

3. Urban Archaeological Information System. Riflessioni e criticità

Francesca Anichini, Gabriele Gattiglia (DOI: 10.4458/8219-06)

L'utilizzo di software GIS¹ e database è ormai una consuetudine in campo archeologico a livello internazionale e, anche a livello nazionale, le funzioni più semplici di queste piattaforme, seppur con lentezza, stanno diventando un'abitudine per la maggioranza degli archeologi. Si tratta, quindi, di un approccio archeologico all'informatica, necessario alle esigenze della nostra disciplina, dal momento che le relazioni richieste dalla razionalizzazione del dato archeologico sono così tante e complesse che possono essere impostate con attendibilità solo da un archeologo, perché solo quest'ultimo conosce i principi generali sottesi alla raccolta dal dato, sia essa diretta o indiretta². Questa centralità dell'impostazione archeologica rende necessario il passaggio, non solo semantico, da GIS ad AIS, da *Geographical Information System* ad *Archaeological Information System* (GATTIGLIA 2011). Quello che può apparire come un semplice artificio lessicale, segna infatti la necessità di sottolineare la principale caratteristica di un prodotto complesso che, utilizzando software GIS, li vuole indirizzati specificamente alla pratica archeologica³, ovvero all'archiviazione, alla gestione, all'elabora-

zione e all'analisi di dati storico-archeologici legati ad un sistema di riferimento geografico, fondandosi "sull'integrazione fra grafica e cartografia numerica da una parte e tecniche di gestione delle banche dati dall'altra" (SALZOTTI 2005: 297).

La piattaforma AIS, per essere davvero produttiva, dev'essere inserita in un network che, oltre alla componente hardware e software, riunisca "dati, persone, organizzazioni e accordi istituzionali per raccogliere, registrare, analizzare e distribuire informazioni" (FAVRETTO 2000:165) in ambito archeologico. Esistono quindi un aspetto informatico e uno istituzionale.

Nell'ambito del progetto MAPPA, il primo è stato sviluppato attraverso un sistema integrato fra strumenti di documentazione differenti e specifici: software GIS, database relazionale, archivi multimediali e qualsiasi altra forma di catalogazione e di presentazione dei dati; il secondo è stato tradotto in un network relazionale, atto a gestire la documentazione in maniera condivisa, secondo standard aperti anche all'acquisizione e alla veicolazione dei dati da e verso l'ambiente esterno⁴, che ha visto come attori principali i Di-

¹ "Contrary to popular mythology, contemporary professional archaeologists may spend more time using GIS than a trowel" (WHEATLEY, GILLINGS 2002: 10).

² Appare importante ricordare che gli archeologi devono sempre più imparare a gestire dati raccolti da altri, basti pensare che la stragrande maggioranza degli interventi archeologici in Italia non è legata in senso stretto alla ricerca, bensì alla varie coniugazioni delle pratiche preventive e di emergenza soprattutto per quanto riguarda i contesti urbani, che come ben sappiamo sono la palestra dell'archeologia professionale. Non si condivide pertanto la posizione espressa da VALENTI, NARDINI 2004: 343, ribadita anche in altre sedi, secondo la quale solo chi ha raccolto il dato stesso può ricostruire in maniera attendibile le relazioni richieste dalla razionalizzazione del dato archeologico. Questa visione, eccessivamente restrittiva, impedirebbe non solo ulteriori nuove analisi di dati raccolti da altri archeologi, ma soprattutto lo sviluppo professionale *tout court* della pratica archeologica.

³ L'introduzione di questa terminologia è anche necessaria a spostare parte degli interessi della ricerca verso la creazione di veri e propri software AIS. In questa direzione va anche la denominazione SITAR, inteso come SIT archeologico. Qui si preferisce usare l'acronimo inglese sia perché già utilizzato in ambito internazionale, sia perché mette maggiore enfasi sull'aspetto archeologico.

⁴ In un processo spesso definito di "democratizzazione" del sapere accumulato (VALENTI 2009: 18), troppo spesso disatteso (GATTIGLIA 2009).

partimenti di Scienze Archeologiche, di Scienze della Terra, di Matematica dell'Università di Pisa, la Regione Toscana, la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, la Soprintendenza per i Beni Architettonici, Paesaggistici, Storici, Artistici ed Etnoantropologici di Pisa e Livorno, la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana e il Comune di Pisa (cfr. Tabella 3 dell'Appendice).

A differenza di quanto spesso fanno gli stessi archeologi, che privilegiano la fase analitico-interpretativa ritenendola l'aspetto più nobile della disciplina, è logica conseguenza puntare, perché la scelta di interazione e accessibilità funzioni realmente e divenga processore di nuova conoscenza, sul processo archeografico di gestione del dato: acquisizione, registrazione, catastazione, archiviazione di informazioni derivate dalle indagini sul campo o dalle attività di laboratorio. I dati grezzi, che rappresentano informazioni essenziali per la successiva fase di analisi, sono sia in continuo aumento numerico e qualitativo, sia costantemente sottoposti alla possibile perdita di potenziale informativo: è dunque evidente che l'accuratezza nella registrazione diventa essenziale. Convinti del fatto che se le analisi passano i dati restano, è stata dedicata una particolare attenzione all'accatastazione di tutti i dati disponibili (dai più recenti, ai più remoti, dalle informazioni dettagliate a quelle superficiali), creando un archivio che, continuamente implementabile e reso fruibile, possa servire ad ulteriori future analisi.

Gestione e analisi del dato, intese come elaborazioni digitali dei campioni raccolti e archiviati, che aumentano in modo diretto la conoscenza disponibile attraverso la combinazione concettuale, matematica e statistica spaziale, costituiscono i vantaggi più evidenti derivati dalle applicazioni

informatiche. La possibilità di produrre conoscenza attraverso l'uso di software GIS costituisce l'aspetto più qualificante nel panorama delle applicazioni informatiche in campo archeologico e, al contempo, una delle direzioni complessivamente meno esplorate da questa giovane materia di studio metodologico (D'ANDREA 2003: 335, VALENTI 2009: 16). Quest'affermazione risulta ancora più vera se rapportata allo studio archeologico delle realtà urbane italiane⁵, dove negli ultimi dieci anni si è assistito alla creazione di GIS archeologici sperimentali e realizzati con aspettative e metodologie differenti⁶.

In estrema sintesi, si può dire che le potenzialità di un AIS urbano consistono principalmente nella capacità di gestire numerosi dati (atti a descrivere la complessità archeologica urbana), analizzarli per ottenere una nuova e più approfondita conoscenza, poter sviluppare efficaci strumenti predittivi; le problematiche, invece, sono soprattutto legate alla scala geografica sulla quale lavorare e all'eterogeneità dei dati da gestire. Un AIS urbano si trova a operare su una scala 'intermedia', a metà strada tra quella territoriale subregionale, e quella del cosiddetto GIS di scavo. Ai dati propri della realtà territoriale (geomorfologici, idrografici, toponomastici, ecc.) vanno ad aggiungersi l'elevato numero di dati relativi alla componente urbana, come la complessa e diacronica stratificazione, gli edifici presenti o scomparsi, la viabilità, le ipotesi di storici e archeologi, ecc. Una soluzione AIS urbana, parafrasando D'ANDREA 2003, dev'essere contrassegnata da un percorso critico e metodologico più elaborato di quello legato alla realizzazione di un GIS archeologico di scavo. Un AIS urbano deve infatti unire, alle cosiddette analisi *inter-site*, caratterizzate dalla sovrapposizione booleana della carte tematiche

⁵ Non si vuole voler affrontare in questa sede il lungo excursus sullo sviluppo e le problematiche dell'archeologia urbana in Italia, per il quale si rimanda tra gli altri a BROGIOLO 2000, GELICHI 1999, CITTER 2007.

⁶ Ancora manca una riflessione generale che inizi a tirare le fila di queste esperienze mettendone in evidenza potenzialità e problematiche. Si vedano, tra i tanti, i casi toscani di Firenze (SCAMPOLI 2007, SCAMPOLI 2010), Grosseto (CITTER 2007), Pisa (ANICHINI 2004-2005, GATTIGLIA 2011) Siena (FRONZA, NARDINI 2009), il sistema C.A.R.T. dell'Emilia Romagna (GUERMANDI 2001, GUERMANDI 2011), oltre a Bologna (PESCARIN, FORTE, GUIDAZZOLI, MAURI, BONFIGLI 2002), Faenza (GUERMANDI 2000, GUARNIERI 2001), Forlì (PRATI 2001), Modena (CARDARELLI, CATTANI, LABATE, PELLEGRINI 2001), Parma (BIGLIARDI 2007), Ravenna (CIRELLI 2008) e infine il caso di Roma con il progetto SITAR (SERLORENZI, a cura di, 2011).

e dal computo della correlazione statistica tra le informazioni di tipo ambientale e/o sociale ed i siti, le risorse tipiche di un GIS di scavo e le analisi Matematico predittive. La complessità e l'eterogeneità dei dati necessari a una soluzione AIS per i contesti urbani rende meno immediata la scelta di un modello dati in grado di tradurre, senza perdita di informazioni, la documentazione grafica ed alfanumerica atta a descriverne la realtà archeologica. Operare su una scala definita 'intermedia' comporta scelte complesse nell'attribuzione di una corretta rappresentazione grafica (intesa come uso delle primitive geometriche per la riproduzione vettoriale degli oggetti) di tutti quei dati che siano in grado di evidenziare la distribuzione spaziale degli 'oggetti' urbani e la loro successione cronologica. In ultimo un AIS urbano deve poter riunire, all'interno di un unico strumento di lavoro, dati archeologici multitemporali e multiscala, risolvendo i problemi legati da un lato alla conversione digitale e alla georeferenziazione di dati di scavo acquisiti in tempi e scale diverse, dall'altro all'integrazione e alla sovrapposizione di informazioni ottenute con tecniche differenti e quindi con diversa affidabilità e precisione topografica. È giusto definire la realizzazione di un AIS urbano un'operazione estremamente costosa in termini di risorse sia economiche, sia intellettuali, poiché la strutturazione e la formalizzazione delle informazioni vanno oltre le pratiche tradizionali di registrazione ed organizzazione dei dati.

La piattaforma AIS si configura come una piattaforma GIS ad uso archeologico, avente come principali caratteristiche:

- architettura basata su un modello dati;
- gestione di dati geometrici descritti secondo linee, punti, superfici;
- capacità di georeferenziare ciascun dato catastato all'interno della base;
- capacità di caratterizzare ciascun dato catastato attraverso attributi;
- potenzialità di ricerca tematica e spaziale;
- potenzialità di calcolo spaziale e matematico-statistico.

e come principali funzioni:

- archiviazione e processamento delle informazioni;

- supporto per analizzare e prendere decisioni o programmare interventi;

- produzione di informazioni ed ipotesi di lettura dei dati (ISABELLA, SALZOTTI, VALENTI 2001:33)

Per l'acquisizione dei dati all'interno della piattaforma AIS sono stati seguiti i criteri teorizzati da NARDINI 2005: 365 ss, che possono essere così riassunti:

- inserimento globale dei dati;
- oggettività nella traduzione digitale;
- costruzione di un modello dati funzionale;
- riproduzione fedele e graficamente affidabile.

Come abbiamo visto, la realtà urbana è ricostruibile solo attraverso tutte le sue componenti; è sbagliato arrogarsi il diritto di operare delle selezioni interpretative nell'inserimento dati, che comportano una riduzione della funzionalità della piattaforma sia come archivio, sia come strumento di elaborazione del dato. Per consentire interrogazioni ed elaborazioni corrette, riducendo al minimo la soggettività del ricercatore, è quindi necessario che l'immissione dei dati avvenga in forma globale e corretta, sia dal punto di vista geografico, sia archeologico. A differenza di un GIS di scavo, dove i dati in fase di immissione devono essere svincolati da qualsiasi processo interpretativo (VALENTI, NARDINI 2004: 347), l'inserimento di dati legati alle diverse interpretazioni del tessuto urbano, effettuate da precedenti studiosi, costringe ad elaborare delle soluzioni di compromesso: tali dati risultano infatti uno strumento di lavoro imprescindibile quando, ai fini della ricostruzione topografica, rappresentare correttamente un edificio ipotetico o un percorso ipotetico di un tratto del circuito murario non è meno importante che riportarne uno effettivamente esistente (NARDINI 2005: 366). Per costruire un modello che sia aperto e funzionale ad accatastare una tale quantità e varietà di dati, è necessario costruire un'impalcatura che tenga conto delle caratteristiche intrinseche della coerenza logica e dell'identità geometrica del dato, rispettando le peculiarità delle diverse realtà inserite (VALENTI, NARDINI 2004: 348). Nell'elaborazione della piattaforma AIS Mappa, in analogia con quanto avviene per il SITAR (CAMPANA 2011: 44), si è deciso di non utilizzare la rappresenta-

zione simbolica a livello di data-entry, riconoscendo la consistenza materiale di ogni evidenza, raffigurata attraverso il grafo poligonale; il ricorso a rappresentazioni puntuali è stato pertanto evitato⁷. Questa scelta diminuisce l'aspetto interpretativo del processo archeologico: si può riportare solo quanto riproducibile come poligono, operando i distinguo a livello di attributi, attraverso l'assegnazione di codici di affidabilità, piuttosto che utilizzando una differenziazione a livello di primitiva. La rappresentazione lineare è stata adottata per riprodurre tutti gli elementi di precisa collocazione spaziale e riferibili a percorsi, come ad esempio i corsi d'acqua.

Se il problema dell'oggettività della traduzione digitale di dati reali (rinvenimenti, edifici, strade, ecc.) è facilmente risolvibile con una corretta attribuzione geometrica, diverso è il caso dell'inserimento di dati già interpretati. Questi vengono tradotti in maniera geometrica anziché come semplici attributi, cercando però di mantenere l'oggettività della traduzione digitale facendo comparire come due oggetti distinti uno stesso elemento topografico: nel primo caso esso riproduce un dato reale, nel secondo un dato interpretato. Quando le informazioni sono tipologicamente simili, ma dedotte da fonti con diversa attendibilità, si è scelto di evidenziarne la diversità attraverso l'assegnazione di codici di affidabilità, piuttosto che utilizzando una differenziazione tipologica.

Un ulteriore problema nasce dal continuo insistere della città sugli stessi spazi. Questo ovvio fenomeno porta a frequenti modifiche sia nella destinazione d'uso, sia nella forma di uno stesso 'oggetto'. Un edificio destinato a funzioni religiose nel Medioevo, può aver avuto destinazione pubblica nel corso dei secoli successivi e attualmente essere utilizzato come civile abitazione⁸, oppure, pur mantenendo definizione e funzione identiche nel corso dei secoli, può aver modificato leggermente il suo perimetro o la partizione in-

terna degli spazi⁹: nel primo caso si è operato attraverso link con il database relazionale; nel secondo sono state disegnate due entità geometriche con distinti attributi.

3.1 Carta archeologica o livello informativo archeologico? Una questione non solo semantica

La struttura logico concettuale di MAPPA è basata essenzialmente sulla dicotomia tra oggettivo e interpretato, tra dato e informazione: più banalmente, in ambito archeologico, tra archeografia e archeologia. Pur riconoscendo a questi due aspetti una complementarità, se ne attesta una disparità di valore, una precedenza del primo sul secondo, una propedeuticità innegabile: il primo può esistere senza il secondo, mentre il secondo necessita obbligatoriamente del primo. L'informazione archeologica acquista credibilità tanto più il dato archeografico è trasparente ed accessibile. All'interno di questa struttura possono essere realizzati molteplici livelli informativi, ognuno con le sue peculiarità e accezioni, liberamente creati dall'aggregazione di differenti informazioni visualizzabili su base spaziale e prodotte allo scopo di esplorare una determinata specificità.

In quest'ottica, il livello informativo archeologico è l'insieme di dati che consentono di analizzare la realtà archeologica conosciuta e, al tempo stesso, assolve al compito di catastazione spaziale di tali dati, sempre più necessario vista l'enorme mole di dati prodotti. Dal punto di vista semantico, quindi, il livello comprende l'informazione archeologica – che racchiude il dato archeografico da cui viene inferita – alla quale attribuiamo una maggiore capacità di durata nel tempo (che tuttavia va sempre più diminuendo). Al livello informativo archeologico attribuiamo pertanto una capacità generatrice di nuova conoscenza, sia intrinseca, sia combinata con altri livelli, la capa-

⁷ Siccome ogni regola ha le sue eccezioni, si è ricorso alla rappresentazione puntuale solo in alcuni casi ben definiti come nella vettorializzazione dei toponimi.

⁸ È il caso ad esempio della chiesa di San Pietro in Palude, poi dedicata a Sant'Omobono e attualmente parte civile abitazione, parte ristorante.

⁹ È il caso ad esempio della chiesa di San Rocco già San Pietro in Cortevacqua.

cià, in altri termini, di favorire la costruzione di nuove ipotesi e/o sintesi interpretative, che si avvalgano contemporaneamente dell'informazione primaria e di quella già filtrata da uno o più ricercatori. L'idea è quella di una struttura in continuo movimento, un background mutevole che cambia aspetto ogni qual volta si vada ad aggiungere il risultato di un'indagine o di una ricerca, che automaticamente getta nuova luce sulle informazioni già presenti.

In questa cornice, il concetto di cartografia archeologica appare inadeguato, in quanto il suo sottointeso di fissità cartacea si rivela totalmente inadatto a rappresentare sia la continua produzione di dati archeologici, sia la loro reale consistenza topografica: quanto più il flusso dei dati è vorticoso, tanto più richiede spazi virtuali (ma sempre più reali per il peso che hanno nella nostra vita), dove quei dati possano essere aggregati in vario modo. La necessità di immediato aggiornamento del dato archeografico diventa più evidente, relegando la staticità della carta archeologica, a strumento *ante quem*. Dal punto di vista sostanziale risulta superata anche l'accezione di carta archeologica come prodotto che coniughi la presentazione del dato spaziale con quello interpretato di ricostruzione storico/ archeologica delle variazioni insediative a livello urbano e/o territoriale. Per questo fine i singoli ritrovamenti archeologici rappresentano un elemento necessario, ma non sufficiente: a essi vanno infatti aggiunti ulteriori livelli informativi, come quelli paleo-ambientali, delle fonti scritte e cartografiche, degli studi pregressi ecc., così da creare un'architettura flessibile, dove non si propongono ricostruzioni interpretate, ma si consente all'utente di far interagire le informazioni che concorrono a descrivere la 'città' nel suo divenire storico, trasformando il livello informativo archeologico in strumento professionale o di ricerca.

[G. G.]

3.2 Un'idea, un concetto, una struttura. Architettura logica

Il livello informativo archeologico possiede alcune caratteristiche che sono intrinseche alla natura stessa dei dati/informazioni che lo compongono:

- gestione oggettiva e trasparente del dato, sia da un punto di vista della traduzione geografica, sia degli attributi;
- lettura contemporanea di dati eterogenei prodotti in tempi e con modalità differenti;
- completezza di acquisizione, sia tematica sia cronologica, di dati/informazioni, che comprende archeologia del sepolto, archeologia degli elevati e lettura archeologica delle tracce da fotointerpretazione aerea.

Le maggiori difficoltà sono state riscontrate nel sintetizzare e omogeneizzare il volume di dati archeologici prodotti nel corso del tempo. Si tratta, nello specifico, dei dati relativi ai depositi archeologici sepolti, dal momento che la raccolta dei dati relativi all'archeologia degli elevati (che integrerà il livello in un prossimo upload) e alle tracce da aerofotointerpretazione (cfr. § 8), è stata effettuata appositamente per il progetto.

Valutando le diverse casistiche tipologiche, tre sono le problematiche principali che si evidenziano:

- eterogeneità della fonte di informazione;
- dissimilitudine tra i parametri cronologici adottati;
- eterogeneità di terminologia nella definizione delle classi e della tipologia dei ritrovamenti.
- eterogeneità nella definizione della collocazione spaziale

L'eterogeneità delle fonti e di un linguaggio che, nell'arco di cinque secoli di 'registrazioni' di interventi archeologici nella città di Pisa, da 'pittoresco' si trasforma in scientifico, ha necessariamente comportato un indispensabile lavoro di categorizzazione lessicale, fino alla creazione di una vera e propria ontologia. In alcuni casi ha richiesto uno sforzo interpretativo della cultura archeologica diffusa nei vari periodi¹⁰, nonché la

¹⁰ Confrontare dati raccolti da differenti ricercatori è possibile solamente tenendo in considerazione la storia intellettuale e il retroterra individuale di ognuno di essi (TERRENATO 2006:19), è evidente che i dati invecchiano e sarebbe meglio metterli a disposizione subito, senza cercare la perfezione, quando la comunità scientifica è maggiormente in sintonia metodologica con chi li ha prodotti (GATTIGLIA 2009:56).

necessità di ridefinire, secondo i moderni parametri, categorie cronologiche ormai superate. Per consentire un'integrazione di tutti i dati e ovviare agli inevitabili inconvenienti rappresentati dalla forte difformità degli elementi sopra elencati, si è scelta una linea che, se pur arbitraria, ha tenuto conto delle indicazioni fornite dalle *Linee guida per la redazione della Carta Archeologica della Toscana* (FRANCOVICH, PELLICANÒ, PASQUINUCCI 2001: 182-198) e delle soluzioni già sperimentate e adottate nei lavori di ricerca su Pisa¹¹ (ANICHINI, 2004-2005; GATTIGLIA 2010; GATTIGLIA 2011), sviluppando uno schema di archiviazione modellato sulle necessità della ricerca. Si è scelto dunque di trattare tutte le fonti in modo paritetico, sintetizzandone l'informazione con l'unità minima riconducibile all'intervento archeologico¹², inteso come singola attività archeologica di qualunque tipologia per unità spaziale continua (ad es. un unico lavoro che dia luogo a differenti e non contigui saggi di scavo viene diviso in tanti interventi quanti sono i saggi). In tale definizione rientrano tutte le informazioni sull'archeologia del sepolto, qualunque sia la loro fonte di provenienza; qui dialogano la notizia del recupero occasionale e lo scavo stratigrafico, superando lo stridente contrasto tra quantità e qualità dei dati. Con differenti livelli relazionali di appro-

fondimento, laddove è possibile, si passa dai dati interpretati a quelli grezzi. Se l'intervento archeologico diventa l'unità minima di riferimento, che contemporaneamente corrisponde a un posizionamento geografico riconoscibile¹³, l'Unità Stratigrafica – con relative schede e quantificazioni di materiali – è l'evidenza con il maggior grado di dettaglio da gestire nel medesimo sistema di archiviazione. L'obiettivo è far dialogare all'interno di un'unica struttura, e quindi interagire in un processo dinamico di analisi comparativa, il minimo e il massimo grado informativo.

L'intervento è tanto più oggettivo quanto più corrisponde esattamente alle sue caratteristiche spaziali e di attributi (Chi? Come? Dove? Quando?), non sottoposte a interpretazione. Anche in questo caso è stato necessario superare i limiti rappresentati, nelle fonti, dalla difformità di indicatori per il posizionamento spaziale – e cartografico – degli interventi. Non potendo intervenire arbitrariamente sull'imprecisione di un riferimento spaziale, che avrebbe comportato l'inserimento di un parametro soggettivo e un discrimine non più recuperabile a posteriori, si è scelto di associare un attributo al grafo poligonale (cfr. § 4), così che l'utente possa avere immediata percezione del livello di precisione dato dalla fonte.

¹¹ La banca dati realizzata rappresenta l'evoluzione e l'approfondimento di un precedente progetto, primo step verso la realizzazione di un GIS per la città di Pisa concretizzatosi nella tesi di Laurea di Francesca Anichini, dal titolo "Tutela, Ricerca, Valorizzazione del patrimonio archeologico: progetto per il G.I.S. della città di Pisa" (ANICHINI 2004-2005; ANICHINI, PARIBENI 2005). In quella occasione venne realizzata una banca dati contenente solamente i dati archeologici in maniera completamente diacronica, già basata sull'unità minima spaziale dell'intervento archeologico, e realizzata secondo una struttura aperta che la rendesse 'contenitore' di unità più piccole. Non vennero creati archivi atti a contenere la descrizione del tessuto urbano, ma, vista la gran mole e l'eterogeneità dei dati per la prima volta raccolti in un unico sistema di archiviazione, le domande 'guida' nella creazione del database furono essenzialmente: Dove? Quando? Come? Cosa? Domande semplici, ma necessarie per "strutturare i cardini di una ricerca che lasci aperte molte possibilità, diverse occasioni e differenti livelli di interrogazione" (ANICHINI 2004-2005: 85). In pratica l'ubicazione, o meglio l'ubicabilità, dei ritrovamenti pisani; la datazione dell'intervento, ovvero la sua data di esecuzione; la qualità ovvero la tipologia dell'intervento, e infine il tipo di ritrovamento, per il quale si puntò l'attenzione su due fasce informative: la cronologia e la tipologia più stretta (ANICHINI 2004-2005: 87).

¹² La scelta dell'Intervento come unità minima sarà utilizzata anche per l'archivio Open data (MOD), tale scelta consente un più facile processo di aggiornamento dei dati dopo la prima fase di immissione. È lo stesso criterio di scelta operato dal SITAR e dall'*Archaeological Data Service* gestito dalla University of York ([http:// archaeology dataservice.ac.uk/](http://archaeologydataservice.ac.uk/) ultimo accesso 20 aprile 2012), per una posizione contraria basata sulla scelta della topografia storica si veda FRONZA, NARDINI 2009:68.

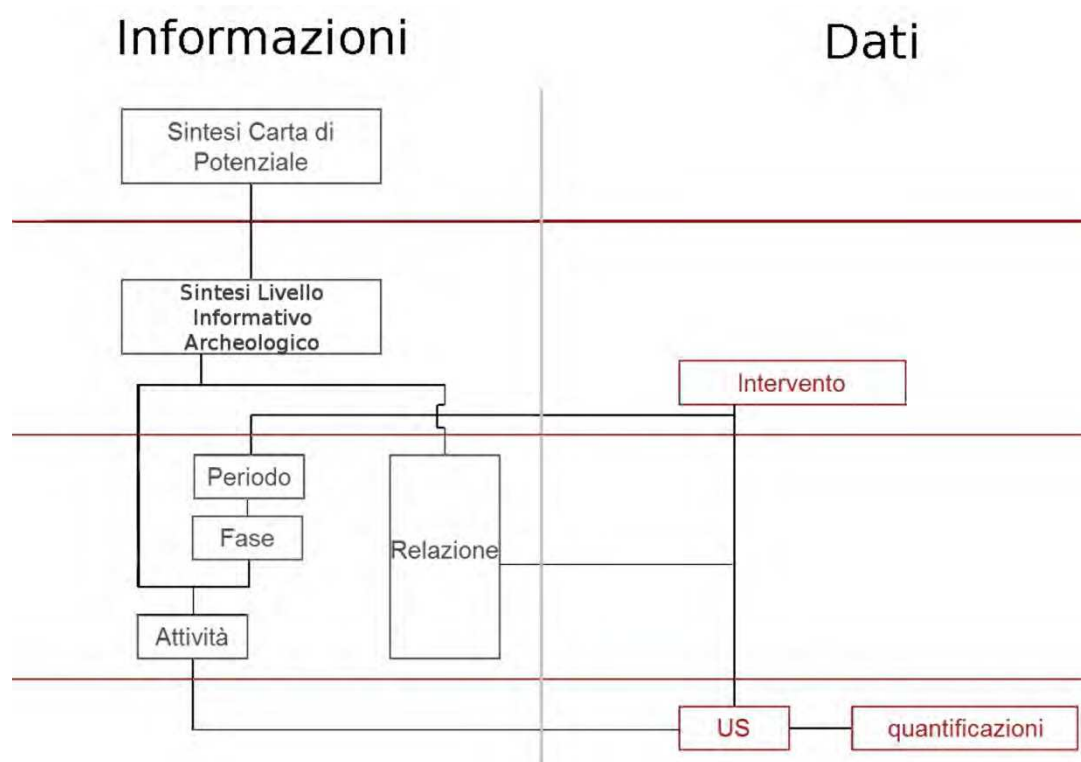
¹³ Non necessariamente univoco, ad una stessa localizzazione possono corrispondere più interventi succedutisi negli anni.

La trasparenza, invece, consiste nel riproporre i dati secondo le stesse modalità di raccolta, rendendo più agevole interfacciarsi con gli archivi della Soprintendenza e più semplice l'implementazione di nuovi dati. I dati oggettivi e le informazioni interpretate sono presentati in due parti diverse della struttura, così che l'utente possa ripercorrere il processo di indagine e validare o meno l'interpretazione fornita in base alla propria esperienza. La massima potenzialità del sistema è espressa nella relazione con l'archivio open data, ma è possibile anche un uso ridotto, limitato alla possibilità di sapere quali dati siano disponibili negli archivi cartacei della Soprintendenza, con la funzione un po' vetusta, ma comoda, di elenco telefonico.

Il problema della difformità tra i parametri cronologici adottati nelle fonti è stato affrontato da un lato scegliendo di operare su un inquadramento cronologico con il più ampio margine diacronico (dalla preistoria all'età contemporanea, nella quale è stata compresa anche l'età attuale), dall'altro utilizzando precisi parametri cronologici definiti sia in base a thesauri gestiti come tabelle esterne

collegate ai campi di riferimento, sia come campi numerici assoluti, individuati in una datazione iniziale e una datazione finale, allo scopo di definire un ambito cronologico il più preciso possibile. Anche l'eterogeneità di terminologia applicata alle tipologie di ritrovamenti è stata gestita attraverso la definizione di thesauri, in questo caso implementabili e gestiti come tabelle esterne, collegate ai campi di riferimento (cfr. § 4).

Il superamento dei problemi descritti è avvenuto con la creazione di uno schema operativo articolato su quattro differenti livelli logici, attraverso i quali l'informazione è gestita mediante un processo di sintesi interpretativa, che dalla definizione della traccia materiale giunge fino alla trasposizione del dato in macro categorie tipologiche all'interno di ripartizioni cronologiche. Il diagramma (fig. 3.1), in cui sono descritti sinteticamente i livelli e le relazioni tra i diversi elementi che concorrono a definire il potenziale informativo di ogni singolo intervento, si sviluppa partendo da un Primo stadio, dove risiedono i dati primari (schede di US e USM, schede di quantificazione dei reperti mobili). Questo stadio è pre-



3.1 Il diagramma sintetizza la struttura logica ripartita tra Dati (non interpretati) e Informazioni (interpretazioni dei dati), suddivisa nei 4 diversi stadi di sintesi.

sente solo per alcune tipologie di intervento e, tra queste, solo per quegli interventi eseguiti in anni recenti dei quali si è conservata la documentazione. Il dato primario viene fedelmente riportato in schede articolate per riprodurre l'intera sequenza stratigrafica (cfr. § 4). Nel Secondo stadio del diagramma confluiscono tutti i dati riconducibili alle fasi di sintesi interpretativa fatte dagli autori dell'intervento: descrizione di Attività, Fasi e Periodi per i dati di scavo; relazioni, rapporti o semplici resoconti per tutti quegli interventi di cui non si possiede nessun altro tipo di documentazione; questo secondo step permette di trattare con la stessa metodica informazioni redatte in modo estremamente difforme. Ogni documento viene censito e catalogato secondo criteri comuni predefiniti, tracciando un primo anello di congiunzione nell'omogeneizzazione delle fonti eterogenee. Nel Terzo stadio si riuniscono i dati disaggregati degli stadi uno e due. In questo momento si dà conto dell'anagrafe dell'intervento, della fonte di informazione, del riferimento geografico, dell'affidabilità dei dati e di tutte quelle informazioni complementari che ne permettono sia la rappresentazione in forma descrittiva, sia la categorizzazione per i singoli ritrovamenti. È a questo livello che si incontrano pariteticamente dati prodotti e registrati con metodologie molto dissimili; è qui che si inserisce la componente di revisione e interpretazione del ricercatore, che diventa soggetto attivo nella sintesi e tipizzazione dei dati. In questa fase interviene lo sforzo di categorizzare i ritrovamenti archeologici con l'idea di ricondurli a una standardizzazione che ne permetta un'analisi comparata. Se nei primi due livelli il ricercatore è solo un catalogatore, informatizzatore e parzialmente un revisore del documento, dal terzo opera direttamente sulla traduzione dei dati archeografici e archeologici in categorie standardizzate. La difficoltà di questo passaggio è determinata soprattutto dal dover interpretare notizie sporadiche poco dettagliate che, o descrivono tracce materiali molto generiche, o forniscono esclusivamente un termine interpretato senza specificarne l'origine nella traccia materiale. Il dato subisce necessariamente una revisione critica, che non può essere svincolata da

un'analisi complessiva dell'intervento in termini di epoca di esecuzione, tipologia, caratteristiche dell'esecutore, ecc., determinanti un grado di affidabilità complessivo dell'informazione. Il processo di standardizzazione del dato avviene mediante un percorso strutturato su quattro livelli di sintesi, che permettono di analizzare la stessa informazione su gradi diversi di interrogazione, sia spaziale sia concettuale (cfr. § 4). Ogni traccia è così ricondotta progressivamente a quattro categorie: la prima ne definisce la componente tipologico-qualitativa, la seconda quella tipologico-funzionale, la terza e la quarta ne definiscono il ruolo, in termini di vocazione, all'interno di un più vasto sistema di relazioni spaziali, a due diverse scale di lettura: locale e urbana.

Allo stesso tempo, sono trattati con le medesime modalità i dati non propriamente archeologici. Il Quarto stadio diventa così, all'interno di un'architettura che si presta alla massima flessibilità e implementazione, la finestra di dialogo di tutti i livelli informativi. Qui nascono le analisi: i dati già categorizzati sono raffrontabili tra loro e possono concorrere a una serie di processi di elaborazione e creazione di nuove informazioni di sintesi.

Principio fondamentale di tutta l'architettura è la completezza del dato acquisito, sia da un punto di vista spaziale (raccolta di tutti i dati disponibili per l'area oggetto di indagine), sia da un punto di vista metodologico (tutte le tipologie di interventi attestate, compreso lo studio degli elevati, eseguito appositamente per il progetto), sia da un punto di vista diacronico. La necessità di operare con grandi quantità di dati e di avere la maggiore completezza possibile, ha portato a raccogliere dati provenienti da svariate tipologie di fonti: dati archeologici editi, dati archeologici d'archivio, dati archeografici inediti. Laddove era accessibile, si è cercato di privilegiare il dato grezzo, convinti che solo risalendo alla fonte primaria, non interpretata, è possibile effettuare un'adeguata sintesi archeologica. Questo lavoro ha messo in luce come l'eterogeneità nella resa di un'informazione non sia assolutamente, e solo, legata alla 'data anagrafica' dell'intervento (cfr. § 8). La completezza e le modalità di registrazione dell'informazione di-

ventano quindi, il fattore fondamentale per determinare un metro di affidabilità dell'informazione stessa; parametro necessario per misurare e pesare adeguatamente il potenziale informativo di un determinato record nelle successive fasi di elaborazione che il progetto dovrà compiere per giungere alla determinazione del potenziale archeologico.

Il processo di sintesi sviluppato nei quattro stadi descritti trasforma l'informazione archeologica primaria in categorie standardizzate che andranno a concorrere direttamente al calcolo del potenziale archeologico. Il percorso è quindi particolarmente delicato perché incide direttamente sulle analisi e le considerazioni storico-archeologiche e matematiche che consentiranno di giungere al prodotto finale. Pur avendo studiato un sistema di archiviazione che cerca di attutire quanto più possibile tali problematiche, abbiamo ritenuto indispensabile inserire un campo che permetta di valutare, con parametri chiari, l'affidabilità complessiva di ogni attività di categorizzazione. Individuando nella fonte, intesa come documentazione archeografica dell'intervento, il punto nodale di questa riflessione, è stata elaborata una tabella per la valutazione della documentazione di ciascun intervento, attraverso una serie di semplici passaggi predefiniti in modo tale da codificare e rendere quanto più obbiettivi i parametri di giudizio degli operatori. Il punto di partenza è dato dall'assunto che ad una maggiore quantità di documentazione corrisponda una

maggiore affidabilità dell'informazione; una documentazione completa permette infatti una migliore verifica e comprensione del dato grezzo, nonché una maggiore attendibilità della sua categorizzazione e una più affidabile sintesi (ANICHINI *et alii* 2012: 17).

L'archeologia degli elevati è stata gestita in maniera separata rispetto ai dati archiviati come interventi. La scelta è stata fatta sulla base di una duplice motivazione. Da un lato è giusto riconoscere una specificità alla disciplina, dall'altro il numero di interventi legati alla lettura degli elevati censiti si è rivelato estremamente basso¹⁴. Pertanto si è ritenuto indispensabile realizzare una ricognizione *ex-novo* dell'area oggetto di studio, dando conto degli interventi pregressi, ponendo però le informazioni, all'interno del medesimo livello informativo e della sua articolazione logica, con una struttura che consentisse la piena interoperabilità fra dati di natura diversa. L'esame diacronico di tutte le strutture in elevato, articolato nei primi tre stadi del sistema descritto, ha così permesso di ottenere un set di dati completamente integrato con gli altri elementi del livello informativo¹⁵.

Allo stesso modo, sono stati organizzati i risultati del lavoro di lettura delle tracce da fotointerpretazione aerea, condotto sia sotto il profilo propriamente archeologico (cfr. § 9.1), sia mediante lo studio geomorfologico del territorio (cfr. § 9.2).

[F. A.]

¹⁴ Le motivazioni sono probabilmente da ricercare nella specificità di cui sopra, non sempre compresa dagli stessi archeologi, oltre che da altri enti di tutela, e nella relativa giovinezza della disciplina.

¹⁵ La struttura e i risultati dell'analisi degli elevati sarà illustrata in un prossimo contributo specifico all'interno dei MapPapers.

Bibliografia

- ALBERTI A. 2011, *Il saggio 1300*, in ALBERTI, PARIBENI (a cura di) 2011, pp. 295-299.
- ALBERTI A., PARIBENI E. 2011, *Archeologia in Piazza dei Miracoli. Riflessioni a chiusura dei lavori per la pubblicazione*, in ALBERTI, PARIBENI (a cura di) 2011, pp. 17-30.
- ALBERTI A., PARIBENI E. (a cura di) 2011, *Archeologia in Piazza dei Miracoli. Gli scavi 2003-2009*, Pisa.
- ANGELI L., COSTANTINI R., COSTANZA L., FERRARI R., GREGORINI M., INNOCENTI L., *Il Sistema Informativo Territoriale delle aree soggette a vincolo Paesaggistico della Regione Toscana*, in XI Conferenza nazionale ASITA (Torino 2007), vol. I, pp. 803-808.
- ANGELI L., COSTANTINI R., COSTANZA L., *Carta dei Vincoli Paesaggistici della Regione Toscana*, in VI Conferenza Nazionale Informatica e pianificazione urbana e territoriale (Potenza 2010), vol. I, pag. 199-209.
- ANICHINI F. 2004-2005, *Tutela, ricerca, valorizzazione del patrimonio archeologico: progetto per il G.I.S. della città di Pisa*, t.d.l. Università di Pisa, rel. Prof. M. Milanese.
- ANICHINI F., PARIBENI E. 2005, *Il Gis Archeologico della città di Pisa. Primi risultati per la tutela e la gestione del patrimonio archeologico pisano*, in «Notiziario della Soprintendenza per Beni Archeologici della Toscana», 1, pp. 205-210.
- ANICHINI F., BINI D., BINI M., DUBBINI N., FABIANI F., GATTIGLIA G., GIACOMELLI S., GUALANDI M.L., PAPPALARDO M., PARIBENI E., SARTI G., STEFFÈ S. 2011, *Progetto MAPPA. Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico*, in «MapPapers» 1-I, pp. 1-22.
- ANICHINI F., FABIANI F., GATTIGLIA G., GUALANDI M.L. 2012, *Un database per la registrazione e l'analisi dei dati archeologici*, in «MapPapers» 1-II, pp. 1-20.
- BANTI O., BIAGIOLI G., GIUSTI M.A., MAZZANTI R., PASQUINUCCI M., REDI F. 1988, *Il fiume, la campagna, il mare. Reperti, documenti, immagini per la storia di Vecchiano*, Pontedera.
- BARONI L., CAULI F., DONATELLI D., FAROLFI G., MASEROLI R. s.d., *La rete dinamica nazionale (RDN) ed il nuovo sistema di riferimento ETRF-2000*, Servizio Geodetico - Istituto geografico Militare - Firenze http://87.30.244.175/rdn/rdn_download/relazione.pdf
- BERTI G., RENZI RIZZO C. 2004, *Ceramica e ceramisti nella realtà pisana del XIII secolo*, in BERTI G., RENZI RIZZO C., TANGHERONI M. (a cura di), *Il mare, la terra, il ferro. Ricerche su Pisa medievale (secoli VII-XIII)*, Pisa. 25-71.
- BINI D., DUBBINI N., STEFFÈ S. 2011, *Modelli matematici per la determinazione del potenziale archeologico*, in «MapPapers» 4-I, pp. 68-76.
- BINI D., DUBBINI N., STEFFÈ S. 2012, *Sulle due questioni principali inerenti l'applicazione dei modelli page rank per la determinazione del potenziale archeologico*, in «MapPapers» 2-II, pp. 39-44.
- BIGLIARDI G., 2007, *Il sistema informativo territoriale archeologico della città di Parma*, in «Archeologia e Calcolatori», 18, pp. 75-100. http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF18/5_Bigliardi.pdf
- BONAMICI M. 1987, *Contributo a Pisa arcaica*, in Secondo Convegno Internazionale Etrusco (Firenze 1985), Roma, pp. 1135-1137.
- BONDESAN A., MENGHEL M. 2004., *Geomorfologia della Provincia di Venezia*, Padova.
- BROGIOLO G.P. 2000, *Urbana, Archeologia*, in FRANCOVICH R., MANACORDA D. (a cura di), *Dizionario di archeologia*, Roma-Bari, pp. 350-355.
- CAMILLI A. 2004, *Le strutture portuali dello scavo di Pisa - San Rossore*, in GALINA ZEVI A., TURCHETTI R. (a cura di), *Le strutture dei porti e degli approdi antichi. II Seminario ANSER* (Roma 2004), Roma, pp. 67-86.
- CAMPANA S. 2011, *SITAR e archeologia preventiva*, in SERLORENZI (a cura di) 2011, pp. 41-45.
- CARANDINI A., CARAFA P. 2011, *Il Sistema Informativo Archeologico di Roma Antica*, in SERLORENZI (a cura di) 2011, pp. 53-62.
- CARDARELLI A., CATTANI M., LABATE D., PELLEGRI S., 2001, *Il sistema Mutina: esperienze*

- ed evoluzione, in GUERMANDI 2001 (a cura di), pp. 200-210.
- CECCARELLI LEMUT M.L., MAZZANTI R., MORELLI P. 1994, *Il contributo delle fonti storiche alla conoscenza della geomorfologia*, in MAZZANTI (a cura di) 1994, pp. 401-429.
- CERAUDO G. 2011, *Introduzione*, in CERAUDO (a cura di) 2011, pp. 5-15.
- CERAUDO G. (a cura di) 2011, *100 anni di Archeologia aerea in Italia*. Convegno Internazionale (Roma 2009), in «Archeologia Aerea», 4-5.
- CEVOLI T. 2007, *Accessibilità dei dati e libertà di ricerca in archeologia: utopia o diritto?*, in *II Workshop, Open source, free software e open format nei processi di ricerca archeologica*, Istituto Internazionale di Studi Liguri (Genova 2007), pp. 29-40. <http://www.ircech.org/public/Accessibilit%C3%A0%20dei%20dati%20e%20libert%C3%A0%20di%20ricerca%20in%20archeologia.pdf>
- CHILDE V. G. 1962, *Society and Knowledge* (1956), trad. ital. *Società e conoscenza*, Milano, pp. 200-201.
- CIAMPOLTRINI G., COSCI M., SPATARO C. 2001, *Paesaggi agrari dell'Etruria nord-occidentale romana. Tra evidenze di scavo e indagini aerofotografiche*, in CERAUDO (a cura di) 2001, pp. 107-115.
- CIRELLI E. 2008, *Ravenna. Archeologia di una città*, Firenze.
- CITTER C. (a cura di) 2007, *Archeologia urbana a Grosseto. II. Edizione degli scavi urbani 1998-2005*, Firenze.
- COSCI M. 1990, *Il contributo della fotografia aerea all'indagine archeologica*, in VAGGIOLI M.A., *San Giuliano Terme. La storia, il territorio*, Pisa, pp. 181-183.
- COSCI M. 2005, *Dal monte al mare evoluzioni idrografiche dell'antico fiume Auser rivelate dai sensori satellitari*, in CIAMPOLTRINI G. (a cura di), *Le dimore dell'Auser. Archeologia, architettura, ambiente dell'antico lago di Sesto*, Lucca, pp. 9-16.
- COSCI M., SPATARO C. 2002, *Livio XXXV, 3, 1 e la fotografia aerea. Proposta di identificazione di castra romani nella zona di Porta a Lucca a Pisa*, in «Science and Technology for Cultural Heritage», 11, pp. 13-18.
- COSTANTINI R. 2001 a, *Relazione sintetica finale Progetto Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*. Programma comunitario INTERREG IIC Mediterraneo Occidentale e Alpi Latine, Firenze.
- COSTANTINI R. 2001 b, *Rapporto finale ufficiale sulle attività di schedatura e studio di fattibilità per la georeferenziazione dei beni architettonici nell'ambito del progetto "Carta dei beni culturali della Regione Toscana", complementare al progetto "Carta del rischio del patrimonio culturale"*. Programma comunitario INTERREG IIC Mediterraneo Occidentale e Alpi Latine, Firenze.
- COSTANTINI R., LOLLI GHETTI M., SALVESTRINI L., ZOPPI M. 2004, *Carta dei vincoli: la condivisione della conoscenza*, Firenze.
- COSTANTINI R., ANGELI L., BIANCHINI M., GIOVANNOLI L. 2005, *Strumenti per la tutela, la valorizzazione e la gestione del patrimonio Culturale*, in IX Conferenza nazionale ASITA (Catania 2005), vol. I, pp. 53-58.
- D'ANDREA A. 2003, *Analisi spaziali intra-site. Soluzioni GIS per lo scavo archeologico*, in «Archeologia e Calcolatori», 14, pp. 329-335. <http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF14/DANDREA329-335.pdf>
- D'ANDREA A. 2006, *Documentazione archeologica, standard e trattamento Informatico*, Budapest. http://docenti2.unior.it/doc_db/doc_obj_18122_25-03-2011_4d8c69c14d60e.pdf
- DEL SEPPIA N. 2005, *Il miglioramento radiometrico e spaziale delle immagini per l'individuazione di elementi lineari sepolti*, in «Science and Technology for Cultural Heritage», 14, pp. 77-83.
- DELLA ROCCA B., MAZZANTI R., PRANZINI E. 1987, *Studio geomorfologico della pianura di Pisa*, in «Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria», 10, pp. 56-84.
- DI STEFANO V., CORDONE C., PICCIOLA S. 2012, *Il SITAR: gli standards di redazione della documentazione di scavo ai fini del conferimento dei dati archeologici*, in SERLORENZI (a cura di) 2011, pp. 187-193.
- FAVRETTO A. 2000, *Nuovi strumenti per l'analisi geografica: i G.I.S.*, Bologna.
- FEDERICI P.R. (a cura di) 2003, *Atlante tematico della Provincia di Pisa*, Pisa.
- FEDERICI P.R. (a cura di) 2005, *Carta geomorfologica della Provincia di Pisa*, Pisa.
- FEDERICI P.R., MAZZANTI R. 1988, *L'evoluzione del-*

- la paleogeografia e della rete idrografica del Valdarno inferiore, in «Bollettino della Società Geografica Italiana», ser. 11, 5, pp. 573-615.
- FERRI R., CALZOLARI M. 1989, *Ricerche archeologiche e paleoambientali nell'area padana: il contributo delle foto aeree*, Modena.
- FRANCOVICH R., PELLICANÒ A., PASQUINUCCI M. (a cura di) 2001, *La Carta Archeologica. Fra ricerca e pianificazione territoriale. Atti del Seminario di studi organizzato dalla Regione Toscana Dipartimento delle Politiche Formative e dei Beni Culturali*, Firenze.
- FRANCOVICH R., VALENTI M. (a cura di) 2005, *Archeologia dei Paesaggi Medievali. Relazione progetto (2000-2005)*, Siena, 2005. <http://www.paesaggimedievali.it>
- FRONZA V. 2005, *Database Management applicato all'archeologia nell'ambito del progetto*, in FRANCOVICH, VALENTI (a cura di) 2005, pp. 399-451.
- FRONZA, NARDINI 2009, *Un sistema informativo per la gestione dello spazio urbano*, in VOLPE G., FAVIA P., V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Foggia-Manfredonia 2009), Firenze. http://unisi.academia.edu/VittorioFronza/Papers/125095/2009_-_Un_sistema_Informativo_per_la_gestione_dello_spazio_urbano
- GABUCCI A. 2005, *Informatica applicata all'archeologia*, Roma.
- GATTIGLIA G. 2009, *Open digital archives in archaeology a good practice*, in «Archeologia e Calcolatori», 20, Suppl. 2, pp. 49-63. http://soi.cnr.it/archcalc/indice/Suppl_2/04_Gattiglia.pdf
- GATTIGLIA G. 2010, *Pisa tra VII e XIV secolo alla luce dell'archeologia*. Tesi di dottorato, Pisa 2010.
- GATTIGLIA G. 2011, *Pisa nel Medioevo. Produzione, società, urbanistica: una lettura archeologica*, Pisa.
- GELICHI S. 1999, *Archeologia urbana: programmazione della ricerca e della tutela*, in GELICHI S., ALBERTI A., LIBRENTI M., *Cesena: la memoria del passato. Archeologia urbana e valutazione dei depositi*, Firenze, pp. 9-22.
- GUAITOLI M. 1997, *Attività dell'Unità Operativa Topografia Antica*, in *Beni archeologici - conoscenza e tecnologie*, 1.2, pp. 9-45.
- GUAITOLI M. 2003, *Dalla cartografia numerica finalizzata ai sistemi informativi territoriali*, in GUAITOLI (a cura di) 2003, pp. 101-102.
- GUAITOLI M. (a cura di) 2003, *Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'aerofototeca per la conoscenza del territorio*, Roma.
- GUERMANDI M.P. 2000, *Il progetto C.A.R.T.*, in GUARNIERI C. (a cura di), *Progettare il passato. Faenza tra pianificazione urbana e Carta Archeologica*, Firenze, pp.49-52.
- GUERMANDI M.P. (a cura di) 2001, *Il sistema C.A.R.T.: metodologia e tecnologia*, in GUERMANDI (a cura di) 2001, pp. 189-194.
- GUERMANDI 2001 (a cura di), *Rischio Archeologico se lo conosci lo eviti*. Atti del Convegno, Ferrara 24-25 marzo 2000, Firenze.
- GUERMANDI M.P. 2011, *I GIS per una archeologia del territorio. Un esempio "storico", alcune questioni aperte*, in SERLORENZI (a cura di) 2011, pp. 107-113.
- GUZZO P.G. 1996, *Archeologi e soprintendenze: saperi e professionalità*, in «Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali», VI, pp. 19-21.
- HARRIS T.M., LOCK G. 1995, *Toward an evaluation of GIS in European Archaeology: the past, present and future of theory and applications*, in LOCK G., STANCIC Z. (eds.) 1995, *Archaeological and Geographical Information Systems: a European Perspective*, London, pp. 349-365.
- MANCINELLI M.L. 2004, *Sistema Informativo Generale del Catalogo: nuovi strumenti per la gestione integrata delle conoscenze sui beni archeologici*, in «Archeologia e Calcolatori», 15, pp. 115-128. http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF15/07_Mancinelli.pdf
- MAZZANTI R. (a cura di) 1994, *La pianura di Pisa e i rilievi contermini. La natura e la storia*, Roma, Società Geografica Italiana.
- MONTI C., BRUMANA R. (a cura di) 2004, *La carta del rischio del patrimonio culturale in Lombardia - Guida per la georeferenziazione dei beni storico-architettonici*, Milano.
- MORO L. 2011, *SITAR Riflessioni sulle regole e i requisiti per i sistemi informativi del MiBac*, in SERLORENZI (a cura di) 2011, pp. 95- 97.
- NARDINI 2000, *La piattaforma GIS dello scavo di Poggio Imperiale a Poggibonsi. Dalla creazione del modello dei dati alla loro lettura*, in «Archeologia e Calcolatori», 11, pp. 11-123. <http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF11/1.07%20Nardini.pdf>
- NARDINI A. 2005, *L'applicazione della tecnologia GIS*

- nella gestione dei contesti urbani, in FRANCOVICH, VALENTI (a cura di) 2005, pp. 365-374. <http://www.paesaggimedievali.it>
- PASQUINUCCI M. 1986, *L'area di Cascina nell'antichità*, in PASQUINUCCI M., GARZELLA G., CECARELLI LEMUT M.L. (a cura di), *Cascina II. Dall'antichità al medioevo*, Pisa, pp. 13-59.
- PASQUINUCCI M. 1988, *Il territorio in età romana*, in BANTI et alii 1988, pp. 82-87.
- PASQUINUCCI M. 1994, *Il popolamento dall'età del Ferro al Tardo Antico*, in MAZZANTI R. (a cura di) 1994, pp. 183-203.
- PASQUINUCCI M. 1995, *Colonia Opsequens Iulia Pisana: qualche riflessione sulla città ed il suo territorio*, in «Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa», 25, 1-2, pp. 311-317.
- PASQUINUCCI M. 2001, *Ricerche archeologico-topografiche nelle province di Livorno e Pisa*, in FRANCOVICH, PELLICANÒ, PASQUINUCCI (a cura di) 2001, pp. 33-42.
- PASQUINUCCI M. 2003, *Pisa romana*, in TANGHERONI M. (a cura di), *Pisa e il Mediterraneo. Uomini, merci, idee dagli Etruschi ai Medici*, Milano, pp. 81-85.
- PASQUINUCCI M., MECUCCI S., MORELLI P. 1997, *Territorio e popolamento tra i fiumi Arno, Cascina ed Era: ricerche archeologico-topografiche ed archivistiche*, in GELICHI S. (a cura di), *I Congresso di Archeologia Medievale (Pisa 1997)*, Firenze, 239-247.
- PESCARIN S., FORTE M., GUIDAZZOLI A., MAURI M., BONFIGLI M. E. 2002, *Bologna in età romana dal GIS alla realtà virtuale*, in CORALLINI A., SCAGLIARINI CORLÀITA D. (a cura di), *Ut natura ars. Virtual Reality e archeologia*. Atti della Giornata di Studi (Bologna 2002), pp. 115-122.
- PICCARRETA F. 1997, *La fotogrammetria finalizzata all'archeologia*, in *Beni archeologici - conoscenza e tecnologie*, 1.2, 1997, pp. 51-65.
- PICCARRETA F. 2003, *Aerofotogrammetria finalizzata all'archeologia*, in GUAITOLI (a cura di) 2003, pp. 96-98.
- PICCARRETA F., CERAUDO G. 2000, *Manuale di aerofotografia archeologica*, Bari 2000.
- POCOBELLI G.F. 1997, *La fotointerpretazione delle tracce archeologiche*, in AA.VV., *La Scuola Cantiere Archeologico di Vulci: dal progetto alla realizzazione*, Firenze, pp. 20-21, 88-125.
- POCOBELLI G.F. 2009, *Anghiari. La Carta del Rischio Archeologico. Stato della ricerca, problemi e prospettive*, in SALVINI M., LELLI P. (a cura di) 2009, *Le memorie celate. Il paesaggio archeologico nella terra di Anghiari*, Anghiari, pp. 16-21.
- POCOBELLI G.F. 2011, *Vulci ed il suo territorio: area urbana, necropoli e viabilità. Applicazioni di cartografia archeologica e fotogrammetria finalizzata*, in CERAUDO (a cura di) 2011, pp. 117-126.
- PRATI L. 2001, *C.A.R.T. a Forlì: la carta del potenziale archeologico del territorio forlivese*, in GUERMANDI (a cura di) 2001, pp. 211-214.
- REDI F. 1988, *Ambiente naturale e presenza dell'uomo in BANTI et alii 1988*, pp. 160-166.
- REDI F. 1991, *Pisa com'era: archeologia, urbanistica e strutture materiali (secoli V-XIV)*, Napoli.
- RICCI LUCCHI F. 1980, *Sedimentologia III. Ambienti sedimentari e facies*, Bologna.
- RODIER X. 2000, *Le système d'information géographique TOTOPI: TOpographie de TOurs Pré-Industriel*, in «Les Petites cahiers d'Anatole», 4. http://www.univ-tours.fr/lat/pdf/F2_4.pdf
- ROSSI V., AMOROSI A., SARTI G., POTENZA M. 2011, *Influence of inherited topography on the Holocene sedimentary evolution of coastal systems: An example from Arno coastal plain (Tuscany, Italy)*, in «Geomorphology», 135, pp. 117-128.
- SALZOTTI F. 2005, *La tecnologia GIS (Geographical Information System)*, in FRANCOVICH, VALENTI (a cura di) 2005, pp. 297-299.
- SCAMPOLI E. 2007, *Dalla costruzione della documentazione archeologica alla gestione informatica dei dati*, in CANTINI F., CIANFERONI C., FRANCOVICH R., SCAMPOLI E., *Firenze prima degli Uffizi*, Firenze, pp. 33-50.
- SCAMPOLI E. 2010, *Firenze. Archeologia di una città (secoli I a.C. - XIII d.C.)*, Firenze.
- SERLORENZI M. (a cura di) 2011, *SITAR Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma*. Atti del Convegno (Roma 2010), Roma.
- SCHMIEDT G. 1964, *Contribution of photo interpretation to the reconstruction of the geographic-topographic situation of the ancient ports in Italy*, in X International Photogrammetry Congress (Lisboa 1964), Firenze.
- TERRENATO N. 2006, *Le misure (del campione) conta-*

- no! Il paradosso dei fenomeni globali e delle ricognizioni locali, in MANCASSOLA N., SAGGIORO F., *Medioevo, Paesaggi e Metodi*, Mantova, pp. 9-24.
- TOLAINI E. 1992, *Le città d'Italia: Pisa*, Roma-Bari.
- TOSCANELLI N. 1933, *Pisa nell'antichità dalle età preistoriche alla caduta dell'Impero Romano*, 1, Pisa.
- TRABUCCO M. 2009, *Pubblico ma non pubblico: prospettive normative sulla proprietà intellettuale dei dati archeologici*, in «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 2, pp. 65-70. http://soi.cnr.it/archcalc/indice/Suppl_2/05_Trabucco.pdf
- VALENTI M., NARDINI A. 2004, *Modello dei dati e trattamento del dato sul GIS di scavo*, in «Archeologia e Calcolatori», 15, pp. 341-358. http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF15/20_Valenti.pdf
- VALENTI M. 2009, *Una via archeologica all'informatica (non una via informatica all'archeologia)*, in FRONZA V., NARDINI A., VALENTI M. (a cura di), *Informatica e Archeologia Medievale. L'esperienza senese*, Firenze, pp. 7-28.
- WHEATLEY D., GILLINGS M. 2002, *Spatial technology and archaeology. The Archaeological Applications of GIS*, London-New York.

Sitografia

- <http://creativecommons.org>.
- <http://en.wikipedia.org>.
- <http://etrs89.ensg.ign.fr>.
- <http://florenceonearth.comune.fi.it/index.php>.
- <http://gcc.gnu.org>.
- <http://www.igmi.org>.
- <http://inspire.jrc.ec.europa.eu>.
- <http://iris.comune.venezia.it>.
- <http://mapserver.org>.
- <http://openlayers.org>.
- <http://postgis.refractory.net>.
- <http://www.ancitoscana.it>.
- <http://www.apache.org>.
- <http://www.boutell.com/rinetd>.
- <http://www.doi.org>.
- <http://www.esri.com>.
- <http://www.fixmystreet.com>.
- <http://www.gazzettaufficiale.biz>.
- <http://www.iccd.beniculturali.it>.
- <http://www.lamma.rete.toscana.it/>.
- <http://www.microsoft.com>.
- <http://www.osgeo.org>.
- <http://www.paesaggimedievali.it>.
- <http://www.pmapper.net>.
- <http://www.postgresql.org>.
- <http://www.rete.toscana.it>.
- <http://www.rndt.gov.it>.
- <http://www.serra.unipi.it>.
- <http://www.ubuntu-it.org>.
- <https://www.virtualbox.org>.
- <http://www.w3.org>.
- <http://www.xnview.com>.