

Digitalia

Anno VI, Numero 2 - **2011**

Rivista del digitale nei beni culturali

ICCU-ROMA

Cartografia Archeologica Digitale: retrospettive, prospettive e un esempio

Federico Nurra

Regione Autonoma della Sardegna

Tracciare un quadro esaustivo e, ad un tempo, sintetico della situazione della cartografia archeologica - digitale e non - nel nostro Paese è operazione estremamente complessa. Da un lato perché complesso è il territorio della nostra Nazione, così come il suo patrimonio archeologico; dall'altro perché, nel tempo, si è accentuata una - peraltro congenita - mancanza di omogeneizzazione nella ricerca e nello sviluppo dei singoli progetti applicativi, sia nel merito delle metodologie tradizionali, sia, in seguito e fino ad oggi, nel trattamento informatico dei dati¹. Proprio perché gli aspetti digitali hanno rivoluzionato, negli ultimi trent'anni, il modo di operare e concepire la cartografia (ovviamente non solo quella archeologica), va da sé che il discorso sulle tecnologie applicate è strettamente legato a quello scientifico e metodologico.

Nella speranza di evitare la banalizzazione di un tema tanto complesso per ridurlo alla massima sintesi, si tenterà di delineare un breve quadro disciplinare di riferimento, che possa servire da chiave di lettura delle applicazioni informatiche e tecnologiche sviluppate negli ultimi trent'anni (dalla cartografia numerica al Global Positioning System (GPS), dai Geographical Information System (GIS) ai recenti navigatori globali in rete) e della loro intuibile influenza sulle prospettive future della cartografia archeologica digitale (quindi, sia pure in piccola parte, della ricerca archeologica in generale).

La cartografia digitale in archeologia

L'avvento in campo geo-topografico dell'informatica, cioè, nello specifico, della cartografia numerica e, successivamente, dei Sistemi Informativi Territoriali (SIT) e dei *DataBase* Geografici, ha imposto una profonda riflessione da parte dei ricercatori e dei professionisti che operano nelle scienze della terra e del territorio. Tra i primi problemi (non solo in ordine di tempo), si è evidenziata la necessità di addivenire, su scala nazionale e continentale, a degli standard, informatici e cartografici: gli stessi che, ovviamente, anche l'archeologo territorialista dovrebbe ormai conoscere e rispettare. La Comunità Europea ha stabilito regole comuni (Direttiva INSPIRE - *IN*frastructure for *SP*atial *IN*foRmation in Europe - del 2007)²

¹ Azzena 2009, p. 169-177; cfr. Moscati 1998, p. 191-263.

² <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/> Tale Direttiva è stata recepita in Italia con il D.Lgs. 32/2010.

Saggi

che i produttori di cartografia sono tenuti a rispettare per consentire ai diversi dati di confluire in un unico *DataBase* geo-topografico, al servizio di Enti e Amministrazioni pubbliche, dei privati, delle comunità, dei cittadini.

In materia archeologica la necessità di collocare nello spazio e riprodurre (rilevare) monumenti e reperti ha caratterizzato, fin dalle origini, le discipline 'antichistiche'. Già i primi antiquari umanisti, teorizzavano la necessità di rappresentare gli antichi edifici, memoria fisica del passato³. Più di recente, lo scavo archeologico scientificamente organizzato⁴, come la sistematizzazione delle pratiche di ricognizione intensiva ed estensiva (*survey*)⁵ nonché l'interpretazione dei risultati delle stesse⁶, hanno progressivamente costituito una copiosa, quasi infinita, fonte di dati scientificamente affidabili e tuttavia estremamente eterogenei. Unica caratteristica davvero accomunante di questa tipologia di informazioni è la posizione nello spazio, contraddistinta da una coppia di coordinate piane e da una quota. Grazie a questa identificazione spaziale, ciascun elemento rilevato - indipendentemente dal come sia stato rilevato - quando opportunamente associato a un sistema di riferimento spaziale comune, può essere cartografato.

L'enorme mole di dati raccolta in ogni tipo di ricerca o di attività comunque legata all'ambiente e al territorio e, conseguentemente, anche in quelle a denominatore storico o archeologico, a partire dal momento in cui la diffusione commerciale di *hardware* e *software* per la gestione della cartografia numerica lo ha permesso, ha iniziato a poter confluire all'interno di Sistemi Informativi di tipo territoriale, caratterizzati dalla possibilità di attribuire a ciascun elemento rilevato coordinate spaziali omogenee e aggiungervi, con l'avvento dei GIS (*Geographical Information System*) attributi alfanumerici che ne descrivono le caratteristiche non 'cartografabili'. In altre parole, se a livello topografico ogni elemento documentato può essere definito da 'entità' (rappresentazioni) di tipo puntuale, testuale, lineare, areale o complesso, in ambiente GIS, a ciascun 'record' cartografico corrisponderanno informazioni (attributi) ereditati dal solido apparato metodologico della documentazione di tipo tradizionale.

Per fare in modo che tutte queste informazioni siano infine disponibili e facilmente consultabili da un'utenza varia e non sempre specializzata (Amministrazioni, Enti Locali, progettisti, privati, cittadini), è però necessario che la cartografia archeologica si confronti con le altre produzioni cartografiche e con queste si integri, così da permettere una lettura organica e condivisa del territorio, che tenga conto degli aspetti di 'storicità' insiti nel paesaggio⁷.

³ Sugli studi di Topografia Antica in età umanistica: Castagnoli 1962, p. 1-12. Per un inquadramento storico della disciplina si veda Azzena 2001, p. 149-152.

⁴ Sullo scavo archeologico stratigrafico e sulla documentazione di scavo, in particolare, si veda Carandini 2000, p. 86-134; Francovich - Manacorda 1990; Harris 1992.

⁵ AA.VV. 1994; Belvedere 1994, p. 77-84; Francovich - Manacorda 2000 p. 250-257.

⁶ Carandini 2000, 135-158.

⁷ Azzena 2011, p. 194-225; cfr. Guzzo 2002.

Saggi

È questa la premessa essenziale per l'inquadramento di quelle che dovrebbero essere le linee di logica prospettiva del lavoro di acquisizione, elaborazione e sintesi operato attraverso e in grazia della cartografia archeologica.

Se il repentino progresso tecnologico ha avviato una rivoluzione epocale, poiché si sono automatizzate operazioni e attività non nuove ma che dall'utilizzo del calcolatore traevano una notevole semplificazione, è evidente il fatto che abbia imposto ripensamenti, anche profondi, in merito alle metodologie di raccolta, ordinamento e sistematizzazione dei dati e, conseguentemente, alla loro interpretazione. In particolar modo la cartografia numerica e il CAD (*Computer Aided Design*) e il CAM (*Computer Aided Mapping*), prima, e i sistemi GIS o SIT⁸ poi, hanno segnato una svolta nella produzione e nell'utilizzo della cartografia in generale e, conseguentemente, anche di quella archeologica. Così, il gran numero di applicazioni più o meno 'sperimentali' fiorite nell'ultimo ventennio ha contribuito, da un lato, ad accrescere la conoscenza del territorio, affinarne i metodi di lettura e perfezionare gli strumenti informatici dedicati, mentre, dall'altro, come già detto, ha generato una miriade di linguaggi, lemmi, vocabolari e apparati schedografici, spesso affetti da insanabile incomunicabilità, originata, a volte, da differenze metodologiche 'di scuola' antecedenti la fertile stagione delle tecnologie applicate⁹.

Ma la vera sfida di questo decennio sarà quella di riconoscere e sfruttare appieno (anche in campo archeologico) le enormi potenzialità che la rete offre alla gestione, alla diffusione e all'omogeneizzazione dei dati geoinformatici. Basti pensare al successo planetario dei *device* portatili (*tablet* e *smartphone* in primo piano) che, sempre più, consentono una smaterializzazione degli archivi digitali locali (*Hard Disk* magnetici portatili, *Solid State Drive*, *flash memory*, supporti digitali quali CD, DVD, *BlueRay*) a vantaggio di server e archivi remoti che stanno prendendo la forma della 'fantomatica' *cloud*, tanto citata dai media quanto poco realmente conosciuta.

In questo senso, i servizi offerti dai grandi *provider* (*Google*, *Apple* e *Microsoft-Bing* in testa), aprono un ventaglio di nuove possibilità: *Google*, con la sua piattaforma *maps*¹⁰ e il software dedicato *Google Earth*¹¹, ha fatto entrare nelle case di milioni di famiglie, in maniera assolutamente intuitiva, un sistema di gestione e trattamento di dati geografici impensabile anche solo dieci anni fa. Gli atlanti cartacei (geografici, storici, tematici), che per secoli hanno rappresentato l'unica possibilità di conoscenza della 'forma' del mondo, vengono così sostituiti da un supporto multiscalare e *overlayed*, che offre, in

⁸ Per una proposta di distinzione terminologica si veda: Azzena 1997, p. 33-43.

⁹ Quantitativamente parlando, per il proliferare di progetti e le ricerche di applicazioni GIS e geospaziali all'archeologia, anche solo un censimento di tutti questi censimenti richiederebbe oggi molto tempo e notevoli risorse. Cfr. Azzena 2009, p. 169-177.

¹⁰ <http://maps.google.com>.

¹¹ <http://www.google.com/intl/it/earth/index.html>.

Saggi

tempo reale, comparazioni geografiche su livelli fra loro estremamente differenti (dal modello digitale del terreno, alle immagini satellitari a dati statistici e tematici, come i censimenti o la cartografia storica)¹². *Apple* ha invece rivoluzionato il concetto della 'portabilità' dei dati informatici, introducendo nel mercato *device* estremamente maneggevoli (*iphone* o *ipad*) ma con potenza di calcolo che nulla ha da invidiare ai *Personal Computer* di fascia *consumer* (economica).

In ambito cartografico proprio, l'ultimo decennio è stato caratterizzato da una forte spinta alla omogeneizzazione del dato, a livello mondiale (attraverso l'OGC, *Open Geospatial Consortium*¹³ e l'ISO, *International Organization for Standardization*)¹⁴, continentale (con la direttiva Europea 2007/2/CE INSPIRE) e nazionale (Intesa GIS)¹⁵. La necessità di uniformare i dati geografici, sia dal punto di vista del SRS (sistema di riferimento spaziale) che del formato, è stata agevolata dal rapido evolversi di tecnologie di posizionamento globale (NAVSTAR GPS - *Navigation Satellite Time and Ranging Global Positioning System* - o più comunemente GPS)¹⁶ e dalla loro diffusione globale (i GPS hanno ormai dimensioni tascabili, sono integrati nei telefoni cellulari, le macchine hanno 'di serie' navigatori stradali, ecc). A livello mondiale si è adottato un sistema di riferimento geografico comune (ancora ben lungi dall'essere realizzata una 'cartografia globale' omogenea), il WGS84, ideato e fortemente supportato dal Dipartimento della Difesa degli USA e dalla comunità geodetica mondiale, a partire dal 1984. Si tratta del sistema nativo delle coordinate GPS, sempre più uno 'standard' nella cartografia contemporanea.

È in questo panorama che, oggi, la cartografia archeologica digitale dovrebbe inserirsi, uniformando e omogeneizzando una produzione che per trent'anni ha visto

¹² A titolo esemplificativo: <http://www.davidrumsey.com/view/google-earth>.

Altri esempi di *webGIS* e raccolte di cartografia storica digitale in Italia:

Progetto CARSTOS (Archivio di Stato di Cagliari): <http://www.archiviosatocagliari.it/archivio2/>.

Progetto CASTORE (Regione Toscana): <http://web.rete.toscana.it/castoreapp/>.

¹³ <http://www.opengeospatial.org/>.

¹⁴ <http://www.iso.org/iso/home.html>.

¹⁵ http://www.centrointerregionale-gis.it/script/Documenti_intesa.asp.

Con il D.Lgs 32/2010 si recepisce in Italia la direttiva Europea 2007/2/CE, INSPIRE.

¹⁶ Il GPS è una proprietà del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti d'America ed è costituito da una costellazione di satelliti geostazionari e da una rete di stazioni di controllo terrestri, disposte lungo la fascia sub-equatoriale (tranne il centro di controllo, *master control station*, di *Colorado Springs*, negli USA). Come quasi tutte le grandi invenzioni e scoperte di ambito geografico e cartografico, nasce per scopi bellici e non rinnega la sua origine (diceva Paul Vidal de La Blache nel suo *Tableau de la géographie de la France* del 1903: «La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre») e in qualsiasi momento il Dipartimento della Difesa USA si riserva di 'nascondere' il segnale GPS per motivi legati alla sicurezza nazionale. È anche per questo che la comunità geografica mondiale, guarda con grande attesa al lancio della costellazione di satelliti civile europea che andrà ad affiancare il GPS americano e il GLONASS russo: il progetto Galileo dell'Agenzia Spaziale Europea ESA - <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>.

Saggi

fiorire progetti sperimentali (anche di ottimo livello), di ambito più o meno locale, che parlano lingue (o meglio, linguaggi informatici) differenti. Così oggi si dispone di una buona copertura del territorio nazionale e di una corrispondente conoscenza dei territori indagati; si è costituita una grande enciclopedia del dato archeologico, ma del tipo 'a fascicoli' e scritta a più mani da persone che parlano, evidentemente, lingue diverse, spesso difficilmente traducibili.

La Legislazione

Sullo sfondo dei rapidi salti metodologici che l'applicazione delle tecnologie avanzate ha fatto compiere al settore dell'archeologia territoriale sta, com'è ovvio, la legislazione in materia di Beni Culturali che, dalle sue origini fino alle norme più recenti, non ha trattato esplicitamente il problema del rilievo e della cartografia archeologica¹⁷.

Di fatto, nonostante lo Stato Italiano abbia espresso, fin dai primi del '900 e, soprattutto, dal 1939 (L. 1089 e 1497), uno degli apparati normativi più completi in materia di tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale, e la Carta Archeologica d'Italia sia stata istituita con Regio Decreto dal Ministro Ruggero Bonghi già nel 1875¹⁸, non si è mai addivenuti a una sintesi normativa che prevedesse non tanto una produzione omogenea della cartografia, ma almeno stabilisse uno standard in applicazione alla produzione del tematismo cartografico relativo alle presenze archeologiche.

Una 'svolta' (in certo senso) normativa è arrivata a cavallo del primo decennio del XXI sec., a seguito della ratifica della Convenzione Europea per il Paesaggio (Firenze, 2000)¹⁹ che ha proposto, tra l'altro, anche una inedita definizione di Paesaggio: «'Paesaggio' designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni»²⁰ (art. 1 - Definizioni), inserendo così, sia pure indirettamente, le permanenze 'della memoria' (la percezione delle popolazioni) nel complesso dibattito paesaggistico ed esercitando in tal senso una certa influenza sulle legislazioni delle Nazioni che l'hanno sottoscritta²¹.

In Italia, la Convenzione viene recepita, dopo pochi anni, dal cosiddetto 'Codice Urbani'²². Il Codice, oltre a riorganizzare complessivamente la materia, presenta al-

¹⁷ A livello europeo cfr. Ulisse 2009; si veda anche Palazzo 2002 e, da ultimo, Azzena 2011, p. 194-225.

¹⁸ Azzena 2001, p. 149-152.

¹⁹ *Convenzione 2000*. Cfr. inoltre Carpani 2005, p. 21-38; Carpentieri 2004; Clementi 2002.

²⁰ *Convenzione 2000*, p. 2.

²¹ Per un quadro normativo completo si veda Settis 2010, p. 83-136.

²² D.Lgs. 22 gennaio 2004 n. 42 - *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, ai sensi dell'articolo 10 della L. 6 luglio 2002, n. 137. Pubblicato nella G.U. 24 febbraio 2004, n. 45, S.O. e ss.mm.: D.Lgs. 24 marzo 2006, n. 156 e 157 e D.Lgs. 26 marzo 2008, n. 62 e 63. Cfr. Cammelli 2004; Cicala - Guermandi 2005; Guermandi 2006.

Saggi

cuni caratteri innovativi e introduce, per la prima volta, il concetto che sia necessario 'cartografare' il patrimonio archeologico e paesaggistico (una sorta di catasto, dunque) in funzione della Pianificazione Paesaggistica Regionale (Art. 143-145, Art. 156-158). Il Codice affida infatti alle Regioni, in recepimento della riforma del Titolo V della Costituzione, il compito di redigere Piani Paesaggistici Regionali (PPR) in conformità al proprio dettato e conseguentemente congruenti anche rispetto alla Convenzione Europea.

Prima in Italia, la Regione Autonoma della Sardegna (RAS), a partire dal 2004, si è dotata di un Piano Paesaggistico Regionale²³. Il PPR sardo arriva dopo l'annullamento degli strumenti di programmazione urbanistica territoriale (L.R. 45/89) ed un periodo di vuoto legislativo che è stato, a cavallo dei primi anni 2000, causa di una *deregulation* nell'assalto del cemento alle coste²⁴. La politica territoriale e urbanistica si è dotata di un forte strumento progettuale con l'obiettivo primario di salvaguardare i diritti dell'ambiente, la qualità urbanistica e la compatibilità delle trasformazioni, tenendo conto della tutela della vegetazione, delle risorse idriche, del suolo, dell'aria, dei beni storici e culturali. Ogni PPR dovrebbe prendere in esame (ed in debito conto) l'analisi delle caratteristiche ambientali, storico-culturali e insediative dell'intero territorio regionale nelle loro reciproche interrelazioni; il PPR sardo prova a farlo, così come quello pugliese, quello piemontese, quello toscano, quello emiliano, ecc., ma il quadro dei PPR a livello nazionale, è invece ancora estremamente disomogeneo e peraltro, a distanza di sette anni dall'adozione del Codice, non tutte le Regioni hanno allineato i propri strumenti conoscitivi al dettato di legge.

Se il PPR è lo strumento principe della pianificazione a scala regionale, in Sardegna la delega per la scala di dettaglio è stata attribuita ai Comuni i quali, in attuazione del PPR, hanno l'obbligo di redigere i Piani Urbanistici Comunali (PUC), trasformando le linee della pianificazione regionale in atti progettuali concreti. Così, i Comuni sardi, conseguentemente all'approvazione del PPR, si stanno dotando, a cascata, dello strumento di programmazione urbanistica e territoriale, divenendo a loro volta produttori di cartografia a media e grande scala.

Dal punto di vista segnatamente archeologico il salto di scala Regione-Comuni ha permesso di passare da un censimento, per lo più effettuato su base bibliografica e cartografica, ad una puntuale ricognizione delle emergenze archeologiche del territorio, individuando gli elementi archeologici, le aree di sito (*core zone*) e le

²³ Il PPR della RAS è stato approvato con delibera della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006, a seguito della L.R. n. 8 del 25 novembre 2004 (c.d. 'Legge salva coste'). A livello normativo il PPR persegue il fine di *preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo; proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità; assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.*

²⁴ Assalto al quale si è cercato di porre termine con la 'Legge di tutela delle coste' - L.R. n. 8 del 25 novembre 2004 (c.d. 'Legge salva coste').

Saggi

aree di tutela condizionata su base paesaggistica (*buffer zone*). Non si può fare a meno di notare che, se questa procedura fosse seguita e attuata così come previsto nel Codice, a scala nazionale, ne deriverebbe un contributo fondamentale alla conoscenza del territorio e alla stesura di una carta archeologica nazionale complessiva e molto accurata (gli elaborati dei PUC sono, di norma, a una scala nominale compresa fra l'1:10.000 - aree extraurbane e l'1:2.000 - aree urbane).

Tuttavia, ritornando all'annoso problema degli standard, si può osservare come le Regioni che hanno provveduto ad avviare l'iter di pianificazione paesaggistica non sempre abbiano adottato apparati schedografici, lemmi e vocabolari comuni, generando infine un'ulteriore costellazione di censimenti autarchici e privi di connessioni, logiche e semantiche. Anche entro i confini della stessa Regione si assiste a fenomeni di questo tipo. La Regione Autonoma della Sardegna, per esempio, ha adottato una scheda (Mosaico dei Beni Culturali)²⁵ che, nominalmente, si rifà alle norme e ai vocabolari dell'ICCD²⁶, imponendo quindi, almeno in apparenza, uno standard di rilievo e compilazione. In realtà, durante la fase di adeguamento dei Piani a livello comunale, ciascun comune dell'Isola ha optato per una metodologia differente di individuazione e ricognizione del territorio e di compilazione dei relativi *DataBase*, operando in maniera totalmente autonoma, generando divergenze, anche sostanziali, nei risultati e rendendoli, spesso, 'incomunicanti'. Un'altra occasione persa, a ben vedere, per tentare - sia pure a livello locale - una 'standardizzazione del dato'.

Per ovviare a questo problema a livello centrale, sono state istituite due commissioni interministeriali, con lo scopo primario di strutturare percorsi comuni per la realizzazione di un Sistema Informativo Geografico Nazionale di materia archeologica. La *Commissione Paritetica per la Realizzazione del Sistema Informativo Archeologico delle Città Italiane e dei loro Territori*, istituita con D.M. il 16 marzo 2007 e presieduta da Andrea Carandini, ha elaborato un documento finale²⁷ che proponeva una duplice linea di intervento operativo: da una parte, «l'adozione di uno strumento tecnologico di *NetWorking* che rendesse pubbliche, visibili e permanenti le attività oggetto dei lavori della Commissione, attraverso l'edizione di un portale *WebGIS* delle attività delle sedi territoriali della ricerca, della tutela della gestione e fruizione del patrimonio archeologico italiano»²⁸, dall'altra, in maniera integrata, «l'elaborazione di un documento contenente gli standard di interoperabilità tra i sistemi, finalizzato all'identificazione dei requisiti essenziali per i GIS di ambito archeologico in relazione alle finalità di tutela e di conoscenza»²⁹. La seconda commissione (*Commissione Paritetica per lo sviluppo e la reda-*

²⁵ http://www.regione.sardegna.it/documenti/6_83_20070614105752.pdf.

²⁶ <http://www.iccd.beniculturali.it/>.

²⁷ Oggi consultabile in Carandini 2008, p. 199-207.

²⁸ Ivi, p. 199.

²⁹ *Ibidem*.

zione di un progetto per la realizzazione del sistema informativo territoriale del patrimonio archeologico italiano, istituita con D.M. 22 dicembre 2009), presieduta da Giuseppe Sassatelli, ha da poco ultimato i lavori e si attende la pubblicazione di un documento ministeriale di sintesi che finalmente fornisca le auspicate linee di omogeneizzazione nella produzione e nella diffusione del dato cartografico archeologico.

Geo-Informatica per l'individuazione dei Paesaggi 'Storici'

Si colloca all'interno dell'ampia problematica fin qui esposta, nonché dello specifico ambito strategico, l'esempio che si intende proporre³⁰. Il progetto *Geo-informatica per l'individuazione dei Paesaggi Storici - L'asta del Rio Mannu di Porto Torres*³¹, si è posto l'ambizioso obiettivo di mettere in evidenza le relazioni e le interazioni fra le diverse componenti che concorrono alla definizione della 'storicità' del paesaggio³² attraverso la progettazione e l'implementazione di un Sistema Informativo Territoriale dedicato e di sperimentare metodi innovativi di rappresentazione della storicità del paesaggio nel comparto Nord Occidentale della Sardegna, sulla base dei dati acquisiti.

Ci si è posti, in altre parole, l'obiettivo di elaborare una metodologia innovativa per l'individuazione e il riconoscimento dei paesaggi cosiddetti 'storici', analizzando i processi formativi della territorializzazione³³ che li caratterizzano, attraverso applicazioni geotecnologiche (Sistemi Informativi Territoriali, telerilevamento, fotogrammetria aerea e terrestre, modellazione geologica e ricostruzione tridimensionale), proprie delle scienze della terra e della pianificazione territoriale, in contesti tradizionalmente di pertinenza esclusiva dell'indagine archeologica.

Il Progetto presenta diversi caratteri di innovazione. Primo fra tutti il superamento delle tradizionali forme di ricostruzione e rappresentazione 'oggettuale' degli elementi storici del paesaggio. In secondo luogo l'utilizzo di moderni linguaggi 'geoinformatici' (GeoDB³⁴, GML³⁵, KML³⁶) che, nella fase di acquisizione digitale del dato geografico, hanno favorito, attraverso l'applicazione di approfondite analisi

³⁰ La Regione Autonoma della Sardegna ha finanziato un progetto di ricerca triennale dal titolo *Creazione e attivazione del 'polo' sardo della Rete Informatica nazionale per la costruzione collettiva del webGIS del patrimonio archeologico italiano* coordinato dalla Cattedra di Topografia antica della Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Sassari. In seno alla medesima Cattedra, si è sviluppato (ed è tuttora in corso), il progetto di ricerca di seguito presentato.

³¹ Portato avanti dallo scrivente in qualità di giovane ricercatore, co-finanziato con fondi a valere sul PO Sardegna FSE 2007-2013 - L.R. 7/2007.

³² Cfr. Cuzzo 2002 e ora Azzena 2011, p. 194-225.

³³ Raffestin 1997, pag 36-37.

³⁴ *Geographic DataBase*.

³⁵ *Geographic Markup Language*: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.

³⁶ *Keyhole Markup Language*: <http://earth.google.com/support/bin/static.py?page=guide.cs&guide=22373&topic=23747&answer=148118&hl=it>.

Saggi

spaziali, la piena comprensione delle componenti storiche del paesaggio attuale e dei processi insediamentali.

Nell'ottica di una valorizzazione sostenibile del territorio che non sia esclusivamente volta alla conservazione del singolo reperto, o al suo aspetto turistico-economico, dal punto di vista etico, e legislativo, si è guardato a una valorizzazione 'sostenibile' del territorio, superando l'accezione stessa di 'Bene-oggetto'³⁷, ambientale e/o culturale, così come finora inteso nella legislazione nazionale³⁸. Si è optato per una forma di valorizzazione culturale e sociale che, estrinsecando il reale valore dell'oggetto inserito nei contesti spaziali e nei processi storici che lo vedono protagonista, ne orienti la valorizzazione non solo a chi viene 'da fuori', ma agli stessi abitanti, spesso i fruitori più distratti del 'proprio' paesaggio.

Il carattere sperimentale dell'indagine ha imposto la scelta di un ambito territoriale che presentasse aspetti morfologici, naturalistici e storici pertinenti: l'asta del Rio Mannu di Porto Torres, nel comparto Nord Occidentale della Sardegna, è risultata in quest'ottica ideale, sia per la densità e complessità del tessuto insediativo nelle diverse epoche, sia per l'importante rapporto fra l'assetto insediativo e la morfologia del terreno. Il Rio Mannu taglia la Provincia di Sassari ortogonalmente alla linea di costa settentrionale e si presenta quale naturale direttrice viaria tra la costa e l'interno dell'Isola³⁹. L'area pertinente al fiume è considerata un'oasi naturalistica privilegiata, già proposta dall'amministrazione comunale di Porto Torres per un progetto di parco fluviale e recentemente segnalata dalla Regione Sardegna per il progressivo peggioramento dello stato ecologico del bacino (Piano Regionale di Tutela delle Acque del 2006)⁴⁰. La particolare conformazione geo-morfologica della vallata fluviale e la fortunata posizione del suo corso hanno favorito fin dal neolitico l'insediamento umano, attestato da una notevole densità di ritrovamenti⁴¹.

In sintesi un'ideale piattaforma sperimentale, utile per verificare le potenzialità di una tipologia di analisi sviluppata in funzione di forme di pianificazione che comprendano, per costruzione, l'attenzione alle dinamiche di formazione storica del paesaggio, dei processi che le caratterizzano e delle relative pratiche di salvaguardia.

Per contenere e organizzare i dati (presenti sia sul *file system* che in *network*) è stato predisposto un apposito *relational GeoDB*.

³⁷ Choay 1994, pp. 83-115.

³⁸ In generale si veda: Ricci 2006, p. 77-85; Settis 2010, p. 122-136.

³⁹ Il corso d'acqua scorre per oltre 40 km, con un bacino di 671,32 km².

⁴⁰ http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_13_20060707115417.pdf

⁴¹ Il periodo del quale permangono maggiori evidenze dal punto di vista archeologico è quello nuragico, anche se la vallata fu riccamente abitata in età romana e medievale (rimangono per questa età attestazioni di villaggi e di strutture di culto). Aspetto fondamentale è, inoltre, lo sfruttamento dell'asta del fiume, fin dall'età preistorica, quale direttrice viaria, dalla costa settentrionale (alla foce del Rio si trovano i resti della colonia romana di *Turris Libyssonis*) verso l'entroterra del Sassarese e il Logudoro-Mejlogu.

Saggi

Nella progettazione e realizzazione del DB e del SIT collegato si è tentato di portare dati estremamente eterogenei verso l'omogeneizzazione indispensabile ai fini della ricerca in corso. A scapito di alcuni, spesso eccessivamente specifici e non funzionali alla ricerca, si è optato per un valore minimo di conoscenza attribuibile a ciascun dato, cercando di evitare ridondanze e incongruenze.

Il valore minimo di conoscenza è stato desunto dalle indicazioni del documento finale della già citata 'Commissione Carandini'⁴² e grazie ai preziosi incontri scientifici con alcuni membri delle due commissioni⁴³. Si tratta di quegli attributi, vocabolari e lemmi comuni che concorrono a definire il cosiddetto «massimo comun divisore»⁴⁴ (risultato del lavoro delle due commissioni interministeriali), che dovrebbe rappresentare lo standard, tanto auspicato, per il trattamento del dato archeologico, in funzione di un Sistema Informativo Territoriale Archeologico Nazionale (SITAN).

Dal punto di vista geografico si è scelto un sistema di riferimento proiettato che fosse conforme alle direttive INSPIRE e ISO TC211⁴⁵, l'UTM-WGS84 fuso 32, emisfero Nord (EPSG:32632). Buona parte dei dati acquisiti presentava, infatti, il sistema di riferimento geografico nativo in Roma40, proiezione 'Gauss-Boaga', fuso Ovest (EPSG:3003). Il primo passaggio è stato dunque quello di uniformare i dati verso un unico SRS (*Spatial Referencing System*) attraverso opportune trasformazioni di coordinate e riproiezioni⁴⁷.

Per le esportazioni di *features* vettoriali e, in genere, per la gestione dei dati informatici, si è optato per formati non proprietari (soprattutto per i vettoriali, i già citati .gml, e .kml)⁴⁸.

⁴² Carandini 2008, p. 199-207.

⁴³ Il Prof. Giovanni Azzena, della Facoltà di Architettura di Alghero, *tutor* universitario del progetto regionale curato da chi scrive, e la Dr.ssa Mirella Serlorenzi, della Soprintendenza Archeologica Speciale di Roma, coordinatrice dell'Ufficio SITAR (Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma). Il SITAR ha infatti già recepito, sperimentato e applicato le direttive ministeriali. Il SITAR è oggi consultabile attraverso webGIS: <http://www.commissario-archeologiaroma.it/opencms/export/CommissarioAR/sito-CommissarioAR/Strumenti/Cartografia/index.html>.

⁴⁴ Azzena c.s.

⁴⁵ *Standard technical committee 211*: <http://www.isotc211.org/>.

⁴⁶ Codifica della *European Petroleum Survey Group*, oggi OGP (*Oil & Gas Producer Geomatics Committee*) - <http://www.epsg.org/>.

⁴⁷ Gli strumenti utilizzati in questa fase sono stati il *freeware* 'Traspunto', lo *shareware* dell'IGM 'CartLab 1.0' e il servizio di trasformazione coordinate del portale geografico della RAS: <http://www.sardegnageoportale.it/strumenti/conversionecoordinate.html>.

⁴⁸ I dati, archiviati nei formati più disparati (tabellari in .xls, .mdb, .csv, .txt, vettoriali .shp, .dxf, .dgn, .dwg, .gml, .kml, raster .tif, .jpg, .ecw, .png, ecc.) sono stati organizzati e implementati all'interno di un RDBMS (*Relational DataBase Management System*) *opensource* Postgres 9.0 (<http://www.postgresql.org/>) con componente spaziale PostGIS 1.4 (<http://postgis.refractor.net/>) e visualizzati attraverso una distribuzione *opensource* del *software* GIS gvSIG (<http://www.gvsig.org/web/>), la OADE gvSIG 2010, della *Oxford Archaeological Digital* (<http://oadigital.net/software/gvsigoade>), con estensione *Sextante* (<http://sextante.forge.osor.eu/>) e GRASS (<http://grass.fbk.eu/>).

Saggi

Parallelamente alla raccolta dei dati e una volta ottenuto un quadro cartografico completo si sono effettuati sopralluoghi mirati, in diversi punti del corso del Rio Mannu di Porto Torres, al fine di evitare un approccio solo cartografico, 'nadiral' e distaccato, spesso insufficiente ai fini di una concreta valutazione della visibilità e fruibilità dei contesti paesaggistici.

È stato acquisito un consistente quantitativo di dati geografici e storico-archeologici, resi disponibili anche attraverso la collaborazione con alcune Amministrazioni Comunali⁴⁹ (sono quindici i Comuni interessati dal bacino idrografico del Rio Mannu di Porto Torres) e la Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Sassari e Nuoro; ci si è inoltre avvalsi dell'opportunità, offerta dalla RAS (come ormai diverse altre Regioni d'Italia), di consultare e scaricare in locale la cartografia di base del Sistema Informativo Territoriale Regionale⁵⁰ (SITR) attraverso protocolli di rete gratuiti, definiti dall'OGS, quali il WMS⁵¹ (*Web Map Service*), il WFS⁵² (*Web Feature Service*) e l'ArcIMS (*Arc Internet Map Service*), o attraverso *download* diretto di *features*⁵³. Grazie a questa base di dati si son potute evidenziare le relazioni e le interazioni fra le diverse componenti del paesaggio (morfologia, idrografia, uso del suolo, demografia, modi di percezione...) attraverso la progettazione e l'implementazione di un Sistema Informativo Territoriale dedicato, che ha consentito l'analisi *overlay* delle diverse componenti. Onde evitare che le informazioni archeologiche divenissero mera e sterile raccolta, ci si è posto l'obiettivo di portarle a concorrere, grazie alla struttura portante del SIT, ad una sintesi interpretativa storica a livello territoriale.

Al di là del supporto tecnologico e della volontà di perseguire l'idea dello standard nazionale, è però importante sottolineare anche l'obiettivo speculativo del progetto: giungere a una nuova forma di produzione cartografica che sia strumento di analisi dinamica e in continua evoluzione e che non si ponga quale momento finale di semplice caratterizzazione delle invarianti territoriali. Provare a rappresentare il compenetrarsi dei differenti sistemi storici nel territorio che hanno determinato l'attuale composizione del paesaggio; evidenziando, certo, le loro componenti fisiche ma anche, sperimentalmente, i caratteri affettivi e percettivi che queste esprimono (o, potenzialmente, potrebbero rappresentare) per i 'fruitori' dei luoghi, siano essi abitanti, turisti, pendolari, ecc. Ai fini di uno sviluppo coerente dell'idea progettuale e nel tentativo di stilare una metodologia valida, 'esportabile' modu-

⁴⁹ In particolare con il Comune di Sassari, in occasione dell'adeguamento del PUC al PPR, per il quale lo scrivente ha effettuato, in Associazione Temporanea di Professionisti con la dr.ssa Francesca Bua, l'individuazione e la perimetrazione dei siti e delle aree di tutela archeologica. Si veda Nurra c.s.

⁵⁰ <http://www.sardegnaeoportale.it/catalogodati/>.

⁵¹ <http://www.sardegnaeoportale.it/areatecnica/wms.html>.

⁵² <http://www.sardegnaeoportale.it/areatecnica/scaricawfs.html>.

⁵³ <http://www.sardegnaeoportale.it/index.php?xsl=1594&s=40&v=9&c=8753&n=10>.

Saggi

larmente, improntata al riconoscimento degli elementi materiali e immateriali che concorrono alla definizione della storicità di un territorio, si è reso necessario, quantomeno, provare a definirne alcuni parametri oggettivi di lettura, incentrati specialmente su quelle forme che, in qualche modo, potessero caratterizzare questa componente 'storica'.

In termini pratici, il territorio è stato esaminato e letto a partire da alcuni elementi puntuali ('evidenze'): siti archeologici, elementi architettonici, fossili toponomastici, archeologie industriali, emergenze ambientali, aree territoriali omogenee, definiti sulla base di un attento censimento preliminare approfondito attraverso ripetuti sopralluoghi di verifica e, infine, 'pesato' attraverso parametri numerici, per ora - in fase sperimentale - calcolati sulla base di una scala di valutazione omogenea per ciascun termine della parametrizzazione. I parametri presi in considerazione sono diversi e senza dubbio presentano, per ora, problemi di incomparabilità fisica e logica: dunque sono destinati, con ogni probabilità, ad una rimediazione anche profonda, stante il carattere del tutto empirico della ricerca⁵⁴.

Si è considerata innanzitutto la *distanza dalla viabilità principale* delle singole evidenze, nel tentativo di evitare un approccio 'nadirale', spesso insufficiente per valutare la reale fruibilità e raggiungibilità delle evidenze⁵⁵. Altro carattere analizzato, di grande rilevanza percettiva, è l'*elevazione* dell'evidenza singola, intesa sia come quota sul livello del mare (assoluta e relativa agli elementi morfologici e antropici circostanti), sia come quota dell'alzato residuo delle eventuali strutture murarie esistenti. L'*estensione* della evidenza (in metri quadri o in ettari), e quindi della porzione omogenea indagata, rappresenta un parametro che incide profondamente sul carattere di visibilità della stessa e sull'ambito paesaggistico in esame. La *visibilità* degli elementi residui (siano questi di natura architettonica, archeologica, ambientale) e l'*intervisibilità* fra evidenze è determinata da molteplici fattori, naturali e antropici. La presenza di fitta vegetazione che occulti eventuali strutture, l'edificato nell'agro, l'infrastrutturazione viaria, la presenza di pale eoliche, di tralicci dell'alta tensione, di impianti fotovoltaici ecc., sono tutti elementi che concorrono a diminuire la visibilità ma, allo stesso tempo, concorrono a definire il carattere, per costruzione evolutivo, del paesaggio⁵⁶. L'ultimo tra i parametri presi in esame riveste un carattere che si potrebbe definire sociologico, se non antropologico: la *componente affettiva* nei confronti dei luoghi e la *rilevanza* che questi hanno nella memoria collettiva degli abitanti e nella vita di tutti i giorni di chi vive il territorio, di chi ci lavora e che, per l'abitudine dello sguardo, spesso non coglie la presenza del proprio Paesaggio nella quotidianità, magari

⁵⁴ Per un quadro dettagliato dei parametri sperimentali cfr. Azzena - Nurra c.s.

⁵⁵ Decandia 2008, p. 75; cfr. inoltre Farinelli 2003.

⁵⁶ Si sottolinea come, nelle definizioni giuridiche di paesaggio, si faccia sempre riferimento all'azione umana quale concausa della sua formazione. Si veda: Carpenteri 2004.

Saggi

immaginandone, a consolazione, altri e altrove, quelli globalizzati da patinate immagini di vita bucolica o di spazi 'incontaminati' da cartolina⁵⁷. Questi parametri, che l'approccio metodologico di base ha selezionato sperimentalmente, sistematizzati in tabella, concorrono alla definizione di punti, posizionati geograficamente e caratterizzati da un unico attributo numerico calcolato sulla media (matematica o pesata) dei diversi parametri analizzati. Ispirandoci alla modellazione digitale del terreno (tecniche di realizzazione dei DEM⁵⁸, DTM⁵⁹, DSM⁶⁰), per ottenere un dato informatico rappresentabile in carta, l'insieme dei punti cartografati viene infine trasformato in un dato continuo, *raster*, attraverso un processo di interpolazione che determina una nuvola continua di valori crescenti o decrescenti e georeferenziati. Si può dunque ottenere un modello digitale delle variazioni della *cronodiversità*⁶¹, con maglie più o meno fitte a seconda della scala geografica di riferimento. Un modello a scala regionale, ad esempio, dovrà essere frutto di una sintesi di macro-areali che andranno a esprimere valori di territori omogenei aventi dimensioni percepibili in carta, onde evitare un fastidioso effetto 'puntinato' che, in termini pratici, non aggiungerebbe nessun dato informativo alla conoscenza del territorio. Così come, in un'analisi di dettaglio, oltre allo studio delle evidenze, il quadro conoscitivo dovrà essere implementato da eventuali punti di raffittimento che esprimano valori intermedi e che consentano al processo di interpolazione di essere quanto più possibile vicino alla realtà percepita, in relazione al territorio esaminato e tenendo conto del fattore di astrattezza di alcuni di essi.

Prospettive

Sembra evidente che la migliore, nonché la più urgente, prospettiva per un reale avanzamento di questo filone di ricerca riguardi qualsiasi tentativo che miri alla omogeneizzazione (per dirla in parole povere, a 'far lavorare' insieme) dell'enorme mole di dati giunti fino ad oggi in grazia di una plurisecolare tradizione di studi storici e archeologici sul territorio italiano. Gli sviluppi della rete, dei *webGIS*, dell'implementazione delocalizzata, della condivisione dei dati in funzione della tutela, ecc., sembrano promettere un forte ausilio a questa opzione. Una conoscenza diffusa ed omogenea, estesa all'intero territorio nazionale, ancorché ridotta al solo apparato informativo basilare associato ad una precisa localizzazione geografica, (il famoso 'catasto archeologico' perseguito fin dal 1875), è, in questo senso, una base indubbiamente solida, utilizzabile in più direzioni e con molteplici funzioni.

⁵⁷ Cfr. Turri 2006, p. 121-131; Castelnovi 1998, con aggiornamento operativo in <http://www.landscapefor.eu/home>.

⁵⁸ *Digital Elevation Model*.

⁵⁹ *Digital Terrain Model*.

⁶⁰ *Digital Surface Model*.

⁶¹ Per la definizione del neologismo: Azzena 2011, pp. 213-217.

Saggi

Per fare riferimento al più recente - e più dibattuto - snodo operativo legato alla tutela, non si può fare a meno di osservare che, anche in funzione delle pratiche della c.d. Archeologia Preventiva⁶², il poter disporre di un *plafond* conoscitivo sul quale basare i necessari approfondimenti a scala di dettaglio, sia certamente un punto di partenza importante.

Se poi si prova a guardare anche oltre, fino ad intravedere la possibilità che ogni ricerca, ogni cantiere di scavo, ogni piano urbanistico, ogni censimento, ogni singola ricerca implementino in continuo una base di conoscenza comune e condivisa, può prospettarsi un quadro davvero positivo che, oggi, non sembra più né troppo utopistico né tanto lontano.

Tracing out an exhaustive, albeit brief, overview of the archaeological mapping situation – both digital and not – is a extremely highly difficult task in our country.

This is so because, on the one hand, the territory of our nation is rather complex, as is archaeological heritage; secondly because, over the years, a congenital lack of standardization in research has conditioned the development of individual application projects, both in traditional methodologies as well as in the more recent data processing.

Just because digital aspects have revolutionized the modus operandi and conception of cartography (obviously not only archaeological) over the past thirty years, it goes without saying that the issue of applied technologies is closely linked to scientific and methodological questions.

In the hope of avoiding the trivialization of such a complex issue by excessive synthesizing, we shall attempt to outline a brief disciplinary frame of reference that can be used as a key to understanding the information technology applications developed over the past thirty years - from the numerical cartography to the Global Positioning System (GPS), from the Geographical Information System (GIS) to recent global navigation networks - and their foreseeable influence on the future prospects of digital archaeological mapping (thus, even if in small part, of archaeological research in general).

⁶² D.Lgs. 12 Aprile 2006, n. 163 *Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE*. Per un approfondimento: Malnati 2005. Cfr. Campeol 2007 p. 273-292