

Aplicabilidad de los SIG para la gestión del patrimonio arqueológico subacuático andaluz: SIGNauta

David Benítez López, Carlos Alonso Villalobos, Área de Documentación del Centro de Arqueología Subacuática (CAS), IAPH

Debido a la diversidad de perspectiva desde la que pueden ser examinados, los Sistemas de Información Geográficos (SIG) se han definido desde sus inicios en la década de los sesenta de múltiples maneras (ARCILA GARRIDO, 2003: 10-14). Unas veces se les considera como una técnica científica, delimitando sus aplicaciones y metodología asociada. Otras son tratados como una herramienta, formada por componentes que les permiten realizar funciones especializadas. En cualquier caso, no cabe duda de que son unas potentes herramientas informáticas gracias a las cuales es posible gestionar y analizar datos con una componente espacial. Se caracterizan por su marcado carácter integrador, lo que ha posibilitado su uso con éxito en muy diversas disciplinas (LONGLEY; GOODCHILD; MAGUIRE et ál., 2005: 39).

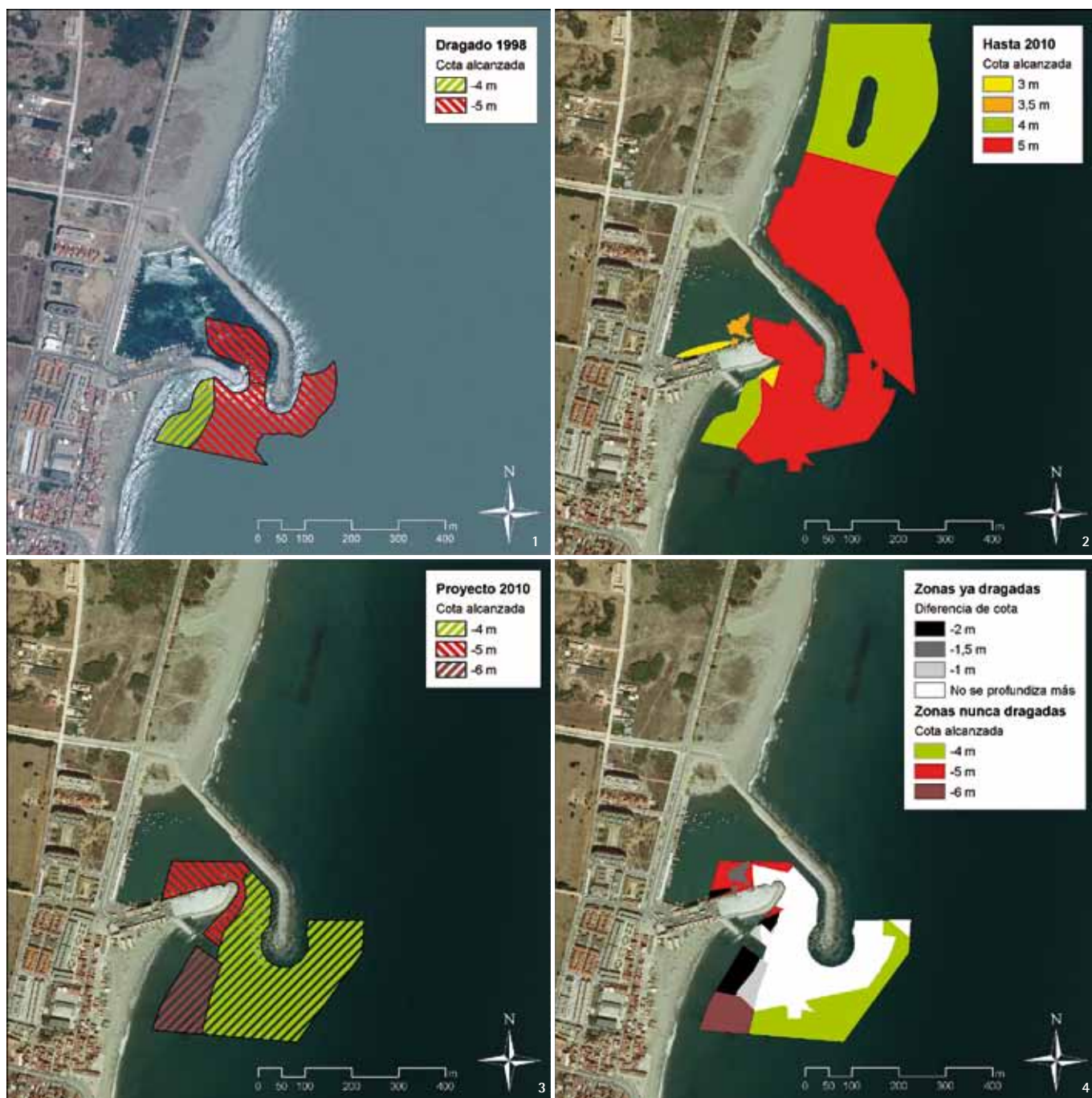
Dado que la Arqueología se ha enfocado desde siempre hacia la dimensión espacial del comportamiento humano (EBERT, 2004: 319), no resulta extraño que en los últimos años se hayan multiplicado los ejemplos de aplicación de los SIG en esta disciplina, especialmente al ámbito terrestre. Puesto que mediante los SIG se pueden apreciar con mayor facilidad las relaciones y patrones espaciales entre las variables ambientales y los yacimientos arqueológicos (KVAMME, 1999: 160), los campos en los que se han venido empleando han sido principalmente los de la gestión de recursos arqueológicos, la excavación, la arqueología del paisaje, o los modelos para la predicción del emplazamiento de yacimientos (CONOLLY; LAKE, 2009: 57). En todos estos casos se puede distinguir, de menor a mayor grado, tres niveles jerárquicos de aplicación para sus capacidades analíticas: visualización/mapeado, gestión/inventario y análisis espacial (MCCOY; LADEFOGED, 2009: 264).

En el ámbito de la arqueología subacuática, a pesar de tratarse de una disciplina joven, existen varios ejemplos del uso de los SIG. En algunas ocasiones se limitan a servir como repositorio o catálogo en el que se almacena la información referente a los yacimientos subacuáticos, asociados a algún tipo de variable ambiental, como la profundidad o la naturaleza del fondo (BENITO; GALPARSORO; IZAGUIRRE LACOSTE et ál., 2009: 95-96). Este tipo de aplicación se suele dar en el ámbito de la gestión de los recursos culturales por parte de los poderes públicos, con aplicaciones generalmente diseñadas para la macroescala. Otras veces, la potencialidad que tienen los SIG para integrar información de muy diversa procedencia ha facilita-

do su aplicación de forma conjunta con métodos de prospección geofísica (GRAVILL; IALUNA, 2006: 402) cuyos resultados permiten la localización y la monitorización de los restos sumergidos con alta resolución espacial y posicionamiento preciso (LAWRENCE; OXLEY; BATES, 2004: 156). La información obtenida con estas técnicas es fácilmente integrable con otros datos, por lo que son ideales para ser manejadas con los SIG, unas veces como la herramienta desde la que gestionar y visualizar la información procedente de los distintos sensores geofísicos, y otras para realizar análisis y predicciones a partir de la información histórico-arqueológica y oceanográfica (RYAN; MACGRATH, 2008/2009: 58).

Otro campo de aplicación en arqueología subacuática ha sido el de la investigación de los paisajes culturales sumergidos y su potencial arqueológico para época prehistórica. El uso de los SIG permite en este sentido analizar áreas que actualmente se encuentran sumergidas pero que, debido a la existencia de un nivel del mar más bajo durante periodos glaciares, estuvieron emergidos. Para ello, partiendo del relieve submarino actual se ensayan modelos de reconstrucciones paleogeográficas y se definen áreas donde podrían localizarse bajo el lecho marino yacimientos arqueológicos prehistóricos (WESTLEY; QUINN; FORSYTHE et ál., 2010: 10).

Con el fin de mejorar la tutela de los bienes culturales sumergidos de Andalucía mediante el desarrollo de herramientas específicas aplicadas a su gestión, el CAS implementa desde el año 2000 un proyecto para el diseño y puesta en marcha de la aplicación SIGNauta, un sistema adaptado a las necesidades de gestión de los bienes culturales sumergidos (ALONSO VILLALOBOS; BENÍTEZ LÓPEZ; MÁRQUEZ CARMONA et ál., 2007: 29). Su diseño se basa en el análisis del patrimonio desde una perspectiva integrada, considerando de forma espacial y conjunta los datos disponibles relacionados, de una u otra manera, con la tutela de este patrimonio cultural. Desde un punto de vista conceptual, SIGNauta se organiza en 6 módulos o subsistemas diferenciados por su temática. El primero de ellos, DOCUSUB, almacena la información sobre los naufragios descritos en las fuentes documentales públicas y privadas (ALONSO VILLALOBOS; MÁRQUEZ CARMONA; VALIENTE ROMERO, et ál., 2010: 115-116). La imprecisión con la que se describe en muchos casos sus emplazamientos obliga a considerarlos como yacimientos potenciales, a la espera de que el reconocimiento arqueológico confirme su presencia y localiza-



Aplicación de los SIG para el control de las obras de dragado. 1. Profundidades alcanzadas en el primer dragado realizado en 1998; 2. Profundidades máximas alcanzadas hasta el año 2010; 3. Profundidades que se pretende alcanzar en el proyecto de 2010; 4. Zonificación del proyecto 2010 en zonas ya dragadas y nunca dragadas, con indicación de la cota alcanzada o la diferencia de cota. Fuente: IAPH-CAS

ción exacta. Lo mismo sucede con el módulo YACSUB, en el que se almacenan las noticias facilitadas sobre la existencia de restos por pescadores o buceadores deportivos y que, dependiendo de sus medios, aportan su localización y descripción más o menos precisa. El subsistema SINIESTROS recoge la información suministrada por las fuentes documentales acerca de los accidentes marítimos en los que no se produjo la pérdida del barco, y que sirve para definir zonas de peligrosidad para la navegación, unas áreas que podían serlo también en épocas anteriores, en las que no existe registro documental. Mientras, ORDENAMIENTO recoge los datos de índole jurídica administrativa, como los límites emanados del Derecho Internacional del Mar o las áreas marinas pro-

tegidas, necesarios para la gestión del CAS-IAPH. OBRA PÚBLICA sirve para efectuar el control del mayor riesgo legal para el patrimonio sumergido, por el potencial de transformación del medio que suponen actuaciones como los dragados o la construcción de infraestructuras marítimas. Por último, MEDIO FÍSICO recopila la información acerca del entorno ambiental en el que se encuentran los bienes patrimoniales y que interactúa con él: datos acerca de la profundidad, la naturaleza del fondo, la salinidad o las corrientes. Esta información es diacrónica, ya que en este módulo se almacena también buena parte de la información procedente de la cartografía antigua, junto a la obtenida mediante modernos instrumentos oceanográficos.

Dado el fuerte déficit existente sobre el conocimiento directo de los bienes culturales a consecuencia de la juventud y falta de desarrollo de la arqueología subacuática, la arquitectura de SIGNauta está pensada para desarrollar un mayor número de aplicaciones de tipo predictivo y preventivo, de las cuales presentamos a continuación algunos ejemplos prácticos desarrollados recientemente.

En el año 2010 se solicitó al CAS-IAPH por parte de la Delegación Provincial de Cultural de Cádiz un informe consultivo acerca de las cautelas arqueológicas que deberían establecerse en el Proyecto de Dragado de la bocana y entorno de diques en el Puerto de la Atunara (La Línea de la Concepción, Cádiz). Éste se trata de un puerto de titularidad autonómica, de reciente creación (1990-1993), gestionado por la Agencia Pública de Puertos de Andalucía (APPA) y que en los diecisiete años que lleva funcionando ha necesitado realizar hasta cinco dragados por problemas de aterramiento y reducción de calado, además de la remodelación de parte de su obra exterior de abrigo. En la documentación que se remite al CAS aparecen las zonas a dragar y la cota a alcanzar en cada una de ellas. El tratamiento de la información previa de la que disponía el Centro para valorar esta intervención mediante las herramientas de análisis espacial (software SIG corporativo de la Junta de Andalucía) permitió generar un modelo GRID que recogía las cotas máximas alcanzadas en cada zona dragadas con anterioridad al año 2010. La comparación de este modelo con la información procedente de la documentación del proyecto previsto permitió definir zonas de bajo riesgo, en las que la cota de dragado no profundizaba más que en años anteriores, y otras de mayor peligro en las que la intervención de la draga podía afectar a posibles yacimientos, obligando por ello a establecerse para ellas medidas de control arqueológico más estrictas. Estos resultados, combinados con la información almacenada en el sistema acerca de los yacimientos conocidos y de la evaluación de la potencialidad arqueológica de la zona, a través de YACSUB y DOCUSUB, permitieron agilizar notablemente los trabajos técnicos de evaluación del proyecto y racionalizar la respuesta de las cautelas a adoptar ante el posible impacto de las obras sobre yacimientos de la zona.

Otra experiencia de aplicación ha sido la desarrollada entre los años 2009 y 2010 para dar respuesta a un proyecto de colaboración entre el Ministerio de Cultura, la Armada y la Administración andaluza cultural desarrollado en el marco del *Plan Nacional de Protección del Patrimonio Arqueológico Subacuático de España* aprobado en el año 2007. En lo referente a SIGNauta, esta colaboración significó combinar la información ofrecida por la Armada, a través del Instituto Hidrográfico de la Marina, sobre 84 elementos catalogados como obstrucciones para la navegación en el Golfo de Cádiz (en su mayoría naufragios sucedidos en el siglo XX), con la ya existente en la herramienta relativa a más de 900 registros documentales sobre naufragios históricos almacenados en el subsistema DOCUSUB (ALONSO

VILLALOBOS; MÁRQUEZ CARMONA; VALIENTE ROMERO, et ál., 2010: 118) y los 160 posibles yacimientos registrados, a través de la información de fuentes orales dados de alta en YACSUB. Este análisis permitió definir áreas preferentes de atención sobre las que centrar los trabajos de prospección arqueológica con técnicas geofísicas acústicas.

Si bien hasta el momento muchas de estas aplicaciones se están poniendo en funcionamiento a nivel experimental, los magníficos resultados obtenidos hasta el momento en todos estos campos y las nuevas posibilidades de crecimiento vislumbradas a raíz de ello han venido a poner de manifiesto que SIGNauta es una aplicación que se ajusta muy adecuadamente a las necesidades de gestión de un patrimonio que, por desconocido y emergente, no debe caer en el olvido, y que por su aplicabilidad de carácter predictivo permite adelantarse a los riesgos que actualmente amenazan a los bienes culturales que se preservan bajo el mar y las aguas continentales.

Bibliografía

- ALONSO VILLALOBOS, C; BENÍTEZ LÓPEZ, D.; MÁRQUEZ CARMONA, L. et ál. (2007) SIGNauta: un sistema para la información y gestión del patrimonio arqueológico subacuático de Andalucía. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, n.º 63, 2007, pp. 26-41
- ALONSO VILLALOBOS, C; MÁRQUEZ CARMONA, L.; VALIENTE ROMERO, A. et ál. (2010) El conocimiento del patrimonio arqueológico subacuático desde la perspectiva de las fuentes documentales. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, n.º 73, 2010, pp. 112-125
- ARCILA GARRIDO, M. (2003) *Sistemas de información geográfica y medio ambiente: principios básicos*. Cádiz: Universidad, Servicio de Publicaciones, 2003
- BENITO, A.; GALPARSORO, I.; IZAGIRRE LACOSTE, M. et ál. (2009) Inventario de elementos de interés arqueológico subacuáticos de la Comunidad Autónoma Vasca. *Itsas memoria: revista de estudios marítimos del País Vasco*, n.º 6, 2009, pp. 83-112
- CONOLLY, J.; LAKE, M. (2009) *Sistemas de información geográfica aplicados a la arqueología*. Barcelona: Bellaterra Ediciones, 2009
- EBERT, D. (2004) Applications of archaeological GIS. *Canadian Journal of Archaeology*, n.º 28, 2004, pp. 319-341
- GRAVILI, D.; IALUNA, R. (2006) 'Archeoegadi': A GIS for the marine archaeological survey in the Egadi islands. *Chemistry and Ecology*, v. 22 (Supplement 1), 2006, pp. S397-S402
- KVAMME, K. L. (1999) Recent Directions and Developments in Geographical Information Systems. *Journal of Archaeological Research*, v. 7, n.º 2, 1999, pp. 153-201
- LAWRENCE, M.; OXLEY, I.; BATES, C. R. (2004) Geophysical techniques for Maritime archaeological surveys. *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering & Environmental Problems Proceedings*, v.17, ARC ARCHAEOLOGY, 2004, pp. 156-160
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J. et ál. (2005) *Geographic Information Systems and Science*. New York: Wiley, 2005, 2ª edición
- MCCOY, M. D.; LADEFOGED, T. N. (2009) New Developments in the Use of Spatial Technology in Archaeology. *Journal of Archaeological Research*, v. 17, 2009, pp. 263-295
- RYAN, M. S.; MACGRATH, J. P. (2008/2009) Search for the Bonhomme Richard Using Computer Modeling and Submarine Technologies. *Marine Technology Society Journal*, n.º 4, v. 42, 2008/2009, pp. 57-63
- WESTLEY, K.; QUINN, R.; FORSYTHE, W. et ál. (2010) Mapping Submerged Landscapes Using Multibeam Bathymetric Data: a case study from the north coast of Ireland. *The International Journal of Nautical Archaeology* [en línea], 2010. pp.1-14. <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1095-9270/earlyview](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1095-9270/earlyview)> [consulta: 20/11/2010] n.º doi: 10.1111/j.1095-9270.2010.00272.x