diferentes esfuerzos realizados para intentar modelar los cambios del paisaje, en el ámbito del software libre el más destacado es el desarrollo del módulo r.terradyn para GRASS (Thaxton et al. 2004), pero eso modelos necesitan un punto de partida "el paisaje original" en cuya reconstrucción se ha puesto menos énfasis. El problema principal a la hora de definir el paisaje original es su ubicación temporal, geólogos y geomorfólogos son capaces de reconocer las dinámicas que ha sufrido un paisaje (DiMaggio, E.N et al. 2007), pero es más difícil definir el paisaje en un punto concreto en el tiempo.

La larga investigación llevada a cabo en los valles d'Alcoi tanto en el campo arqueológico (Bernabeu et al. 2006), como en el geomorfológico (La Roca 1990), nos habilita para tratar de describir al menos la forma de esos paisajes antiguos en el momento en que las primeras comunidades agrícolas se asentaron en el mismo. Para ello contamos con dos datos esenciales las terrazas fluviales y la ubicación de los yacimientos arqueológicos. A partir de esos datos hemos tratado de proponer un 'paisaje original' que sirva de base a las modelizaciones posteriores, el intento es novedoso en lo metodológico por el esfuerzo de multidisciplinariedad realizado.

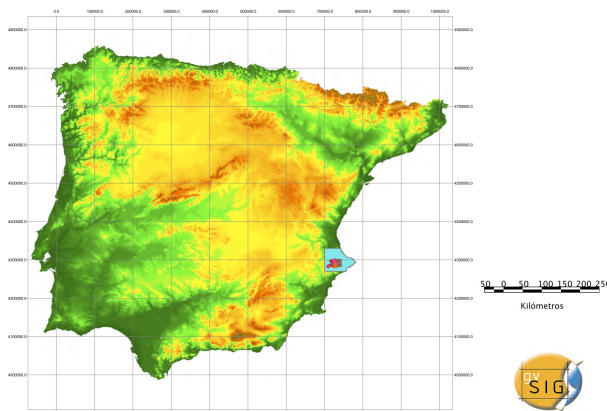


Figura 1 Ubicación del Valle de Alcoi en la Península Ibérica sobre la base del MDT del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. En azul el área general de estudio (cuenca del Serpis y vecinos) y en rojo los valles altos.

MARCO GEOGRÁFICO

Ubicación

El valle de Alcoi (o *Valls d'Alcoi*) es el nombre local de la cuenca media y alta del Río Serpis (también conocido como el Riu d'Alcoi), aguas arriba de la presa de Beniarriés. El área total supera los 700 km² de los cuales algo más de 450 están aguas arriba de la presa citada. El Río Serpis es un río típicamente mediterráneo, con un curso relativamente corto, fuerte, y su longitud total es de sólo 35,3 kilómetros. La mayor parte de su caudal proviene de la lluvia, pero algunos manantiales de aguas subterráneas de origen kárstico hacen aportes durante todo el año al río principal

contribuyendo a que se forme una corriente permanente -aunque escasa durante el verano-. El Serpis drena hacia el NE, siguiendo la estructura del sistema Bético Valenciano. Aunque en un entorno montañoso, el valle del Serpis está cerca de la costa, que se encuentra a 28 km al sur-sureste en la cala de Baeza, junto a la Vila Joiosa; 53 km al este, en Moraira, y a 40 km al norte-noreste en la desembocadura del propio Serpis (Gandía). Por ello, diferentes vías de penetración naturales se presentaron a los primeros neolíticos, entre las que quizás haya que destacar el propio curso del río Serpis a través de la garganta de l'Orxa-Vilallonga al noreste, y los barrancos de la Vall de Gallinera y la Vall de Fageca-Famorca hacia el este, siendo más difícil la penetración desde el Coll de Rates y la Torre de les Maçanes por el Sur (Figura 1).

Características fisiográficas

Los valles de Alcoi se sitúan en la parte más externa, prebética, de las Cordilleras Béticas, salida del Tetis a finales de la Orogenia Alpina. Se trata de un conjunto de cuencas estructurales intramontanas drenadas por el sistema fluvial del Río Serpis. A juicio de Dumas (1977) este sistema de drenaje se organizó y encontró su salida al mar en el Plioceno.

La Cuenca de drenaje del Río Serpis es geológicamente reciente y, por ello, no está completamente adaptada al marco geológico. La región aún da señales de una actividad tectónica amortiguada (pequeños temblores sísmicos la sacuden de cuando en cuando como demuestra el registro histórico). Muestra de la inadaptación son los escalones (saltos como el de la figura 2) en el perfil longitudinal de los ríos, que apuntan hacia capturas por erosión regresiva aunque también pudieran ser umbrales para la erosión regresiva. Ello explica la presencia de diferentes estadios evolutivos de las cuencas afluentes al Serpis.

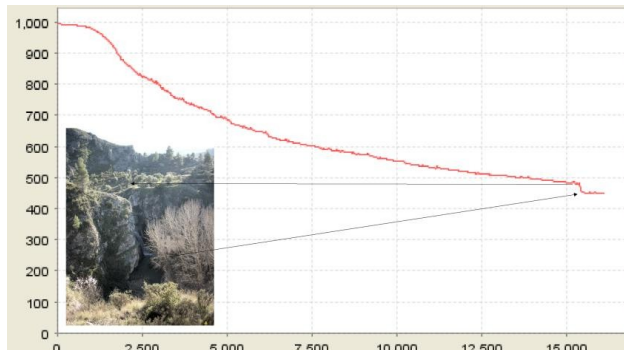


Figura 2 El Salt de Benilloba (Alacant)

La evolución cuaternaria es la historia de un vaciado (erosión + denudación) de los Valles del curso alto y medio del Serpis, con Interrupciones (fases de sedimentación). Testigos de dicha evolución son las terrazas fluviales adscribibles a diversos períodos del Cuaternario. A lo largo del Holoceno la incisión de ríos y barrancos ha superado con creces la denudación de laderas.

Método

La combinación de métodos tradicionales y experiencia del territorio con el uso de Nuevas Tecnologías resulta necesaria. Previo al trabajo de modelización existe un conocimiento geomorfológico territorial y arqueológico de la zona, producto de años de interpretación estereoscópica de foto aérea, trabajo de campo y análisis de laboratorio. Se obtuvo una idea de la evolución temporal del paisaje geomórfico apoyada en dataciones absolutas y relativas y (termo-luminiscencia TL, y C-14), sobre

el material arqueológico y en los depósitos). Actualmente se están ultimando algunas dataciones de OSL.

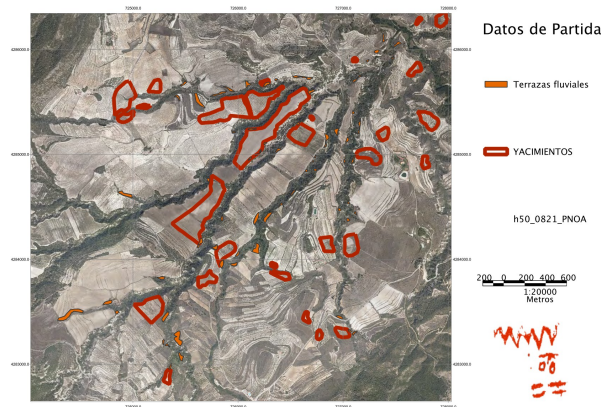


Figura 3 Sobre la foto del PNOA se observa la distribución de los yacimientos arqueológicos y de las terrazas fluviales del Holoceno Antiguo.

Experiencia para la verificación y calibración de los resultados parciales y los nuevos modelos. La experiencia en la zona de investigación es imprescindible para el control y ajuste de los resultados parciales y de los modelos obtenidos con Sextante.

Elaboramos una capa vectorial en la que se han digitalizado las terrazas del Holoceno antiguo (figura 3) (fotointerpretación estereoscópica con espejado (<http://www.stereowebmap.com/sgdstereo/index.html?sldioma=en>) (figura 4) y otra de yacimientos neolíticos (prospección) en la que se combina la toma de datos en campo mediante GPS con la digitalización en pantalla sobre la base de Ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, (PNOA, <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>) para detectar marcadores edáficos (figura 3). Los datos del GPS se descargan en gvSIG 1.1.2 con la extensión de la Junta de Castilla y León y se procesan con el geoprocso de envolvente mínima de sextante con la opción separar por entidades. Esos resultados se han contrastado con el resultado de realizar una envolvente cóncava con la aplicación del proyecto local (<http://ubicomp.algoritmi.uminho.pt/local/concavehull.html>) (figura 5), y con GRASS (http://grass.osgeo.org/wiki/Create_concave_hull) (ver anexo).

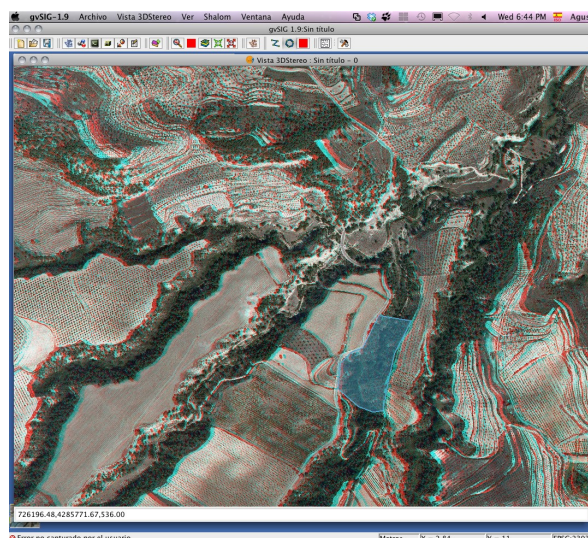


Figura 4 Ejemplo de digitalización con la extensión stereoweb para gvSIG (cortesía de SIGRID y Luis W. Sevilla).

Obviamente, la facilidad de cambiar de escala es de gran ayuda porque aunque se trabaja a escala de decenas de kilómetros tanto las terrazas, como los yacimientos arqueológicos están dibujados en escalas métricas.

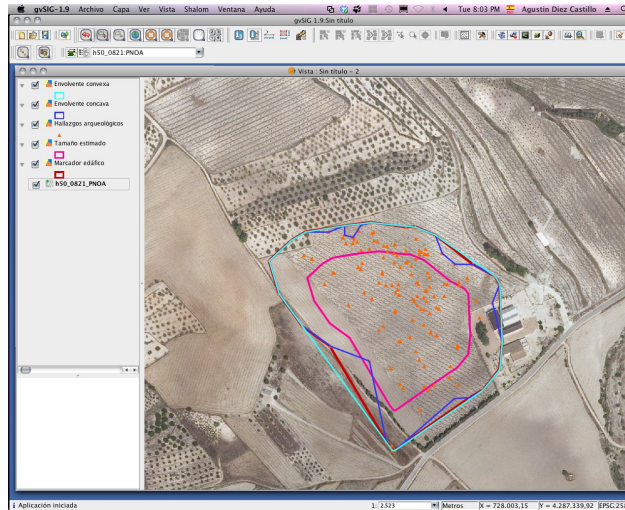


Figura 5 *Diferentes maneras de estimar el área de un yacimiento arqueológico a partir de la dispersión de hallazgos (triángulos naranja): a) envolvente mínima (azul claro), b) envolvente cóncava (azul oscuro), c) marcador edáfico (rojo), d) estimación teniendo en cuenta los resultados de los microsondeos.*

Clasificación cruzada de pendientes, altura sobre cauce y distancia a cauce para obtener la base del paisaje original

Para la reconstrucción automática del paisaje geomorfológico se buscan aquellas partes del terreno que cumplen tres requisitos: a) ser bastante Llanas (ligera pendiente en el sentido del flujo), b) con una determinada altura sobre cauce (punto de referencia es la altura sobre cauce de las terrazas cartografiadas). Ésta varía en el seno de la cuenca del Serpis, siendo de + 20 m en el curso medio y mayor en el curso alto, y c) próxima al cauce.

A partir del MDT también se establece la red de drenaje que sirve de base a los procesos que utilizan los cauces como referente, se descartan los cauces de orden 1 (Strahler, 1952, 1957). Al chequear con la foto aérea se descubre la falta de un barranco importante que curiosamente se llama 'Barranc dels Amagats'. Se añade con *perfil de flujo en línea (perfil en SEXTANTE)*, seleccionar puntos *de la forma Y CREAR Geometrías Derivadas* (Castilla y León herramientas).

Se elabora la capa de **pendientes** (pendiente - SEXTANTE), la de **elevación sobre la red** de canales (SEXTANTE) y la **zona de influencia de 125 metros** en torno a la red de drenaje de orden 2 a 6 (SEXTANTE). Seguidamente se combinan las tres capas mediante una **clasificación no supervisada** (clustering) de SEXTANTE. El resultado original devuelve 89 clases de las cuales un 30% se desechan por su escaso tamaño (<1 Ha). Una vez seleccionadas las clases válidas con gran ayuda de NavTable, y teniendo dos escenarios (más -6 clases- y menos -8 clases- conservador), se procederá a crear una máscara que representa el vaciado hipotético de los valles hasta desde que el río estaba a la altura de las terrazas del Holoceno Antiguo. Un paso esencial para evitar los errores posteriores en el proceso de interpolación consiste en la utilización del geoproceto "Eliminación de huecos", uno de los más recientes de sextante (figura 6).

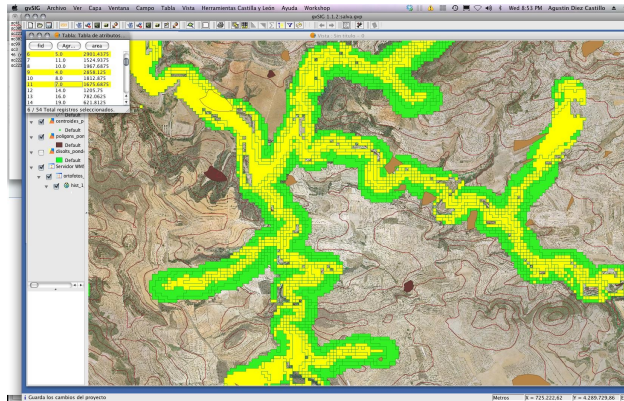


Figura 6 Clasificación suave de las capas de clases de pendiente y clases de altitud sobre el cauce dentro de una zona de 125 metros al cauce. En la imagen todavía no se ha aplicado el geoproceto "Eliminación de huecos".

A partir de la máscara seleccionamos el paisaje original e interpolamos con sus valores las zonas vaciadas, con ello construimos un paleoMDT para el Holoceno antiguo. Sobre el resultado podemos aplicar diferentes procesos geomorfométricos con sextante. De esta manera, reconstruimos el fondo de valle (lugar de mayor densidad de yacimientos y elevada actividad geomórfica) mientras que en el resto del territorio dejamos el relieve actual puesto que su reconstrucción exigiría una modelización mucho más compleja y fuera de los intereses de nuestro estudio.

El proceso se puede modelizar con Sextante y crear nuevos escenarios. Cada momento seleccionado hasta conseguir, por ejemplo, la red de drenaje en los diferentes escenarios propuestos.

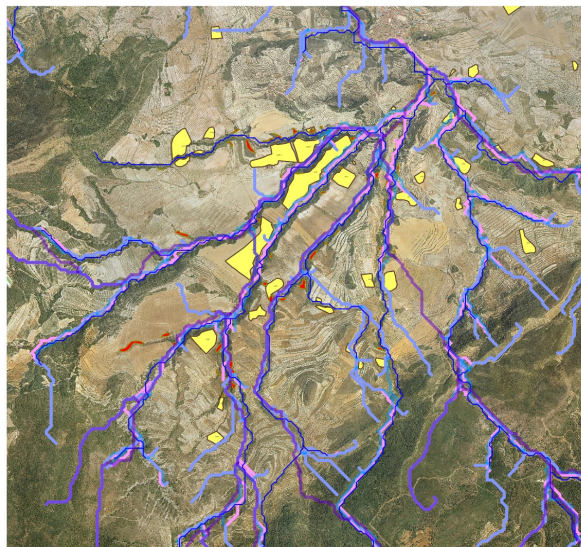


Figura 7 Superposición de las redes de drenaje de cada uno de los escenarios propuestos: en azul marino la red actual, en malva la red de drenaje Pleistocena, en rosa la red Holocena según la propuesta más conservadora y en azul cobalto la red Holocena según la propuesta menos conservadora.

CONCLUSIONES

En cualquiera de los escenarios propuestos los primeros agricultores que llegaron al valle del Serpis alrededor del 5700 cal BC habitaron un paisaje mucho más suave que el actual.

Ventajas del uso de SIG libre.

- 1. La rapidez de la ayuda en línea disponible gracias a las listas de cada uno de los software utilizados,
- 2. El fácil acceso a la liberación de Geodatos en España y Europa (Directiva INSPIRE) que convierten gvSIG en una potente herramienta,
- 3. La potencia de este SIG como apoyo a nuestra imaginación y al planteamiento de nuevas hipótesis,
- 4. Es una ayuda imprescindible a la comunicación en la investigación multidisciplinar, por su capacidad para generar un lenguaje común,
- 5. Permite una rápida edición y difusión de resultados y
- 6. hace posible la creación de escenarios sucesivos: modelos.

La investigación presentada se llevó a cabo utilizando GRASS (<http://grass.itc.it/>), gvSIG (<http://gvSIG.org>) y Sextante (<http://www.sextantegis.com>) , además de muchas de las extensiones existentes para esos paquetes. Es un ejemplo la capacidad de las herramientas FOSS4G con las que se puede llegar a rendimientos similares a los obtenidos con herramientas privativas, cuyo elevado costo a menudo los ponen fuera del alcance de estudiantes e investigadores con recursos limitados. En este sentido cabría reflexionar sobre el efecto que el software privativo tiene sobre la denominada 'brecha digital'. Hemos utilizado **sextante** para la mayoría de los cálculos ráster, debido a sus potentes herramientas para el modelado de paisajes del pasado. Se utilizó gvSIG para otras rutinas tales como peticiones al servidor de WMS y visualización de imágenes georreferenciadas.

AGRADECIMIENTOS

Asociación gvSIG
Listas de: Sextante, gvSIG internacional, etc
Sextante (Victor Olaya y otros)
NavTable y OpenCadtools (Ignacio Varela, Pablo Sanxiao)
SIGTE (Lluís Vicens)
Departament de Prehistòria i Arqueologia UVEG
Departament de Geografia UVEG
Acción Jean Monnet
School of Earth and Space Exploration, Arizona State University
Michael Barton

REFERENCIAS

- ◆ [1] Kirch, P. V.(2005). Archaeology and Global Change: The Holocene Record. *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 30, pp. 409-440.

- ◆ [2] Thaxton, C.; Mitasova, H., et al. (2004). Simulations of distributed watershed erosion, deposition and terrain evolution using a path sampling Monte Carlo method. *2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting*
- ◆ [3] Dimagio, E.N.; La Roca, N.; Arrowsmith, J.R.; Díez Castillo, A.; Bernabeu, J. & Barton, M. (2007). Field Investigations of Landscape Development in southeast Spain for use in Modeling Holocene (8,000 - 1,500 yr) Agropastoral Landuse and Landscape Interactions. American Geophysical Union Fall Meeting. San Francisco, California
- ◆ [4] Bernabeu, J.; Molina, L.; Díez Castillo, A.; Orozco, T. (2006). Las desigualdades y el poder. De tres milenios de la Prehistoria en el Mediterráneo español (5600-2000 cal aC). Díaz del Río y García Sanjuán (editores). Social inequalities en la Prehistoria Ibérica de última hora. Archeopress
- ◆ [5] La Roca Cervigon, N and Universitat de València. Facultat de Geografia i Història (1990). Evolución de laderas en la montaña meridional valenciana. València, Universitat de València, Facultat de Geografia i Història: 381 f.

