

Metodologie e strumenti di studio digitali per l'archeologia.

Nuovi strumenti per la documentazione archeologica

Margherita Bartoli

Università degli studi di Roma La Sapienza

Il presente articolo si propone di fare una sistematica ricognizione delle metodologie e delle tecnologie digitali applicate agli studi archeologici in ambito nazionale, proponendosi anche di individuare i settori e i filoni di ricerca che in tale ambito risultano ad oggi i più fruttuosi, sia per la disciplina archeologica, sia ai fini di una maggiore e migliore fruizione del grande patrimonio dei beni culturali italiani.

Strumenti come il GIS, la Virtual Reality, il rilievo 3D ma soprattutto gli Open Data, si dimostrano essere utilissimi all'archeologo moderno per ottimizzare il processo di studio, valorizzazione dei beni ma anche per la diffusione delle informazioni scientifiche derivate dalla ricerca e la loro circolazione tra i potenziali fruitori.

Emerge, inoltre, con grande chiarezza l'importanza che viene attribuita dagli studi archeologici alla ricerca tecnologica finalizzata alla conoscenza, conservazione, godimento e gestione del patrimonio culturale, a partire dall'uso dei database per la gestione della documentazione scritta, grafica e fotografica.

La confusione metodologica che oggi domina il mondo delle applicazioni informatiche in ambito archeologico è certamente più visibile nello sviluppo di esperienze che riguardano la pratica dello scavo. In questi ultimi anni, proprio nella metodologia dell'archeologia sul campo, si è venuto a creare un profondo dualismo tra le applicazioni tecnologiche utilizzate sempre più di frequente, e il metodo stratigrafico che oggi rappresenta una delle principali tecniche per l'acquisizione dei dati. Guardando alla storia delle applicazioni informatiche nella ricerca stratigrafica ci rendiamo conto che solo raramente esse sono nate a seguito di una richiesta esplicita degli archeologi: molte esperienze provengono infatti dall'utilizzo dei database, che non sempre però risultano rispondere alle esigenze dell'archeologia, rivelandosi spesso inutili rispetto ai fini della ricerca. È da ricordare, inoltre, che in molti casi questi strumenti tecnologici messi a punto senza una vera colla-

borazione tra archeologo e informatico si sono dimostrati molto costosi e talmente complicati da renderne difficile l'utilizzo.

Più di recente, la tecnologia GIS ha ottenuto grandi consensi: uno strumento affascinante nelle sue potenzialità che però oggi si scontra con la mancanza di standard riconosciuti in maniera univoca per il suo utilizzo. Il GIS prevede, oltre che l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici (geo-riferiti), anche la gestione di queste informazioni in un database relazionale. Nonostante il suo inarrestabile sviluppo, l'utilizzo del GIS provoca reazioni contrastanti in ambito scientifico che passano dallo scetticismo totale a un entusiasmo a volte esasperato. La diffidenza di alcuni archeologi di fronte a questa tecnologia maschera in realtà quella "paura" verso l'introduzione di qualsiasi tecnologia e innovazione nella ricerca. Tra molti vi è infatti il sospetto che il contributo dei sistemi informativi geografici sia finalizzato all'impiego della tecnologia come sostituto dell'interpretazione, piuttosto che come strumento in grado di migliorare la capacità di indagine dei ricercatori e quindi di fornire una più ampia conoscenza dei fenomeni archeologici. Una posizione più aperta è sostenuta, comunque, da quanti ritengono che l'introduzione dei sistemi informativi in archeologia rappresenti di per sé un fenomeno in grado di trasformare l'archeologia stessa.

È importante sottolineare come l'impiego dei sistemi informativi geografici ha già orientato gli studi di molti ricercatori verso strade diverse da quelle tradizionali dando origine a nuove prospettive: l'impiego di software in grado di immagazzinare e analizzare forme volumetriche tridimensionali offre agli archeologi possibilità conoscitive che finora gli abituali sistemi cartografici non consentivano, accrescendo e approfondendo gli strumenti di lavoro più tradizionali, come il matrix stratigrafico.

Senza dubbio, però, l'ambito dell'archeologia in cui è più evidente il problematico rapporto con le nuove tecnologie, è il rilievo e la documentazione grafica. Da sempre l'archeologo ha usato il disegno tramite piante, sezioni, prospetti e disegno dei materiali per trasmettere informazioni sullo scavo di cui si stava occupando; la sua importanza in archeologia si basa sulla consapevolezza condivisa che la rappresentazione grafica abbia possibilità comunicative in grado di rendere immediatamente utilizzabili e universalmente comprensibili i principali dati relativi agli oggetti rappresentati.

Oggi, nella pratica dello scavo archeologico, l'uso di strumenti innovativi ha profondamente modificato il modo di redigere la documentazione grafica, a partire dai tempi ormai già lontani in cui ci si è cimentati, con sospetto inizialmente e poi con attenzione crescente, con i *software* CAD e con le stazioni totali. Attualmente questo settore conosce un grande sviluppo e impone nuove riflessioni, soprattutto alla luce dell'enorme diffusione nel campo della computer graphic e delle tecnologie di rilievo e visualizzazione tridimensionale.

La divulgazione archeologica è oggi pervasa da modelli tridimensionali e ricostruzioni virtuali che, tuttavia, non riescono ancora a radicarsi nel processo di documentazione delle attività di ricerca sul campo, in quanto ancora vittime di una diffidenza che porta a considerare questi oggetti come una visualizzazione troppo “artificiosa” e poco attendibile.

È perciò indispensabile iniziare a pensare di rinnovare i processi di documentazione, comprendendo a fondo, e quindi controllando con maggiore consapevolezza, le potenzialità delle soluzioni innovative oggi disponibili. È infatti innegabile e logico che in futuro il lavoro degli archeologi sarà sempre più contraddistinto dall’uso di strumenti di precisione che permetteranno di acquisire maggiori quantità di dati e di gestirli in modo più rapido ed efficiente, ma bisogna lavorare su un rinnovamento metodologico. Il rischio, infatti, è che la fiducia nell’innovazione renda paradossalmente meno rigorosa la metodologia, e che l’innovazione metodologica venga confusa con l’evoluzione tecnologica. Sarebbe dunque fondamentale che l’archeologia da campo iniziasse a collaborare allo sviluppo di nuovi percorsi di documentazione, imponendo le proprie istanze per evitare che la tecnologia la sovrasti con le proprie regole, declassandola a disciplina secondaria e antiquaria.

Anche se in ambito accademico è ancora presente una diffusa diffidenza, che pone il rapporto “archeologia-informatica” ai margini del percorso formativo degli studenti universitari, è interessante sottolineare come le tecnologie in generale oltre ad essere, sicuramente, strumenti utili alla ricerca, sono divenute ormai consuetudine nel campo dei beni culturali, utili anche per ottenere più facilmente fondi regionali, nazionali e comunitari. L’aumento della richiesta di queste tecnologie da parte degli archeologi mostra come esse siano entrate a far parte di diritto tra gli strumenti più utilizzati dagli studiosi, anche se ancora non alla portata di tutti, a causa dei costi spesso proibitivi. Tra le tecnologie usate in campo archeologico le più utilizzate sono quelle relative al rilievo tridimensionali e (es.: Z-Scanner, scanner 3D ecc.) basate sui sensori. Lo sviluppo di tecniche sempre più all’avanguardia danno un contributo attivo sia nella fase interpretativa che in quella della conservazione, archiviazione e valorizzazione del bene attraverso il web¹.

¹ Appare chiaro come nel contesto dell’innovazione e della tecnologia il Web ha, e avrà sempre in misura maggiore, un fortissimo impatto sulla valorizzazione e comunicazione nell’ambito dei beni culturali. In questi anni, caratterizzati da velocissimi cambiamenti del modo di comunicare, nei quali la diffusione dell’informazione digitale e globale tende ad acquisire un ruolo di primo piano rispetto ad altri strumenti, la realtà Web costruisce la sfida dalle potenzialità straordinarie, sia qualitative che quantitative, per divulgare la conoscenza del patrimonio nazionale.

La Virtual Reality

In questa fase di grande fermento tecnologico, la *virtual reality* (VR) sta acquisendo un ruolo di primo piano. Anche in ambito archeologico² si moltiplicano le applicazioni di computer grafica e di VR sebbene non si sia ancora consolidato uno studio sul reale ruolo del virtuale nell'apprendimento. Dall'utilizzo della realtà virtuale nell'ambito dei beni culturali nasce l'area denominata *Virtual Cultural Heritage* con un settore specifico relativo ai beni archeologici chiamato *Virtual Archaeology* (VA). Questo concetto è stato proposto per la prima volta nel 1990 e vuole indicare i modelli computerizzati 3D di edifici e manufatti antichi. Con l'"archeologia virtuale" non è solo possibile ricostruire interi siti, ma anche manufatti antichi secondo metodologie che ne garantiscono la validità scientifica. Ricostruire un manufatto significa descriverne le evidenze, dimostrando le relazioni tra l'esistente e il ricostruito e cercando di rendere ben visibili le ipotesi ricostruttive. Per fare ciò è necessaria una raccolta minuziosa dei dati sul campo, che permettano di studiare le varie fasi storiche del manufatto per poter dare forma a ipotesi ricostruttive il più possibile verosimili.

Nell'ambito della sperimentazione della realtà virtuale in archeologia, degno di essere citato è il progetto COVA (*Crowd funding for cOnserving and VAlorizing minor monuments*)³, targato "Sapienza", che si propone di valorizzare i beni minori del patrimonio culturale italiano, attraverso modelli virtuali e applicazioni di realtà aumentata. L'idea, sviluppata nell'ambito della *spin-off* "Wsense", nasce dal lavoro dell'informatico Andrea Vitaletti e dell'archeologo, esperto di modellazione con *tool opensource*, Emanuel Demetrescu, e ha lo scopo di creare ricostruzioni digitali dei monumenti per monitorarne lo stato di conservazione e restituire la fruizione di opere altrimenti inaccessibili al grande pubblico. Il sistema si avvale di una rete di sensori wireless che inviano un modello 3D su tablet e altre piattaforme informatiche: è così possibile pianificare azioni di intervento a tutela dei siti e gestire emergenze in tempo reale, ma soprattutto il modello digitale consente a un utente remoto sia la visita in 3D dei siti nello stato attuale di conservazione, che un viaggio nella loro storia ricostruita con un'attenta analisi di carattere scientifico.

I Linked Open Data in archeologia

Certamente quanto detto mostra una grande "spinta tecnologica" nel campo dei beni culturali, ma la vera "rivoluzione" nel campo della digitalizzazione e diffusione del patrimonio culturale sono i *Linked Open Data* in quanto offrono la possibilità di mettere online informazioni sotto forma di dati grezzi collegabili tra loro,

² Dal 1996, anno in cui è stato edito il volume *Archeologia. Percorsi virtuali delle civiltà scomparse* di Maurizio Forte, l'archeologia virtuale ha moltiplicato considerevolmente le proprie applicazioni e soprattutto, fatto rivoluzionario, la VR è migrata definitivamente sul, meno costoso, personal computer.

³ Vedi il video: <<http://www.youtube.com/watch?v=2PIEYv2jUQ8&feature=youtu.be>>.

generando connessioni e arricchendo la conoscenza. I benefici⁴ che si ottengono utilizzando i LOD sono, tra gli altri, una riduzione della duplicazione delle informazioni collegando tra loro i dataset, il raggiungimento di un nuovo pubblico, un migliore ed efficiente uso delle risorse. Anche il portale nazionale Culturalitalia⁵ si sta muovendo verso gli *open data* con il proposito di trasformare i metadati forniti dagli istituti culturali in LOD per inviarli così a Europeana. Proprio a questo fine, i fornitori che intendono aderire a Culturalitalia sottoscrivono una licenza con cui vengono indicati quali contenuti intendono mettere a disposizione, le attività da svolgere per l'interoperabilità delle banche dati e la periodicità degli aggiornamenti. Questo accordo prevede il trasferimento dei dati a Europeana secondo i termini previsti dal DEA⁶ e basato sulla licenza CCO⁷ finalizzata al riuso dei dati sotto forma di *Linked Open Data*. Per rendere possibile tutto ciò è partito un piano di rinegoziazione di tutti gli accordi con i fornitori di Culturalitalia: le istituzioni che per prime hanno risposto positivamente sono state le biblioteche presenti in Internet Culturale, il portale delle biblioteche italiane.

I dati primari o grezzi, in campo archeologico, sono i dati archeografici prodotti contestualmente a un'indagine, vale a dire tutta la documentazione raccolta, grafica, fotografica, compilativa e la quantificazione dei reperti mobili, debitamente collocati nello spazio geografico. È fondamentale che tali dati siano affidabili, tempestivamente disponibili, aperti e riutilizzabili e sarebbe davvero utile, oltre che necessario, creare un nuovo spazio aperto dove la cosiddetta letteratura grigia, cioè tutti gli elaborati tecnici interpretativi prodotti dall'esecutore dell'indagine sulla base dei dati grezzi (relazioni preliminari), siano accessibili a chiunque voglia consultarli.

Il web, soprattutto quello semantico, rappresenta il supporto ideale per la pubblicazione dei dati archeografici in quanto consente, grazie alle attuali tecnologie, di condividere con un'utenza potenzialmente globale, conoscenza a costi ridotti.

Per rendere i dati aperti, ricercabili e soprattutto fruibili, questi devono essere inseriti all'interno di archivi aperti (*open archive*)⁸ e solo la libera accessibilità ai dati grezzi, secondo il paradigma dell'*open data*, consentirà di fare un ulteriore passo in avanti verso un'archeologia 2.0: il futuro della ricerca archeologica è interconnesso alla conservazione dei dati e al loro libero riutilizzo per ulteriori indagini e analisi. Partendo dalla consapevolezza che la ricostruzione del paesaggio archeologico è un processo dinamico che richiede il coinvolgimento di diverse professionalità, un approccio *open data* contribuirebbe, senza dubbio, a costruire

⁴ Rosa Caffo, *Global interoperability and linked data in libraries. ICCU international commitment*, «JLIS.it.», 4 (2013) n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/search/results>>.

⁵ <http://www.culturalitalia.it/>.

⁶ Data Exchange Agreement, <<http://pro.europeana.eu/web/guest/data-exchange-agreement>>.

⁷ Creative Commons o licenza relativa al pubblico dominio, <<http://creativecommons.org>>.

⁸ Repository di *linked open data* pubblici e riutilizzabili da chiunque.

una rete di ricerca attraverso la quale gruppi di lavoro a distanza potrebbero collaborare, mediante il web, alla ricostruzione della storia di un territorio. La pubblicazione dei dati grezzi, oltre a permettere un aumento delle conoscenze, consentirebbe di fare il punto sullo stato della ricerca archeologica in Italia sia sul piano storico che delle metodologie applicate, e di favorire inoltre una migliore conoscenza del territorio in cui i professionisti si trovano a operare. Sebbene il problema principale nella creazione di questi archivi sia ancora la mancanza nel settore di standard riconosciuti, di quelle *good practice* relative alle procedure informatiche da adottare per salvaguardare la progettazione, l'implementazione e la conservazione degli archivi digitali.

Un tentativo di normalizzazione furono le esperienze dell'Archaeology Data Service (ADS) e dell'English Heritage Centre for Archaeology (CfA) che pubblicarono rispettivamente nel 2000 e nel 2002, due importanti manuali, *Digital Archives from Excavation and Fieldwork*⁹ e *Digital Archiving Strategy 2.0*¹⁰, indirizzati a chiunque, a livello pubblico e privato, avesse la necessità di creare archivi archeologici digitali, e affrontano, tra gli altri, i temi legati alle modalità di manutenzione e salvaguardia a lungo termine degli archivi e alla loro accessibilità. Il modello prevede la creazione di archivi digitali aperti, realizzati in accordo ad appropriati standard nazionali e internazionali, documentati in modo da attestarne la certificazione di qualità; inoltre contempla che la divulgazione dei dati sia supportata da istituzioni nazionali, determinando una piena integrazione e collaborazione con la comunità scientifica internazionale. I documenti dovrebbero essere salvati in caratteri ASCII¹¹, mentre le strutture dovrebbero contenere ogni informazione sul processo di codifica adottato. Non dovrebbero, inoltre, mancare dati sulla provenienza, sul contesto, sugli inventari e una distinzione tra dati creati direttamente in formato digitale e quelli acquisiti attraverso scansioni. Tutti i dati digitali acquisiti da fonti esterne devono contenere una documentazione esplicativa sul formato adoperato, sulla compatibilità dei dati con gli standard e un *data-model* per descrivere ogni informazione relativa al tracciato del record memorizzato. Ultimo punto, ma non meno importante, l'utilizzo di software *open source* al fine di permettere l'interoperabilità dei dati: «quanto più si farà uso di formati di scambio aperti, tanto più i gruppi di lavoro saranno liberi di utilizzare i programmi, commerciali o *open*, che più si adattano alle proprie esigenze, e progetti e dati potranno "migrare" più semplicemente da un sistema ad un altro, elemento questo da non sottovalutare vista la continua evoluzione dell'informatica»¹².

⁹ <http://ads.ahds.ac.uk/project/goodguides/excavation/>.

¹⁰ <http://www.english-heritage.org.uk/publications/digital-archiving-programme/dapmanualpreservation.pdf/>.

¹¹ http://www.oppo.it/tabelle/tabella_ascii.htm.

¹² Sofia Pescarin, *Open source in archeologia. Nuove prospettive per la ricerca*, «Archeologia e calcolatori», 17 (2006), p. 137-155: 144.

Se la necessità di creare archivi digitali aperti secondo un'ottica veramente *open data* rappresenta il futuro dell'archeologia, ci si chiede quando si riuscirà ad avere in Italia un archivio come quello dello scavo di Eynsham Abbey¹³, che contiene tutti i documenti archeografici, comprese le singole piante, pubblicati in tempi brevi rispetto alla loro produzione. È noto che in archeologia ad invecchiare non sono mai i dati che, essendo unici e irripetibili, non possono essere sostituiti da altri dati, ma le ipotesi da essi formulate; è perciò importante metterli a disposizione, senza cercare la perfezione di una pubblicazione, che potrà essere raggiunta in un momento successivo: la diffusione di questi dati dovrebbe essere garantita come la pubblicazione dei dati interpretati. Certamente il problema maggiore consiste nel far accettare un mezzo così rivoluzionario alla comunità accademica archeologica, spesso tesa a proteggere i propri dati per future ed eventuali pubblicazioni. Sebbene i dati teoricamente siano pubblici¹⁴, è noto come spesso restino chiusi nei cassetti di chi li ha raccolti e ciò fa sì che la situazione in Italia riguardo gli *open archive* sia ancora piuttosto complessa¹⁵: il traguardo finale della comunità scientifica dovrebbe essere quello di raggiungere la diffusione dei dati in formati aperti, riusabili e fruibili da tutti¹⁶. A tale fine il mondo dell'università e della ricerca dovrà svolgere un ruolo sempre più centrale per accompagnare l'Italia verso uno sviluppo nuovo rispetto al passato, non solo formando nuove competenze, ma anche fornendo alle imprese distribuite nel territorio conoscenze utili all'innovazione e realizzando assieme a esse nuove soluzioni applicative. La fruizione dei patrimoni culturali è un obiettivo strategico per una ricostruzione della memoria della nostra storia che non può rimanere affidata solo alle opere straordinarie.

Il Mappa project dell'Università di Pisa

Di sicuro interesse, in ambito *open data*, è il progetto MAPPA¹⁷ che nasce il 1° luglio 2011¹⁸ dalla collaborazione tra un gruppo di ricerca multidisciplinare e la Regione Toscana finanziato con i fondi PAR-FAS¹⁹ (2010) e coinvolge direttamente, oltre ai dipartimenti di Scienze archeologiche, Scienze della terra e Matematica

¹³ http://ads.ahds.ac.uk/catalogue/projArch/eynsham_OAU/downloads.cfm.

¹⁴ È importante ricordare che si tratta di dati pubblici.

¹⁵ È risaputo in ambito archeologico quanta resistenza spesso esista da parte di alcuni archeologi, soprattutto di vecchia generazione, nel consegnare la propria documentazione di scavo per paura che venga utilizzata da altri.

¹⁶ Potrebbe essere un buon inizio far circolare una grande quantità di dati grezzi distribuendoli alla conoscenza sia nell'ambito della comunità scientifica che, perché no, al grande pubblico.

¹⁷ All'indirizzo: < <http://mappaproject.arch.unipi.it/>>. L'ultimo convegno sugli *open data* in archeologia organizzato dal progetto MAPPA dal titolo *Opening the Past 2014. Immersive Archaeology* si è svolto a Pisa il 23 Maggio 2014. Notizie sul convegno sono disponibili al sito:< http://mappaproject.arch.unipi.it/?page_id=2667> dove è possibile scaricare anche i preatti in formato pdf.

¹⁸ Con durata biennale. Termine stabilito il 30 giugno 2013.

¹⁹ <http://www.regione.toscana.it/fas>.

dell'ateneo pisano, anche il Comune di Pisa, la Direzione regionale per i beni culturali e paesaggistici della Toscana e la Soprintendenza per i beni archeologici della Toscana. Questo progetto, recependo le recenti normative sull'archeologia preventiva²⁰, si pone l'obiettivo primario di studiare strumenti di calcolo predittivo del potenziale archeologico di un'area urbana grazie al lavoro di un gruppo di ricerca composto, come detto, non solo da archeologi ma anche da geologi e matematici. Fondamentalmente il progetto MAPPa si propone di creare archivi digitali di dati archeologici fruibili (*open digital archaeological archive*) superando tutte quelle barriere solitamente imposte dalla consuetudine di limitare la libera condivisione del dato primario e cercando di individuare una serie di *good practices* operative per la redazione e la gestione di tutti i dati archeologici presenti in un contesto pluristratificato. La creazione di un sistema *open data*, vuole garantire la condivisione di un patrimonio storico comune attraverso la condivisione e la diffusione dei risultati della ricerca, rendendo accessibili, e quindi riutilizzabili, tutti i dati pubblici delle indagini archeologiche. Obiettivo del progetto MAPPa è la realizzazione di una carta di potenziale archeologico di Pisa, ma soprattutto di utilizzare il contesto pisano come *case study* per mettere a punto uno strumento matematico in grado di calcolare, come detto, il potenziale archeologico²¹. Nel primo anno di lavoro l'attività del gruppo di ricerca si è concentrata sulla creazione dell'archivio digitale²², sulla raccolta della documentazione degli interventi archeologici effettuati a Pisa fino a oggi, indipendentemente dalla loro consistenza (dallo scavo in estensione, alla più piccola trincea stradale), sull'implementazione e la georeferenziazione dei dati e anche sulla realizzazione di un webGIS²³, ritenendo che un GIS pensato fin dall'inizio per essere gestito online sia la soluzione migliore per garantire il massimo di comunicazione e condivisione delle informazioni. Tutto ciò viene elaborato in modo da poter essere inserito nel primo archivio archeologico *open data* (MOD – MAPPa Open Data) e promuovere il confronto fra esponenti di diversi ambiti disciplinari come archeologi, storici, filosofi, giuristi e esperti di comunicazione. Il MOD è l'archivio digitale archeologico, accessibile gratuitamente, ed è stato progettato per conservare e diffondere la documentazione archeografica e la letteratura grigia

²⁰ <http://www.archeologiapreventiva.com/normativa-d-lgs-163-2006.html>.

²¹ I vantaggi di un tale strumento per le attività di tutela e pianificazione sono evidenti: esso consente infatti di pianificare le scelte urbanistiche ed edilizie con maggiore cognizione di causa, riducendo al minimo le indagini archeologiche condotte in situazioni di emergenza, che sono dannose sia per i resti, spesso scavati affrettatamente, sotto l'incalzare di ruspe e colate di cemento, sia per le opere da realizzare, che subiscono ritardi e talvolta devono essere modificate all'ultimo momento.

²² Nell'ambito del Progetto MAPPa, l'archivio delle informazioni archeologiche, oltre a essere ovviamente aggiornabile in qualunque momento, rappresenta solo il primo stadio del lavoro, non un obiettivo finale. A esso si affiancheranno altri livelli informativi che concorreranno a costituire la banca dati necessaria a effettuare il calcolo del potenziale archeologico.

²³ http://mappaproject.arch.unipi.it/?page_id=452.

prodotta nel corso di una qualsiasi indagine archeologica. Questo archivio ambisce a diventare una piattaforma condivisa per tutto il territorio nazionale²⁴. La proprietà intellettuale di chi ha prodotto i dataset e le relazioni contenuti all'interno dell'archivio MOD è garantita mediante l'apposizione di un DOI²⁵ a tutti i contenuti, che sono distribuiti con una licenza Creative Commons CC BY 3.0 Italia²⁶ e l'immissione dei dataset e delle relazioni all'interno del MOD è fatta volontariamente dagli stessi detentori della paternità intellettuale.

La struttura informatica di archiviazione è stata progettata e realizzata direttamente da archeologi, geologi e matematici strutturando un archivio granulare, basato su una serie di dataset, gestiti tramite RDBMS²⁷, GEOdatabase²⁸ o DAM²⁹, nominalmente organizzati in banche dati omogenee per tipologia. Molto interessante è la possibilità che i dataset siano aggregati e disaggregati in differenti e molteplici livelli informativi, in modo da consentire di volta in volta la descrizione di differenti aspetti della realtà³⁰. Il progetto ha deciso di realizzare questa struttura utilizzando software Access di Microsoft, sebbene si tratti di un prodotto proprietario. Può sembrare una scelta incoerente nella progettazione di una struttura di questo genere, ma giova ricordare che questo progetto di ricerca rappresenta il proseguimento e l'approfondimento di un precedente progetto già sviluppato in ambiente Windows, con il medesimo software proprietario, a suo tempo scelto per una serie di sue caratteristiche come la adattabilità con gli altri software, in particolare con ArcGIS di ESRI³¹, la compatibilità di utilizzo presso gli altri enti (Dipartimenti di Scienze Archeologiche e di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana e comune di Pisa) e la migliore conoscenza di questo software da parte del gruppo di ricerca, con un risparmio notevole di tempo. Certamente il mancato utilizzo di software *open source* è un limite del progetto che andrebbe superato.

²⁴ Chiunque voglia collaborare al progetto aggiungendo nuovi dati all'archivio può farlo contattando i responsabili del progetto all'indirizzo: info@mappaproject.org.

²⁵ <http://www.doi.org/>.

²⁶ <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/it/legalcode>.

²⁷ http://it.wikipedia.org/wiki/Relational_database_management_system.

²⁸ <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase>.

²⁹ All'indirizzo: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Asset_Management sono contenuti tutti i documenti acquisiti e archiviati: si tratta di documenti testuali, grafici e fotografici.

³⁰ Il livello informativo archeologico non rappresenta, quindi, una struttura prefissata, ma un'aggregazione di dati, scelti per descrivere la realtà archeologica all'interno dell'area oggetto di indagine.

³¹ ArcGIS rappresenta uno dei software GIS più usati al mondo, al punto da aver creato uno standard *de facto* per i formati di dati vettoriali (formato shapefile o .shp), fattore non secondario, che permette lo scambio e l'elaborazione di dati anche con software *open source*. I dati sono stati gestiti all'interno di un geodatabase che contiene: la descrizione dell'ambiente, la descrizione geologica e geomorfologica, la descrizione della città contemporanea, la descrizione della città storica e la descrizione archeologica.

L'architettura informatica del RDBMS si basa su una serie di tabelle³² collegate tra loro, le quali contengono i dati archiviati e i *thesauri* o liste valori necessari alla compilazione guidata di determinati campi. Come unità minima di riferimento per la gestione topografica del dato archeologico sepolto, è stata predisposta una scheda che ne evidenziasse i tratti e le informazioni essenziali, individuando le caratteristiche principali, la tipologia e l'inquadramento cronologico dei ritrovamenti, nonché la fonte d'informazione³³.

Un altro fattore di primaria importanza è la gestione dei dati cronologici affinché sia possibile consentire l'interoperabilità delle informazioni, che in origine risultano eterogenee da un punto di vista del metodo di acquisizione e della qualità³⁴. Per la gestione di queste informazioni si è scelto di utilizzare un sistema semplice, basato sull'intervallo cronologico, definito da due diversi campi numerici denominati³⁵, uno indicante la "cronologia finale" e uno la "cronologia iniziale". La scansione numerica è stata affiancata anche da una cronologia generica in forma testuale, per consentire ricerche semplificate. Sono stati individuati dei macro-periodi scanditi a loro volta in sotto-periodi attraverso il campo "Cronologia", a scelta guidata, collegato alla tabella Thesaurus Cronologia. Per quanto riguarda gli standard di identificazione, si è decisa³⁶ l'adozione dei campi minimi alfanumerici presenti nello strumento catalografico definito MODI-Modulo informativo³⁷, elaborato dall'ICCD, per garantire quel minimo comun denominatore dei dati alfanumerici in grado di condividere l'anagrafica identificativa del bene tra i diversi sistemi informativi e rendere possibile la futura implementazione delle informazioni raccolte all'interno del sistema di catalogo generale³⁸.

Come base cartografica di riferimento sono state utilizzate le cartografie regionali (C.T.R.) nelle scale 1:2000 e 1:10.000, nei formati *raster*³⁹ e vettoriali forniti dalla

³² Le tabelle posseggono una maschera (*form*) che permette un più agevole inserimento dei dati e una più rapida navigazione e posseggono due differenti interfacce utente: la prima, nella quale le maschere ripropongono integralmente i campi delle tabelle di archiviazione dati, la seconda rivolta agli utenti che consultano la banca dati.

³³ Il principio guida della scheda di intervento è stato quello di fornire all'utente del sistema un elemento informativo che non prevedesse un grado di sintesi troppo elevato, ma consentisse di ottenere dati specifici ed eventuali possibilità di approfondimento, garantendo un rimando alla documentazione specifica nelle forme presenti (dal minore al maggiore dettaglio).

³⁴ Non è sempre possibile, infatti, ricontrollare, alla luce delle nuove conoscenze, le datazioni attribuite, che dobbiamo accettare quindi con un certo margine di dubbio.

³⁵ Nei quali inserire la datazione assoluta. Si è scelto di datare i secoli con inizio nell'anno 1; per le cronologie avanti Cristo, i numeri sono preceduti dal segno meno (-). Il recupero dei dati avviene grazie a una query effettuata su entrambi i dati numerici, in modo da definire un intervallo.

³⁶ Decisione presa in accordo con la Direzione regionale per i beni culturali e paesaggistici della Toscana, nell'ambito del progetto di sperimentazione SIGEC.

³⁷ <http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/211/sperimentazione-normative>.

³⁸ Nello specifico, i campi MODI sono stati inseriti a livello di tabella degli attributi del file vettoriale e successivamente trasformati nel tracciato ASCII con le specifiche richieste dall'ICCD.

³⁹ <http://msdn.microsoft.com/it-it/library/system.data.dataset.reset.aspx>.

Regione Toscana, realizzati secondo il sistema geodetico-cartografico Roma 40⁴⁰ Gauss-Boaga fuso Ovest (Codice EPSG 3003); inoltre sono stati usati in parte i fogli catastali realizzati con proiezione Cassini Soldner e poi riproiettati a cura della Regione Toscana sul sistema di riferimento Roma 40. I nuovi dati sono stati prodotti con GPS differenziale secondo il sistema geodetico World Geodetic System 1984⁴¹ (WGS84) e successivamente trasformati in proiezione Roma 40. La georeferenziazione dei dati archeologici, in parte già effettuata negli anni 2005-2010 su queste basi cartografiche, è stata quindi realizzata con proiezione Roma 40⁴². L'acquisizione dei dati cartacei è avvenuta tramite scansione con risoluzione tra 300 e 600 dpi (output in formato TIFF a scala di grigi) e successiva georeferenziazione dei dataset *raster* attraverso la definizione di associazioni tra le coordinate locali di un punto di controllo nel dataset *raster* e le corrispondenti coordinate dello stesso punto di controllo nel sistema di coordinate geografiche⁴³.

Legato profondamente allo sviluppo e alla connessione con il MOD (MAPPA *Open Data archive*) è il sistema MAPPAgis⁴⁴, l'archivio aperto di dati archeologici, e questa unione amplifica ognuna delle utilità rendendo lo strumento ancor più efficace. MAPPAgis vuole essere uno strumento che semplifica il lavoro dell'archeologo fornendo una visione complessiva degli interventi censiti nell'area di studio con un aggiornamento continuo delle informazioni, affinché si possa fare un primo *screening* sull'area di interesse, verificando la quantità e la qualità degli interventi oltre che avere una georeferenziazione dell'area. Allo stesso tempo questo webGIS permette di visualizzare sia la sintesi cronologica che tipologica di ogni intervento indicando, laddove possibile, la presenza della documentazione negli archivi della Soprintendenza. Questa funzione sarà amplificata dall'associazione del MAPPAgis con il MOD con la possibilità aggiuntiva di visualizzare liberamente ed immediata-

⁴⁰ http://it.wikipedia.org/wiki/Roma_40.

⁴¹ <http://it.wikipedia.org/wiki/WGS84>.

⁴² Con la recente pubblicazione del dm 10 novembre 2011 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012, Supplemento ordinario n. 37, l'Italia ha però adottato, in attuazione dell'art. 59 del Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD), un nuovo sistema di riferimento denominato ETRF 2000 (2008.0.), allineandosi così al sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89, in modo da supportare applicazioni che richiedono una precisione più elevata. Questo nuovo sistema di riferimento si aggiunge ai Roma 40 e Cassini Soldner, all'European Datum 1950 (ED50) e al WGS 84. Inoltre, come specificato all'Art. 3: «A decorrere dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del presente decreto, le amministrazioni utilizzano il Sistema di riferimento geodetico nazionale per georeferenziare le proprie stazioni permanenti, nonché per i risultati di nuovi rilievi, le nuove realizzazioni cartografiche, i nuovi prodotti derivati da immagini fotografiche aeree e satellitari, le banche dati geografiche e per qualsiasi nuovo documento o dato da georeferenziare». Pertanto, i dati raccolti dal progetto saranno trasformati nel nuovo sistema di proiezioni non appena saranno disponibili i *tool* messi a disposizione gratuitamente dall'Istituto Geografico Militare (IGM).

⁴³ Il lavoro di georeferenziazione svolto ha posto in evidenza come, d'ora in poi, sarebbe necessario posizionare i dati archeologici direttamente in formato vettoriale, seguendo possibilmente norme condivise e in linea con il sistema di riferimento ETRF2000.

⁴⁴ http://mappaproject.arch.unipi.it/?page_id=452.

mente i documenti originali e la documentazione grezza degli interventi, portando ad un risparmio di tempi e costi nel completamento del lavoro. Questo sistema presenta un ampio panorama di quelle che possono essere le diverse possibilità di approccio e mette a disposizione di ogni ricercatore tutto questo materiale con facilità. Si propone l'obiettivo di ottimizzarne la produttività e agevolarne il lavoro senza richiedere particolari specializzazioni tecniche o dotazioni tecnologiche in modo che chiunque lo consulti potrà risalire direttamente, e tempestivamente, alla fonte d'archivio senza doversi spostare fisicamente in qualche ufficio, rispondendo così a quella necessità di rapidità che molto spesso viene richiesta in situazioni di emergenza⁴⁵. L'obiettivo di questo sistema è quindi quello di fornire uno strumento duttile e implementabile, un sistema che possa diventare, nel futuro, un raccoglitore per tutti i record archeografici o archeologici.

I destinatari di questo sistema non sono però solo i membri della comunità scientifica di settore, ma tutti i cittadini essendo loro stessi gli "investitori" di questo progetto finanziato con fondi pubblici. Il bene archeologico si configura così come bene comune e come tale deve essere fruito liberamente dal cittadino che può comunicare via Web l'esigenza di lavori, pubblici o privati, sul territorio urbano (attraverso lo strumento *Segnala*) direttamente al laboratorio MAPPA, che lo trasmetterà prontamente alla Soprintendenza della Regione Toscana⁴⁶. Non solo il progetto MAPPA ha utilizzato il principio degli *open data* per la creazione di *open archives* ma questi sono alla base in molti progetti attualmente in fase di sviluppo.

ArcheoTRAC e Medieval Pisa Open Archaeology Project

MAPPA non è il primo progetto nato nell'ambito della gestione del patrimonio archeologico; infatti già a partire dal 1991 fu intrapreso il progetto ArcheoTRAC⁴⁷ con l'obiettivo principale di ricercare una soluzione gestionale semplice del patrimonio archeologico e documentale correlato, a basso costo, condivisibile e sostenibile a lungo termine. Dal 1994 in poi sono stati elaborati diversi prototipi informatici che hanno avuto come scopo quello di supportare e riorganizzare l'attività di gestione dei beni archeologici e di quelli documentali correlati. Il primo vero risultato è stato però ottenuto nel 2000, quando si è giunti alla sperimentazione nazionale di un vero e proprio sistema informativo denominato *ArkeoKeeper*⁴⁸, da cui sono stati presi gli spunti logici per giungere alla realizzazione del nuovo sistema informativo ArcheoTRAC, il quale si propone, attraverso innovative funzioni

⁴⁵ Sarà possibile confrontare immediatamente i dati archeologici con i dati catastali.

⁴⁶ Essendo il progetto per ora limitato alla sola città di Pisa.

⁴⁷ Nasce nell'ambito del progetto comunitario Interreg III B MEDOCC: *Recouvrement du Potentiel Informatif des Sites Archéologiques en Dépôt* – giSAD (2002-2007), portato avanti da sette soggetti europei guidati dalla Soprintendenza per i beni e le attività culturali della regione autonoma Valle d'Aosta.

⁴⁸ Il sistema è stato realizzato, a partire dal 1995, in collaborazione con la società S.I.CO.RE.

logiche e tecnologiche, un nuovo approccio metodologico alla gestione integrata del patrimonio archeologico e documentale⁴⁹. Tenta, inoltre, di essere uno strumento multilingua per offrire la possibilità di aggiungere e personalizzare una parte di campi, di personalizzarne tutte le etichette e, naturalmente, di implementare i *thesauri*, sia quelli tecnici, amministrativi e logistici, sia quelli umanistici e scientifici, in base alle specifiche esigenze di ogni dipartimento.

Il sistema informativo ArcheoTRAC è composto di moduli specializzati, indipendenti ma fisicamente e logicamente interconnessi, rendendo il flusso informativo univoco, trasferibile e comprensibile da tutti i fruitori. Esso si arricchisce progressivamente, creando una banca dati comune e aggiornata in tempo reale⁵⁰ e tra i moduli non esiste né gerarchia né interdipendenza per consentire l'accesso al sistema a partire dal soggetto informativo di preferenza, sulla base delle proprie competenze. Questo tipo di sperimentazioni ha dato spunto a progetti sempre più complessi ed elaborati come il *Medieval Pisa Open Archaeology Project* che nasce dalla raccolta di una cospicua quantità di dati sia di tipo archeografico, sia archeologico e si propone di garantire una continua implementazione con l'acquisizione dei dati di nuove ricerche. Il principio fondamentale su cui si basa questo progetto è quello secondo cui tutti gli interventi archeologici eseguiti in città (nel caso specifico a Pisa) di qualsiasi tipologia o dimensione, sono importanti, così come tutti i dati "ricostruttivi", e vanno perciò condivisi sul web. I dati digitali sono stati realizzati per la maggior parte con software proprietari e sebbene questa scelta possa essere discutibile è stata presa partendo dall'idea di raggiungere l'utenza più ampia possibile. I database, creati in MSAccess 2003, saranno resi disponibili in formato .xml in quanto questo linguaggio ben si adatta all'obiettivo di archiviare in modo trasparente e flessibile i dati archeologici; inoltre la sua trasparenza rappresenta un vantaggio rispetto ai formati proprietari di archiviazione dei database e ai problemi connessi alle continue evoluzioni del software. Può lasciare perplessi, però, la scelta di non prevedere, per un'eventuale futura implementazione dei dati, alcuna differenza tra il formato di consegna e quello di distribuzione, cosa che, invece, è prevista da progetti più complessi e completi come quello dell'ADS, e che, probabilmente, permette un più facile reperimento dei dati stessi.

Anche i file CAD sono stati creati nel formato proprietario di AutoDesk anche se questo tipo di file non ha formati standard adatti allo scambio tra differenti software, e attualmente i suoi formati sono esclusivamente .dwg e .dxf. Il gruppo di ricerca del progetto, pertanto, ha scelto di distribuire i file CAD proprio con questi due formati sebbene presentino problemi di compatibilità non solo con altri software, ma con differenti versioni del prodotto originario e debbano costantemente

⁴⁹ Favorito da un'originale combinazione di moderne soluzioni tecnologiche, come l'open source, il Wi-Fi, la Radio-frequency identification 6 e il più comune bar-code.

⁵⁰ In tempo reale, da una sede diversa, un archeologo o un conservatore visualizzeranno, via web, i beni appena registrati e potranno, a loro volta, inserire informazioni più specialistiche.

essere migrati alla versione più recente⁵¹. La OpenDWG Alliance 45⁵² si batte per rendere il formato .dwg uno standard pubblico e si spera riesca a vincere la sua battaglia. Per i file GIS, realizzati con ArcGIS ESRI, è stato scelto di distribuirli nel formato .shp che, sebbene sia proprietario di ESRI, rappresenta il formato vettoriale GIS più diffuso, condivisibile e rielaborabile da tutti i principali software *open source* (GRASS, OpenJump, Qgis, gvSIG)⁵³. Per le immagini si è scelto di distribuirle in formato JPEG, che non solo è *open source*, ma è anche lo standard di compressione delle immagini fotografiche più utilizzato, mentre per i file di testo si è scelto di distribuirli in formato PDF e in *Open Document Format* (ODF), formato standard per il salvataggio e lo scambio dei documenti da ufficio, grazie all'approvazione da parte dell'ISO avvenuta nel 2006⁵⁴.

Per quel che riguarda i fogli elettronici, utili per la redazione dei matrix, è stato scelto il formato .xls, letti da OpenOffice.org Calc, Gnumeric, KSpread e NeoOffice, mentre per metadati si è scelto di adottare lo schema *Dublin Core* (DC), standard nato in ambito bibliotecario e gestito dalla *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI). Il gruppo di ricerca ha ritenuto che questo sistema semplice, che si basa su un set di quindici elementi in grado di descrivere adeguatamente, anche in virtù della loro ripetibilità, risorse documentarie di ogni genere, fosse il più adatto in questo caso.

Mozia Open Data: gli open data archeologici de “La Sapienza”

Anche l'Università degli Studi di Roma “La Sapienza” si è inserita in questo processo di innovazione con la Missione Archeologica a Mozia⁵⁵, oggi coordinata dal prof. Lorenzo Nigro, che lavora da oltre cinquanta anni sull'isola di Mozia, in Sicilia occidentale. Le attività della missione archeologica, oltre che alle normali attività di scavo e ricerca, comprendono anche un ricco portale web, una presenza continua sui *social media*, e da ultimo un progetto di pubblicazione dei dati archeologici attraverso una piattaforma *wiki* appositamente dedicata e studiata per la divulgazione. La documentazione prodotta dalla Missione fino alla pubblicazione preliminare e definitiva dei ritrovamenti, eseguita in conformità con la precedente documentazione degli scavi condotti da Antonia Ciasca e secondo le convenzioni della Soprintendenza di Trapani è, costituita da diversi elementi, disponibile nel database digitale. Si tratta di un patrimonio immenso di dati, accompagnato da una biblio-

⁵¹ Questo vale anche per il formato .dxf (drawing exchange format), pur essendo un formato di output per trasferire file ad altri programmi.

⁵² <http://www.opendwg.org/>.

⁵³ Tale scelta è condivisa dall'ADS46, che però distribuisce anche nei formati .dwg e .dxf. Non viene utilizzato il formato di interscambio E00 perché, oltre a essere un formato proprietario, presenta problemi nella conversione e non è utilizzabile dalla maggior parte dei software open source.

⁵⁴ Attualmente è supportato, tra gli altri, dai programmi OpenOffice.org, Google Docs e Spreadsheets, IBM Workplace, Lotus Symphony e Sun's StarOffice. Dal 2009 anche Microsoft si è impegnata a supportarlo nel service pack di Microsoft Office 2007.

⁵⁵ <http://www.lasapienzamozia.it/mozia/>.

teca virtuale che racchiude in versione digitalizzata le principali pubblicazioni oggi disponibili e accessibili gratuitamente e costituisce un esempio d'avanguardia nel campo della ricerca dell'Archeologia Fenicio-Punica, che non può vantare esempi numerosi di *Open Data*, *Open Access* o di semplici informazioni archeologiche digitalizzate e rese accessibili. Il sistema⁵⁶ fa uso del software MediaWiki, il medesimo impiegato da Wikipedia, e comprende oltre 35 mila pagine dedicate alle unità stratigrafiche, ai reperti ceramici, agli oggetti, ai reperti architettonici e ai prelievi documentati durante l'attività di scavo, completi di oltre 40 mila documenti grafici e fotografici, che arricchiscono il patrimonio di dati. Ogni pagina contiene un *template* riferito al proprio tipo e riporta i collegamenti alle voci correlate (ad esempio nelle connessioni stratigrafiche); tutti i lemmi fanno ampio uso di categorie che raccolgono e differenziano i dati per un migliore accesso agli stessi. Il passaggio al nuovo sistema ha costituito un notevole risparmio finanziario, importante nel contesto della ricerca nel settore pubblico, e ha semplificato in modo rilevante le attività operative sia sul campo che in sede universitaria.

Il progetto di Mozia⁵⁷, sviluppato partendo da un lavoro di tesi di laurea, è già pienamente operativo e ha raccolto in via sperimentale la totalità dei dati delle ultime campagne di scavi (2002-2012), mentre al momento è in via di completamento l'inserimento dei risultati precedenti.

Conclusione

Questa sintetica ricognizione sulle maggiori applicazioni delle tecnologie informatiche al settore degli studi archeologici conferma in tutta evidenza come l'archeologia sia stata tra le prime discipline di ambito umanistico ad aver acquisito nella propria metodologia investigativa e di rappresentazione documentaria le più significative implementazioni e invenzioni delle "nuove tecnologie". Sulla base delle analisi condotte, emerge infatti con grande chiarezza l'importanza che, a livello nazionale e internazionale, viene attribuita dagli studi archeologici alla ricerca tecnologica finalizzata alla conoscenza, conservazione, fruizione e gestione del patrimonio culturale, a partire dall'uso dei database per la gestione della documentazione scritta, grafica e fotografica. Di qui, la necessità dell'adozione di standard internazionali di controllo linguistico e semantico, come i thesauri (mono e multi-linguistici), strumenti necessari per semplificare e rendere coerente e consistente, dal punto di vista informatico e archeologico, il processo di codifica digitale dei dati e quindi la successiva accessibilità e fruizione delle informazioni memorizzate. La normalizzazione della terminologia consente di ridurre il rischio di creare ambiguità lessicali e concettuali, che vanificherebbero l'efficacia dei processi di estrazione ed elaborazione dei dati, e soprattutto garantisce la riu-

⁵⁶ http://www.lasapienzamozia.it/wiki/index.php?title=Pagina_principale.

⁵⁷ <http://www.lasapienzamozia.it/mozia/>.

sabilità futura dei dati, anche in contesti disciplinari e in ambienti di fruizione diversi.

Certamente la riflessione maggiore merita lo sviluppo degli *open data* e soprattutto dei *linked open data* che permettono la condivisione di dati tramite il web. L'interazione tra più archivi, anche di dominio differente, e il perseguimento dei principi dei *linked data*, permetterebbero di ottenere la diffusione sul Web di una conoscenza sempre più completa ed esaustiva senza incorrere in informazioni ripetute, ambigue o non attendibili. Tuttavia, nonostante l'azione di coordinamento che ciascun paese conduce nell'ambito della costruzione e distribuzione di sistemi, anche online, per la gestione degli archivi digitali, i confini regionali e nazionali non possono ancora essere superati per l'assenza di standard in grado di assicurare il dialogo tra tutte le informazioni registrate. Diversità linguistiche e soprattutto differenze di tipo culturale nella "implementazione" degli standard, oltre che naturalmente di regole per la gestione amministrativa del patrimonio archeologico locale, impediscono una reale "condivisione" dei dati; la semplice standardizzazione non appare quindi sufficiente a salvaguardare un accesso totale alla documentazione archeologica in formato digitale.

Per assicurare l'interoperabilità tra i sistemi è necessario rispettare alcune proprietà formali come ad esempio l'utilizzo di vocabolari controllati o thesauri il cui compito, come si è detto, è quello di descrivere concetti chiave allo scopo di eliminare il rischio di ambiguità. Oltre che per la coerenza formale dei dati i thesauri sono anche molto utili per la fase della ricerca delle informazioni. Per ridurre il rischio di perdere le informazioni contenute negli archivi, infatti, molti database consentono ricerche basate sulle voci elencate all'interno di vocabolari controllati. A questa specifica finalità rispondono alcuni sistemi che rendono disponibili strumenti, anche in forma di thesauri, che automaticamente mappano o traducono l'espressione digitata dall'utente nel termine semanticamente più "vicino", presente nel vocabolario controllato, realizzando in seguito su quest'ultimo l'operazione di ricerca. L'implementazione e il successivo uso di thesauri mono e multi-linguistici costituisce senza dubbio una risorsa necessaria per la creazione e fruizione di archivi digitali rispetto al più semplice, ma meno efficace sistema free text. Se l'obiettivo dei vocabolari mono-linguistici è quello di garantire la coerenza formale e la consistenza degli archivi digitali al fine di rendere le procedure di data-entry e di information retrieval più semplici e soprattutto "non-ambigue", la funzione dei thesauri multi-linguistici è quella di assicurare il "passaggio" concettuale di un termine in un'altra lingua senza generare confusioni e ambiguità nella traduzione, sebbene si sia ancora lontani dal raggiungimento di questi obiettivi: i thesauri attualmente esistenti sono rilasciati da *authorities* riconosciute a livello internazionale e si tratta, comunque, di sistemi generici che non hanno l'ambizione di rappresentare ogni settore della ricerca archeologica; inoltre – aspetto, questo, molto delicato – sono privi di caratterizzazione in senso cronologico e spaziale.

L'utilizzo di thesauri, come ad esempio Geonames⁵⁸, rappresenta però una carta fondamentale per la circolazione delle informazioni in quanto possono fungere da puntatori verso i dataset di vari domini rendendoli sempre più facilmente fruibili, aperti e soprattutto interoperabili tra loro.

Infine, un *cahier de doléances* che vuole essere anche un auspicio: opportune e giustificate cautele da parte del mondo accademico italiano relegano eccessivamente a un ruolo ancillare e strumentale l'apporto delle tecnologie informatiche agli studi archeologici, con il rischio che alcuni settori della ricerca siano gestiti da interessi privati e commerciali. La speranza è dunque che il mondo della ricerca governi con maggiore consapevolezza i processi tecnologici, rinnovando gli approcci scientifici e le metodologie di documentazione e conoscenza dei beni culturali.

This article intends to make a systematic mapping of the methodologies and digital technologies applied to archaeological studies at national level, also undertaking to identify the research sectors and branches of research which turn out to be the most profitable ones, both for the archaeological discipline and in order to reach a greatest and better fruition of the huge heritage of the Italian cultural heritage.

Instruments like GIS, the Virtual Reality, 3D scanning and above all the Open Data, prove to be very useful for modern archaeologists to optimize the study process and the development of cultural heritage, but also to publicize the scientific information deriving from research, as well as its broadcasting among potential users.

Moreover, it emerges very clearly the importance acknowledged by archaeological studies to technological research oriented to the knowledge, preservation, enjoyment and management of cultural heritage, starting from the use of databases for the management of written, graphic and photographic documents.

L'ultima consultazione dei siti Web è avvenuta nel mese di giugno 2014.

⁵⁸ <http://www.geonames.org/>.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Francesca Anichini – Fabio Fabiani – Gabriele Gattiglia – Maria Letizia Gualandi. *MAPPa. Metodologie applicate alla predittività del potenziale archeologico*. Roma: Edizioni Nuova Cultura, 2012, v. I.
- Francesca Anichini – Nevio Dubbini – Fabio Fabiani – Gabriele Gattiglia – Maria Letizia Gualandi. *MAPPa. Metodologie applicate alla predittività del potenziale archeologico*, v. II. Roma: Edizioni Nuova Cultura, 2013.
- Francesco Antinucci. *Beni artistici e nuove tecnologie*. In: *I formati della memoria. Beni culturali e nuove tecnologie alle soglie del terzo millennio*, a cura di Paolo Galluzzi, Pietro A. Valentino. Firenze: Giunti, ©1997, p. 120-131.
- Francesco Antinucci. *La realtà virtuale come strumento di conservazione del sapere*, 1998, <http://www.mediamente.rai.it/biblioteca/biblio.asp?id=12&tab=int>.
- Margherita Azzari. *Beni ambientali e culturali e GIS*. «Geostorie. Bollettino e Notiziario del Centro italiano per gli studi storico-geografici», 10 (2002), n. 1-2.
- Giovanni Azzena – Manuela Tascio. *Il sistema informativo territoriale per la Carta archeologica d'Italia*. In: *Venusia (Forma Italiae, 37)* Maria Luisa Marchi, Giulio Sabbatini. Firenze: Olschki, 1996, p. 281-297.
- M. Bampton. *Archaeology and GIS. The view from outside*. «Archeologia e calcolatori», 8 (1997), p. 9-26.
- Michele Barbera. *Linked (open) data at Web scale. Research, social and engineering challenges in the Digital Humanities*. «JLIS.it», 4 (2013), n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/6333>>.
- Virtual reality in archaeology*. A cura di Juan A. Barcelò, Maurizio Forte, Donald H. Saunders. Oxford: ArchoPress, 2000.
- Paola Barocchi – Miriam Fileti Mazza. *Beni culturali e ambientali. Beni culturali e informatica*. In: *Enciclopedia Italiana. Appendice I*, Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana Treccani, 2000, p. 177-181.
- Giovanni Bergamin – Anna Lucarelli. *The Nuovo soggetto as a service for the linked data world*. «JLIS.it 3.2.», 4 (2013), n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/5474/7903>>.
- Marco Bianchini. *Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia*. Roma: Aracne, 2008, <<http://www.aracneeditrice.it/pdf/9788854818262.pdf>>.
- Nicoletta Bonacasa. *Il Web 2.0. Nuove prospettive per gli studi sui manufatti in argento*. In: *Estudios de Plateria*, a cura di Jesus Rivas Carmona. Murcia: Universidad de Murcia, 2010, p. 159-170.
- Dall'informatica umanistica alle culture digitali. Atti del convegno di studi (Roma, 27-28 ottobre 2011) in memoria di Giuseppe Gigliozzi*, a cura di Fabio Ciotti, Gianfranco Crupi. (Quaderni Digilab, 2). Roma: Università la Sapienza, Roma, 2012.
- Laura Corti. *I beni culturali e la loro catalogazione*. Torino: Paravia, 1999.
- Karen Coyle. *Linked data. An evolution*. «JLIS.it», 4 (2013), n.1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/5443/7889>>.
- Mauro Cristofani – Riccardo Francovich. *Editoriale*. «Archeologia e calcolatori», 1 (1990), p. 7-8.
- Gianfranco Crupi. *Beyond the pillars of Hercules. Linked data and cultural heritage*, «JLIS.it», 4 (2013), n.1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/8587/7887>>.
- I. D'Ambrosio – A. Drimmer – P. Pascucci – F. Rusca. *La catalogazione promossa dalla regione Lazio nei musei archeologici. Dalle schede di carta alla banca dati condivisa*. «Archeologia e calcolatori», 14 (2003), p. 33-71.

- Andrea D'Andrea. *Documentazione archeologica, standard e trattamento informatico*. Budapest: Archaeolingua, 2006.
- Andrea D'Andrea. *Modelli GIS nel Cultural resources management*. «Archeologia e calcolatori», 10 (2000), p. 153-170.
- Andrea D'Andrea – Franco Niccolucci. *L'Informatica dell'archeologo. Qualche istruzione per l'uso*. «Archeologia e calcolatori», 12 (2001), p. 199-220.
- Oreste Ferrari. *La catalogazione dei beni archeologici e le tecnologie informatiche*. «Archeologia e calcolatori», 2 (1991), p. 113-117.
- Maurizio Forte – Roberta Beltrami. *A proposito di Virtual Archaeology. Disordini, interazioni cognitive e virtualità*. «Archeologia e calcolatori» 11 (2000), p. 287-288.
- Riccardo Francovich. *Archeologia medievale ed informatica. Dieci anni dopo*. «Archeologia e calcolatori», 10 (1999), p. 45-61.
- Riccardo Francovich – Marco Valenti. *La piattaforma GIS dello scavo ed il suo utilizzo*. In: *Il Congresso nazionale di archeologia medievale. Brescia, 28 settembre 1 ottobre 2000*, a cura di Gian Pietro Brogiolo. Firenze: All'Insegna del Giglio, 2000, p. 11-20.
- I formati della memoria. Beni culturali e nuove tecnologie alle soglie del terzo millennio*, a cura di Paolo Galluzzi, Pietro A. Valentino. Firenze: Giunti, ©1997.
- Enrico Giorgi. *Riflessioni sul valore del rilievo archeologico nella documentazione dei siti archeologici*. «Ocnus», 11 (2003), p. 107-133.
- Sistemi informativi e reti geografiche. GIS-internet in archeologia*, a cura di Andrea Gottarelli. Firenze: All'Insegna del Giglio, 1997, <<http://www.bibar.unisi.it/node/305>>.
- Maria Pia Guermandi. *L'informatica come risorsa decisiva nella gestione del patrimonio archeologico. Le attività dell'Istituto beni culturali della Regione Emilia Romagna*. «Archeologia e calcolatori», 7 (1996), p. 837-848.
- Mauro Guerrini – Tiziana Possemato. *Linked data. A new alphabet for the semantic Web*. «JLIS.it», 4 (2013), n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/6305/7891>>.
- Axel Kaschte. *Linked open data on its way into next generation library management and discovery solutions*. «JLIS.it», 4 (2013), n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/5492/7913>>.
- Marie-Veronique Leroi. *Linked heritage. A collaborative terminology management platform for a network of multilingual thesauri and controlled vocabularies*. «JLIS.it», 4, (2013) n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/5471/7901>>.
- Martin Malmsten. *Cataloguing in the open. The disintegration and distribution of the record*. «JLIS.it», 4 (2013), n. 1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/5512/7921>>.
- Nota introduttiva alle normative per la catalogazione dei beni culturali*, a cura di Maria Letizia Mancinelli. ICCD, <<http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=280>>.
- Maria Letizia Mancinelli. *Sistema informativo generale del catalogo. Nuovi strumenti per la gestione integrata delle conoscenze sui beni archeologici*. «Archeologia e calcolatori», 15 (2004), p. 115-128.
- Giovanni Menduni – Gianluca Vannuccini – Giacomo Innocenti. *Open data in the Italian government. The experience of the town of Florence*, «JLIS.it», 4 (2013), n.1, <<http://leo.cineca.it/index.php/jlis/article/view/5500/7925>>.

- Morando F., *Legal interoperability: making Open Government Data compatible with businesses and communities*, «JLIS.it 3.2.», Vol. 4, n.1 (Gennaio/January 2013) DOI: 10.4403/jlis.it-5461.
- Roberto Moriondo. *Open data e politiche pubbliche*. «JLIS.it», 4, 2012 n.1 (Gennaio/January 2013) DOI: 10.4403/jlis.it-6313.
- Paola Moscati. *GIS applications in Italian archaeology*. «Archeologia e calcolatori», 9 (1998), p. 191-236.
- Paola Moscati. *Informatica e beni culturali*. In: *Beni culturali : ricerca, didattica, profili professionali. Atti del convegno, Napoli 12-14 dicembre 1991*, a cura di Mauro Cristofani. Napoli: Dipartimento di scienze di discipline storiche dell'Università di Napoli Federico II, 1994. p. 49-59.
- Paola Moscati. *L'informatica in archeologia*. In: *Il mondo dell'archeologia*. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana Treccani, Roma, 2002; v. I, p. 318-323.
- Serenita Papaldo – Maria Ruggeri. *La catalogazione automatizzata del patrimonio archeologico nazionale in Italia*. In: *International Conference on data and image processing in classical archaeology. Ravello, 3-4 aprile 1992*, a cura di John Boardman, Donna Kurtz. «Archeologia e calcolatori», 4 (1993), p. 323-327.
- Strutturazione dei dati delle schede di catalogo. Beni archeologici immobili e territoriali*, a cura di Franca Parise Badoni, Maria Ruggeri. Roma-Pisa: ICCD-CNUCE, 1988.
- Maria Cecilia Parra. *Applicazioni informatiche nel campo dei beni culturali. Le esperienze della Scuola normale superiore di Pisa*. In: *International Conference on data and image processing in classical archaeology. Ravello, 3-4 aprile 1992*, a cura di John Boardman, Donna Kurtz. «Archeologia e calcolatori», 4 (1993), p. 101-107.
- Mirko Peripimeno – Federico Salzotti. *La stratigrafia archeologica dal rilievo per mezzo di tecniche laser scanning alla gestione 3D in ambiente GIS*. In: *Atti del 51° Convegno Nazionale SIFET, Castellana Marina, Taranto, 14-16 giugno 2006*.
- Maria Luisa Polichetti. *Verso la interoperabilità tra sistemi. Biblioteche, musei e archivi. Il Gruppo di studio sugli standard e le applicazioni di metadati nei beni culturali*. In: *Seminario nazionale sui metadati*, ICCU, Roma, 3 aprile 2001, p.1-4.
- Grazia Semeraro. *Banche dati, GIS e Web Gis. Breve storia delle tecnologie applicate ai beni archeologici nel Laboratorio di Informatica per l'Archeologia dell'Università del Salento*. «SCIRES-IT», 1 (2011), n. 1, p. 125-144, < <http://caspur-ciberpublishing.it/index.php/scires-it/search/advancedResults>>
- Comunicare la cultura*, a cura di Fabio Severino. Milano: Franco Angeli Editore, 2007, p. 135.
- Giuliana Sgambati. *Programmi di digitalizzazione, accesso in rete e conservazione del patrimonio culturale*. Progetto Centri e-learning, Napoli, 30 gennaio 2009, http://www.iccu.sbn.it/opencms/export/sites/iccu/documenti/Sgambati_MinervaMichaelDPE.pdf.
- Marco Valenti. *La piattaforma GIS dello scavo nella sperimentazione dell'insegnamento di archeologia medievale dell'Università di Siena. Filosofia di lavoro e provocazioni, modello dei dati e soluzione GIS*. «Archeologia e calcolatori», 11 (2000), p. 93-104.
- Pietro A. Valentino. *Criteri e metodi per la scelta delle tecnologie informatiche applicabili ai beni culturali*. In: *I formati della memoria. Beni culturali e nuove tecnologie alle soglie del terzo millennio*, a cura di Paolo Galluzzi, Pietro A. Valentino. Firenze: Giunti, ©1997, p. 167-201.
- Andrea Varani. *Realtà virtuale, apprendimento e didattica*. «Informatica & scuola», 3 (2004), p. 2.
- Sandra Vasco Rocca. *Beni culturali e catalogazione. Principi teorici e percorsi di analisi*. Roma: Gangemi, 2002.