

# Mappa

## Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico



UNIVERSITÀ DI PISA



A cura di

**Francesca Anichini, Fabio Fabiani, Gabriele Gattiglia, Maria Letizia Gualandi**

**Volume I**



Edizioni Nuova Cultura





# **MAPPA**

## **METODOLOGIE APPLICATE ALLA PREDITTIVITÀ DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO**

A cura di  
Francesca Anichini, Fabio Fabiani, Gabriele Gattiglia, Maria Letizia Gualandi

**Volume 1**



**Regione Toscana**



**FAS  
Fondo Aree  
Sottoutilizzate  
2007-2013**



REPUBBLICA ITALIANA



Edizioni Nuova Cultura

# PROGETTO MAPPA

## *Enti finanziatori:*

Regione Toscana  
Università di Pisa

## *Ente attuatore:*

Università di Pisa

## *Partner:*

Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana  
Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana  
Soprintendenza per i Beni Architettonici Paesaggistici Artistici Storici ed Etnoantropologici per le province di Pisa e Livorno  
Comune di Pisa

## *Collaborazioni:*

Aerofototeca Nazionale  
Centro di documentazione aerofotografica "Marcello Cosci"  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Laboratorio di cultura Digitale - CISIAU Centro Interdipartimentale di Servizi Informatici per l'Area Umanistica

## *Equipe di ricerca:*

Francesca Anichini  
Dario Bini  
Monica Bini  
Nevio Dubbini  
Fabio Fabiani  
Gabriele Gattiglia  
Serena Giacomelli  
Maria Letizia Gualandi  
Marta Pappalardo  
Veronica Rossi  
Giovanni Sarti  
Sergio Steffè

## *Consulenti:*

Alessandro Amorosi  
Marina Bisson  
Lisa Josephine Brucciani  
Mara Febraro  
Massimiliano Grava  
Valerio Noti  
Emanuela Paribeni  
Sandro Petri  
Giorgio Franco Pocobelli  
Cristina Ribecai  
Adriano Ribolini  
Irene Sammartino  
Andrea Selmi  
Fabiana Susini  
Elvira Todaro

## *Collaboratori:*

Federico Bertocchino  
Antonio Campus  
Lorenza La Rosa  
Chiara Mannari  
Francesco Rinaldi  
Claudia Sciuto  
Giulio Tarantino

## *Curatore webGIS:*

Valerio Noti

## *Compilatori delle schede di intervento nel webGIS:*

Francesca Anichini  
Antonio Campus  
Lorenza La Rosa  
Claudia Sciuto  
Giulio Tarantino

## *Testi di:*

Stefano Anastasio [S. A.] (MiBAC - Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana)  
Luca Angeli [L. A.] (Consorzio LaMMA)  
Francesca Anichini [F. A.]  
Gabriele Berti [G. B.] (Comune di Pisa)  
Monica Bini [M. B.]  
Marco Capitani [M. C.]  
Roberto Costantini [R. C.] (Consorzio LaMMA)  
Fabio Fabiani [F. F.]  
Gabriele Gattiglia [G. G.]  
Serena Giacomelli [S. G.]  
Maria Letizia Gualandi [M.L. G.]  
Marco Masi [M. M.] (Regione Toscana - Area di Coordinamento Ricerca)  
Valerio Noti [V. N.]  
Marta Pappalardo [M. P.]  
Anna Patera [A. P.] (MiBAC - Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana)  
Giorgio Franco Pocobelli [G.F. P.]  
Veronica Rossi [V. R.]  
Giovanni Sarti [G. S.]

## *Progetto grafico, immagine coordinata e copertina*

Sandro Petri (PetriBros Grafica)

Copyright © 2012 Edizioni Nuova Cultura - Roma

ISBN: 9788861348219

DOI: 10.4458/8219



Questo libro viene distribuito  
con licenza CC BY 3.0

# Indice

<b>Le politiche regionali su ricerca e innovazione</b>	<b>7</b>
Marco Masi	
<b>Il valore della conoscenza. Il contributo del MiBAC al progetto MAPPA</b>	<b>9</b>
Anna Patera, Stefano Anastasio	
<b>Il progetto MAPPA: un nuovo strumento per un'urbanistica consapevole</b>	<b>13</b>
Gabriele Berti	
<b>1. Prima fase di un lavoro in progress</b>	<b>15</b>
Maria Letizia Gualandi	
<b>2. L'acquisizione della documentazione archeologica</b>	<b>23</b>
Fabio Fabiani	
<b>3. Urban Archaeological Information System. Riflessioni e criticità</b>	<b>31</b>
Francesca Anichini, Gabriele Gattiglia	
<b>4. La struttura informatica di archiviazione</b>	<b>41</b>
Fabio Fabiani, Gabriele Gattiglia	
<b>5. A qualcuno piace 'webGIS'. Indicazioni pratiche per un utilizzo archeologico consapevole</b>	<b>73</b>
Francesca Anichini, Gabriele Gattiglia	
<b>6. Il webGIS del progetto MAPPA: architettura del sistema e scenari futuri</b>	<b>87</b>
Valerio Noti	
<b>7. Il Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana</b>	<b>97</b>
Roberto Costantini, Luca Angeli	
<b>8. L'analisi dei dati: un'archeologia senza aggettivi</b>	<b>105</b>
Francesca Anichini	
<b>9. Vecchi e nuovi dati dalla fotointerpretazione aerea</b>	<b>131</b>
Monica Bini, Marco Capitani, Marta Pappalardo, Giorgio Franco Pocobelli	
<b>Appendice</b>	<b>157</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>171</b>



# Le politiche regionali su ricerca e innovazione

*Marco Masi (DOI: 10.4458/8219-01)*

*Regione Toscana - Area di Coordinamento Ricerca*

La Toscana presenta una grande varietà di modelli di sviluppo locale in cui distretti di piccole e micro imprese manifatturiere si alternano a territori a vocazione turistica ed a sistemi urbani a forte sviluppo terziario, sedi di università e nodi di network di ricerca internazionali.

La presenza di un esteso patrimonio di competenze scientifiche e tecnologiche nel sistema universitario e in quello dei centri di ricerca pubblici, posizionato su livelli di eccellenza internazionale in molti ambiti disciplinari ed applicativi, e la presenza di imprese operanti in settori tradizionali di alta qualità e in nascenti cluster ad alta tecnologia, pone all'Ente Regione la sfida di divenire soggetto di animazione sul territorio con l'obiettivo di favorire l'interazione virtuosa fra i diversi ambiti istituzionali e di portare a sistema le specializzazioni presenti.

In questo contesto la valorizzazione del patrimonio archeologico, artistico e culturale, rappresenta un'importante priorità: oltre ai grandi siti archeologici ed ai grandi musei che hanno reso la nostra regione famosa nel mondo e meta di incessanti flussi di visitatori, esiste sul territorio una moltitudine di centri e musei che potremmo definire 'minori' solo in ragione delle loro ridotte dimensioni e non certo per il valore storico, artistico e culturale delle loro collezioni.

La fruizione di questi patrimoni culturali 'nascosti' è un obiettivo strategico per una completa presa di coscienza della nostra identità culturale e per una ricostruzione della memoria della nostra storia, una storia che non può rimanere affidata alle opere più straordinarie ma deve diramarsi su tutto il territorio regionale, recuperandone interamente le peculiarità.

Allo stesso tempo si fa sempre più pressante la sfida per trovare nuove e strategiche soluzioni al-

la convivenza tra patrimonio archeologico e città contemporanea. L'interazione sinergica tra passato, presente e scelte future, diventa tanto più urgente in un momento di crisi economica; è necessario pianificare consapevolmente per ottimizzare le risorse e sostenere idee che creino nuovi spazi di sviluppo e di lavoro. Sostenere quindi la conoscenza della storia sepolta delle nostre città per progettare soluzioni nuove che coniughino l'evoluzione delle realtà urbane con scelte culturali ed economiche sostenibili.

Dopo la riforma del titolo V della Costituzione, le Regioni e gli Enti Locali si sono trovati a dover valorizzare un patrimonio culturale sul quale precedentemente non avevano competenze né professionalità dedicate.

Contestualmente, il forte sviluppo e il diffondersi dell'Information Technology ha spalancato le porte a nuove modalità di fruizione, valorizzazione e comunicazione del patrimonio culturale e archeologico.

Inoltre, le nuove possibilità aperte dall'innovazione digitale rappresentano uno degli strumenti per potenziare e gestire nuovi modelli di sviluppo che possono creare un nuovo valore sia per la domanda che per l'offerta.

Per le sue caratteristiche il progetto MAPPA si presta come case-study in cui sperimentare metodologie operative e nuovi strumenti, allo scopo di proporre un modello, caratterizzato da procedure operative ben definite, applicabile in altri centri urbani, sia in Toscana che a livello nazionale.

La Regione intende, anche con questi progetti, attivare e consolidare sempre più i rapporti con le istituzioni che si occupano di ricerca e con il sistema delle autonomie locali, al fine di favorire la valorizzazione del territorio e dei beni culturali, delle strutture didattiche e di ricerca, di realizza-

re interventi di qualificazione e di sviluppo delle infrastrutture per l'aggregazione ottimale di funzioni e servizi, e di promuovere la costituzione di reti di ricerca e lo sviluppo e la qualificazione di poli e centri di competenza.

Sostenendo la capacità regionale di produrre nuova conoscenza e raccordando il mondo della ricerca alle imprese, sarà possibile incentivare la diffusione di nuove professionalità e tecnologie e, anche per tale tramite, favorire la modernizzazione del sistema produttivo regionale.

La valorizzazione delle funzioni e delle competenze, la sistematizzazione dei risultati perseguiti, la creazione di banche dati condivise e l'attivazione di una rete regionale, sintesi fra domanda e offerta di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico, sono punti fondamentali nell'agenda di lavoro della Giunta regionale, attraverso la Conferenza regionale della Ricerca e Innovazione.

L'AIR, Atto di Indirizzo pluriennale in materia di ricerca e innovazione, uno dei più rilevanti adempimenti previsti dalla Legge regionale n. 20 del 2009 recante "Disposizioni in materia di ricerca e innovazione", presenta le innovazioni introdotte dalla stessa legge e propone un quadro della programmazione regionale, nazionale e comunitaria evidenziando lo stretto raccordo sul tema della ricerca e dell'innovazione.

Si tratta anche di creare o migliorare le condizioni per il rafforzamento delle imprese attraverso la nascita o l'attrazione di imprese in filiere orienta-

te verso i mercati internazionali, lo sviluppo di servizi di alta qualità e tecnologia. Ciò significa migliorare la qualità dell'istruzione, potenziare la ricerca, promuovere l'innovazione e il trasferimento delle conoscenze, utilizzare in modo ottimale le tecnologie dell'informazione e della comunicazione e fare in modo che le idee innovative si trasformino in nuovi prodotti e servizi qualificati, tali da stimolare la crescita, creare posti di lavoro di qualità e contribuire ad affrontare le sfide proprie della nostra società.

Lo sviluppo di meccanismi per un effettivo trasferimento dei risultati della ricerca in opportunità imprenditoriali è una sfida di importanza sempre più pressante, dal momento che può permettere un più accurato e finalizzato sfruttamento delle risorse pubbliche, la creazione di comunità imprenditoriali, la nascita o la stabilizzazione di nuovi posti di lavoro sul territorio che attirino persone di talento provenienti da tutto il mondo, incoraggiando la trasformazione della Toscana in una rete di smart cities.

Il mondo delle Università e della ricerca potrà e dovrà svolgere un ruolo chiave per accompagnare la Toscana verso un sentiero di sviluppo nuovo rispetto al passato, non solo formando capitale umano e producendo nuova conoscenza di frontiera, ma anche fornendo alle imprese regionali conoscenze utili all'innovazione e realizzando assieme ad esse nuove soluzioni applicative, nell'ottica di sviluppare una società della conoscenza veramente libera e democratica.

# Il valore della conoscenza. Il contributo del MiBAC al progetto MAPPA

Anna Patera, Stefano Anastasio (DOI: 10.4458/8219-02)  
MiBAC Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana

*La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica.*

*Tutela il paesaggio e il patrimonio storico artistico della Nazione.*

Questi contenuti, richiamati dall'articolo 9 della Costituzione, costituiscono la premessa fondante dei principi illustrati nella parte prima del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs. n. 42/2004 e s.m.i.). In particolare, la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale assumono una posizione di rilievo e di reciproco sostegno, concorrendo entrambe a preservare la memoria della comunità nazionale e del suo territorio e a promuovere lo sviluppo della cultura (articolo 1, comma 2). Nella successiva definizione di queste attività compare un significativo rimando alla *conoscenza*, intesa come presupposto indispensabile nell'attuazione della tutela e come fattore di propulsione negli interventi di valorizzazione dei beni culturali.

Secondo il Codice infatti, la tutela consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette, sulla base di un'adeguata *attività conoscitiva*, ad individuare i beni costituenti il patrimonio culturale e a garantirne la protezione e la conservazione per fini di pubblica fruizione (articolo 3, comma 1); la valorizzazione si esplica invece nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette a promuovere la *conoscenza* del patrimonio culturale e ad assicurare le migliori condizioni di utilizzazione e di fruizione pubblica del patrimonio (articolo 6, comma 1).

Alla conoscenza e ad altri aspetti strettamente connessi (catalogazione, inventariazione, schedatura, studio, ricerca) si fa riferimento diffusamente anche in altri punti del Codice, come ad esempio nell'articolo 118. La formulazione di questo

articolo ha rappresentato una novità nella legislazione di settore, in quanto ha ampliato gli strumenti procedurali previgenti, con l'intento di incentivare sinergie e buone prassi con i vari soggetti pubblici e privati che a vario titolo possono, sulla base di specifici accordi da stipulare con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, realizzare, promuovere e sostenere ricerche e studi sul patrimonio culturale, concorrendo di fatto alla tutela e alla valorizzazione secondo il ben noto principio di sussidiarietà.

Un altro ambito importante in cui è prevista la collaborazione fra il MiBAC, le Regioni e le Università è quello della catalogazione dei beni culturali (articolo 17), il cui campo di applicazione, con lo sviluppo delle nuove tecnologie informatiche, si è notevolmente ampliato fino a riguardare i contesti territoriali.

Dell'importanza della conoscenza come base della tutela furono direttamente consapevoli anche i legislatori dell'Italia preunitaria. Nell'Editto Pacca, emanato nel 1820 sotto il Pontificato di Pio VII e considerato a tutti gli effetti la prima normativa organica di tutela, si fa significativo riferimento alla "descrizione esatta" quale importante dato informativo per salvaguardare gli antichi monumenti e le cose d'arte e d'antichità.

Negli anni che seguirono l'Unità d'Italia, pur con le note difficoltà che hanno limitato l'azione del giovane governo nazionale in materia di salvaguardia dei beni culturali e dopo vari tentativi legislativi non andati a buon fine, nel 1906 venne costituita una commissione ministeriale con l'incarico di elaborare un nuovo testo, che sarebbe poi sfociato nella prima organica legge italiana di tutela: la legge n. 364 del 1909 concernente le "antichità e le belle arti".

Negli stessi anni furono poste le basi dell'orga-

nizzazione amministrativa di tutela che trovò compimento agli inizi del XX secolo. Con l'emanazione del Regolamento (R.D. n. 431/1904) si confermava l'istituzione di strutture decentrate sul territorio con ripartizione settoriale delle competenze: ai monumenti, agli scavi, musei e oggetti di antichità e infine alle gallerie e oggetti d'arte.

In più di cento anni di attività di tutela sul territorio le Soprintendenze, organi periferici dell'attuale MiBAC, hanno significativamente contribuito, nell'ambito dei compiti istituzionali ad esse attribuiti, a sviluppare le conoscenze sul patrimonio culturale, garantendone la conservazione e promuovendone la valorizzazione.

Il progetto MAPPA raccoglie parte di queste preziose conoscenze.

Sulla base di un accordo, sottoscritto il 29 luglio 2011, sono state regolamentate le modalità di collaborazione fra il Dipartimento di Scienze Archeologiche dell'Università di Pisa, il Comune di Pisa e il MiBAC, rappresentato dalle sue articolazioni periferiche: la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana, che mantiene i contatti anche con le strutture centrali ministeriali, la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana e la Soprintendenza per Beni Architettonici, Paesaggistici, Artistici, Storici ed Etnoantropologici per le province di Pisa e Livorno. I soggetti sottoscrittori fanno parte, unitamente ai componenti del Comitato di gestione, del Comitato Scientifico, istituito con funzioni consultive, di indirizzo e di monitoraggio sull'andamento del progetto (per la composizione e le competenze di questi Comitati, si rimanda al sito del progetto: <http://mappaproject.arch.unipi.it/>).

La metodologia adottata per impostare il lavoro è illustrata nei contributi che seguono: qui basti ricordare come, in questa prima fase, sia stata realizzata la base di dati informativi su cui costruire l'architettura generale del progetto, il cui fine è la realizzazione della carta del potenziale archeologico.

Le Soprintendenze hanno fornito un contributo fondamentale, permettendo ai ricercatori impegnati nel progetto di accedere ai loro archivi e alle banche dati inerenti scavi, rinvenimenti, monumenti ed edifici storici, consentendo la consul-

tazione e la riproduzione della documentazione descrittiva, grafica e fotografica.

Questa base di dati, sommata a quella desunta dalla bibliografia, ha consentito la creazione di un archivio generale, ad esclusivo uso interno del progetto, e l'elaborazione di un database, visualizzabile su WebGis, finalizzato alla realizzazione della carta archeologica della città di Pisa.

I dati di questi archivi permetteranno così l'analisi di dettaglio della storia del tessuto urbano della città, per elaborare quel modello di potenziale archeologico che sarà oggetto della seconda fase del progetto.

Le schede destinate alla pubblicazione, che contengono i dati minimi descrittivi relativi ai singoli interventi archeologici catalogati, sono state elaborate, sulla base delle indicazioni fornite dalle Soprintendenze, per consentire l'interoperabilità e la condivisione delle informazioni con le banche dati del MiBAC e in particolare con il SIGEC, il sistema nazionale per l'acquisizione e la gestione integrata dei dati pertinenti al patrimonio culturale italiano, realizzato dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD).

Per garantire al progetto MAPPA la capacità di rispondere alle esigenze di aggiornamento e implementazione dettate dal continuo evolversi delle metodologie e delle applicazioni informatiche, si è tenuto conto anche delle specifiche e dei requisiti minimi previsti dal MODI, il "Modulo Informativo" realizzato sempre dall'ICCD e progettato per permettere l'acquisizione di informazioni, relative al patrimonio culturale italiano, secondo modalità che, come indicato nella premessa alla versione sperimentale 1.00 attualmente in uso, siano "...svincolate dalla prassi catalografica consueta. Si tratta in sostanza di un tracciato più 'leggero' dal punto di vista normativo rispetto alla schede di catalogo, non associato ad un codice univoco nazionale..., trasversale a tutte le tipologie di beni culturali (mobili, immobili, immateriali) ed allineato con le normative ICCD più aggiornate".

Le schede catalografiche di MAPPA hanno tenuto in debita considerazione i requisiti minimi di MODI, così da permettere una futura integrazione dei dati nel "Modulo Informativo", una volta

che questo, superata l'attuale fase di sperimentazione, sarà adottato e pienamente operativo.

Sempre nell'ottica di questa 'interoperabilità' e della condivisione di dati fra i diversi sistemi, al fine di favorire la massima diffusione ed effettiva utilità delle informazioni raccolte, il progetto MAPPA ha posto attenzione anche alla struttura del Geoportale Nazionale, ossia l'infrastruttura per l'informazione territoriale di livello nazionale definita come tale dal D.Lgs. n. 32 del 27/01/2010, sulla base della Direttiva europea 2007/2/CE "INSPIRE".

Nel 2010 il MiBAC ha sottoscritto un Protocollo d'Intesa con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, autorità competente per la gestione del Geoportale, garantendo la propria partecipazione al progetto e la disponibilità a produrre dati cartografici inseribili tra i meta-dati del Geoportale: anche in questo caso, quindi, il progetto MAPPA ha previsto un'ulteriore possibilità di integrazione con uno strumento destinato a diventare un punto di riferimento nel panorama delle risorse *on-line* per i dati cartografici.

In questa prima fase è stato predisposto, nell'ambito del *database* destinato alla pubblicazione *on-line*, un livello informativo riguardante i provvedimenti di tutela, ricadenti nell'area oggetto della ricerca. La scheda di visualizzazione riporta il campo identificativo e il *link* alla Carta dei Vincoli, elaborata dalla Regione Toscana in stretta collaborazione con il MiBAC e che rappresenta

un utile strumento di conoscenza, permettendo la ricerca dei provvedimenti di tutela culturale e paesaggistica presenti nel territorio regionale (al proposito si veda il contributo di R. Costantini, in questo volume).

I dati informativi forniti dal progetto MAPPA potranno rappresentare un punto di partenza anche per la pianificazione territoriale e per l'applicazione di quel complesso di regole e prassi che ricade nella espressione corrente di "archeologia preventiva". Questa modalità di intervento, diventata norma di legge per i lavori pubblici a partire dal 2004 con l'introduzione dell'articolo 28, comma 4 del Codice, consente di intervenire preventivamente a tutela del patrimonio archeologico che, a differenza di altre tipologie di beni culturali evidenti *ab origine*, per essere completamente conosciuto deve essere accertato o portato alle luce.

Queste procedure consentono di migliorare l'azione di salvaguardia intervenendo preventivamente nelle aree a rischio, laddove, non essendovi emergenze archeologiche accertate, gli organi di tutela non possono pienamente applicare i dispositivi previsti dalla normativa.

I risultati dell'attività di ricerca generata dal progetto MAPPA, intesi come prodotto informatico e tecnologico finale, saranno resi completamente disponibili alle strutture periferiche del MiBAC, che potranno utilizzarli per i propri compiti istituzionali.



# Il progetto MAPPA: un nuovo strumento per un'urbanistica consapevole

Gabriele Berti (DOI: 10.4458/8219-03)

Comune di Pisa

L'evoluzione della disciplina urbanistica, ormai da quasi due decenni, ha superato il puro e semplice concetto del 'disegno della città' tipico della manualistica novecentesca e della corrispondente 'dotazione di standard', intesi come spazi pubblici (viabilità, piazze, verde, parcheggi, servizi pubblici) per concentrarsi verso la prioritaria ricerca della compatibilità ambientale (intesa in senso lato e non solo paesaggistico-ecologico) delle trasformazioni, in primo luogo sul tema conservazione delle risorse non riproducibili.

La motivazione delle scelte urbanistiche va a dipendere, perciò, non tanto dalla definizione planimetrica di un concetto, generalmente estensivo, dell'insediamento urbano, quanto dalla compatibilità di tali scelte con le esigenze di limitare gli impatti verso categorie di beni quali il territorio (consumo di suolo), la qualità della vita (inquinamento atmosferico ed acustico, conseguenze socio-economiche) e l'identità urbana.

Le più recenti tendenze propongono infine, alla luce delle esperienze di lettura di una fase espansiva delle città che ha caratterizzato tutto il novecento, la 'densificazione' dei centri abitati, superando l'idea di quartieri o agglomerati indipendenti e dotati ciascuno della misura dovuta di 'standard'.

La base indispensabile di ogni scelta diviene in ogni caso l'acquisizione di un quadro conoscitivo esaustivo ed organizzato in modo tale da favorire la lettura comparata di tutti gli elementi che lo compongono, da quelli sociali a quelli economici, culturali, ecologici e paesaggistici, fino a quelli dimensionali, demografici e infrastrutturali di più consolidata tradizione all'interno della disciplina.

Il Comune di Pisa, mentre si accinge, assieme agli altri comuni dell'area pisana, alla redazione di un nuovo Piano Strutturale, è impegnato in prima linea nella composizione di un quadro conoscitivo che travalichi i confini amministrativi ed assuma l'intera area come un unicum territoriale omogeneo quanto ad interdipendenza interna ed autonomia rispetto al territorio circostante, come già stanno dimostrando i primi studi sulla mobilità e socio-demografici.

È nel contesto di una conoscenza del territorio quanto più approfondita possibile che il progetto MAPPA, al di là dell'innegabile valore culturale intrinseco, diviene un elemento fondamentale del Quadro Conoscitivo che costituirà la base del nuovo Piano Strutturale, fino ad oggi rappresentato, in maniera acritica e approssimativa, comunque insufficiente, dal solo recepimento del sistema dei vincoli.

Ed è proprio nell'ambito dell'indirizzo volto a gestire le trasformazioni con operazioni di concentrazione e senza nuovo consumo di suolo che la conoscenza del patrimonio ipogeo può costituire un elemento non secondario delle scelte urbanistiche, sia allo scopo di preservare per indagini future ambiti ad alta possibilità e valore di ritrovamenti, sia per trasformare quello che oggi è visto come un 'rischio' in un 'potenziale' che, se preventivamente conosciuto, non andrà a costituire un imprevisto accidente per l'operatore edilizio, con tutte le negative conseguenze possibili, ma potrà divenire un elemento in buona misura valutabile, anche sul fronte dell'impegno economico richiesto, tale quindi da poter essere compreso all'interno dei costi generali, e di probabile valore aggiunto per l'intervento.



# I. Prima fase di un lavoro in progress

*Maria Letizia Gualandi (DOI: 10.4458/8219-04)*

## 1.1 Il progetto

Come molte città italiane, Pisa è un insediamento con una lunga continuità di vita. Nel suo sottosuolo si nascondono avanzi di edifici, di tombe, di strade, frammenti di sculture, di vasi, di suppellettili di ogni genere: in una parola i resti stratificati della vita della città nei quasi tremila anni della sua storia. E inoltre pollini, carboni, ossa animali, tracce di antiche paludi e campi coltivati, di corsi d'acqua e dune costiere: cioè i segni del paesaggio – o meglio – dei paesaggi che si sono succeduti nei secoli, condizionando lo sviluppo della città e venendone a loro volta condizionati. Il terreno su cui oggi camminiamo, costruiamo, viviamo è dunque uno straordinario palinsesto in cui si susseguono, si mescolano e si nascondono a vicenda innumerevoli tracce lasciate dai nostri predecessori. Per il fatto stesso che si trova sotto i nostri piedi, questo palinsesto deve però fare i conti e poter convivere con le irrinunciabili esigenze di vita e sviluppo della città moderna: non si può pensare alla salvaguardia del patrimonio archeologico in termini di contrapposizione allo sviluppo, ma al contrario occorre cercare modelli di gestione in un quadro di sostenibilità e di rispetto delle esigenze del passato e del presente.

A Pisa, due diverse declaratorie<sup>1</sup> definiscono i confini di un'area – corrispondente alla porzione di città racchiusa entro la cerchia delle mura, più una fascia esterna a nord e a ovest – che è stata dichiarata 'di importante interesse archeologico', essendosi rivelata negli anni densa di rinvenimenti relativi alla città etrusca, romana, medievale e post-medievale. Poiché prima delle declaratorie i rinvenimenti sono avvenuti prevalentemente in circostanze fortuite, possiamo affermare che la tutela è stata orientata più dalla casualità che da studi mirati, volti a indagare l'evoluzione

del tessuto urbano e periurbano di Pisa nel corso dei secoli. Sta di fatto che, dopo l'emanazione delle declaratorie, le indagini archeologiche – e di conseguenza le scoperte – sono diventate sempre più numerose nelle aree tutelate, mentre al di fuori di esse, ovvero nelle zone a est e a sud della cerchia muraria, le conoscenze non hanno fatto significativi passi in avanti. Il motivo di questa situazione risiede nel fatto che il Comune è tenuto ad assoggettare tutti i progetti edilizi, pubblici e privati, che ricadono nelle zone di declaratoria all'approvazione della Soprintendenza per i Beni Archeologici. Questa, a sua volta, può decidere di prescrivere vari tipi di interventi – da indagini diagnostiche di superficie (prospezioni geofisiche e carotaggi) a veri e propri scavi archeologici – oppure può richiedere la presenza in cantiere di un archeologo, pronto a intervenire qualora dal terreno affiori qualche resto, bloccando i lavori e procedendo allo scavo archeologico. I costi di tutto ciò – in termini di tempo e di denaro – ricadono sul committente del lavoro, che generalmente non è messo in grado di prevedere in anticipo la portata di ciò che gli sarà richiesto. Da ciò derivano ritardi, oneri aggiuntivi e perniciosi fermi-cantiere che inducono i committenti – è inutile negarlo – a cercare di tenere il più possibile l'archeologia fuori della recinzione del proprio cantiere. Nelle zone non comprese nelle declaratorie, invece, la Soprintendenza viene interpellata solo per i lavori pubblici: per quelli privati vige ancora il sistema delle segnalazioni 'volontarie' e dunque occasionali, il che naturalmente spiega la scarsità dei ritrovamenti (o delle notizie di ritrovamenti?). Insomma, nell'attuale situazione si produce il paradosso che delle zone meglio conosciute, e per questo tutelate, si sa sempre di più, mentre delle zone di cui si sa poco o nulla conti-

<sup>1</sup> Si tratta di provvedimenti amministrativi della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, emanati ai sensi della legge di tutela 1089/1939, rispettivamente il 10 aprile 1986 e il 29 giugno 1993.

nuiamo a sapere sempre meno. E pensare che per superare questo paradosso, estendendo la normativa vigente per gli interventi pubblici anche a quelli privati, basterebbe che fosse applicata anche in Italia la 'Convenzione europea per la protezione del patrimonio archeologico' (La Valletta, 16 gennaio 1992), che il Governo a suo tempo sottoscrisse ma poi, a vent'anni di distanza, non ha mai ratificato, contrariamente al resto dei Paesi europei.

Per cercare soluzioni nuove, in grado di coniugare in modo più efficace le esigenze della tutela con quelle della pianificazione urbana e della ricerca, alcuni anni fa si è costituito un gruppo di lavoro comprendente esponenti delle tre istituzioni che, con finalità e competenze diverse, operano sul patrimonio sepolto di Pisa – la Soprintendenza per i Beni Archeologici, il Comune e l'Università – allo scopo di far confluire le forze in un progetto comune, in grado di proiettare l'archeologia pisana (ma non solo) nel futuro, in quella che, per analogia con il modo con cui si indicano gli sviluppi di un software e, più specificamente, con la denominazione 'web 2.0'<sup>2</sup>, è stata definita l'*Archeologia 2.0*<sup>3</sup>. È nata così l'idea di realizzare la carta di potenziale archeologico di Pisa, ma soprattutto di utilizzare il contesto pisano – ovvero quello di una città non grande, ma con un passato pluristratificato, come ce ne sono tante in Italia – come *case study* per mettere a punto uno strumento matematico in grado di calcolare il potenziale archeologico.

La carta di potenziale archeologico è uno strumento che fa dei resti sepolti una ricchezza per il territorio e non un freno allo sviluppo, il quale a sua volta può trasformarsi da pericolo imminente sulle testimonianze materiali dell'antichità in formidabile occasione di conoscenza. Dal punto di vista concettuale, essa rappresenta l'evoluzione delle tradizionali carte archeologiche, ampiamente utilizzate poiché forniscono quadri sinottici delle conoscenze acquisite su un'area urbana o rurale, scomponibili per fasi storiche o secondo determinate tematiche. Le carte archeologiche

sono però di scarso aiuto per lo studio, la tutela e la pianificazione di quelle porzioni di territorio per le quali non si abbia alcuna informazione e che, nel caso delle città, corrispondono generalmente a quelle zone periurbane dove invece è maggiore la necessità di intervenire per costruire nuovi quartieri e infrastrutture. La carta di potenziale archeologico supera questo limite. Essa utilizza infatti i dati archeologici come base, ma li integra con dati geologici e geomorfologici, con dati desumibili dall'analisi di resti vegetali e animali, da cartografie e catasti antichi, dalla toponomastica e dall'analisi delle componenti di edilizia storica, consentendo di delineare, grazie a questa imponente mole documentaria, l'evoluzione nel tempo del paesaggio urbano e rurale e pertanto di collocare i rinvenimenti archeologici noti in un contesto conoscitivo molto più articolato. 'Proiettando', mediante elaborazioni di tipo statistico e matematico, le informazioni su aree per le quali ad oggi non è disponibile alcun dato, la carta di potenziale archeologico formula ipotesi sulla maggiore o minore probabilità che in passato tali aree possano essere state interessate da qualche forma di presenza umana, spingendosi anche a fare supposizioni sul tipo di presenza (abitato, necropoli, quartiere produttivo, area agricola...), con un grado di approssimazione che varia a seconda della quantità e della qualità dei dati a disposizione.

La carta di potenziale archeologico è dunque una carta predittiva, che non si limita a 'fotografare' l'esistente (come fa la carta archeologica), ma lo utilizza per creare in forma ipotetica – ma non arbitraria – nuove conoscenze, che acquisteranno contorni sempre più circostanziati ad ogni nuova scoperta. 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 affret-

<sup>2</sup> Si definisce Web 2.0 l'evoluzione del World Wide Web consistente nell'insieme delle applicazioni che favoriscono l'interazione tra i siti web e i singoli utenti, prime fra tutte i *social network*.

<sup>3</sup> KANSA, KANSA WHITCER, WATRALL: 2011.

tatamente, 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. La conferma che, anche in questo campo, 'prevenire è meglio che curare' è giunta del resto con l'approvazione delle norme sulla *verifica preventiva dell'interesse archeologico*<sup>4</sup>, che ha reso imprescindibili le Valutazioni di Interesse Archeologico (VIArch) per orientare le scelte operative nei casi di grandi opere pubbliche in cui si prevedano attività di costruzione o di trasformazione ambientale.

D'intesa con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana, la Soprintendenza per i Beni Archeologici e il Comune di Pisa, nei laboratori dell'Università di Pisa ha quindi preso forma un progetto (ANICHINI *et alii* 2011), denominato MAPPa. *Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico: la carta dell'area urbana di Pisa*, che nel 2010 è stato finanziato dalla Regione Toscana<sup>5</sup>. Il lavoro ha avuto inizio l'1 luglio 2011 e, avendo durata biennale, terminerà il 30 giugno 2013.

## 1.2 Il livello informativo archeologico

Come abbiamo accennato, base di partenza per la realizzazione della carta di potenziale archeologico è un archivio dei dati aggiornato e ben organizzato. Nel primo anno di lavoro, pertanto, l'attività del gruppo di ricerca si è concentrata su:

- la creazione dell'archivio digitale (cfr. § 4.1),
- la raccolta della documentazione degli interventi archeologici effettuati a Pisa fino ad oggi, indipendentemente dalla loro consistenza, dallo scavo in estensione, alla più piccola trincea stradale (cfr. § 2)

- l'implementazione e la georeferenziazione dei dati (cfr. § 4.2),
- la realizzazione di un webGIS, ritenendo che un GIS pensato fin dall'inizio per essere gestito on-line sia la soluzione migliore per garantire il massimo di comunicazione e condivisione delle informazioni (cfr. § 5 e 6).

Si è scelto deliberatamente di non utilizzare, per il risultato di questo lavoro, il nome tradizionale di 'carta archeologica' per molteplici motivi, primo fra tutti il fatto che questa definizione implica l'idea di 'prodotto finito', di qualcosa di autonomo e in sé concluso (cfr. § 3). Nell'ambito del Progetto MAPPa, invece, l'archivio delle informazioni archeologiche, oltre a essere ovviamente aggiornabile in qualunque momento, rappresenta solo il primo stadio del lavoro, non un obiettivo finale. Ad esso si affiancheranno altri livelli informativi, che concorreranno a costituire la banca dati necessaria ad effettuare il calcolo del potenziale archeologico. Preferiamo pertanto parlare di 'livello informativo archeologico', affinché fin dal nome sia ben chiaro il ruolo dell'archivio dei dati archeologici all'interno dell'architettura complessiva del progetto MAPPa. Il pilastro su cui si fonda l'intero progetto è infatti la volontà di mantenere distinti sempre e in modo trasparente, all'interno di livelli informativi diversificati e continuamente aggiornabili, i dati 'oggettivi' (ovvero quelli che emergono dal terreno e che nel linguaggio archeologico sono definiti 'archeografici') dalle ipotesi che l'analisi di quei dati consente di formulare di volta in volta, ovvero dall'interpretazione 'archeologica', categoria nella quale rientra da ultimo anche la valutazione del potenziale. Mentre i dati archeografici, una volta raccolti, rimangono 'immutabili' (lo scavo non è replicabile

<sup>4</sup> D.Lgs. 163/2006, artt.95-96 pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 100 del 2 maggio 2006 - Supplemento Ordinario n. 107.

<sup>5</sup> PAR FAS, linea di azione 1.1.a.3, ambito disciplinare *Scienze e tecnologie per la salvaguardia e la valorizzazione dei beni culturali*. Alla ricerca ([www.mappaproject.org](http://www.mappaproject.org)) prendono parte docenti dei tre dipartimenti universitari proponenti - Scienze archeologiche (capofila), Scienze della Terra e Matematica - affiancati da dottori di ricerca esperti in tutti i settori di competenza del progetto (archeologia, geomorfologia, geologia, analisi numerica, informatica) e, con compiti principalmente di raccolta e immissione dei dati, anche da studenti dei corsi di laurea magistrale, per i quali il progetto costituisce un'eccellente occasione di formazione professionale interdisciplinare.

come un esperimento di laboratorio, poiché distrugge la stratificazione archeologica), potendo solo aumentare di numero a ogni nuova indagine, l'interpretazione dei dati può variare a seguito di nuove scoperte, delle diverse competenze e capacità degli studiosi, del riesame delle informazioni all'interno di ricerche aventi obiettivi o livelli di approfondimento differenti. L'archeologia è una disciplina che torna di continuo sui propri dati: il modello epistemologico in base al quale procede la ricerca – il paradigma indiziario – consente infatti solo di formulare ipotesi, più o meno probabili, ma sempre solo ipotesi, che ad ogni nuova scoperta possono rafforzarsi o indebolirsi, ma che in ogni caso devono poter essere riconsiderate, ripartendo dai dati sulla base dei quali erano state formulate. In altre parole, in archeologia a invecchiare non sono mai i dati che, essendo unici e irripetibili, non possono essere resi obsoleti da altri dati, ma le ipotesi interpretative formulate a partire da essi (salvo poi tornare nuovamente d'attualità alla luce di nuovi rinvenimenti). Di conseguenza i dati archeografici che si ricavano dalle indagini sul terreno, e che possiamo definire 'dati grezzi', costituiscono il vero e unico 'codice sorgente' dell'archeologia e pertanto devono essere accessibili e ricontrollabili ogni qual volta sia necessario, senza alcun filtro interpretativo.

Le scoperte archeologiche sono in continuo divenire ovunque, ma nel contesto di una città viva le indagini effettuate nel sottosuolo, anche solo per mettere in opera un cavo o una tubazione, si susseguono a un ritmo tale da far inesorabilmente invecchiare, nel volgere di pochissimo tempo, qualsiasi cartografia ancorata a un supporto cartaceo, che ne fissi una volta per tutte l'immagine, impedendo qualunque aggiornamento. Ecco perché in questo volume abbiamo scelto di non inserire nessuna rappresentazione cartografica, preferendo affidare la documentazione alla realtà virtuale, ma dinamica, della rete.

### 1.3 La documentazione archeologica

La raccolta e l'archiviazione della documentazione archeologica hanno richiesto molti mesi di lavoro e presentato non pochi punti di criticità, che

sono illustrati in dettaglio nei contributi di questo volume, insieme alle soluzioni adottate per superarli (cfr. § 2). Scopo di questa attenta disamina non è 'mettere le mani avanti' in vista di critiche e obiezioni (inevitabili ogni qual volta si fanno delle scelte operative), né innescare sterili polemiche, bensì avviare un dibattito nel mondo degli archeologi su una riforma delle procedure e una definizione degli standard qualitativi che non può più attendere e che deve coinvolgere tutte le componenti che operano nel settore, dai funzionari del Ministero per i Beni Culturali ai docenti universitari e agli esponenti di quell'area delle professioni – cooperative, studi associati, società di servizi e singoli professionisti – che rappresentano una realtà consolidata nel settore delle indagini sul campo.

I dati archeologici sono ricavabili dalla documentazione di scavo, contenente prevalentemente quelli che abbiamo definito i 'dati grezzi', e dalle pubblicazioni a stampa, da cui si possono trarre – com'è ovvio – soprattutto 'dati interpretati'. Sarebbe logico aspettarsi che le due serie documentarie si corrispondano, ovvero che della documentazione di scavo (i 'dati grezzi') conservata negli archivi della Soprintendenza esista l'edizione a stampa con la sintesi interpretativa e, viceversa, di quest'ultima esista in archivio la documentazione originale di scavo. In realtà non è sempre così. Vi sono infatti numerosi casi di indagini (la stragrande maggioranza, secondo GATTIGLIA 2009: 51) i cui risultati non arrivano mai ad essere pubblicati: spesso – ma non sempre – si tratta di interventi di emergenza, aventi limitata estensione (strette trincee per il controllo di condutture sotterranee, carotaggi finalizzati all'analisi di un terreno da edificare, piccoli scavi per la posa in opera di pozzetti...), che a volte restituiscono dati frammentari e apparentemente inspiegabili, ma che possono ricevere luce dal confronto con altri dati. Sul fronte opposto, troviamo casi altrettanto numerosi di pubblicazioni contenenti interpretazioni e sintesi ricostruttive, spesso brillanti ma estremamente sintetiche, che si basano sui 'dati grezzi' di indagini di cui negli archivi non esiste alcuna documentazione e che pertanto sfuggono a qualunque possibilità di riconsidera-

zione. Il motivo di ciò risiede nel fatto che spesso chi conduce le indagini sul campo non consegna alla Soprintendenza la documentazione finché non ha provveduto a pubblicare i risultati della propria ricerca, allo scopo di proteggerne l'originalità. Il problema è che spesso si tende erroneamente a credere che l'uscita di articoli e monografie renda per così dire 'superati' i 'dati grezzi', che in molti casi finiscono con il non arrivare mai a destinazione negli archivi della Soprintendenza. Questa prassi, purtroppo assai diffusa, di non consegnare la documentazione si fonda su un malinteso principio di 'proprietà' intellettuale (cosa ben diversa dalla 'paternità' intellettuale), che entro certi limiti è anche comprensibile, ma non certamente giustificabile. Per di più da essa deriva una terza tipologia di casi, di gran lunga più pernicioso dal punto di vista della conoscenza e quindi della tutela dei resti archeologici: i casi in cui non è disponibile alcun tipo di documentazione, né i 'dati grezzi', né una pubblicazione in cui se ne fornisca una sia pur sintetica interpretazione. Si tratta generalmente di indagini di ampia portata (a nessuno interessa pubblicare la piccola trincea), che ad anni e talvolta decenni di distanza dalla loro conclusione non sono ancora state pubblicate, ma che gli esecutori insistono pervicacemente nel considerare 'in corso di studio', arrogandosi in tal modo il 'diritto' di tenerne per sé la documentazione, ma di fatto sottraendo *sine die* alla comunità scientifica – e alla collettività – informazioni preziose, nella maggior parte dei casi prodotte oltretutto con l'impiego di denaro pubblico. Senza contare che, in un periodo di 'studio' smisuratamente dilatato nel tempo, esistono rischi concreti che la documentazione si disperda per le più diverse eventualità e, in questo caso, i risultati di intere campagne di scavo scompaiono per sempre.

La questione non è di poco conto e apre la via a un dibattito sul tema dell'accessibilità e della circolazione delle informazioni – o, per meglio dire, sul tema degli archivi open data – che in questi anni sta investendo ampi settori della vita pubblica e che non può più essere rimandato in un campo come l'archeologia, in cui la circolazione delle informazioni e la trasparenza dei processi

di analisi dei dati ha una ricaduta immediata sull'efficacia dell'attività di tutela del patrimonio archeologico – come si può pensare di redigere una VIArch in assenza di dati aggiornati? – e, di conseguenza, su un modello di pianificazione territoriale rispettoso dei resti sepolti. Ma non è tutto. Far uscire le informazioni dal chiuso degli archivi, dei laboratori di ricerca e degli studi privati, portare a conoscenza della comunità che cosa si conserva sotto i suoi piedi e renderla partecipe dell'importanza di quei resti è strategico per far maturare nella coscienza collettiva la consapevolezza della necessità di preservare le tracce del passato per le generazioni future: e questa è la miglior garanzia per la loro tutela.

A questo dibattito, il progetto MAPPA intende offrire il proprio contributo in modo concreto, elaborando il primo archivio archeologico open data (MOD – MAPPA Open Data) e promuovendo il confronto fra esponenti di diversi ambiti disciplinari – archeologi, storici, filosofi, giuristi, esperti di comunicazione<sup>6</sup>. Naturalmente un nodo centrale è rappresentato dalla necessità di tutelare le aspettative di chi, avendo 'prodotto' i dati grezzi con il proprio (duro) lavoro sul campo, aspira legittimamente a vedersi riconosciuta la 'paternità' (ribadiamo, non la 'proprietà') di quei dati, definendo ad esempio un limite temporale entro il quale sia possibile esercitare una sorta di diritto di prelazione su di essi, in funzione della loro pubblicazione. Questo limite temporale deve però avere una durata ragionevole: non è infatti ammissibile che vi siano ricerche 'in corso di pubblicazione' (e di conseguenza informazioni sottratte alla collettività) a oltre vent'anni di distanza dalla loro conclusione. E tuttavia, pur riconoscendo ai ricercatori il diritto di disporre di un tempo adeguato per studiare e pubblicare i risultati del loro lavoro, è indispensabile che, nel momento in cui si concludono le indagini sul campo, 'tutta' la documentazione sia consegnata alla Soprintendenza la quale, dopo la verifica che le compete, dovrebbe auspicabilmente renderla subito disponibile attraverso politiche open data, riconoscendo ovviamente la paternità di chi l'ha prodotta. Per far questo, potrebbe avvalersi della rete, uno strumento formidabile per disseminare

informazione a basso costo, in tempi rapidissimi e anche con la dovuta tutela dei diritti di *copyright*: è infatti sufficiente assegnare ai dati un DOI (Digital Object Identifier: <http://www.doi.org/>), che ne tuteli la paternità intellettuale, così come fa il corrispondente ISBN (International Standard Book Number) per le pubblicazioni a stampa. In questo modo, qualunque ricercatore avrebbe il vantaggio di veder 'pubblicati' immediatamente e a suo nome i risultati – sia pure 'grezzi' – del proprio lavoro, senza perdere nello stesso tempo il diritto di studiarli più approfonditamente e poi pubblicarli in forma più estesa.

Le stesse Soprintendenze trarrebbero un enorme vantaggio da un archivio costantemente aggiornato e consultabile con un semplice click. Da qualche anno, infatti, esse sono costrette a svolgere la loro preziosa attività di monitoraggio del territorio con un numero sempre più ridotto di funzionari, che proprio per questo devono essere messi in condizione di operare avvalendosi di tutte le risorse offerte dalla moderna tecnologia.

Ma torniamo alla documentazione archeologica. Quando è disponibile, i problemi riguardano il metodo di archiviazione delle informazioni, a causa della grande disomogeneità delle fonti nel modo di registrare i dati, nella scelta della terminologia utilizzata per descrivere i rinvenimenti, nell'adozione dei parametri cronologici e perfino nei criteri di localizzazione degli scavi. Le soluzioni adottate nel progetto MAPPa per far fronte a questa situazione e rendere le informazioni confrontabili le une con le altre sono illustrate in dettaglio più avanti (cfr. § 2 e 8). Qui mi preme però sottolineare un aspetto importante. Se la mancanza di uniformità nella registrazione delle informazioni è scontata e comprensibile nel caso delle indagini effettuate in passato, lo è invece assai meno nel caso di indagini effettuate in anni recentissimi e fa emergere un problema sul quale il Ministero per i Beni Culturali dovrà intervenire in tempi brevi: la definizione di standard comuni per tutti gli archeologi che operano sul campo. Può sembrare banale affermare che gli interventi

di scavo devono essere georeferenziati, che le quote dei rinvenimenti devono essere espresse con misure calcolate sul livello del mare o almeno a partire da punti-zero di cui si fornisce la quota assoluta, ma l'esperienza insegna che non lo è. Occorre pertanto procedere al più presto a codificare tutta una serie di procedure, anche in considerazione del fatto che, tra gli archeologi, è ormai ampiamente diffusa la pratica di acquisire ed elaborare i dati direttamente in formato digitale (basti pensare alle fotografie e, sempre più spesso, alla documentazione grafica) o comunque di raccogliarli e conservarli entro archivi digitali. Bisogna fare in modo che questi dati siano in grado di dialogare fra loro e per far questo è necessario disporre di standard condivisi e di una *good practice* per le procedure informatiche da adottare. Da queste scelte dipendono infatti, nell'immediato, la possibilità di condividere e confrontare i dati e, in prospettiva, quella di preservare quei dati nel tempo.

#### 1.4 Una finestra sull'archeologia

Si è già accennato al fatto che l'architettura del progetto MAPPa è stata progettata come una serie di livelli informativi che, sovrapposti in modi diversi, permettono di incrociare le informazioni con esiti che oggi non sono neppure prevedibili fino in fondo, aprendo prospettive di ricerca inaspettate. Un esempio concreto di questa possibilità si è già avuto, esaminando i dati raccolti nel livello informativo archeologico da un'angolazione del tutto nuova (cfr. § 8). Partendo dalla data di esecuzione dei quasi settecento interventi censiti, è infatti possibile ricostruire la storia della ricerca archeologica a Pisa, delineando l'evoluzione delle metodologie di scavo, delle competenze, degli interessi e degli obiettivi che hanno caratterizzato le indagini nel corso di cinque secoli, dal XVI al primo decennio del XXI. Il variare nel tempo della tipologia delle indagini consente inoltre di seguire l'evolversi delle strategie di tutela. Se i recuperi occasionali costituiscono praticamente l'unico in-

<sup>6</sup> Ad esempio *Opening the Past. Archaeological Open Data*, Pisa, 9 giugno 2012, i cui abstract sono pubblicati sul sito del progetto: [www.mappaproject.org](http://www.mappaproject.org)

tervento fino alla seconda guerra mondiale e rimangono numerosi ancora fino agli anni Novanta del secolo scorso, successivamente aumenta il numero degli scavi di emergenza, ovvero degli interventi effettuati a cantieri in corso, spesso a seguito di segnalazioni di esponenti dei Gruppi archeologici, che denotano il coinvolgimento della comunità nell'attività di monitoraggio dei lavori; con il XXI secolo si afferma infine la pratica dello scavo preventivo, affiancato da altri tipi di indagini meno invasive (e costose), come i carotaggi e le prospezioni geofisiche.

Un'ultima considerazione riguarda i protagonisti delle indagini archeologiche, che sono cambiati anch'essi negli ultimi decenni. Dopo una lunga fase in cui le ricerche sono state condotte da funzionari della Soprintendenza o da docenti e ricercatori dell'Università, avvalendosi di operai edili e talvolta di studenti e volontari (soprattutto dei Gruppi archeologici), negli anni Novanta si è assistito al progressivo affermarsi dell'archeologia 'professionale', rappresentata dapprima da cooperative di giovani laureati e poi da società, studi specializzati e da ultimo anche liberi professionisti. Nonostante le difficoltà dovute al fatto che manca ad oggi una definizione della figura dell'archeologo<sup>7</sup>, i professionisti sono ormai una realtà consolidata in Italia e anzi il

mondo della libera professione costituisce oggi il principale sbocco lavorativo per gran parte dei laureati in discipline archeologiche. Proprio questo dilatarsi dell'archeologia al di fuori delle istituzioni di tutela (Soprintendenze) e di ricerca (Università), se da un lato attesta una maggiore consapevolezza collettiva dell'importanza di conoscere e tutelare i resti del passato, dall'altro ci riporta alle premesse dalle quali eravamo partiti: ovvero alla necessità di ridefinire modi, tempi e procedure del lavoro archeologico, adeguandoli alle possibilità offerte oggi dal mondo digitale, specie per quanto riguarda la circolazione e la condivisione delle informazioni. Come abbiamo visto, lo studio del mondo passato non è mera curiosità intellettuale, ma ha consistenti ricadute sul mondo presente e futuro, non solo dal punto di vista di un uso più consapevole del territorio in cui viviamo. Ha scritto Vere Gordon Childe, straordinario protagonista dell'archeologia del Novecento: "Io sono un archeologo e dedico il mio tempo a cercare di raccogliere notizie sul comportamento di uomini morti da lungo tempo [...]. Tuttavia mi piace pensare che anche la conoscenza archeologica possa [...] dimostrarsi utile alla società [...], utile nell'aiutare a pensare in maniera più chiara, e quindi ad agire in maniera più umana" (CHILDE 1962).

---

<sup>7</sup> Tramontata la possibilità di creare un albo professionale, il già ricordato D.lgs.163/2006 si limita a individuare, nei possessori di un diploma di specializzazione o di dottorato di ricerca in archeologia, le uniche figure professionali abilitate a effettuare le prescritte valutazioni di verifica dell'interesse archeologico (VIArch), al pari dei Dipartimenti universitari di Archeologia e delle ditte abilitate.



## 2. L'acquisizione della documentazione archeologica

*Fabio Fabiani (DOI: 10.4458/8219-05)*

Il progresso della ricerca archeologica si fonda sull'accesso diretto ai dati archeografici poiché è proprio sulla loro base che si possono formulare ipotesi in modo circostanziato o si possono far emergere quei nodi problematici che alimentano la ricerca con domande sempre nuove. Poiché il paradigma indiziario su cui si muove l'indagine archeologica non consente altro che di proporre interpretazioni, alla luce di nuove acquisizioni è necessario riconsiderare sempre e globalmente i prodotti della propria ricerca, ma per far questo bisogna tornare costantemente ai dati grezzi. Queste non sono naturalmente osservazioni originali: è passato ormai molto tempo da quando, a partire dagli anni Settanta del secolo scorso, gli echi del dibattito internazionale promosso dalla New Archaeology si sono riverberati anche in Italia avviando, prima in alcuni ambienti e poi più diffusamente, un approccio 'scientifico' alla disciplina, focalizzando l'attenzione sulla centralità del dato archeografico. Eppure forse non è inutile o fuori luogo riflettere ancora su tali concetti se spesso, come vedremo, non è sempre agevole tornare all'oggettività del dato come base di partenza per nuove analisi.

Presentiamo il lavoro condotto per l'acquisizione della documentazione archeologica, i criteri e le modalità seguite, i tempi e le forze impiegate; si enucleano quindi le criticità riscontrate nella consultazione degli archivi, nella lacunosità e nella qualità difforme della documentazione; traendo spunto dalla nostra esperienza diretta, si toccano infine problemi legati all'accessibilità e all'uso della documentazione archeologica.

### 2.1 La raccolta dei dati archeografici

La creazione di un archivio digitale dei dati archeologici disponibili per Pisa e l'area periurba-

na, consultabile attraverso una base cartografica in webGIS, si è basata fundamentalmente sulla documentazione di archivio e sulla bibliografia.

In Italia, lo stato attuale della pratica archeologica, sia essa sviluppata da enti di ricerca o da enti di tutela, direttamente o mediante collaborazione esterna con professionisti, registra una comune abitudine legata alla ritardata fase di edizione del risultato archeologico. Sono numerosi i casi in cui i risultati delle ricerche sono stati pubblicati solo dopo molti anni dal termine dell'indagine o in cui addirittura le informazioni sono rimaste inedite. Sono comunque rare le edizioni a stampa o elettroniche, che riportino quasi integralmente il dato primario; poche quelle che diano conto delle sequenze stratigrafiche non esclusivamente in forma di sintesi interpretativa; pochissime le pubblicazioni che alleghino come apparati i diagrammi stratigrafici, le quantificazioni dei materiali, la descrizione dei criteri metodologici adottati nelle successive operazioni di sintesi periodizzata. Purtroppo, spesso questa prassi si accompagna al mancato deposito di tutta o di parte della documentazione prodotta in seno alla ricerca, nella sede dell'Ente competente. A tali lacune oggettive si aggiungono poi le limitazioni talvolta imposte alla consultazione della documentazione presente, mentre un problema correlato è rappresentato dalla mancanza di standardizzazione della documentazione stessa, che costituisce spesso un'ulteriore limitazione alla sua utilizzazione. Da un lato dunque lo stato incompleto delle pubblicazioni, in cui spesso la parte interpretativa non appare sufficientemente sostenuta da un adeguato apparato documentario, dall'altro le difficoltà legate alla consultazione dei dati di archivio.

Sulla base di tali considerazioni, per l'area oggetto di studio si è proceduto contemporaneamente

allo spoglio dei diversi archivi e alla ricognizione del materiale già edito: l'esame congiunto delle due fonti, ciascuna di per sé non esaustiva, ha permesso di ottenere un censimento quanto più completo possibile.

### 2.1.1 I criteri di acquisizione

La raccolta del materiale documentario si è basata essenzialmente sui seguenti criteri:

#### *Nessun tipo di selezione cronologica della fonte archeologica*

Uno dei tratti caratteristici dell'archeologia urbana, ovvero delle ricerche condotte nei centri pluristratificati, è rappresentato dall'opportunità di indagare la diacronia di sequenze stratigrafiche complesse. È possibile così osservare la città nel flusso del suo divenire, nel variare dei suoi elementi costitutivi, nel cambiamento o nel mantenimento della vocazione funzionale delle sue parti, cogliendo infine i tratti di continuità o di brusca rottura. La forma attuale della città, risultato ultimo di quelle trasformazioni, diviene così pienamente comprensibile nel suo portato storico. Poiché l'indagine condotta mira alla restituzione dei piani quotati e alle ricostruzioni della città nei diversi periodi, la diacronia costituisce uno dei cardini fondamentali: sono così raccolte le testimonianze relative a tutte le fasi storiche, fino a quella moderna e contemporanea.

#### *Nessun tipo di selezione cronologica dell'intervento archeologico*

Sono state considerate le notizie di rinvenimenti senza alcuna limitazione cronologica: le informazioni più antiche, tratte dalla bibliografia o da documenti più tardi, risalgono al XVI secolo (una sola notizia). Ancora assolutamente sporadiche sono poi le informazioni risalenti al XVII secolo e al XVIII secolo, per infittirsi a partire dal XIX secolo.

#### *Nessuna selezione dei dati archeografici*

L'acquisizione di tutta la documentazione archeologica, grafica, fotografica, descrittiva, ha permesso di verificare criticamente il dato interpretato. È stato necessario andare a ricercare il dato primario, qualunque esso fosse, per acquisi-

re tutti gli elementi indispensabili a una necessaria revisione dell'informazione. Avendo infatti riscontrato nei lavori pregressi alcune discrepanze, soprattutto quando chi ha effettuato la registrazione dei dati non si è attenuto alle regole definite dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, abbiamo ritenuto necessario effettuare una revisione incrociata tra l'informazione sintetica, fornita ad esempio nelle relazioni di scavo, e il dato grezzo.

#### *Analisi delle fonti indirette*

Poiché la documentazione relativa agli interventi archeologici (planimetrie, relazioni, fotografie, schedature) appare spesso carente, sono state consultate anche quelle fonti, che potremmo definire 'indirette', ma che possono contenere elementi informativi. Tra le righe di carteggi, rilasci di pareri e nulla osta, comunicazioni di carattere ordinario o pratiche per la concessione di premi di rinvenimento, sono contenute infatti informazioni di interventi spesso non altrimenti documentati come, ad esempio, i sondaggi che non hanno restituito evidenze di carattere archeologico, ma che attestano comunque un 'no data' prezioso; sopralluoghi eseguiti direttamente dai funzionari di Soprintendenza che annotano estensioni, esecutori e cronologia dei lavori; segnalazioni di rinvenimenti occasionali delle quali resta solo la dichiarazione del rinventore. Un corpus importante di notizie più o meno puntuali, che a volte arricchiscono dati già presenti in forma incompleta.

Numerosi interventi di scavo non risultano ubicabili a livello cartografico se non per generiche indicazioni di tipo urbanistico (nome della strada, numero civico di riferimento, ecc.), difficilmente riconducibili ad una coordinata geografica. La necessità di georeferenziare tutte le evidenze archeologiche nel modo più preciso possibile ci ha spinto a cercare fonti usualmente inutilizzate: la raccolta degli elaborati tecnici connessi alle opere che hanno richiesto o indotto indagini archeologiche, quali planimetrie di progetto o relazioni tecniche, ha permesso, in molti casi, di avere un riferimento cartografico – sia esso catastale o sulla Carta Tecnica Regionale – delle aree

indagate, fornendo una base di partenza per le operazioni di georeferenziazione.

### 2.1.2 Gli archivi

Per consentire l'accesso agli archivi di proprietà statale, è stata definita una convenzione con gli enti partner e sostenitori del progetto, che hanno messo a disposizione dei ricercatori tutte le informazioni necessarie al buon esito del lavoro (cfr. tabella n. 3 dell'Appendice). La documentazione è fondamentalmente conservata nell'Archivio della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana a Firenze (Archivi Storico, Corrente, Grafico, Fotografico, delle 'Planimetrie'). Importante fonte d'informazione è anche l'Archivio della Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio, per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico per le province di Pisa e Livorno (Archivio generale e Fototeca): qui sono registrati rinvenimenti di materiali e strutture databili dall'epoca medievale fino ad anni recenti, effettuati in occasione di interventi di ripristino e restauro dell'edilizia pubblica e privata; le notizie appaiono segnalate nelle relazioni redatte dagli architetti progettisti e/o direttori dei lavori e, talvolta, nella documentazione fotografica effettuata durante i sopralluoghi inerenti la normale attività di controllo e tutela. La raccolta della documentazione negli archivi delle due Soprintendenze era già stata in gran parte effettuata in occasione di tesi di laurea e di dottorato (ANICHINI 2004-2005, ANICHINI, PARIBENI 2005; GATTIGLIA 2010) e nell'ambito del progetto di contestualizzazione dei ritrovamenti avvenuti presso il cantiere delle antiche navi di San Rossore, commissionato al Dipartimento di Scienze Archeologiche dalla SBAT (2007). Non essendo prevista per questi lavori l'acquisizione di tutta la documentazione di scavo, ma solo una prima catalogazione, schedatura e posizionamento geografico degli interventi, si è reso necessario revisionare i dati già raccolti, acquisire quelli mancanti e completare lo spoglio della documentazione per tutti gli interventi effettuati dopo quelle ricognizioni. Contestualmente è stata avviata la consultazione dell'Archivio dell'Opera del Duomo di Pisa: anche se le notizie dei vecchi rinvenimenti conser-

vate in questi archivi sono perlopiù già edite, era infatti necessario verificare che non fossero ancora presenti dati, piante o schizzi finora trascurati. Altra fonte d'informazione si sono rivelati i depositi della Soprintendenza per i Beni Archeologici; senza entrare in alcun modo nello studio specifico dei materiali conservati, si è però verificato come nell'inventario per cassette dei materiali conservati nei magazzini di San Vito, San Matteo e via Santa Maria risultino reperti provenienti da scavi non altrimenti documentati.

### 2.1.3 Le modalità di acquisizione

Data l'eterogeneità delle tipologie di dati, sono state definite diverse modalità di acquisizione, basate sull'effettiva necessità di trasporre il dato integralmente o meno. Tale operazione è stata pianificata in un'ottica di ottimizzazione dei tempi e delle risorse, anche alla luce delle successive fasi di elaborazione progettuale: inserimento nella banca dati, creazione della cartografia webGIS, realizzazione dell'archivio Open Data.

- Tutti i documenti non direttamente connessi con la registrazione del record archeologico (in particolar modo di quello stratigrafico), ma utilizzati come fonte d'informazione per alcuni dei campi di definizione dell'intervento (carteggi, pareri, ecc.) sono stati schedati direttamente durante la consultazione – laddove la semplicità o esiguità dell'informazione lo consentiva – o sono stati fotocopiati per essere rilette e schedati a posteriori in laboratorio. Nei casi in cui il documento rappresentava l'unica fonte di informazione per un determinato intervento, si è proceduto alla sua scansione ed è iniziato il lavoro di conversione in formato interrogabile OCR per la successiva immissione nell'apposita scheda della banca dati.
- La documentazione grafica degli interventi, stratigrafici e non (planimetrie a matita o lucidate a china), è stata scansionata in scala originale con risoluzione 300dpi e archiviata, suddivisa per interventi, per la successiva fase di digitalizzazione e georeferenziazione. Ugualmente, sono stati acquisiti mediante copia i più recenti elaborati digitali, principalmente in formato .dwg.

- Le schede di Unità Stratigrafica sono state fotocopiate, scansionate o, laddove già presenti in formato digitale (.pdf), acquisite in copia elettronica.
- L'acquisizione della documentazione fotografica è avvenuta tramite scansione, nei casi in cui erano presenti solo copie a stampa o diapositive, tramite copia informatica per i formati digitali. Tutto il materiale acquisito è stato trattato secondo i criteri di privacy vigenti per legge.

#### 2.1.4 Tempi e forze impiegate

Il lavoro di acquisizione della documentazione, già in parte effettuata, come abbiamo detto, in occasione di tesi di laurea e dottorato, è stato avviato il 1 agosto 2011 e si è concluso nel mese di ottobre 2011, anche se alcuni materiali sono stati resi disponibili dalla Soprintendenza o da collaboratori della Soprintendenza, opportunamente autorizzati, ancora fino alla metà di febbraio 2012. Nei primi due mesi è stato impiegato un collaboratore *full-time*, al quale in ottobre se ne sono aggiunti altri due. Gli operatori sono stati affiancati da uno dei responsabili dell'*equipe* per le fasi di definizione delle modalità di accesso con gli Enti e le istituzioni che gestiscono i diversi archivi e per la verifica periodica degli step intermedi del lavoro. Dalla fine di ottobre i tre operatori si sono quindi occupati del riordino dei dati raccolti e dell'apposizione di tag per ogni documento acquisito, in modo da agevolarne il reperimento all'interno del sistema di archiviazione nelle successive fasi di lavoro. Contemporaneamente all'acquisizione della documentazione di archivio è stata aggiornata anche la ricerca bibliografica, organizzando le notizie in un archivio. Dal mese di dicembre, col supporto di un quarto collaboratore, è iniziata l'elaborazione dei dati archivistici e bibliografici e la loro implementazione nel database con la redazione delle singole schede di intervento. Quest'ultima fase di lavoro si è conclusa nel mese di marzo 2012.

## 2.2 Le criticità

Durante il lavoro di raccolta della documentazione archeologica abbiamo incontrato alcune

difficoltà, in parte imputabili a nostre errate valutazioni, in parte dovute a difficoltà 'strutturali', legate all'organizzazione degli archivi e all'accesso alla documentazione. Riteniamo che la segnalazione delle criticità possa stimolare una comune riflessione, al fine di avvicinare l'utenza ai servizi offerti dalle pubbliche amministrazioni.

### 2.2.1 La consultazione degli archivi

Alcuni problemi pratici hanno inciso sulla tempistica di questa fase del lavoro. I passaggi burocratici per la definizione e la firma della convenzione con gli Enti partner, infatti, hanno fatto slittare l'avvio del lavoro al mese di agosto quando, come consuetudine, gli uffici sono chiusi per le ferie estive. L'organizzazione degli archivi inoltre non prevede, anche a causa del personale ridotto, la possibilità di mantenere un servizio di apertura costante durante tutti i periodi dell'anno e, spesso, l'accesso è previsto solo in determinati giorni e con orari ridotti. Poco agevole è stato anche il reperimento dei documenti all'interno degli archivi stessi.

Nell'archivio della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, ad esempio, in cui è conservata com'è ovvio la maggior parte della documentazione inerente le indagini archeologiche, i documenti anteriori all'introduzione del protocollo elettronico sono collocati, in ordine topografico, in archivi diversi a seconda della tipologia: nell'Archivio Storico, i documenti compilativi; nell'Archivio Fotografico, foto, diapositive, provini e negativi; nell'Archivio Grafico, alcuni rilievi (in realtà senza una modalità definita); nell'Archivio Planimetrie, allegati vari. Dall'introduzione del protocollo elettronico (a Firenze nel 2007; nella sede di Pisa nel 2009), alcuni documenti (supporti digitali e documentazioni di scavo compilative) sono depositati nell'Archivio Corrente in faldoni ordinati secondo la data di arrivo, per confluire, dopo un tempo stabilito, nell'Archivio Storico. Le altre tipologie di documenti sono invece indirizzate ai diversi archivi, secondo l'ordine di protocollo.

### 2.2.2 La lacunosità della documentazione d'archivio

Al momento della ricognizione effettuata negli archivi della Soprintendenza per i Beni Archeo-

logici non risultava rintracciabile una percentuale considerevole della documentazione delle indagini condotte, soprattutto negli anni Ottanta e Novanta del secolo scorso, da direttori scientifici ed esecutori appartenenti sia all'Università che alla Soprintendenza stessa o da loro collaboratori. Se per alcune di queste indagini è possibile trarre informazioni dall'edito (limitatamente alle sintesi interpretate), per altre restano tracce assai scarse nei documenti accessori.

In questo contesto, il contributo, caldeggiato dalla Soprintendenza stessa, che il progetto Mappa ha potuto apportare è stato quello di rintracciare copia della documentazione di scavi pregressi non presente negli archivi e di segnalare in un elenco le lacune riscontrate durante la ricognizione, favorendo così l'azione di recupero da parte della Soprintendenza. È stato così possibile ottenere dai collaboratori la consegna di gran parte della documentazione, anche se molto spesso incompleta, eccetto quella relativa a scavi in corso di pubblicazione. I dati di alcuni interventi continuano invece a mancare completamente, malgrado i ripetuti solleciti rivolti dalla Soprintendenza ai direttori scientifici delle indagini, alcuni dei quali affermano peraltro di averla consegnata. La Soprintendenza ha quindi reso disponibile il materiale pervenuto, eccetto quello in corso di studio.

La documentazione degli scavi in corso, infatti, non risulta disponibile finché le ricerche non saranno ultimate e la Soprintendenza non avrà controllato e validato la documentazione. È stato possibile comunque ottenere dagli archeologi che vi stanno lavorando quelli che, d'intesa con la Soprintendenza, abbiamo definito i "dati minimi", ovvero una planimetria con la localizzazione dell'indagine e una scheda in cui sono registrate le informazioni essenziali: la generica tipologia del ritrovamento, la cronologia di massima e le profondità di riferimento.

### 2.2.3 Le sigle dei materiali in deposito

Per avere un quadro più esauriente possibile delle indagini svolte a Pisa, è stato effettuato un riscontro delle sigle dei reperti in deposito. Anche in quest'ultimo caso, tuttavia, non mancano problemi di lettura dei dati, dovuti all'assenza di un

controllo centralizzato delle sigle utilizzate come identificativi. L'elenco per cassette dei materiali conservati nei magazzini pisani registra così una pluralità di situazioni incerte. La maggior parte delle sigle è indubbiamente riconducibile a interventi noti attraverso altre attestazioni documentarie, ma talvolta non c'è una corrispondenza precisa, negli anni, tra le due diverse fonti, con discrepanze di uno o anche due anni. In tali casi, possiamo ipotizzare che lo scavo si sia svolto, magari anche a più riprese, a cavallo di più anni e che la documentazione, da un lato, e le sigle, dall'altro, facciano riferimento a momenti diversi dello stesso intervento. Talvolta la sigla non reca alcuna indicazione cronologica anche quando, com'è noto, nel sito indicato sono state condotte indagini in anni diversi. Altre volte può capitare che una stessa sigla sia attribuita a interventi differenti. Spesso non è stato possibile sciogliere l'acronimo e riconoscere a quale intervento questo faccia riferimento: in tal caso bisogna ricorrere, quando possibile, alla memoria orale dei protagonisti delle ricerche negli anni indicati. In alcuni casi, infine, le sigle fanno riferimento a indagini o recuperi non altrimenti attestati, costituendo l'unica traccia di tali interventi.

### 2.2.4 La qualità della documentazione

Al problema della reperibilità della documentazione si aggiunge quello della sua qualità e della mancanza di una sua standardizzazione. Ciò dipende dal diverso grado di analisi (si va infatti dalla semplice relazione preliminare, alla pubblicazione integrale, passando per comunicazioni e segnalazioni parziali), ma anche dalla differente tipologia di operatori che hanno raccolto i dati (dal volontario, all'archeologo professionale), dall'epoca in cui è stato effettuato l'intervento e dalla sua tipologia, che oscilla fra i due estremi del recupero occasionale e dell'indagine preventiva e/o di ricerca (per le indagini statistiche sul variare della qualità della documentazione in rapporto ad altri parametri (cfr. § 8).

Tendenzialmente è possibile riscontrare come il passaggio da pratiche emergenziali e/o occasionali, dominanti fino agli inizi degli anni '90, a pratiche programmate – come l'assistenza archeo-

logica e lo scavo preventivo – adottate in modo quasi sistematico dai primi anni '90, abbia inevitabilmente comportato un aumento della quantità e della qualità dei dati prodotti, nonché una maggiore attenzione alla diacronia dei ritrovamenti e soprattutto alle fasi postclassiche. Anche per le indagini più recenti è necessario tuttavia segnalare il permanere di difformità, talvolta anche notevoli, nella qualità della documentazione consegnata, che non sempre comprende la produzione scritta, grafica e fotografica completa, ovvero schede di US, matrix, piante di strato, piante di fase, foto, tabelle dei materiali. Alcune indagini continuano a presentare una carenza di informazioni di carattere topografico, nonostante la completezza della registrazione del dato stratigrafico, in molti casi attenta e fedele. Molto spesso non compaiono riferimenti alle stratificazioni naturali, indispensabili alla ricostruzione del quadro ambientale in cui si sviluppa l'insediamento; talvolta può essere presente la descrizione di uno strato naturale, senza alcuna interpretazione sulla sua origine o, al contrario, ne è presentata solo l'interpretazione – ad esempio palude o alluvione – senza offrire una descrizione o una documentazione oggettiva di quel dato. Non mancano infine casi in cui vengono sperimentate forme originali di documentazione, sia nelle voci delle schede sia nella redazione di sequenze stratigrafiche 'personalizzate': per quanto sia necessario mantenere vivo il dibattito sugli aspetti metodologici della ricerca e cercare nuove e migliori soluzioni di descrizione e rappresentazione della stratificazione, le norme codificate dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione restano per ora l'unica garanzia della confrontabilità dei dati e di un linguaggio condiviso.

### **2.3 La documentazione archeologica: problemi di accessibilità**

La conservazione di tutta la documentazione archeologica negli archivi della Soprintendenza costituisce l'unica garanzia contro la dispersione dei dati archeografici. Tra gli obblighi che il concessionario di uno scavo sottoscrive c'è quello di impegnarsi a consegnare alla Soprintendenza, en-

tro 30 giorni dalla chiusura delle attività di scavo, l'elenco dei materiali rinvenuti e, al termine della concessione, una relazione conclusiva completa sui risultati dello scavo, corredata da un rapporto scientifico e descrittivo con relativa documentazione grafica e fotografica a firma del direttore scientifico o dei suoi collaboratori. Appare poi evidente che anche la documentazione degli scavi diretti da funzionari della Soprintendenza debba confluire nell'archivio. Non è dunque accettabile che l'unica copia della documentazione di scavo sia detenuta in una sede privata da coloro che l'hanno prodotta, sottraendo di fatto alla comunità un bene pubblico. Anche se la documentazione è in corso di studio e di pubblicazione da parte di chi ha condotto le ricerche, una copia deve comunque essere sempre presente nell'archivio della Soprintendenza. Si tratta ovviamente di considerazioni banali e scontate, ma è forse necessario ribadire con fermezza poiché, come abbiamo visto, la documentazione presente negli archivi consultati appare fortemente lacunosa. Non conosciamo la situazione della documentazione relativa agli altri territori della Toscana o delle Soprintendenze delle altre regioni e non è detto che il caso pisano debba essere generalizzato. Tale considerazione non consente tuttavia di sottovalutare il problema o di distogliere l'attenzione: i dispositivi messi in campo per assicurare la completa archiviazione dei dati non sono evidentemente ancora soddisfacenti, se lacune così importanti hanno potuto interessare un grande centro urbano come Pisa. Che il problema sussista e che vada valutato con particolare attenzione è indicato poi anche dal fatto che le lacune non riguardano solo indagini lontane nel tempo, quando la sensibilità verso il dato archeografico non aveva ancora raggiunto l'attuale grado di maturità, ma addirittura interventi svolti in anni recenti. La detenzione della documentazione da parte di privati, soprattutto se ignorata dalla Soprintendenza, comporta il rischio che la documentazione stessa possa essere dispersa irrimediabilmente, anche solo considerando le cause accidentali e del tutto involontarie: si tratta di un problema di tutela. Appare poco fruttuoso tentare di districare le ragioni di un tale stato di fatto e

in definitiva rientra tra i compiti esclusivi della Soprintendenza effettuare valutazioni e adottare strategie e misure per porvi rimedio.

Se una parte considerevole della documentazione di scavo prodotta risulta irreperibile, un'altra parte, forse altrettanto consistente, non è utilizzabile ai fini del progetto perché direttori di scavo o esecutori esercitano su di essa un diritto di studio. Solo quando i risultati di tale studio saranno pubblicati, i dati grezzi potranno essere, per così dire, 'liberati' e resi accessibili. Scrive però Andrea Carandini: "Se io scavo un monumento, è chiaro che spetta a me entro un certo numero di anni pubblicarlo, ma la pianta di quel monumento non è una mia proprietà privata, nemmeno per gli anni che mi servono per pubblicarlo. Quella pianta è un dato fondamentale di interesse pubblico, appartiene alla società. Se io muoio il giorno dopo, qualcuno lì vicino ha il diritto di sapere cosa io ho trovato; tutto è in relazione e non conoscere un dato modifica e compromette quanto si sta facendo" (CARANDINI, CARAFA 2011: 55-56). Sottolineando l'aspetto pubblico della documentazione, Carandini tocca dunque un problema di particolare attinenza con la nostra indagine, che si basa sulla necessità di consultare i dati grezzi al fine di condurre lo studio sul potenziale archeologico nell'area urbana e periurbana di Pisa; tuttavia molti di questi dati, come dicevamo, non appaiono utilizzabili perché, come è stato obiettato, le indagini sono ancora in corso di studio.

Nella sua argomentazione tuttavia Carandini chiarisce i termini della questione, distinguendo tra la pubblicazione di un'indagine e la fruizione dei dati archeografici di quella stessa indagine. Riguardo al primo aspetto, ovvero la pubblicazione, appare ragionevole che chi ha condotto una ricerca possa poi pubblicarla, ma entro un certo numero di anni (sulla discutibilità del principio di riserva di pubblicazione, TRABUCCO 2009). Si tratta evidentemente di un diritto, ma anche di un dovere: la comunicazione scientifica e divulgativa costituisce infatti il giusto compenso attribuito alla comunità che sostiene i costi e i disagi delle indagini. Già alla metà degli anni Sessanta, nella XXX Dichiarazione della Commis-

sione parlamentare Franceschini si affrontava la questione del diritto/dovere di pubblicazione delle scoperte archeologiche, fissandone i tempi in cinque anni e prevedendo sanzioni in caso di mancato adempimento: provvedimento disciplinare per il funzionario responsabile, revoca della concessione e decadenza dei diritti di esclusiva. In anni più recenti e in modo meno innovativo, il Codice Deontologico della EAA, approvato nel corso dell'assemblea annuale tenuta a Ravenna nel 1997, parla di diritti prioritari di pubblicazione per i responsabili dei progetti per un periodo 'ragionevole' che non vada oltre i dieci anni. Sottolineando l'obbligo morale di pubblicare nel minor tempo possibile i dati emersi dalle ricerche, la proposta del Codice Deontologico dell'ANA, all'articolo 5 "Dovere di pubblicazione delle ricerche", stabilisce nuovamente un termine massimo di cinque anni dal completamento dello scavo, oltre il quale l'archeologo si impegna a mettere a disposizione materiale e dati in proprio possesso agli altri studiosi (CEVOLI 2007). La circolare ministeriale n. 11245 del 1 dicembre 2008, ribadita in quella n. 04 del 2010, prevede che tutti i direttori di scavo e i concessionari di ricerche e scavi sul territorio nazionale predispongano per il sito web "Fasti-online" e per la connessa rivista *Fold&er*, anno per anno, le schede riassuntive dei lavori da essi condotti. Tra i compiti dei concessionari, rientra inoltre quello di consegnare alla Soprintendenza una relazione conclusiva completa dei risultati, cui farà seguito la pubblicazione sulle riviste scientifiche più accreditate in tempi più possibile contenuti.

Ma com'è quantificabile il tempo per la pubblicazione dei dati? Nella pratica non sembra seguita e applicata una norma standard tanto che, in casi limite, alcune indagini non sono ancora pubblicate dopo decine di anni. Certamente nessuna comunità scientifica potrebbe ritenere deontologicamente corretta una tale pratica, tanto più se si pretende che dati necessari al progresso della disciplina non siano consultabili finché su di essi grava un diritto di pubblicazione. Di fatto, come sostiene Carandini, non vi è connessione tra il diritto a pubblicare uno scavo (inteso come illustrazione della sequenza stratigrafica, studio dei

reperiti e interpretazione storica di quella sequenza) e la consultazione e il riuso dei dati grezzi citando chi li ha prodotti. La consultazione dei dati archivistici appare del resto espressamente indicata, insieme ad altre indagini, anche nelle norme contenute nel Codice dei contratti e dei servizi per la verifica preventiva dell'interesse archeologico in sede di progetto preliminare<sup>1</sup>. Su questo tema le opinioni sono molte e talune divergono fortemente: la posizione più conservatrice sostiene l'inaccessibilità dei dati inediti, sulla base di un quadro normativo cui concorrono, in modo complesso e talvolta non chiaro nei rapporti reciproci, la legislazione sul diritto d'autore (legge 633/941), quella sull'accesso agli archivi e la direttiva 2003/98/CE sulle norme in materia di dati e loro riutilizzo; sempre più vasta appare però l'esigenza di una totale liberalizzazione delle informazioni, stimolata dall'uso del Web. Come rilevato nella Deliberazione Civit (Commissione indipendente per la Valutazione, la Trasparenza e l'Integrità delle amministrazioni pubbliche) n. 105/2010, "l'accessibilità totale presuppone l'accesso da parte dell'intera

collettività a tutte le 'informazioni pubbliche', secondo il paradigma della «libertà di informazione» dell'open government di origine statunitense". Il principio, che ispira il recente Codice dell'Amministrazione Digitale e il Vademecum per l'Open Data pubblicato dal Ministero per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione, sembra poter orientare in questa direzione anche la gestione dei dati del patrimonio culturale. Con il progetto MAPPA ci si propone di intervenire attivamente nel dibattito necessario per la definizione del livello di liberalizzazione dei dati, sostenendo la necessità di un'accessibilità totale come strumento di reale crescita scientifica e civile (GATTIGLIA 2009; ANICHINI *et al.* 2011).

Ovviamente deve sempre essere salvaguardata la paternità intellettuale dei dati, citando l'esecutore e il direttore scientifico della ricerca che ha prodotto quei dati. A questo proposito, sarebbe interessante avviare un dibattito sull'opportunità di riconoscere la dignità di pubblicazione alla produzione dei dati archeografici, stabilendo le modalità della loro presentazione; ma queste sono sfide nuove per nuovi traguardi.

---

<sup>1</sup> D.lgs. 163/2006, art. 95, comma 1.

### 3. Urban Archaeological Information System. Riflessioni e criticità

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

L'utilizzo di software GIS<sup>1</sup> 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 indiretta<sup>2</sup>. 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 archeologica<sup>3</sup>, 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 esterno<sup>4</sup>, che ha visto come attori principali i Di-

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

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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 italiane<sup>5</sup>, dove negli ultimi dieci anni si è assistito alla creazione di GIS archeologici sperimentali e realizzati con aspettative e metodologie differenti<sup>6</sup>.

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

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> 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 evitato<sup>7</sup>. 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 abitazione<sup>8</sup>, oppure, pur mantenendo definizione e funzione identiche nel corso dei secoli, può aver modificato leggermente il suo perimetro o la partizione in-

terna degli spazi<sup>9</sup>: 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-

---

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

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

<sup>9</sup> 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 periodi<sup>10</sup>, nonché la

<sup>10</sup> 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 Pisa<sup>11</sup> (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 archeologico<sup>12</sup>, 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 riconoscibile<sup>13</sup>, 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.

<sup>11</sup> 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).

<sup>12</sup> 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.

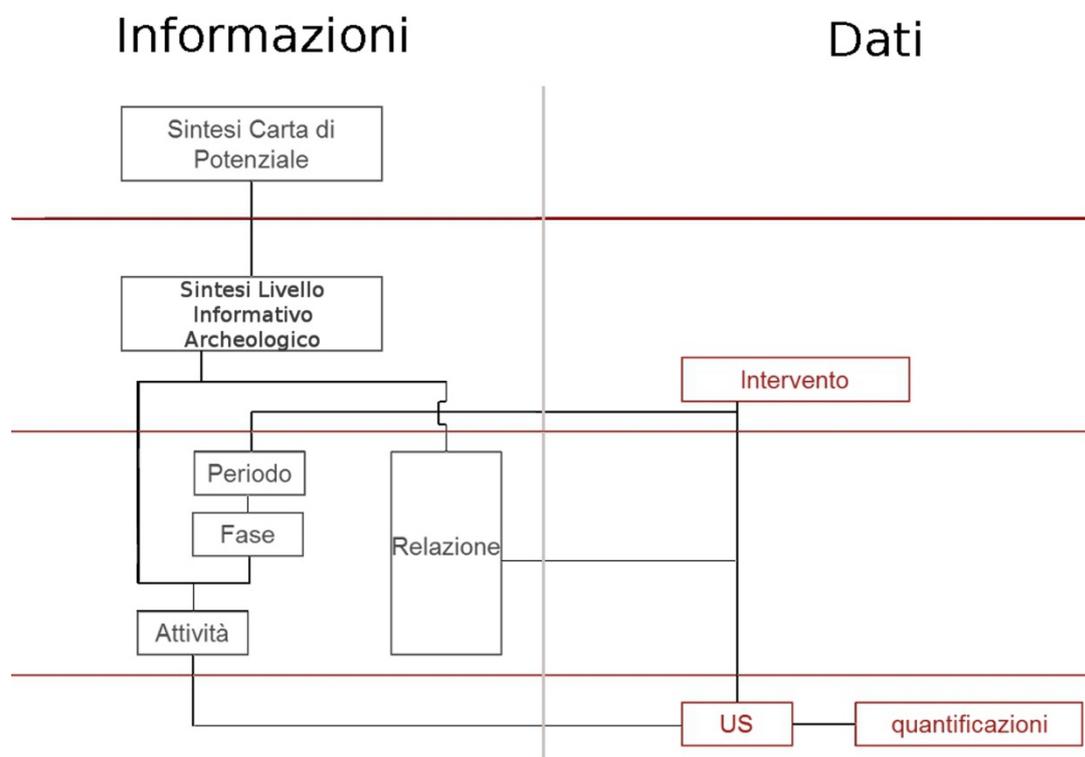
<sup>13</sup> Non necessariamente univoco, ad una stessa localizzazione possono corrispondere più interventi succedutisi negli anni.

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 basso<sup>14</sup>. 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 informativo<sup>15</sup>.

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.]

<sup>14</sup> 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.

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



## 4. La struttura informatica di archiviazione

*Fabio Fabiani, Gabriele Gattiglia (DOI: 10.4458/8219-07)*

La struttura informatica di archiviazione trasforma la struttura logico concettuale, descritta nel capitolo precedente, in file, relazioni, rapporti, tabelle e collegamenti, per permettere di gestire e organizzare la molteplicità di dati/informazioni, provenienti da diversi ambiti disciplinari. Per questo motivo la struttura è stata progettata e realizzata direttamente da archeologi, geologi e matematici. È stato ideato un archivio granulare, basato su una serie di dataset<sup>1</sup> (tabular e nontabular), gestiti tramite RDBMS, GEOdatabase o DAM<sup>2</sup>, nominalmente organizzati in banche dati omogenee per tipologia. L'estrema granularità complessiva permette una continua implementazione del dato e la produzione di molteplici informazioni, riproduce il processo razionale di analisi logico-deduttiva del ricercatore, permette di trascendere le finalità stesse del progetto e quindi un riutilizzo dei dati archiviati per ulteriori obiettivi. In questo modo i singoli dataset possono essere aggregati e disaggregati in differenti e molteplici livelli informativi, in modo da consentire di volta in volta la descrizione di differenti aspetti della realtà. Dataset relativi all'archeologia del sottosuolo assieme ai dataset inerenti l'archeologia degli elevati e a quelli legati alle tracce da fotointerpretazione aerea compongono il livello informativo archeologico da noi proposto; gli stessi dataset sull'archeologia del sottosuolo, aggregati con dataset geomorfologici, potrebbero formare un livello informativo geoarcheologico; dataset dell'archeologia del sottosuolo, assieme al dataset sull'archeologia degli elevati e ai dataset sulla cartografia storica potrebbero dare vita ad un livello informativo postmedievale e così via. Il livello informativo archeologico non rappresenta, quindi, una struttura prefissata,

preordinata, ma un'aggregazione di dati, scelti per descrivere la realtà archeologica all'interno dell'area oggetto di indagine.

I principali insiemi di dataset contenuti nell'archivio informatico possono essere così riassunti:

- Dataset archeologici del sottosuolo
- Dataset da archeologia degli elevati
- Dataset da fotointerpretazione aerea
- Dataset geoarcheologici
- Dataset sedimentologici/stratigrafici
- Dataset geomorfologici
- Dataset idrografici
- Dataset topografici
- Dataset da cartografia storica
- Dataset da fonti scritte

### 4.1 L'RDBMS di MAPPA

Il database relazionale (RDBMS) è stato costruito secondo una struttura che riproduce e si interfaccia con la struttura generale dell'archivio e con i dati vettoriali gestiti dalla piattaforma AIS (cfr. § 4.2), basandosi su alcuni principi fondamentali:

- creare un contenitore che permetta di accatastare il maggior numero possibile di informazioni con caratteristiche anche disomogenee;
- contenere il massimo numero possibile di informazioni, per una consultazione e un'analisi che tengano conto di tutti i dati raccolti e prodotti dalla ricerca;
- avere un'architettura aperta, facilmente integrabile sia nell'implementazione del dato, sia nell'eventuale necessità di modifica della struttura;
- consentire un utilizzo diversificato a seconda del tipo di alfabetizzazione informatica dell'utente attraverso la realizzazione di un'interfaccia utente *user friendly* (ANICHINI *et alii* 2012).

<sup>1</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Dataset>.

<sup>2</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Asset\\_Management](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Asset_Management) che contiene tutte i documenti acquisiti e archiviati si tratta di documenti testuali, grafici e fotografici.

Per la realizzazione si è scelto di utilizzare il software Access di Microsoft, sebbene si tratti di un prodotto proprietario. Per comprendere i motivi di questa scelta giova ricordare che questo progetto di ricerca rappresenta il proseguimento e l'approfondimento di un precedente progetto (ANICHINI 2004-2005; ANICHINI, PARIBENI 2005; GATTIGLIA 2010), già sviluppato in ambiente Windows, con il medesimo software proprietario, a suo tempo individuato in base ad una serie di valutazioni così sintetizzabili<sup>3</sup>:

- la compatibilità con gli altri software, in particolare con ArcGIS di ESRI;
- la compatibilità di utilizzo con 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;
- la migliore conoscenza di questo software da parte del gruppo di ricerca<sup>4</sup>.

#### 4.1.1 Il database archeologico<sup>5</sup>

I dataset archeologici gestiti all'interno del RDBMS sono quelli relativi all'archeologia del sottosuolo, all'archeologia degli elevati e alle tracce leggibili da fotoaerointerpretazione. Questi dataset si interfacciano sia ai dati vettoriali gestiti dalla piattaforma AIS, sia alle directory appositamente strutturate nell'archivio digitale contenuto nel file server, e sono strutturati in modo da assolvere alla duplice funzione di archiviazione e analisi dei dati stessi e a quella di categorizzazione dei dati ai fini del calcolo predittivo del potenziale archeologico (BINI D. *et alii* 2011; BINI D. *et alii* 2012).

L'architettura informatica del RDBMS si basa su una serie di tabelle collegate tra loro. Le tabelle contengono i dati archiviati e i thesauri o liste-valori necessari alla compilazione guidata di de-

terminati campi. Le tabelle dati posseggono una versione *user friendly*, denominata maschera (form), che permette un più agevole inserimento dei dati e una più rapida navigazione tra le maschere stesse. Le maschere sono state raggruppate in due differenti interfacce utente: la prima, nella quale le maschere ripropongono integralmente i campi delle tabelle di archiviazione dati, è dedicata agli operatori che si occupano dell'immissione (amministratori); la seconda, nella quale le maschere si propongono soprattutto come il risultato di query, è dedicata agli utenti che consultano la banca dati.

Le tabelle, definite thesauri, hanno caratteristiche di ausiliarità e sono utilizzate dal RDBMS per standardizzare il linguaggio utilizzato. Normalizzare il linguaggio di un database, soprattutto per quanto riguarda i campi di sintesi, costituisce un requisito fondamentale per la fruibilità dei dati. Un linguaggio non controllato, infatti, comporta inefficienze che possono anche determinare la completa inutilizzabilità dei dati raccolti. Dalla chiarezza formale e dalla completezza di questi strumenti dipende in gran parte la leggibilità e l'interpretabilità di una base di dati. In sostanza si tratta, insieme alla progettazione dell'architettura relazionale, dello sforzo maggiore nella costruzione di un database efficiente (FRONZA 2005: 415). I thesauri sono stati distinti in:

- thesauri chiusi, con valori non modificabili dal ricercatore, riferiti a vocabolari per i quali l'elaborazione del linguaggio ha raggiunto livelli di completezza molto elevati, come quello utilizzato per normare i macroperiodi cronologici. In alcuni casi contengono anche il valore *altro* per consentire all'operatore di ovviare all'eventuale mancanza di voci.

<sup>3</sup> La discriminante nella valutazione del software migliore con il quale realizzare il DBMS risiede nella capacità di gestire la complessità dell'archivio e nella sua compatibilità con le applicazioni con cui dovrà dialogare (GABUCCI 2005: 32).

<sup>4</sup> Si è preferito sviluppare il progetto con il software che già il maggior numero dei componenti dell'equipe di ricerca era in grado di utilizzare agevolmente nell'ottica dell'ottimizzazione dei tempi di sviluppo e implementazione del DBMS in relazione al principale obiettivo della ricerca e al serrato cronoprogramma del progetto. Il trasferimento del RDBMS su una piattaforma open-source è comunque compreso tra le attività secondarie di lungo periodo del progetto.

<sup>5</sup> Per una analisi esaustiva si veda (ANICHINI *et alii* 2012).

- thesauri aperti, che non applicano un controllo restrittivo sul linguaggio e permettono all'operatore di superare il vincolo imposto, aggiornandosi automaticamente durante l'immissione dei dati. Questi sono stati adottati per quei campi per i quali non è possibile, allo stato attuale, stabilire un insieme univoco di valori (quasi sempre per mancanza di una casistica completa). Questo tipo di vocabolari sono destinati a trasformarsi gradualmente in liste chiuse con la crescita di affidabilità del campione (FRONZA 2005: 416). Un altro ambito di impiego dei thesauri aperti riguarda i dati la cui natura difficilmente si presta all'adozione di liste chiuse, come ad esempio il campo che contiene i nomi dei direttori scientifici o degli esecutori di un'indagine.

I thesauri possono essere utilizzati singolarmente o gerarchizzati in più livelli a formare un'ontologia, come nel caso della categorizzazione delle tracce antropiche e naturali (cfr. § 4.4 e Tabella 1 Appendice).

#### 4.1.1.1 La tabella Scheda di intervento

Partendo dall'idea di considerare l'intervento archeologico come minimo comune denominatore (cfr. § 3.3), cioè 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'informazione. Il principio guida della scheda di intervento è stato 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).

La tabella contiene:

- dati "topografici e tecnici" relativi all'intervento: parametri per la collocazione topografica, tipologia e modalità di effettuazione, nomi degli esecutori e dei responsabili scientifici, cronologia;

- dati "cronologici" riferiti a periodi di ampio respiro: preistoria, età protostorica, età etrusca, età romana, età tardo antica<sup>6</sup>, alto medioevo, bassomedioevo, età moderna, età contemporanea, non identificati;
- dati inerenti il materiale documentario relativo all'intervento. Nel caso di interventi stratigrafici, in questa sezione è indicata esclusivamente la presenza o assenza delle diverse tipologie di documentazione (compilativa, grafica, fotografica), che vengono esplicitate separatamente nella Scheda di Collocazioni (cfr. § 4.1.1.2);
- dati relativi alla "Fonte di informazione" primaria utilizzata per la compilazione, intesa come quella che fornisce il maggior numero di informazioni. Le fonti possono essere archivistiche (*Firenze - SBAT, Pisa - SBAPSAE, Pisa - Università, Pisa Archivio di Stato - ASP; Pisa Archivio Opera Primaziale*) e ad esse è sempre riferito il relativo numero di protocollo, il tipo di documento presente e il nome del funzionario competente, o bibliografiche. Possono essere presenti entrambe, se complementari;
- dati redazionali che indicano sia la data sia l'autore/i della schedatura.

#### 4.1.1.2 Le tabelle correlate alla tabella Scheda di intervento

La tabella Scheda di intervento è correlata ad altre 5 tabelle che trattano nello specifico alcuni set di informazioni: georeferenziazione, descrizione, collocazioni, bibliografia, riferimento documentario.

La tabella **Scheda di georeferenziazione** rileva i dati legati all'attendibilità e al grado di precisione della georeferenziazione vettoriale, nonché la base e la scala alla quale è stato eseguito il rilievo.

La tabella **Descrizione sintetica** riporta, in maniera sintetica, la tipologia e la cronologia dei ritrovamenti inerenti ogni singolo intervento, frutto dell'elaborazione del ricercatore sulla base dei dati (primari/grezzi o interpretati) a disposizione. Il suo carattere maggiormente interpretativo ne ha consigliata una divisione dalla Scheda di intervento a cui è direttamente collegata.

<sup>6</sup> Da intendersi come età "romana-tardo antica".

La tabella **Collocazioni** collega tutta la documentazione esistente sia all'interno, sia all'esterno del database, sia in formato digitale, sia analogico, segnalando la collocazione fisica della documentazione stessa e dei reperti. Comprende la documentazione compilativa, grafica, fotografica e le informazioni relative ai reperti mobili.

La tabella **Bibliografia** fornisce la schedatura della bibliografia correlata all'intervento in oggetto, permettendo un eventuale approfondimento conoscitivo oltre la fonte d'informazione principale utilizzata per l'archiviazione.

La tabella **Scheda di Riferimento documentario** integra il link al documento principale utilizzato per l'archiviazione e l'informatizzazione del testo integrale del documento, permettendo un confronto diretto tra i dati sintetizzati e la fonte originale.

#### 4.1.1.3 La documentazione di scavo

IL RDBMS contiene anche la versione digitale della documentazione di scavo. In queste tabelle viene riprodotto fedelmente il record archeologico che descrive progressivamente la sequenza stratigrafica di uno scavo. L'archivio è articolato in:

- tabelle relative alle suddivisioni cronologiche ed interpretative dello scavo (Periodo, Fase, Attività);
- tabelle relative ai dati stratigrafici (US/USM);
- tabelle relative ai reperti.

La tabella **Scheda US** contiene quasi tutte le voci della scheda cartacea ministeriale di Unità Stratigrafica, fatta eccezione per i dati sui reperti che vengono ricavati con una query di riepilogo tra la tabella **Scheda US** e la tabella **Quantificazioni**<sup>7</sup>. Sono state aggiunte le voci "Sottotipo" e "Interpretazione sintetica", utili per effettuare ricerche

all'interno di tutto l'archivio con un campo comune standardizzato sia nella definizione della fonte materiale, sia nella definizione interpretata; entrambi i campi sono collegati a thesauri aperti, mentre i campi "criteri di distinzione", "modo di formazione", "consistenza", "stato di conservazione" sono ricondotti a thesauri chiusi<sup>8</sup> (ANICHINI *et alii* 2012: 9ss). La tabella **Scheda US** è l'elemento necessario per il collegamento con le piante di US di ogni scavo in ambiente GIS.

Alla tabella **Scheda US** sono direttamente collegate le tabelle **Attività, Fase, Periodo, Quantificazione**. Queste permettono una breve descrizione, una definizione sintetica e la datazione, sono in relazione tra loro e con le singole US che le compongono. Non è stato inserito alcun campo standardizzato di sintesi, ritenendo improduttivo fare uno sforzo a questo livello del processo interpretativo, dove le definizioni sono strettamente circoscritte al contesto del ritrovamento e possono avere una casistica molto ampia. I termini di comparazione sono quelli di carattere cronologico che possono essere analizzati attraverso la ricerca numerica nei campi di datazione.

La tabella **Scheda di quantificazione** è stata pensata per contenere la quantificazione dei materiali ceramici rinvenuti nelle singole Unità Stratigrafiche. Il campo principale è la classe, a cui si aggiungono i campi "funzione, produzione, forma, decoro, datazione iniziale, datazione finale". La maschera della tabella di quantificazione è collegata alla maschera **Datazione US**, che consente di effettuare una datazione automatica dell'Unità stratigrafica in base alle datazioni delle classi di materiali presenti; tale datazione, non vincolante, viene proposta dal sistema al controllo dell'operatore, che decide se accettare o modificare la datazione proposta.

<sup>7</sup> All'interno della scheda è stata inserita la possibilità di compilare direttamente i campi corrispondenti alle voci della scheda di USM. Non esistendo ad oggi, se non solo parzialmente (<http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/251/beni-archeologici>) una scheda codificata ministeriale per registrare questo tipo di evidenze – lettura stratigrafica degli elevati – stiamo lavorando, insieme a Mara Febbraro e Fabiana Susini, professionisti specializzati in questo settore interni all'equipe di ricerca del progetto, alla redazione di un modello di campi ed ai thesaurus collegati.

<sup>8</sup> Per tutti i campi della Scheda per i quali non sono apportate specifiche modifiche, che non siano le indicazioni di carattere prettamente informatico, si rimanda alle indicazioni fornite dall'ICCD per la compilazione della scheda US <http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/251/beni-archeologici>.

#### 4.1.1.4 Archeologia degli elevati

Per schedare i dati dell'archeologia degli elevati<sup>9</sup> si è partiti dalla descrizione dei dati della città attuale. Ogni edificio è stato così inserito in una tabella definita **Scheda UAU** (Unità Architettonica Urbana), nella quale vengono archiviati i dati inerenti al nome dell'edificio, alla sua funzione attuale, alla tipologia edilizia, alla cronologia iniziale e finale, alla prima attestazione e ai documenti e/o alla bibliografia relativa all'unità. La Scheda UAU è in relazione alle tabelle **Scheda CA** (Complesso Architettonico) e **Scheda CF** (Corpo di Fabbrica). La prima comprende i campi inerenti nome dell'edificio, funzione, tipologia edilizia, cronologia iniziale e finale e descrizione del complesso, la seconda descrive funzione, tipologia edilizia, cronologia iniziale e finale. Entrambe sono in relazione con le tabelle **Scheda Prospetto** e **Scheda Fasi elevati**. La prima sinteticamente riporta orientamento e link alla documentazione grafica e fotografica, la seconda descrive in maniera particolareggiata ogni singola fase edilizia leggibile, attraverso i campi relativi ai materiali costruttivi, alla posa in opera, alle tecniche di lavorazione, alla cronologia, alla descrizione delle mensole di sostegno, delle buche pontate, dei fornicati, dei portali e delle finestre. È, infine, possibile scendere fino al livello di singola USM, collegandosi alla tabella **Scheda US**.

#### 4.1.1.5 Le tracce da foto interpretazione aerea

La descrizione di ogni singola traccia individuata dalla lettura delle fotografie aeree (cfr. § 9.1) è stata archiviata nella tabella **Scheda di traccia**<sup>10</sup> sui seguenti campi:

- traccia, campo testo, a compilazione libera che individua l'identificativo univoco di ogni singola traccia;
- fotogramma, campo testo, a compilazione libera con l'identificativo del fotogramma/i nel

quale /i compare la traccia;

- link, collegamento ipertestuale al fotogramma presente all'interno dell'archivio digitale;
- ente, campo testo a compilazione libera;
- reperibilità, campo testo a compilazione libera;
- rep\_n\_inv, campo testo a compilazione libera;
- rep\_n\_neg, campo testo a compilazione libera;
- volo, campo testo a compilazione libera;
- data, capo data/ora, con la data di esecuzione del volo;
- quota volo, campo numerico, che riporta la quota alla quale è stata eseguita la ripresa aerofotografica;
- focale, campo testo, collegato al **thesaurus focale**, che esprime sia in pollici (4 Pollici, 6 Pollici, 12 Pollici, 24 Pollici, 40 Pollici), sia in millimetri (101,6 mm, 152,4 mm, 153,11 mm, 153,34 mm, 154,17 mm, 304,8 mm, 305,38 mm, 609,6 mm) la focale dell'obiettivo di ripresa;
- scala, campo testo a compilazione libera;
- definizione, campo testo, collegato al **thesaurus definizione traccia** composto dalle seguenti voci: *Aggere, Ambiente, Area, Asse centuriale, Bastione, Canale, Edificio, Ferrovia in disuso, Foro, Fossato, Macera, Mura difensive, Parcelizzazione agraria, Percorso, Saggio di scavo, Scavo clandestino, Strada, Struttura muraria, Traccia generica, Traccia non definita, Tumulo*;
- tipo di traccia, campo testo, collegato al **thesaurus tipo traccia** composto dalle seguenti voci: *Anomalia, Microrilievo, Sopravvivenza, Umidità, Vegetazione*;
- descrizione, campo testo a compilazione libera, che consente una breve descrizione dell'anomalia individuata;
- interpretazione, campo testo a compilazione libera;
- note, campo testo a compilazione libera;
- riscontro sul terreno, campo testo a compilazione guidata, composto dalle voci: *si, no*;

<sup>9</sup> Il lavoro sull'archeologia degli elevati è stato effettuato ad hoc per le esigenze del progetto ed è consistito in una schedatura analitica su tutto il territorio preso in esame. Il sistema di schedatura è stato progettato con Mara Febbraro e Fabiana Susini che si sono occupate dello studio degli elevati. L'analisi dettagliata di questo lavoro, assieme alla presentazione dei dati, sarà oggetto di una prossima pubblicazione.

<sup>10</sup> La scheda, che viene descritta in maniera esauriente in questa sede, è stata realizzata da Giorgio F. Pocobelli che si è occupato della lettura delle fotografie aeree all'interno del Progetto MAPPA.

- schedatore, campo testo a compilazione libera, che riporta il nome di chi ha curato la scheda.

#### 4.1.1.6 *Dai dati alle informazioni: la sintesi interpretativa*

Tutte i tipi di dati devono essere trasformati in informazioni sintetizzate e categorizzate all'interno di un sistema ontologico, che permetta di descrivere il territorio urbano e periurbano dal punto di vista delle tracce sia antropiche, sia ambientali, facendo dialogare tra loro le differenti fonti (archeologiche, documentarie, cartografiche, geologiche, geomorfologiche, ecc.) dalle quali vengono inferite. Il principio di un approfondimento progressivo del dettaglio informativo acquisibile dal sistema si sviluppa, quindi, nella tabella **Scheda di sintesi interpretativa** (basata su tre livelli ontologici), valida per tutte le tipologie di fonti, e, nel caso dell'archeologia del sottosuolo, nella tabella **Scheda di IV livello**, che individua la tipologia e la qualità del ritrovamento<sup>11</sup>. Sempre nel caso dell'archeologia del sottosuolo, la prima (**Scheda di sintesi interpretativa**) è correlata alla tabella **Scheda di intervento**, la seconda direttamente connessa alla prima. Entrambe sono funzionali a creare un contesto comune, attraverso il quale poter confrontare dati provenienti da tipologie di documentazione differenti secondo lo schema logico descritto al § 3.3. In pratica, ogni ritrovamento registrato all'interno di un intervento viene descritto passando da quattro livelli di definizione standardizzata, che dettagliano le informazioni sia cronologiche, sia tipologico-qualitative.

##### 4.1.1.6.1 *La Scheda di sintesi interpretativa*

La tabella **Scheda di sintesi interpretativa** raggruppa le definizioni di **III, II e I livello** (cfr. § 4.4). Se nella definizione di quarto livello il pro-

cesso interpretativo del ricercatore si limita a descrivere con un termine univoco tutte le caratteristiche tipologico-qualitative del ritrovamento, nei successivi tre livelli di sintesi esso diventa parte sostanziale della descrizione del dato e delle sue relazioni con lo spazio. Progressivamente, attraverso un processo ontologico, si definiscono le caratteristiche tipologico-funzionali (III livello) e il ruolo, in termini di vocazione, assunto da un determinato record in rapporto allo spazio, sia su scala locale che urbana (livelli II e I).

I campi (Livello I, II e III) sono campi 'testo' a scelta guidata. Ogni campo è collegato a una propria tabella thesaurus che, fatta eccezione per il I Livello, è condizionata nelle opzioni di scelta dal termine apposto nel campo del livello precedente<sup>12</sup>.

Come nella **Scheda di IV livello**, anche qui viene inserito il periodo di riferimento con l'indicazione di un range cronologico tra "Datazione iniziale" e "Datazione finale". Entrambi i campi sono espressi sia in forma testuale, con la possibilità di scelta dei sotto-periodi (campo testo, collegato con la tabella **thesaurus cronologia** che elenca i diversi sotto-periodi), sia in forma numerica (campo numerico, a compilazione libera).

##### 4.1.1.6.2 *La gestione della cronologia*

In questo quadro, la gestione dei dati cronologici rappresenta un fattore di primaria importanza per consentire l'interoperabilità delle informazioni, che in origine non solo risultano eterogenee da un punto di vista del metodo di acquisizione e della qualità, ma anche difformi nella definizione cronologica. Non è sempre possibile, infatti, ricontrollare, alla luce delle nuove conoscenze, le datazioni attribuite, che dobbiamo accettare quindi con un certo margine di dubbio;

<sup>11</sup> Questo potrebbe essere avvicinato al livello di sintesi che porta all'individuazione delle attività e/o dei gruppi di attività nello studio delle sequenze stratigrafiche. L'aver operato con una mole di dati eterogenei ha portato alla creazione di questo passaggio intermedio che permettesse il primo step verso una confrontabilità dei dati archeologici, che avviene però, in maniera completa solo al livello di sintesi superiore.

<sup>12</sup> Per il campo "Livello II" la scelta delle voci possibili è riferita esclusivamente a quelle comprese nella definizione scelta nel Livello I. Per il campo "Livello III", i termini disponibili sono all'interno di thesauri aperti condizionati dalla voce scelta nel Livello II. Il principio è quello che ogni livello è una specifica del precedente, letto dal I al III, o una sintesi, letto dal III al I.

anche dati raccolti in tempi recenti presentano talvolta un margine di incertezza dovuto alla particolarità dei contesti o, più in generale, allo stato della ricerca. Per la gestione di queste informazioni si è scelto di utilizzare un sistema semplice, basato sull'intervallo cronologico, definito da due diversi campi numerici denominati "cronologia finale" e "cronologia iniziale", nei quali inserire la datazione assoluta<sup>13</sup>. Si è scelto di datare i secoli con inizio nell'anno 1 e con fine nel successivo anno 100<sup>14</sup>. Il recupero dei dati avviene grazie ad una query effettuata su entrambi i dati numerici, in modo da definire un intervallo. La scansione numerica è stata affiancata anche da una più generica cronologia espressa in forma testuale, per consentire ricerche semplificate: i macro-periodi, già descritti nella scheda di intervento, sono scanditi in sotto-periodi attraverso il campo "Cronologia", a scelta guidata, collegato alla tabella **Thesaurus Cronologia**<sup>15</sup>, composto dalle seguenti voci: *preistoria, paleolitico, paleolitico inferiore, paleolitico medio, paleolitico superiore, mesolitico, neolitico, neolitico antico, neolitico evoluto, neolitico recente, eneolitico, eneolitico iniziale, eneolitico maturo, bronzo, bronzo antico, bronzo medio, bronzo recente, bronzo finale, ferro, I ferro, II ferro, etrusca, etrusca orientalizzante, etrusca arcaica, etrusca classica, etru-*

*sca ellenistica, romana, romana medio-repubblicana, romana tardo-repubblicana, romana età imperiale, romana prima età imperiale, romana seconda età imperiale, romana tardoantica, altomedioevo, altomedioevo VII-VIII secolo, altomedioevo IX-X secolo, bassomedioevo, bassomedioevo XI-XIII secolo, bassomedioevo XIV-XV secolo, età moderna, età moderna XVI secolo, età moderna XVII secolo, età moderna XVIII secolo, età contemporanea, età contemporanea XIX secolo, età contemporanea XX secolo, non determinabile.*

Il thesaurus propone una suddivisione standard, in cui è sempre possibile inserire una voce più generica (coincidente con la stessa definizione del macro-periodo, ad es: romano, etrusco, età moderna, ecc.) nei casi in cui le informazioni non consentano una maggiore specifica. Laddove possibile, i sotto-periodi sono specificati con range cronologici espressi in secoli (es: età moderna XVII secolo); per gli altri periodi sono elencate le denominazioni in uso nei diversi ambiti culturali (ad es: seconda età del Ferro, etrusca, ellenistica)<sup>16</sup>, pur utilizzando quelli specifici per l'area oggetto di studio (ad es: non si utilizzerà II età del Ferro, ma etrusca ellenistica). Il campo numerico permette ovviamente di ovviare a tale problematica e rendere tutti i dati immediatamente raffrontabili.

<sup>13</sup> Secondo alcuni il problema dell'eterogeneità e dell'incertezza del dato cronologico risulta particolarmente evidentemente nell'accuratezza e nella precisione delle informazioni archeologiche inserite nei GIS, tanto che le incertezze derivanti da una cronologia imprecisa impongono la necessità di incorporare questo livello di indecisione all'interno dell'architettura stessa dei dati (HARRIS, LOCK 1995).

<sup>14</sup> Per le cronologie avanti Cristo, i numeri sono preceduti dal segno meno (-).

<sup>15</sup> Questo thesaurus è stato ripreso con modifiche dalle Linee Guida per la Redazione della Carta Archeologica della Toscana (FRANCOVICH, PELLICANÒ, PASQUINUCCI 2001: 195) e da (ANICHINI 2004-2005).

<sup>16</sup> L'età ellenistica si colloca generalmente tra il 323 a.C., morte di Alessandro Magno, e il 31 a.C., con la battaglia in cui ad Azio Ottaviano sconfigge Antonio e Cleopatra e dà avvio ad un nuovo corso politico, per quanto Pisa entri nell'orbita romana già nel corso del III secolo a.C., è solo con la municipalizzazione seguita alla guerra sociale (89 a.C.) che il centro riceve la cittadinanza romana. Da questa data, dunque, per Pisa sembra corretto non parlare più di età ellenistica, ma di tarda età repubblicana (non utilizzando di fatto anche la definizione *romana medio-repubblicana*). Abbiamo deciso di estendere questa fino al 28 a.C., poiché dall'anno successivo Ottaviano riceve il titolo di Augusto, dando avvio al Principato. La prima età imperiale coincide con l'età giulio-claudia, fino 68 d.C., con la morte di Nerone, mentre la media età imperiale si colloca tra il 69 e il 192 d.C., con la morte di Commodo. Sotto questo imperatore arrivano a conclusione quelle complesse trasformazioni economiche che avevano spostato l'asse produttivo prima dalla penisola italica alla Gallia e alla Spagna, e quindi definitivamente all'Africa. Dal 193 d.C. ha dunque avvio la tarda età imperiale o età tardoantica, che si conclude con l'arrivo dei Longobardi. La data precisa della conquista longobarda di Pisa appare incerta, per cui abbiamo deciso di fissare arbitrariamente la conclusione di tale periodo nel 600 d.C.

4.1.1.6.3 Valutazione dell'affidabilità della categorizzazione di un record<sup>17</sup>

Schede compilative			Documentazione fotografica			Documentazione grafica		
Sondaggi geognostici	Ricerche di superficie	Scavi	Sondaggi geognostici	Ricerche di superficie	Scavi	Sondaggi geognostici	Ricerche di superficie	Scavi
Assenti	Assenti	Assenti	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Descrizione delle US individuate	Schede di UT	Elenco e qualche scheda	Foto delle carote	Foto dei terreni	Qualche foto	Disegno sezioni delle carote	Cartografia e delimitazione degli areali individuati	Qualche pianta
		Tutte le schede			Foto di ogni US			Tutti i rilievi

Tabella 4.1 Tabella riepilogativa del metodo di validazione della documentazione al fine di determinare l'affidabilità della categorizzazione (elaborazione grafica C. Sciuto).

Il processo di sintesi sviluppato nei quattro livelli 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 del progetto. Abbiamo sottolineato più volte in questo contributo come le difficoltà rappresentate dalla disomogeneità, dalla carenza e dalle lacune registrate nelle fonti abbiano necessariamente condizionato tale processo. Pur avendo studiato un sistema di archiviazione che cerca di attutire quanto più possibile tali problematiche, si è ritenuto indispensabile inserire un campo che permetta di valutare, con parametri chiari, l'affidabilità complessiva della categorizzazione di un dato. Individuando nella fonte, intesa come documentazione archeografica dell'intervento, il punto nodale di questa riflessione, è stata elaborata una tabella per la valutazione della documen-

tazione di ogni intervento. Il punto di partenza è dato dall'assunto che a 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 affidabilità della sua categorizzazione. Per quanto non fosse nostro obiettivo giungere a una valutazione qualitativa della documentazione (in assenza di standard riconosciuti che definiscano esattamente che cosa debba contenere, ma soprattutto con quali criteri debba essere redatta una documentazione 'di qualità'), si è reso necessario affiancare un parametro di questo tipo a quello prettamente quantitativo: si tratta di una tabella di calcolo che permette di ottenere un punteggio per ogni intervento, secondo una serie di semplici passaggi preventivamente definiti, in modo che i parametri di giudizio degli operatori siano il più possibile codificati e oggettivi. I principali campi di interrelazione sono la tipologia dell'intervento e la tipologia della documentazione.

<sup>17</sup> Si ringrazia per le riflessioni condivise su questa problematica e per la stesura di un primo report, base di riferimento di questo paragrafo, i collaboratori del progetto: Antonio Campus, Lorenza La Rosa, Claudia Sciuto e Giulio Tarantino.

Relazione			Analisi reperti			Matrix		
Sondaggi geognostici	Ricerche di superficie	Scavi	Sondaggi geognostici	Ricerche di superficie	Scavi	Sondaggi geognostici	Ricerche di superficie	Scavi
Assente	Assente	Assente	Assenti	Assenti	Assenti			Assente
Relazione generale	Relazione generale	Relazione dell'intervento	Materiali studiati	Qualche informazione sui materiali	Qualche informazione sui materiali			
Relazione completa	Relazione completa	Relazione della sequenza		Foto/disegni di ogni contesto e quantificazioni	Foto/disegni di ogni contesto e quantificazioni			Presente

Le diverse tipologie di intervento sono state raggruppate in tre macro categorie sulla base del tipo di documentazione e di potenziale informativo prodotti:

- 1) *Sondaggi geognostici*: carotaggi;
- 2) *Ricerche di superficie*: ricognizioni di superficie, sondaggi geofisici;
- 3) *Scavi*: scavi stratigrafici (di tutte le tipologie), assistenze, sbancamenti, trincee, ecc.

Contemporaneamente sono state individuate le diverse tipologie di documentazione che, secondo gli 'standard' (più o meno riconosciuti, ma comunque indicati dall'ICCD), devono essere prodotte per ogni intervento, raggruppando anche in questo caso le informazioni in categorie che consentano di inserire documenti acquisiti o redatti con metodologie differenti:

- 1) *Schede compilative*
- 2) *Documentazione fotografica*
- 3) *Documentazione grafica*
- 4) *Relazione*
- 5) *Analisi dei reperti*
- 6) *Matrix*.

Ogni categoria di documentazione viene interpolata con le tre macro categorie di tipologia di intervento e per ogni interpolazione vengono

definiti tre gradi di accuratezza e completezza di redazione della documentazione corrispondente. I tre gradi corrispondono rispettivamente a:

- primo grado: assenza di documentazione, valore uguale a 0;
- secondo grado: intermedio, valore uguale a 1;
- terzo grado: massimo grado informativo, valore uguale a 2.

La somma di tutti i punteggi acquisiti per ogni categoria di documentazione dà origine a un valore complessivo di affidabilità dell'informazione del record archeologico.

Di seguito sono illustrati i parametri utilizzati per la valutazione delle tipologie di intervento in ogni categoria di documentazione. Per la natura stessa della tipologia di intervento al quale si riferiscono, alcuni interventi non possono conseguire il massimo grado informativo (grado III) in determinate categorie di documentazione. In questi casi si è stabilito che il grado intermedio corrisponde al massimo del potenziale informativo che può essere ricavato e documentato da quell'intervento.

La presenza del terzo livello comprende automaticamente le voci del secondo livello.

### **Documentazione compilativa**

#### *Sondaggi geognostici:*

I grado: non esiste nessun tipo di schedatura delle US riconosciute nella carota.

II grado: individuazione delle US individuate nella carota, con descrizione delle caratteristiche salienti.

#### *Ricerche di superficie:*

I grado: non esiste nessun tipo di schedatura delle evidenze.

II grado: compilazione delle schede UT.

#### *Scavi:*

I grado: assenza delle schede US.

II grado: è presente l'elenco US completo, qualche scheda US è stata compilata, oppure la maggioranza delle schede US sono state compilate, ma in modo incompleto.

III grado: la totalità o la quasi totalità delle schede US sono state compilate, almeno nei campi fondamentali (anagrafica e rapporti), secondo le indicazioni dell'ICCD.

### **Documentazione fotografica**

#### *Sondaggi geognostici:*

I grado: non esistono fotografie della carota.

II grado: foto generali (area di intervento, cassette) e foto della sequenza stratigrafica individuata nella carota.

#### *Ricerche di superficie:*

I grado: non esistono fotografie.

II grado: fotografie dei terreni ricogniti o di qualche evidenza particolare individuata, con denominazione delle UT presenti e adeguati riferimenti.

#### *Scavi:*

I grado: non esistono fotografie.

II grado: fotografie generali, fotografie sporadiche solo di qualche evidenza, senza documentazione delle US, foto non leggibili (sfuocate o con cattiva illuminazione), foto senza riferimenti metrici e orientamento.

III grado: fotografie di tutte le US e di eventuali elementi particolari, foto completamente leggibili (a buona definizione), con riferimenti metrici e orientamento corretti.

### **Documentazione grafica**

#### *Sondaggi geognostici:*

I grado: non esiste alcun tipo di documentazione

grafica della carota.

II grado: resa grafica della sezione stratigrafica (LOG), con indicazione e caratterizzazione delle US riconosciute.

#### *Ricerche di superficie:*

I grado: non esiste alcun tipo di documentazione grafica.

II grado: cartografia di riferimento e delimitazione degli areali riconosciuti (UT).

#### *Scavi:*

I grado: non è stata realizzata alcuna documentazione grafica oppure sono presenti solo schizzi a mano libera; le piante non hanno alcun tipo di riferimento (caposaldo) per essere agganciate all'area di scavo e tra loro.

II grado: sono presenti alcune piante composite o di fase, dove non sono riconoscibili i limiti delle singole US, non sono riportate le quote o lo sono in modo insufficiente.

III grado: sono presenti le planimetrie di tutte le US con quotatura corretta (quote assolute o quote relative a punto 0 noto) e i capisaldi di riferimento.

### **Relazione**

#### *Sondaggi geognostici:*

I grado: non esiste alcuna relazione.

II grado: esiste una relazione generale che riassume esclusivamente l'interpretazione dell'evidenza riscontrata, senza riferimento e descrizione del dato grezzo.

III grado: relazione completa con descrizione della sequenza stratigrafica e delle singole US.

#### *Ricerche di superficie:*

I grado: non esiste alcuna relazione.

II grado: esiste una relazione generale che riassume esclusivamente l'interpretazione dell'evidenza riscontrata senza riferimento e descrizione del dato grezzo.

III grado: relazione completa con descrizione del dato primario.

#### *Scavi:*

I grado: non esiste alcuna relazione.

II grado: relazione non periodizzata, senza descrizione della fonte materiale, diario di scavo o relazione illeggibile (sintassi errata).

III grado: relazione completa che fa riferimento con precisione al dato grezzo, periodizzata.

### **Analisi dei reperti**

#### *Sondaggi geognostici:*

I grado: i materiali non sono stati analizzati.

II grado: gli eventuali materiali rinvenuti nella carota sono stati lavati, catalogati e studiati.

#### *Ricerche di superficie:*

I grado: i materiali non sono stati analizzati.

II grado: esistono solo alcune informazioni sui materiali rinvenuti, con documentazione parziale (solo alcune fotografie o disegni o tabelle di quantificazione).

III grado: materiali lavati/sigliati, fotografie di ogni contesto, eventuali disegni, tabelle di quantificazione.

#### *Scavi:*

I grado: assenza di disegni, fotografie e tabelle di quantificazione.

II grado: esistono solo alcune informazioni sui materiali rinvenuti con documentazione parziale (solo alcune fotografie o disegni o tabelle di quantificazione).

III grado: materiali lavati/sigliati, fotografie di ogni contesto, eventuali disegni, tabelle di quantificazione.

### **Matrix**

#### *Scavi:*

I grado: non realizzato o illeggibile.

II grado: presente e realizzato secondo convenzioni condivise dalla comunità scientifica<sup>18</sup>.

#### *4.1.1.6.3.1 Le profondità*

Il dato relativo alla quota di un determinato ritrovamento risulta fondamentale per la realizzazione dei piani quotati altimetrici di periodo. Com'è stato, però, già accennato, i dati sulla profondità riportati nelle varie documentazioni sono in maggioranza relativi, riferiti a generici piani di campagna o altrettanto generici punti 0 relativi, e solo in rarissimi casi assoluti. È stato quindi necessario verificare i dati altimetrici presenti e riferirli al livello del mare. I dati ottenuti risentono però della maggiore o minore genericità del rife-

rimento scelto. Pertanto non tutti i dati hanno uguale attendibilità. Per questo si è deciso di affiancare i dati sulla profondità a un controllo della loro affidabilità, gestito attraverso una triplice scala di valori: *esatta*, *calcolata: affidabilità buona*, *calcolata affidabilità scarsa*.

Il processo di assolutizzazione delle quote è avvenuto in ambiente GIS, rapportando le quote relative al modello tridimensionale del terreno attuale elaborato da LiDAR e sottraendo il valore relativo presente nella documentazione. A seconda della precisione di ubicazione dello 0 relativo, è stato attribuito il grado di affidabilità della quota calcolata: *calcolata: affidabilità buona* o *calcolata affidabilità scarsa*. Il valore *esatta* è previsto per quei dati in cui in fase di scavo è stato scelto un punto di riferimento quotato assoluto.

#### *4.1.1.7 L'interfaccia utente*

Fin dalla schermata di apertura, una parte specifica del database è destinata agli utenti non amministratori, ai quali è consentita la consultazione e la ricerca all'interno della banca dati, ma non la modifica o l'immissione dei dati. Per consentire una più agevole lettura dei dati archeologici nel loro complesso, le singole maschere riuniscono al loro interno i dati di più tabelle, essendo state realizzate attraverso query tra differenti tabelle e con l'inserimento di sotto-maschere. La maschera utente **Scheda di intervento** (fig. 4.1) presenta, oltre ai campi della tabella **Scheda di intervento**, le coordinate della georeferenziazione (dalla tabella **Scheda di georeferenziazione**), la descrizione sintetica (dalla tabella **Descrizione sintetica**) e i record relativi a quell'intervento nei quattro livelli di categorizzazione. In questo modo l'utente ha immediatamente un quadro complessivo del singolo intervento, sul quale può effettuare un vasto numero di ricerche sia cronologiche, sia tipologiche, dal momento che tutti i campi visibili sono indagabili. Attraverso il tasto "sequenza" si può accedere all'omonima maschera

<sup>18</sup> È necessario porre questa specifica perché sono stati riscontrati diagrammi stratigrafici realizzati, pur in anni molto recenti, senza seguire le convenzioni del diagramma di Harris, ma secondo regole non specificate, che non rimandano a nessun riferimento bibliografico noto, privi di legenda che consenta di comprendere una simbologia che risulta al momento incomprensibile.

**scheda di intervento**

**587** Ubicazione  
Via Consoli del Mare

georeferenziazione    Coordinata X    Coordinata Y    Coordinata Z

elevata    1612911,02    4841656,35    6,04

Records: 1 di 1    Nessun filtro    Cerca

**Sintesi dei ritrovamenti**

	I livello	II livello	III livello	Datazione			profondità	
Età preistorica	no							
Età protostorica	no							
Età etrusca	no							
Età romana		Area produttiva	Lavorazione dei metalli	strutture per la produzione del ferro	1101	1325	3,44	12   IV livello
repubblicana/imperiale	no	Area produttiva	Lavorazione dei metalli	strutture per la produzione del rame	1176	1325	4,21	12   IV livello
tardo antica	no	Infrastrutture	Infrastrutture di immagazz.	magazzino	1301	1400	4,37	12   IV livello
Altomedioevo	no	Non luogo	Area defunzionalizzata	distruzione	1401	1450	4,77	12   IV livello
Bassomedioevo	si							
Età moderna	si							
Età contemporanea	si							
Non identificati	no							

Records: 3 di 6    Nessun filtro    Cerca

**descrizione sintetica**

L'intervento ha documentato la seguente sequenza:  
 - un edificio per la lavorazione dapprima solamente siderurgica, poi anche di rame, attivo dal XII all'inizio del XIV secolo;  
 - un magazzino nel corso del XIV secolo;  
 - crolli nel corso della prima metà del XV;

Records: 1 di 1    Nessun filtro    Cerca

**collocazioni materiali**

Magazzino SBAT San Vito

Records: 1 di 1    Nessun filtro    Cerca

**Note**

Data di redazione	02/01/2009 G. Tarantino
Compilatore scheda	
Data ultimo aggiornamento	20/01/2012 Progetto MAPPA
Motivazione aggiornamento	

Sigla    Data intervento    Durata intervento    Anno    Tipologia intervento

PICM    luglio - ottobre 2007 80 gg    2007 Scavo preventivo

numero saggi    Estensione    Profondità max    Profondità falda

1/2       34       -2,5       -2,5

Esecutore    Direzione Scientifica

Studio Associato InArcheo    E. Paribeni

Materiali dispersi    no

Documentazione fotografica   

Documentazione grafica        ID 587    matrix

Documentazione compilativa   

Fonte di informazione    Firenze - SBAT

N° Protocollo	Autore	Titolo
	GATTIGLIA G., GIORGIO M.	Un'area produttiva metallurgica nel cuore di Pisa. Via Consoli del Mare
Data	In	
Tipo documento	"Notiziario della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana", 3, 2007	
Relazione di scavo	Pagina	Luogo/Data di pubblicazione
Funzionario competente	281-290	Firenze, 2008

← →
+
apri bibliografia intervento
apri documento
apri sequenza
apri elenco US
apri collocazioni

4.1 La maschera Scheda di intervento come si presenta nell'interfaccia utente.

di query, che illustra la sequenza complessiva di uno scavo con i dati provenienti dalle tabelle dei livelli di categorizzazione, dalla tabella di periodo e dalla tabella di fase, relative al singolo intervento. Da queste si può risalire alle singole schede di fase o periodo che al loro interno comprendono rispettivamente le fasi e le attività ad esse relative, via via fino alla **Scheda di Unità Stratigrafica**, presentata in una versione ridotta, ma comprendente anche i dati di quantificazione dei reperti.

## 4.2 La piattaforma AIS Mappa

La piattaforma AIS è stata elaborata attraverso il software ArcGIS 10.0 prodotto da ESRI. La scelta<sup>19</sup> è legata all'utilizzo di questo software da parte dei differenti attori e partner del progetto e alla perfetta compatibilità con il database Access (dal momento che utilizzano entrambi Visual Basic), cui si vanno ad aggiungere da un lato una maggiore padronanza da parte del gruppo di lavoro nell'uso di questo software, dall'altro una mag-

<sup>19</sup> Si è trattato di una scelta pragmatica, basata sull'analisi di quale software fosse maggiormente idoneo alle necessità del Progetto tenendo conto delle esperienze, dei tempi di realizzazione della ricerca e delle *skills* interne. Pur credendo nella scelte open, pensiamo sia necessario effettuare sempre scelte ponderate basate sugli obiettivi da raggiungere, tralasciando le motivazioni ideologiche. Spesso queste hanno condizionato il dibattito, non solo italiano, sull'utilizzo di software commerciali o open source, impedendo una seria analisi su quale software sia maggiormente idoneo alle proprie necessità, sia esso proprietario o basato su un formato aperto.

giore facilità di utilizzo dello stesso da parte di un'utenza formata soprattutto da ricercatori con una buona base di conoscenza informatica, ma non informatici.

ArcGIS rappresenta uno dei software GIS più usati al mondo<sup>20</sup>, al punto da aver creato uno standard *de facto* per i formati di dati vettoriali (formato shapefile o .shp)<sup>21</sup>, 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;
- la descrizione archeologica.

#### 4.2.1 Interoperabilità: formati e metadati

Il problema dell'interoperabilità si pone su tre differenti livelli: informatico (formato), semantico (metadati) e degli standard identificativi (dato alfanumerico). Sul piano informatico, il problema è squisitamente tecnico e riguarda la scelta di un formato di archiviazione delle informazioni cartografiche che consenta un'ampia diffusione ed una vasta possibilità di interscambio. Per tale

motivo la scelta è stata quella di realizzare file di output<sup>22</sup> in formato .shp nativo ESRI, che può essere sia letto, sia modificato da un'ampia gamma di software open source come GRASS, OpenJump, gvSIG, QuantumGIS.

Sul piano semantico, invece, bisogna preventivamente rinunciare a un concetto di oggettività assoluta, quindi verificare come poter rendere oggettiva la soggettività. Confrontare dati raccolti da differenti ricercatori è possibile solamente tenendo in considerazione la storia e il retroterra intellettuale di ognuno di essi (Terrenato 2006: 19). Questo ovviamente non significa rinunciare alla necessità di codificare i dati utilizzando procedure che siano condivise sul piano scientifico e ne assicurino la futura utilizzazione. Non dobbiamo, quindi, abbandonare l'idea di creare standard<sup>23</sup> di documentazione, quanto piuttosto essere consapevoli che nel lavoro di raccolta dati da parte dell'archeologo rimane una parte di soggettività, seppure limitata dall'utilizzo di procedure standardizzate, e che solo la piena e corretta enunciazione delle basi metodologiche e scientifiche che egli ha seguito nella costruzione del proprio sistema di rappresentazione dei dati consente di facilitare l'integrazione e quindi il riuso dei dati stessi. Oggettivare la soggettività vuol dire espli-

<sup>20</sup> L'alternativa all'uso di ArcGIS è a mio avviso rappresentata soprattutto dal software open source GRASS (con l'aggiunta dell'interfaccia di QGIS e dell'analizzatore R). Non si vuole discutere su quale software rappresenti la scelta 'migliore', entrambi hanno pregi e difetti. Allo stato attuale risultano superate alcune differenziazioni della prima ora, legate al fatto che GRASS era nato con una maggiore propensione al trattamento dei dati raster e i software ESRI con una maggiore attenzione all'aspetto vettoriale (WHEATLEY, GILLINGS 2002: 56-57), da un lato con l'implementazione QGIS, che permette una migliore gestione ed analisi dei dati vettoriali e fornisce un'interfaccia *user friendly* all'altrimenti ostico GRASS, dall'altro con l'introduzione di potenti tools dedicati all'analisi di dati raster. Ricordiamo che la maggiore stabilità nell'operare in ambiente Windows, rispetto a GRASS, nato in ambiente UNIX, è, però, bilanciata dall'elevato costo del software di ESRI.

<sup>21</sup> Uno shapefile è un modello non topologico, composto di tre file principali che contengono le informazioni spaziali e gli attributi, che sono contenuti in un file di tipo dBase. ESRI ha reso pubblico questo formato al fine di favorire lo scambio di dati tra sistemi diversi. ESRI Shapefile Technical Description <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf> (ultimo accesso 6 aprile 2012) e per una descrizione generale <http://en.wikipedia.org/wiki/Shapefile> (ultimo accesso 6 aprile 2012).

<sup>22</sup> I file input sono stati gestiti come feature class all'interno di un Geodatabase, da cui risulta, comunque, semplice l'esportazione in formato .shp.

<sup>23</sup> "Riprendendo una definizione nata in ambito soprattutto di tipo industriale gli standard sono mutui accordi su dichiarazioni e/o intenti che aiutano a controllare un'azione o un prodotto. Possono essere adoperati per controllare la coerenza di un processo lavorativo e/o organizzativo all'interno di una comunità professionale, di un gruppo di comunità su scala nazionale, internazionale o globale. Gli standard rappresentano, quindi, un consenso professionale su pratiche comuni" (D'ANDREA 2006: 79).

citare il background metodologico e di competenze, il retroterra intellettuale utilizzato nella codifica digitale dei dati. Questo processo, definito "interoperabilità semantica" (D'ANDREA 2006: 120), non fornisce una base su cui impostare l'accorpamento 'tecnico' dei dati, creando illusori superstandard che raggruppino standard esistenti. Al contrario, lasciando inalterata la formalizzazione dei dati adottata dal singolo ricercatore, assicura la codifica delle informazioni su modelli formali di tipo più astratto e generale, in grado di catturare la semantica implicita nei dati memorizzati.

Per consentire l'interoperabilità semantica è quindi necessario registrare le motivazioni e le circostanze della creazione di una fonte digitale, i dettagli della sua provenienza, del suo contenuto, della sua struttura e dei termini e condizioni applicabili al suo uso, a livello sia di una fonte complessa (un intero GIS), sia di ogni oggetto digitale (singolo file). La registrazione di questi aspetti, che consente un utilizzo dei dati estensivo e continuativo da parte della comunità scientifica, avviene attraverso la creazione di metadati, adoperati per registrare la storia della formazione del dato, consentendo di rendere le informazioni accessibili correttamente da chiunque, anche a distanza di tempo e di spazio, come pure di semplificare le operazioni di ricerca, localizzazione, selezione e interoperabilità semantica.

I metadati dei dati geografici di MAPPA sono stati realizzati rifacendosi alla direttiva INSPIRE, secondo quanto definito dal Geoportale Nazionale, in linea con le linee guida operative<sup>24</sup> prodotte dal

Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali (RNDT)<sup>25</sup> in coerenza con il Regolamento (CE) n.1205/2008, recante attuazione della direttiva INSPIRE (Direttiva 2007/2/CE), e con le relative Linee Guida Tecniche edite dal Joint Research Centre della Commissione Europea<sup>26</sup>. Il DM 10 novembre 2011<sup>27</sup>, infatti, delinea<sup>28</sup> la struttura gerarchica, mutuata dallo Standard ISO 19115, con la quale possono essere organizzati i metadati, che permette di generalizzare a livello di serie tutte le informazioni condivise da più dataset, di mantenere a livello di dataset quelle informazioni che effettivamente lo distinguono da un altro e di dettagliare ulteriormente le informazioni a livello di sezione (tile)<sup>29</sup>. Non esiste, però, una definizione univoca di dataset, di serie di dataset o di subset di dataset. Questi possono essere funzione della tipologia di dato, dell'istituzione che lo ha prodotto o del modo in cui viene gestito e fornito. Il modello di metadati proposto, quindi, è definito in modo da contenere un set minimo di elementi e da risultare sufficientemente generico, al fine di poter essere adattato alle diverse tipologie di dati che dovranno essere documentati nel Repertorio. Per quanto riguarda gli standard di identificazione, si è decisa, in accordo con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana, nell'ambito del progetto di sperimentazione SIGEC, l'adozione dei campi minimi alfanumerici presenti nello strumento catalografico definito MODI-Modulo informativo<sup>30</sup> elaborato dall'ICCD, per garantire quel minimo comun denominatore dei dati alfanumerici in grado di con-

<sup>24</sup> Manuale RNDT – 2. Guida operativa per la compilazione dei metadati RNDT sui dati in coerenza con il Regolamento INSPIRE – v. 1.0 – 02/04/2012 [http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/images/struttura/documenti/RNDT\\_guida\\_operativa\\_dati.pdf](http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/images/struttura/documenti/RNDT_guida_operativa_dati.pdf) (ultimo accesso 6 aprile 2012).

<sup>25</sup> <http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/index.php> (ultimo accesso 6 aprile 2012).

<sup>26</sup> "INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119". [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Metadata/INSPIRE\\_MD\\_IR\\_and\\_ISO\\_v1\\_2\\_20100616.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Metadata/INSPIRE_MD_IR_and_ISO_v1_2_20100616.pdf).

<sup>27</sup> Decreto 10 novembre 2011 del Ministro per la Pubblica Amministrazione e l'Innovazione di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare recante "Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e di aggiornamento dello stesso", pubblicato sulla G.U. n. 48 del 27 febbraio 2012 - supplemento ordinario n. 37.

<sup>28</sup> § 3.1.1 dell'Allegato 2.

<sup>29</sup> La sezione rappresenta un livello informativo aggiuntivo rispetto alle norme europee.

<sup>30</sup> <http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/211/sperimentazione-normative> (ultimo accesso 6 aprile 2012). Una scelta analoga è stata operata all'interno del progetto SITAR elaborato per la città di Roma (MORO 2011: 97).

dividere 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 generale. 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.

#### 4.2.2 Cartografia e sistema di riferimento

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 e vettoriali forniti dalla Regione Toscana, realizzati secondo il sistema geodetico-cartografico Roma 40 Gauss-Boaga fuso Ovest (Codice EPSG 3003); inoltre sono stati usati in parte i fogli catastali realizzati con proiezione Cassini Soldner e poi ri-proiettati<sup>31</sup> 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 1984 (WGS84) e successivamente trasformati in proiezione Roma 40<sup>32</sup>. La georeferenziazione dei dati archeologici, in parte già effettuata negli anni 2005-2010<sup>33</sup> su queste basi cartografiche, è stata quindi realizzata con proiezione Roma 40.

Con la recente pubblicazione<sup>34</sup> del DM 10 novembre 2011, 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.) (BARONI et alii, s.d.), allineandosi al sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89<sup>35</sup>, in modo da supportare applicazioni che richiedono una precisione più elevata. Questo nuovo sistema di riferimento si aggiunge ai già citati 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 nostri dati saranno trasformati nel nuovo sistema di proiezioni non appena saranno disponibili i tool messi a disposizione gratuitamente dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.).

#### 4.2.3 Georeferenziare i dati archeologici: come e perché

Come emerso nella fase di analisi dei dati la stragrande maggioranza dei dati archeologici è presente solo in formato cartaceo, della restante parte presente in formato digitale solo un'esigua minoranza è in formato vettoriale (nessun dato è in formato .shp, tutti sono in formato .dwg o .dxf). Il 48% dei dati complessivi, oltre ad essere in formato cartaceo è di tipo testuale o comunque privo di precisi punti di riferimento geografico e solo il 52% è georeferenzabile con precisione. L'ampissimo arco temporale di documentazione archeologica presa in esame ha ovviamente un'incidenza diretta su queste percentuali, ma occorre segnalare che anche dettagliate documentazioni recenti risultano precise solo su sistemi di riferimento relativi e non ancorabili a un più ampio contesto cartografico. Davanti a questi dati, la scelta delle primitive geometriche da utilizzare in fase di data entry assume pertanto un carattere di fondamentale importanza sia per la gestione del

<sup>31</sup> Come ben noto la georeferenziazione dei fogli catastali comporta problemi di corretta sovrapposizione tra i singoli fogli.

<sup>32</sup> La raccolta dei nuovi dati è stata svolta dal Dipartimento di Scienze della Terra. La conversione è avvenuta tramite il software Verto3k realizzato dall'Istituto Geografico Militare.

<sup>33</sup> ANICHINI 2004-2005, GATTIGLIA 2010.

<sup>34</sup> Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27 febbraio 2012 <http://www.gazzettaufficiale.biz/atti/2012/20120048/12A01799.htm> (ultimo accesso 6 aprile 2012).

<sup>35</sup> <http://etrs89.ensg.ign.fr/> (ultimo accesso 6 aprile 2012).

dato, sia per la sua rappresentazione. Nel progetto MAPPA si è scelto di vettorializzare tutti i dati archeologici basandoci su due capisaldi: l'unicità (ogni oggetto non interpretato è sempre stato descritto a livello geometrico come entità unica e separata) e l'utilizzo (quasi) esclusivo del grafo poligonale, per evitare qualsiasi tipo di rappresentazione simbolica (grafo puntuale o lineare), affidando le caratterizzazioni 'simboliche' alla tabella degli attributi.

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<sup>36</sup> 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 geografiche. La presenza di dati raster relativa, per la maggior parte dei casi, a stralci di dettaglio ha permesso in genere la possibilità di utilizzare pochi punti di controllo (comunque sempre superiori a tre) disposti in maniera omogenea presso gli angoli del dataset raster. Nella maggior parte dei casi è stata utilizzata una trasformazione polinomiale<sup>37</sup> di primo ordine (che si limita a operazioni di rototraslazione, nella quale il raster viene traslato, scalato, ruotato e inclinato senza produrre delle deformazioni delle linee rette<sup>38</sup>), che è quella più frequentemente utilizzata per georeferenziare una mappa cartacea e che richiede un minore tempo di calcolo. L'accuratezza della trasformazione è data dalla misura dell'errore residuo per ogni singolo punto e per l'insieme dei punti, che è pari alla differenza tra la posizione assegnata e la posizione ottenuta dalla trasformazione ed è calcolato come la radice della media dei quadrati delle misure di errore (RMS o Root Mean Square). Mediamente il calcolo dell'RMS si è rivelato nell'ordine

di poche decine di cm, a volte entro la decina di centimetri. Il resampling del raster, cioè l'attribuzione di un valore a ogni cella della nuova griglia, è stato effettuato attraverso il nearest neighbor assignment, che assegna il nuovo valore a partire dalla cella più vicina e rappresenta il metodo più veloce e più adatto per i dati discreti e le immagini.

Le operazioni di georeferenziazione hanno occupato un notevole impiego di tempo nella fase iniziale del progetto: dalla migliore georeferenziazione dei dati raster è dipesa infatti la possibilità di una corretta vettorializzazione delle aree di intervento. I principali problemi riscontrati sono risultati collegati alla modalità di produzione originaria del dato da georeferenziare e connessi, in particolare, alla scala e alla base cartografica di riferimento utilizzate per la produzione del dato. La maggior parte dei dataset raster fanno riferimento a stralci di dettaglio legati a piccole porzioni del tessuto cittadino, con una scala nominale generalmente compresa tra 1:100 e 1:2000, ma in aree periurbane non mancano elementi in scala 1:10.000. Scale di minor dettaglio hanno ovviamente permesso una georeferenziazione corretta, ma di minore precisione.

L'utilizzo di cartografie di riferimento differenti da quella attuale è da un lato collegato alla cronologia di esecuzione degli interventi, dall'altro alla realizzazione di rilievi in scala 1:20 (o 1:50) posizionati su una base autoprodotta, con punti di riferimento a terra risultati di difficile individuazione sulla cartografia in scala 1:2000 realizzata sulla base di un rilievo aerofotogrammetrico.

Infine i dati vettoriali nativi nei formati .dwg e/o .dxf sono stati acquisiti in ambiente CAD attraverso l'utilizzo delle basi cartografiche C.T.R. e poi importati in ambiente GIS e vettorializzati. Il lavoro di georeferenziazione svolto ha posto in evidenza come, d'ora in poi, sarebbe necessario

---

<sup>36</sup> Effettuata con il tool Georeferencing di ArcGIS 10.

<sup>37</sup> La trasformazione polinomiale è basata su un polinomio costruito su punti di controllo e su un algoritmo di ottimizzazione costruito secondo il metodo dei minimi quadrati (LSF, least squares fitting). Questo sistema è ottimizzato per l'accuratezza globale, ma non garantisce la massima accuratezza locale.

<sup>38</sup> Nelle trasformazioni polinomiali di ordine superiore (oltre a dover aumentare il numero di punti di controllo) avviene una distorsione delle linee rette che produce una curvatura con almeno un punto di flesso.

posizionare i dati archeologici direttamente in formato vettoriale, possibilmente seguendo norme condivise e secondo il sistema di riferimento ETFR2000.

#### 4.2.4 I dati AIS per il livello informativo archeologico (la descrizione archeologica)

I dati che definiscono la descrizione archeologica e compongono il livello informativo archeologico sono organizzati nei feature dataset denominati **Sottosuolo** (archeologia del), **Elevati** (archeologia degli) e **Tracce**.

Il feature dataset **Sottosuolo** descrive i dati archeologici del sottosuolo come feature classes poligonali, denominate **interventi**, **US**, **caratterizzazioni**, **UT**, **strutture**.

Il feature dataset **Elevati** descrive l'archeologia dell'architettura attraverso le feature classes poligonali **UAU**, **CA**, **CF** e lineare **fasi**.

Il Feature dataset **Tracce** gestisce le feature classes poligonali dei dati da remote sensing (**Tracce\_1943\_RAF**, **Tracce\_1945\_RAF**, **Tracce\_1951**, **Tracce\_1954**, **Tracce\_1978**, **Tracce\_1980**, **Tracce\_1986**, **Tracce\_2008**, **Tracce\_2009**, **Tracce\_2010**) e quella lineare di sintesi (**Tracce**). I dati raster dai quali è stato possibile vettorializzare le singole tracce sono stati gestiti all'interno del raster catalog Voli, che contiene i fotogrammi georeferenziati dai differenti voli 1943 e 1945 RAF, 1951, 1954, 1978, 1980, 1986, 2010 (cfr. § 9.11). Tutti i dati vettoriali sono associati a una tabella degli attributi, gestiti tramite domains all'interno del Geodatabase, che oltre a contenere campi specifici per ogni feature class contiene sempre i campi minimi obbligatori MODI (cfr. § 4.2.1).

##### 4.2.4.1 Gli interventi

La feature class poligonale **interventi** (fig. 4.2) descrive le singole aree all'interno delle quali è stata effettuata una qualsiasi indagine archeologica

che abbia interessato il sottosuolo, indipendentemente dalla qualità dell'indagine o dalla tipologia del ritrovamento. Gli interventi archeologici rappresentano il cuore del livello informativo archeologico. Ogni feature riproduce, dal punto di vista logico, il contenitore all'interno del quale sono presenti i ritrovamenti principali e, dal punto di vista grafico, i capisaldi sui quali vengono georeferenziate le singole piante di scavo o di UT, per i dati archeografici completi, o le strutture per quegli interventi di cui si posseggano documentazioni parziali. La corretta georeferenziazione è, quindi, un aspetto fondamentale, che viene esplicitato attraverso i suoi attributi. La vettorializzazione (data entry) degli interventi<sup>39</sup> è avvenuta come grafo poligonale, indipendentemente dal grado di affidabilità di georeferenziazione. Nei precedenti lavori si era scelto dapprima di utilizzare esclusivamente la primitiva poligonale (ANICHINI 2004-5), che prevedeva una rappresentazione 'simbolica', ottenuta attraverso oggetti circolari, per rappresentare localizzazioni non esatte; successivamente (GATTIGLIA 2010) si era optato per il duplice uso di primitiva poligonale e puntuale, per rappresentare rispettivamente localizzazioni esatte e non esatte. Questa scelta finale offre una serie di vantaggi, sintetizzabili nella coerenza del dato (ogni intervento reale ha una sua estensione spaziale, anche se questa non è attualmente rappresentabile con precisione, che la primitiva poligonale mantiene), nell'analisi computazionale (l'utilizzo di un unico file consente maggiori potenzialità), nelle successive operazioni di calcolo predittivo (quando i dati vettoriali dovranno essere trasformati nelle celle di un raster dataset), nella presentazione del dato poiché evita la confusione generata dalla rappresentazione puntuale, che ad una utenza non esperta può apparire come espressione del massimo grado di precisione<sup>40</sup>.

<sup>39</sup> La vettorializzazione degli interventi è stata eseguita da Antonio Campus, Lorenza La Rosa, Claudia Sciuto e Giulio Tarantino, collaboratori del progetto che hanno provveduto alla contestuale compilazione del database. Il lavoro di revisione finale delle georeferenziazioni è stato svolto interamente da Claudia Sciuto.

<sup>40</sup> Anche nei progetti SITAN e SITAR è stato abbandonato l'uso della primitiva puntuale e delle rappresentazioni simboliche in generale.



4.2 Gli interventi con georeferenziazione esatta (in rosso) o incerta (in arancio) presenti all'interno dell'area del centro urbano di Pisa, visualizzate sul DTM realizzato sulle informazioni LiDAR. Tutti gli interventi sono stati raffigurati attraverso un grafo poligonale.

L'affidabilità della localizzazione del singolo intervento è stata descritta distinguendo due differenti gradi di precisione principali – definiti *preciso* e *non preciso*, a loro volta suddivisi in *alto*, *medio*, *basso* – per indicare il grado di affidabilità della georeferenziazione (PRC). Per georeferenziazioni precise si intendono tutte quelle in cui la cui superficie geometrica corrisponde alla reale ubicazione, forma ed estensione dell'area di intervento (PRC=alto), per non precise tutte le altre, suddivise a loro volta nei livelli medio e basso. Il livello medio è attribuito a quegli interventi la cui ubicazione si approssima verosimilmente alla realtà: si tratta di interventi localizzabili ad es. all'interno di un determinato edificio, o di interventi in linea, ubicabili lungo un determinato percorso stradale, ma dei quali non è possibile definire la reale superficie. Hanno invece un PRC basso tutti gli interventi localizzabili all'interno di un determinato areale, ma non meglio definibili: questo vale per tutti gli interventi localizzabili all'interno di un percorso stradale, ma non riferibili a un tracciato in linea (ad es. un intervento effettuato in un punto non precisabile di una strada), oppure localizzabili

all'interno di un vasto areale (ad. es. una località o un quartiere) o in un intero isolato o in un gruppo di edifici. La georeferenziazione di tutti gli elementi non precisi è topologicamente coerente con gli oggetti raffigurati nella cartografia vettoriale della C.T.R. in scala 1:2000.

Il file così realizzato è stato collegato (join) alla tabella interventi del RDBMS; attualmente esso contiene 700 oggetti.

#### 4.2.4.2 La documentazione archeografica

Alla luce delle ricognizioni negli archivi e dell'edito (cfr. § 2) è stato possibile reperire documentazioni archeografiche (in massima parte legate ad interventi di scavo, ma sono presenti anche documentazioni di ricognizioni) complete, nelle quali sono presenti tutte le piante, le schede, le immagini, ecc., e documentazioni parziali, per lo più edite, nelle quali sono presenti solo parte dei dati, per lo più già interpretati. L'immissione dei dati provenienti da scavi stratigrafici contempla da un lato la riproposizione fedele della connotazione materiale dell'unità stratigrafica, dall'altro, come abbiamo visto, la raccolta dei dati all'interno del database alfanumerico. Pertanto si

è deciso di trattare in maniera differente i dati provenienti da scavi stratigrafici di cui si possiede la documentazione completa e quelli provenienti da scavi stratigrafici di cui si possiede solo una documentazione parziale, operando su due differenti file. Tutte le unità stratigrafiche, positive e negative, sono state raffigurate con il grafo poligonale. In un primo tempo (GATTIGLIA 2010) era stata fatta la scelta di operare con il grafo poligonale per le unità stratigrafiche positive e con un grafo lineare per quelle negative (NARDINI 2000), ma poi la difficoltà di operare su un gran numero di dati provenienti da più scavi ha spinto verso l'uso di un unico file poligonale, che consente una maggiore coerenza dal punto di vista dello strumento informatico e semplifica molto sia le ricerche, sia l'analisi (fig. 4.3). La divisione tra unità stratigrafiche positive e negative è stata quindi gestita a livello di attributi.

Le caratterizzazioni, invece, si rifanno a principi di carattere strettamente grafico e servono a definire il reale aspetto dell'oggetto. Gestendole su un layer differente, si rispetta la coerenza concettuale della piattaforma e si ottempera a ragioni di ordine pratico. La differenziazione tra il grafo poligonale, che descrive i limiti di una unità stratigrafica, e il grafo lineare, che descrive l'aspetto dell'oggetto, serve infatti a non generare errori nella consultazione matematica e a non incorrere in difficoltà operative e gestionali<sup>41</sup>. A livello di attributi, oltre i campi identificativi necessari alla denominazione di ogni oggetto e alla relazione con la tabella **Scheda US** del RDBMS, è stato inserito il campo sottotipo, gestito come domain all'interno del Geodatabase. I sottotipi vanno intesi come macroclassificazione delle unità stratigrafiche (NARDINI 2000) e non riguardano il livello interpretativo, che viene gestito invece attraverso



4.3 Le Unità Stratigrafiche dello scavo di Via Consoli del Mare (2007) georeferenziate e visualizzate sulla cartografia raster della C.T.R. 1:2000.

<sup>41</sup> L'elevato numero di caratterizzazioni necessarie a definire l'aspetto di ogni oggetto, infatti, una volta catastato separatamente rimane escluso sia dalle ricerche, sia da tutte le visualizzazioni per le quali non sia necessario un alto grado di dettaglio permettendo una sensibile contrazione dei tempi di processamento dei dati. La scelta di utilizzare un grafo lineare rispetto a quello poligonale deriva semplicemente dalla maggiore duttilità del grafo, non essendoci motivi legati alla coerenza del modello.

campo "interpretazione sintetica" della tabella **Scheda US** del database relazionale. L'utilizzo dei sottotipi come attributi GIS risponde al concetto di oggettività, dal momento che si tratta di valori incontrovertibili esterni al database relazionale; pertanto alla variazione dell'interpretazione, contenuta nell'archivio alfanumerico, non potrà mai variare l'identità materiale dell'unità stratigrafica.

La vettorializzazione dei dati provenienti da scavi stratigrafici di cui si possiede una documentazione completa è stata distinta in due differenti tipi principali:

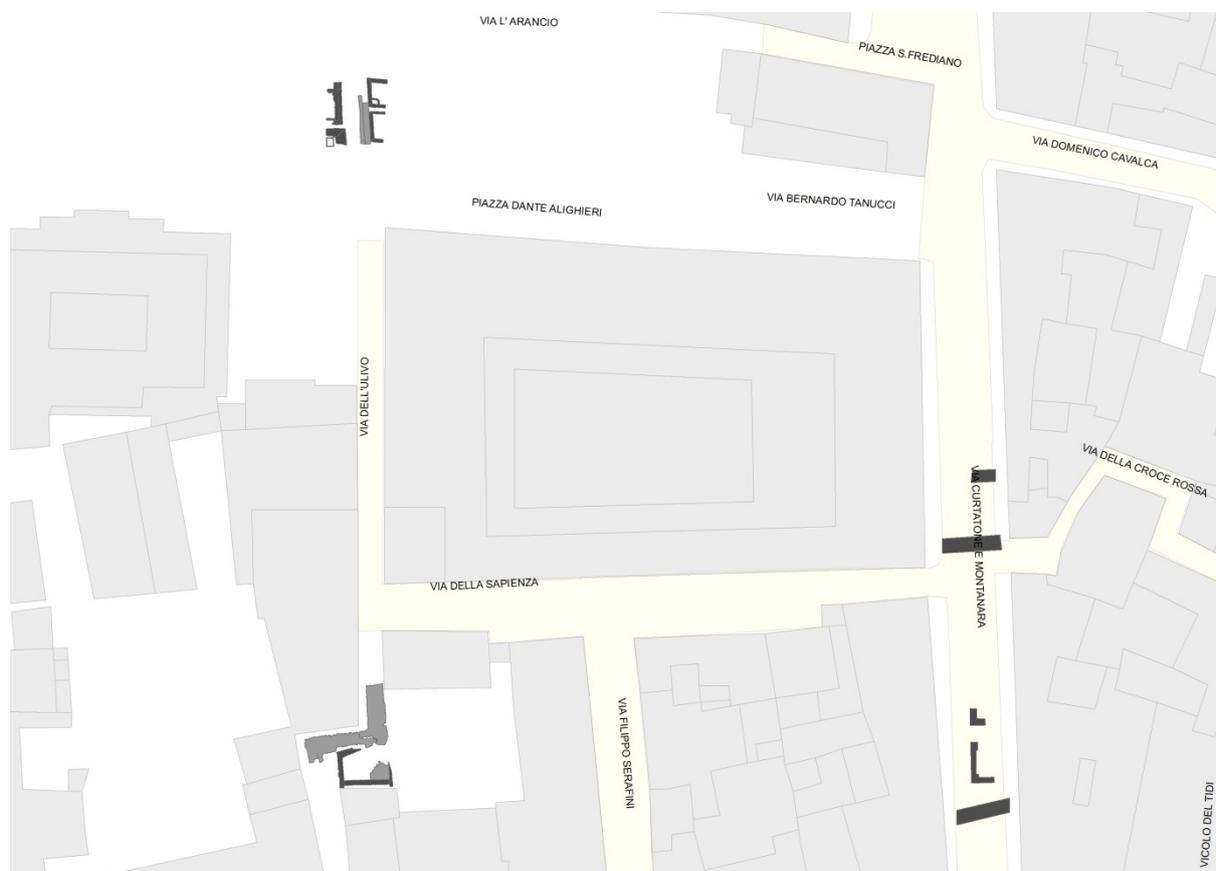
- **US**, grafo poligonale, suddiviso in sottotipi attraverso la determinazione di specifici attributi interni al GIS: *apertura, buca, erosione/distruzione, riempimento, rivestimento, sepoltura, strato di cenere/carboni, strato di malta, strato di pietre/laterizi, strato di terra, struttura lignea, struttura muraria orizzontale, struttura muraria verticale, taglio/trincea unità di trasformazione, altro*. Gli

oggetti sono collegati (join) alla tabella scheda US del RDBMS.

- **caratterizzazioni**, grafo lineare, suddiviso in sottotipi attraverso la determinazione di specifici attributi interni al GIS: *apertura, buca, erosione/distruzione, riempimento, rivestimento, sepoltura, strato di cenere/carboni, strato di malta, strato di pietre/laterizi, strato di terra, struttura lignea, struttura muraria orizzontale, struttura muraria verticale, taglio/trincea unità di trasformazione, altro*.

I dati provenienti da scavi stratigrafici di cui si possiede una documentazione parziale, sono stati trattati a livello di ritrovamenti, vettorializzando ogni tipologia di struttura. Ogni feature è stata associata ad una tabella di attributi interna. Non è prevista, almeno allo stato attuale, la caratterizzazione delle strutture.

- **Strutture** (fig. 4.4), grafo poligonale, agli oggetti è collegata una tabella interna che comprende i campi: tipo (*basamento, bottino, buca*



4.4 Le strutture (in grigio scuro) e le pavimentazioni stradali (in grigio chiaro) medievali dell'area intorno al Palazzo della Sapienza visualizzate sulla cartografia vettoriale della C.T.R. scala 1:2000.

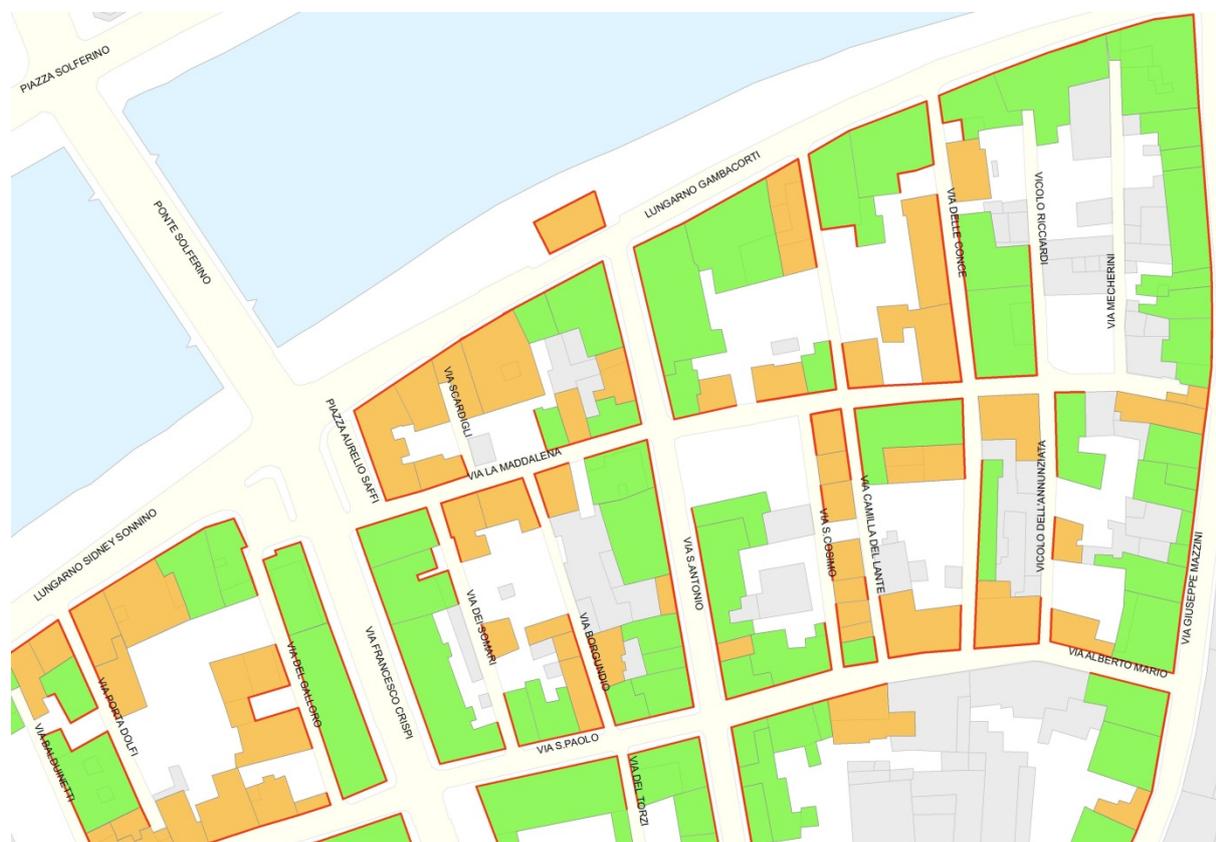
per sepoltura, focolare, fondazione, fornace, fossa di fusione, intonaco, muro, pavimentazione, piano di cantiere, sepoltura, taglio di spoliatura, volta), fonte, datazione iniziale, datazione finale, quota minima, quota massima.

La necessità di vettorializzazione singole UT si è rivelata estremamente rara a causa dei pochissimi dati grezzi a disposizione. Inoltre vista la mancanza di un sistema di schedatura univoco standardizzato, si è deciso di inserire come attributi sia i dati oggettivi (es. *area di dispersione*), sia i dati interpretativi e la cronologia.

- UT, grafo poligonale.

#### 4.2.4.3 Archeologia degli elevati<sup>42</sup>

L'archeologia degli elevati (fig. 4.5) viene gestita nel feature dataset **Elevati** attraverso le feature classes **UAU**, **CA**, **CF** (descritte con grafo poligonale) e **fasi** (grafo lineare). Tutti gli oggetti del dataset sono collegabili alle tabelle omonime presenti nel RDBMS. Oltre ai campi riferiti al MODI, gli attributi comprendono gli identificativi necessari al collegamento con le relative tabelle archiviate nel RDBMS e il campo PCR, che segnala il grado di affidabilità di georeferenziazione definito in una scala di tre valori *alto*, *medio* e *basso*<sup>43</sup>. La scelta delle primitive da individuare è stata fatta



4.5 I complessi architettonici (poligoni verdi), i corpi di fabbrica (poligoni arancio), le fasi (linee in rosso), dell'isolato a sud di Ponte Solferino e della Chiesa della Spina, visualizzati sulla cartografia vettoriale della C.T.R. scala 1:2000.

<sup>42</sup> Come detto in precedenza (cfr. § 4.1.1.4) questo studio è stato pensato e realizzato per gli scopi del progetto utilizzando materiale originale, appare, quindi, evidente la coerenza complessiva della struttura tra RDBMS e GIS, non condizionata ex-post, come per altre tipologie di fonti. La struttura è stata elaborata assieme a Mara Febbraro e Fabiana Susini che si occupano della raccolta dei dati riferiti all'archeologia degli elevati all'interno del progetto MAPPA.

<sup>43</sup> Date le caratteristiche del lavoro non è previsto che esistano dati non georeferenziali con precisione, pertanto si è deciso di non introdurre il campo precisione (*preciso*, *non preciso*) come per **interventi**.

sulla base della reale consistenza degli edifici: pertanto la scelta poligonale è risultata l'unica adatta a questa descrizione, anche in virtù della coerenza generale del progetto. Diversamente, le fasi sono rappresentate da un grafo lineare per un duplice motivo: la fase muraria rappresenta il risultato di un processo interpretativo, mentre da un punto di vista fisico essa rappresenta l'interfaccia leggibile della stratificazione muraria alla quale non è possibile affidare uno spessore, sia perché nella maggior parte dei casi la lettura si limita a un'interfaccia esterna, sia perché non è detto che ci sia una corrispondenza esatta tra le interfacce poste ai due lati di una muratura.

#### 4.2.4.4 Tracce da fotoaerointerpretazione

La raccolta<sup>44</sup> delle tracce da fotoaerointerpretazione è avvenuta attraverso la lettura di differenti levate aerofotografiche (cfr. § 9.1). Nel Geodatabase i dati vettoriali delle tracce sono stati gestiti all'interno del feature dataset **Tracce**. Si è proceduto alla creazione di una serie di feature class poligonali (**Tracce\_1943\_RAF**, **Tracce\_1945\_RAF**, **Tracce\_1951**, **Tracce\_1954**, **Tracce\_1978**, **Tracce\_1980**, **Tracce\_1986**, **Tracce\_2008**, **Tracce\_2009**, **Tracce\_2010**) in modo da rappresentare nella loro reale consistenza le singole tracce/anomalie leggibili dalle fotografie aeree relative a ciascun vo-

lo, e alla redazione di una feature class lineare complessiva (**Tracce**), nella quale sono riportate le singole tracce attraverso un processo di ripulitura degli elementi ridondanti, cioè di quelle tracce presenti in più voli, per le quali è stato scelto l'oggetto con migliore leggibilità e georeferenziazione. La tabella degli attributi comprende, oltre ai campi MODI, i campi identificativo (numero di traccia) per la relazione con la corrispondente tabella del RDBMS, anno del volo, strisciata, fotogramma, codice fotointerpretazione<sup>45</sup>, interpretazione. I file raster dai quali è stato possibile vettorializzare le singole tracce sono stati gestiti all'interno del raster catalog **Voli**, che contiene i fotogrammi georeferenziati dai differenti voli 1943 e 1945 RAF, 1951, 1954, 1978, 1980, 1986, 2010.

### 4.3 Il file server di MAPPA (archivio digitale)

Tutta la documentazione primaria<sup>46</sup>, a partire dalla quale è stato possibile implementare il RDBMS e realizzare i file vettoriali in ambiente GIS, è stata inserita in una serie di directory all'interno del file server di MAPPA. Si tratta di tutti i documenti raccolti (immagini, piante, progetti, relazioni ecc.) acquisiti per la stragrande maggioranza tramite scansione<sup>47</sup> nell'ambito del progetto, o prodotti originariamente in formato digitale<sup>48</sup>,

<sup>44</sup> Anche il lavoro di fotointerpretazione area è stato svolto appositamente per il progetto. La struttura è stata elaborata congiuntamente con Giorgio Pocobelli, che si è occupato del lavoro di aerofotointerpretazione per il progetto MAPPA.

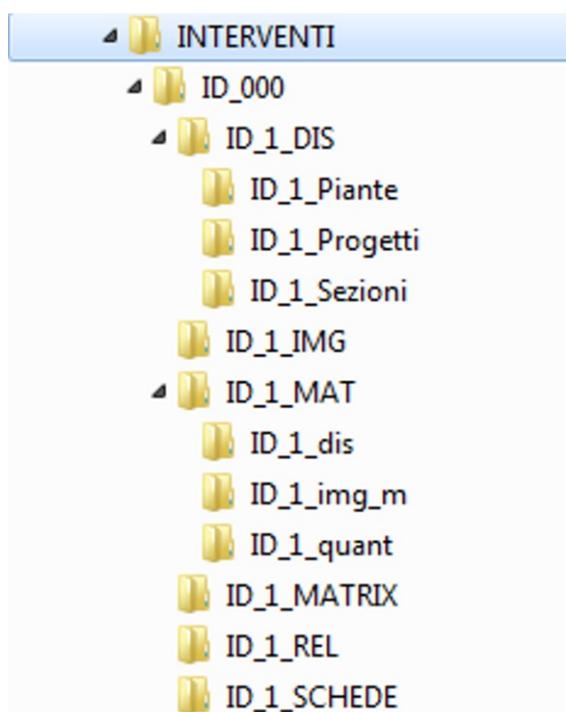
<sup>45</sup> Codifica alfanumerica sviluppata dal Laboratorio di Topografia Antica e Fotogrammetria dell'Università del Salento diretto da Marcello Guaitoli (vedi § 9.1 e relativa bibliografia).

<sup>46</sup> Si preferisce parlare in maniera generica di documentazione primaria, piuttosto che di dati grezzi, dal momento che si tratta non tanto e non solo dei dati archeografici, quanto di tutti i dati granulari disponibili al di sotto dei quali non è possibile individuarne altri perché non prodotti o perduti o mancanti.

<sup>47</sup> Sono stati scansionati tutti i documenti raccolti (relazioni, schede, piante, piante di progetto, immagini). La scansione delle immagini conservate presso la SBAT Firenze, è avvenuta direttamente nei locali della Soprintendenza; le diapositive, sono state scansionate attraverso un apposito scanner; la scansione delle piante di grande formato è avvenuta con l'utilizzo di una scanner A0, il resto delle piante è stato acquisito con una scanner piano A3, i documenti sono stati acquisiti con uno scanner A4 per documenti. I documenti testuali sono stati acquisiti in formato .pdf in scale di grigio; piante e planimetrie sono state acquisite in formato .tiff, in scale di grigio, ad eccezione delle poche piante con tratto a colori, acquisiti in milioni di colori; le immagini fotografiche sono state acquisite in formato .tiff in milioni di colori.

<sup>48</sup> I file acquisiti direttamente in formato digitale sono stati, quasi sempre, archiviati solamente nel formato di origine: .doc, .pdf per documenti testuali o apparati schedografici; .dwg, .dxf per file di disegno vettoriale; jpeg per le immagini. Sono stati anche trasferiti su un formato standard o leggibile tutti i file prodotti da software particolari, per lo più proprietari.

utilizzando differenti formati grafici o testuali. Questa immensa quantità di dati<sup>49</sup> è stata solo in parte archiviata all'interno del database testuale e di quello geografico, ma rappresenta un'immensa fonte di dati/informazioni. I documenti acquisiti sono stati così inseriti in diverse directory tematiche, relative alla loro referenza principale. Nel caso dell'archeologia del sottosuolo, la struttura ruota attorno alla directory INTERVENTI suddivisa in sub-directories relative ai singoli interventi, denominati con il proprio identificativo, all'interno delle quali sono stati sistemati i differenti file (relazioni di scavo, piante di scavo/fase/periodo, matrix, schede di US, altro) nei differenti formati di origine o di acquisizione, suddivisi in ulteriori sub-directories, secondo lo schema di fig 4.6. Un'analogha procedura è stata fatta con tutti i dati prodotti nell'analisi degli elevati (directory ELEVATI), con i dati car-



4.6 Schema delle directory e subdirectory che compongono l'archivio INTERVENTI.

tografici (directory CARTOGRAFIA) e le immagini da fotografia aerea (directory TRACCE). La gestione di tutti questi differenti file viene effettuata tramite il software XnView<sup>50</sup>, che consente di taggare i singoli file e le cartelle, rendendo più agevole la gestione dei file. L'indicizzazione dei singoli file ha richiesto un lavoro di 120 gg uomo (2 mesi di lavoro suddivisi tra 3 operatori). Si è trattato di un notevole dispendio di tempo, necessario però al rapido reperimento dei dati una volta archiviati.

(G. G.)

#### 4.4 La categorizzazione dei dati

La riflessione metodologica che ha preceduto e accompagnato la categorizzazione dei dati archeografici è avanzata secondo le due direzioni di uno stesso binario: da un lato si è proceduto dal singolo dato oggettivo verso le astrazioni interpretative che questo suggerisce e, dall'altro, abbiamo definito fin da subito, a livello macroscopico, le grandi aree funzionali di una città e del suo suburbio, per incasellare poi al loro interno le singole tracce registrate. Per usare un'immagine concreta e, al tempo stesso, metaforica è un po' come avviene nella realizzazione delle lunghe gallerie in cui si inizia a scavare contemporaneamente dalle due parti opposte: naturalmente il lavoro va a buon fine e si ha una verifica che i calcoli progettuali erano corretti quando, al centro della montagna, le due squadre di operai si incontrano. Abbiamo seguito, in altri termini, le spinte polidirezionali che la mente umana tende spontaneamente a seguire e che la portano ad astrarre dai casi contingenti per cogliere i significati più ampi che questi sottendono, ma al tempo stesso a creare grandi categorie di pensiero entro cui trova significato e giustificazione l'agire quotidiano.

Al primo livello, dunque, abbiamo immaginato le categorie che, nel modo più sintetico possi-

<sup>49</sup> La sola directory INTERVENTI contiene attualmente 41.881 file divisi in 4.749 sub-directory per un totale di 110 GB di spazio su disco.

<sup>50</sup> <http://www.xnview.com> Non si tratta di un vero e proprio DAM, ma pur essendo ideato per la gestione di archivio fotografici digitali, supporta un elevatissimo numero di formati (più di 400) e consente la gestione anche di file di testo come .doc, .pdf, ecc. oltre a quelli grafici come .dxf e .dwg. <http://en.wikipedia.org/wiki/XnView>.

bile, definiscono le aree vocazionali della città che, solo per ricordarne alcune, sono rivolte all'uso pubblico o privato, alle attività produttive, al commercio o alla destinazione funeraria. Al secondo livello poi tali aree si articolano in sottoinsiemi che definiscono funzioni più specifiche; così, ad esempio, all'interno delle aree produttive si possono riconoscere quelle rivolte in particolare alla lavorazione dei metalli, dell'argilla, della pelle o dei tessuti, del vetro, del legno e così via. I primi due livelli rappresentano dunque categorie "universali", applicabili cioè a qualunque città di ogni tempo e di ogni cultura. Dal lato opposto, come dicevo, si è proceduto a categorizzare i dati provenienti dall'eterogenea documentazione delle indagini condotte nel nostro caso di studio, ovvero nella città di Pisa. Le tracce o gli insiemi di tracce, definiti dalle molteplici voci del quarto livello confluiscono negli insiemi più grandi costituiti da categorie tipologiche di terzo livello: ecco dunque che uno strato o più strati di scorie di ferro, magari associati ai resti di una fornace, possono essere categorizzati come strutture per la produzione del ferro. È a questo punto che le due squadre di operai devono incontrarsi al centro della montagna: le esperienze del caso pisano devono infatti rientrare nelle astrazioni che abbiamo immaginato come valide per tutte le città e il percorso, dal massimo dettaglio alla massima astrazione e viceversa, deve essere percorribile senza intoppi nei due sensi di marcia. È chiaro che, pur restando valide le massime astrazioni di primo e secondo livello, le voci di terzo e quarto livello non esauriscono tutte le possibilità: sono state introdotte quelle necessarie a descrivere i casi che si sono presentati e alcune di quelle più comuni che è possibile attendersi con la prosecuzione delle indagini, ma senza nessuna pretesa di esaustività, poiché il sistema è aperto e implementabile in qualunque momento.

È importante ricordare che il carattere diacronico del nostro studio, basato su "tutte le testimonianze dell'attività umana appartenenti ad un passato più o meno remoto ed indagabili con i metodi propri della ricerca archeologica" (MANCINELLI

2004), ha richiesto l'introduzione di categorie specifiche adatte a descrivere anche le tracce della città contemporanea. Ecco così che, accanto alle voci che fanno riferimento alle categorie monumentali tipiche della città "storica", termini come "cinema" o "campo sportivo", tra gli edifici ludici, o "industria farmaceutica" o "chimica", tra le lavorazioni industriali, offrono gli strumenti per descrivere anche la città contemporanea. Alcune voci, inoltre, possono indicare tipologie architettoniche anche molto diverse tra loro, ma adibite a una medesima funzione, come il teatro di età romana o di età moderna.

Si presentano le dodici serie costituite dalle voci di primo livello con le loro articolazioni di secondo e terzo livello, organizzate in un sistema gerarchico e adatte a sintetizzare le informazioni provenienti dalle più diverse fonti documentarie (cfr. tabella n. 1 dell'Appendice; per l'organizzazione tecnica dei quattro livelli di sintesi, cfr. § 4.1.1.6<sup>51</sup>). Per una più approfondita descrizione delle voci di terzo livello si rimanda alle definizioni della scheda di Sito dell'ICCD, focalizzando qui l'attenzione solo su quelle che abbiamo introdotto o di cui è necessario circostanziare l'accezione che abbiamo attribuito loro. In tutte le serie e in tutte le categorie di secondo livello in cui queste si articolano è quasi sempre presente la voce di terzo livello 'cantiere'. Questa fa riferimento alle attività del cantiere apprestato per la realizzazione delle diverse tipologie di edifici o infrastrutture e sono testimoniate da una varietà di tracce, quali 'piani di calpestio', 'buche di palo' dei ponteggi, 'scarti di lavorazione' dei materiali edilizi, dalla pietra, alla calce, ai chiodi per la carpenteria.

L'ampio thesaurus delle voci di quarto livello, che costituisce la base comune per le dodici serie, è stato elaborato per organizzare le informazioni provenienti in modo specifico dalla documentazione archeologica. Dovendo recepire i dati da documentazioni realizzate con gradi di analisi diffusi, il livello di sintesi delle singole voci risulta ampio e va dalla singola attività ai gruppi di attività. Nella tabella n. 2 dell'Appendice si

---

<sup>51</sup> Le voci, che nel testo sono utilizzate anche al plurale, sono codificate esclusivamente al singolare.

presenta l'elenco delle voci di quarto livello fin ora utilizzate e aperto a ogni eventuale integrazione.

#### 4.4.1. Area agricola/ortiva

La destinazione agricola o ortiva (primo livello) non è esclusiva dell'area esterna alla città; anche all'interno, infatti, esistono o sono esistiti orti, mentre aree che in un certo momento vengono urbanizzate potevano avere un uso agricolo nei periodi precedenti. Nel caso di Pisa, ad esempio, la struttura urbana della città basso medievale lascia ampi spazi non urbanizzati utilizzati come orti. Questa considerazione può essere valida anche per la città delle altre epoche storiche: per il tessuto rarefatto altomedievale, per la città romana, solo in parte coincidente con quella medievale, e per quella etrusca. Quest'ultima, in particolare, appare costituita da una pluralità di abitati che si estendono su una superficie assai ampia e che dovevano essere inframezzati da aree verdi, verosimilmente coltivate.

Al secondo livello si distinguono le aree che sono state oggetto di 'sistemazione agraria/centuriazione', gli 'orti' e i 'complessi agricoli/ville rustiche'.

La 'sistemazione agraria/centuriazione' comprende, al terzo livello, tutti gli interventi che predispongono i terreni per l'uso agricolo e che ne migliorano la produttività, le opere di confinazione e le tracce di coltivazione. Tali interventi sono comuni alle diverse epoche storiche, ma per la particolare organizzazione che questi assumono in età romana, rientrano più propriamente nel sistema di divisione del suolo definito centuriazione. Nella pianura pisana le opere di bonifica consistono principalmente nella regimazione delle acque di superficie tramite la realizzazione di 'argini fluviali', 'canali' navigabili e 'fossi', gli ultimi due utilizzati anche per l'irrigazione dei campi. Indicatori dell'uso agricolo sono poi i 'terrazzamenti', caratteristici delle aree collinari, e gli elementi che definiscono i 'confini' tra le proprietà (cippi di confine, muri, gli stessi fossi, viottoli o strade) e le tracce di coltivazione che rientrano nella denominazione 'terreno agricolo', come le buche realizzate per

mettere a dimora le piante da frutta o i solchi per l'impianto di vigneti.

La categoria 'orto' si articola, al terzo livello, in 'recinzione' e 'terreno ortivo'. La 'recinzione' è costituita da muretti di pietre, sistemate a secco o legate con malta, o da strutture realizzate in materiali deperibili, variamente assemblati. Il 'terreno ortivo' può essere caratterizzato dal colore scuro derivante dal disfacimento delle sostanze organiche utilizzate per la sua concimazione. Tali sostanze derivano spesso dai rifiuti domestici che possono inglobare anche frammenti di stoviglie in ceramica. Tracce di solchi o di buche per l'alloggiamento di piante costituiscono altri tipici indicatori dell'uso ortivo di un terreno. La sua distinzione rispetto a una generica area agricola è poi suggerita dal contesto, all'interno di un'area urbana o in prossimità di un edificio rustico.

La categoria 'complesso agricolo/villa rustica', infine, al terzo livello, comprende le voci 'pars urbana', 'pars rustica', 'pars fructuaria', 'casa colonica', 'ambienti/vani', 'cantina vinicola', 'fienile', 'frantoio', 'ovile', 'pollaio', 'porcile' e 'stalla'. Le prime tre voci fanno esclusivo riferimento alle ville rustiche di età romana che possono comporsi di una parte residenziale, destinata al proprietario del fondo, di una parte rustica, destinata alla servitù e a coloro che lavoravano nell'azienda, e di una parte destinata alla lavorazione e alla trasformazione dei prodotti.

#### 4.4.2 Area produttiva

L'ampia categoria 'area produttiva' connota tutti i quartieri o le aree dedicate alle attività artigianali ed industriali. Le categorie che specificano con sempre maggiore dettaglio le varie produzioni consentono, attraverso le voci di secondo e terzo livello, di giungere fino alle singole tracce del ciclo produttivo, dalle varie installazioni fisse, ai 'semilavorati', agli 'scarti di lavorazione', comprese nelle voci di quarto livello.

Al secondo livello, l'area produttiva si articola in 'lavorazione dei metalli', 'lavorazione dell'argilla', 'lavorazione della pietra', 'lavorazione delle pelli/tessuti', 'lavorazione del vetro', 'lavorazione del legno', 'lavorazione alimentare' e 'lavorazione industriale'.

Le aree o le strutture per la 'lavorazione dei metalli' comprendono le 'strutture per la produzione del ferro', le 'strutture per la produzione del piombo' e le 'strutture per la produzione del rame'. Nell'ambito delle attività connesse alla lavorazione di un determinato metallo, possono essere distinte quelle rivolte alla produzione di particolari tipologie di manufatti, come la 'zecca', le 'strutture per la produzione del rame/campane' o le 'oreficerie'.

La categoria 'lavorazione dell'argilla' comprende le aree di estrazione dell'argilla, 'cava/coltivazione argilla', le 'strutture per la produzione di ceramica', 'le strutture per la produzione di laterizi' o più genericamente 'strutture per la produzione di ceramica e laterizi' quando non è distinguibile la produzione specifica o quando è accertata la produzione di entrambi i manufatti.

Della 'lavorazione della pietra' fanno parte la 'calcara', il forno per la cottura del calcare e la produzione della calce, talvolta affiancato dalla fossa di spegnimento della calce viva, 'cava/coltivazione della pietra', 'industria litica', con specifico riferimento ai luoghi di lavorazione di età preistorica, 'produzione manufatti litici', in relazione a qualunque altra attività legata alla lavorazione della pietra, compresi i laboratori artistici.

La 'lavorazione delle pelli/tessuti' comprende 'conceria', 'laneria', 'pellicceria', 'tessitoria', 'tintoria', 'calzaturificio', 'sartoria' e 'fullonica/gualchiera'. Quest'ultima voce fa riferimento alle strutture di età romana, medievale e postmedievale funzionali, entrambe, a una medesima attività di infeltrimento della tela di lana per renderla impermeabile.

Al terzo livello la 'lavorazione del vetro' e la 'lavorazione del legno' comprendono, rispettivamente, la 'vetreria' e la 'falegnameria', mentre la 'lavorazione alimentare' si articola in 'cantina vinicola', 'caseificio', 'frantoio', 'mulino', 'panificio', 'macello'; la 'lavorazione industriale' si compone infine di 'industria farmaceutica', 'industria chimica', 'industria meccanica'. È stata inoltre introdotta la categoria 'lavorazioni non id.' ('strutture legate a lavorazione non identificata') per codificare tutte quelle tracce genericamente riferibili ad attività produttive non meglio precisabili.

#### 4.4.3 Area ad uso privato

In questa categoria rientrano tutte le aree di uso privato della città comprendenti il 'complesso abitativo', l' 'edificio abitativo' e le 'aree non edificate'.

Il 'complesso abitativo' riunisce i nuclei insediativi che compongono la città, che si pongono ai suoi margini o che si distribuiscono sul territorio. Possono essere stabilmente inquadrati nella griglia urbana come il 'quartiere' o l' 'insula', con specifico riferimento alla fase romana della città, o avere un carattere temporaneo e poco strutturato come l' 'accampamento'. La voce 'insediamento', proprio per la sua genericità, si presta a descrivere realtà diverse, anche distanti nel tempo: con tale definizione si possono indicare ad esempio i nuclei abitati di una città policentrica, come doveva presentarsi Pisa in epoca etrusca, quando appunto una pluralità di insediamenti si distribuivano su un'areale piuttosto ampio, oppure, in una realtà completamente diversa, le piccole borgate che cingevano il nucleo storico della città medievale.

L' 'edificio abitativo' fa invece riferimento alla singola unità o a insiemi di unità abitative, dalla capanna' alla 'palafitta' al 'palazzo'. Vi sono comprese tipologie abitative specifiche per certi periodi storici, come la 'casa torre' per il medioevo o la 'domus' e 'villa urbana' per l'età romana. La voce 'casa rurale' è riferita a quegli edifici che, pur inserendosi nel tessuto urbano, appaiono collegati a un'area ortiva. Il termine 'abitazione' è usato, in termini generici, quando non è specificata la tipologia abitativa. Anche singoli elementi possono essere indicatori di un edificio abitativo, come la 'corte' lastricata, che solitamente caratterizza certe tipologie edilizie, o il 'focolare' strutturato che può costituire una delle tracce più evidenti di una capanna in materiale deperibile.

Possono infine rientrare tra le aree a uso privato le 'aree non edificate' come il 'giardino privato' o aree non strutturate come semplici 'spiazzi'.

#### 4.4.4 Area funeraria

Al primo livello, 'area funeraria', indica il luogo destinato alla deposizione di intere comunità o utilizzato, anche episodicamente, per la sepoltura

di singoli individui. Al secondo livello, l'area funeraria si articola nelle due categorie 'tomba/e' e 'area cimiteriale', a seconda che si tratti di singole sepolture o di più vasti sepolcreti organizzati in aree specificamente dedicate, con tombe singole o collettive. Volendo includere in un'unica categoria le aree destinate alla sepoltura organizzata dei defunti, indipendentemente dal periodo storico, abbiamo utilizzato la definizione di 'area cimiteriale', attribuendole un significato più ampio di quello proprio del termine 'cimitero'. La parola, che etimologicamente in origine allude semplicemente a un luogo di riposo, solo col cristianesimo passa infatti a indicare il luogo di sepoltura dei defunti, che in precedenza è definito necropoli. La definizione 'area cimiteriale' deve essere dunque intesa in un'accezione più ampia, comprensiva dei significati specifici di necropoli e di cimitero. Al terzo livello, sia per 'area cimiteriale', sia per 'tomba/e' sono previste le due grandi categorie 'a incinerazione' e 'ad inumazione', distinguendo così i due riti funebri impiegati nell'area oggetto di indagine. È solo al quarto livello che sono registrate le singole testimonianze materiali riferibili alle pratiche funerarie, comprendenti le tipologie di tombe attestate localmente, classificate sulla base dell'associazione di alcune variabili costitutive e dei segnacoli funerari.

#### 4.4.5 Area ad uso pubblico

L'area ad uso pubblico è una voce estremamente generica che si compone di tutte le categorie di edifici e luoghi di uso comunitario. Al secondo e terzo livello, essa si articola in 'edifici ludici' ('anfiteatro', 'teatro', 'circo', 'ippodromo', 'stadio', 'campo sportivo', 'palestra', 'cinema'), 'edifici politico/amministrativi' ('basilica', 'curia', 'comizio', 'foro', 'sede di corporazione', 'carcere', 'curtis', 'palazzo', inteso come palazzo del potere), 'edifici igienico-sanitari' ('terme', 'latrina', 'ospedale', 'bagni', dai *balnea* medievali ai moderni bagni diurni), 'luoghi di culto' ('chiesa', 'battistero', 'campanile', 'cappella', 'oratorio', 'monastero', 'santuario', 'edicola votiva', 'sinagoga', 'tempio' e la voce generica 'area sacra'), 'edificio scolastico/didattico' ('asilo', 'scuola', 'università', 'museo', 'biblioteca/archivio'), 'struttura celebrativa'

('monumento', 'arco'), 'area non edificata' ('giardino/parco pubblico', 'spiazzo ad uso pubblico').

#### 4.4.6 Infrastrutture

Le 'infrastrutture' comprendono varie tipologie di opere strutturate a prevalente uso pubblico, basilari per il funzionamento del sistema urbano. All'interno di quest'ampia categoria sono comprese numerose altre categorie di secondo livello. Un grande insieme di queste ultime è costituito dalle opere di ingegneria, come le 'infrastrutture viarie' ('vicolo', 'piazza', 'ponte', 'strada', 'strada centuriale', 'viale', 'ferrovia', 'stazione ferroviaria', 'stazione di posta', 'mansio', 'ospitale'). Strettamente connesse alle opere viarie vi sono quelle che utilizzano le vie d'acqua, le 'infrastrutture portuali/di navigazione' ('porto fluviale', 'porto marittimo', 'scalo/approdo', 'via d'acqua', 'arsenale' e 'cantiere navale') e ancora specifiche 'infrastrutture di servizio', come 'le stalle', le 'scuderie', le 'officine' o i 'distributori di carburante'. Nelle infrastrutture di ingegneria possiamo comprendere anche vari generi di opere a rete, come le 'infrastrutture di erogazione' ('rete delle telecomunicazioni', 'rete del gas', 'rete elettrica'), le 'infrastrutture idrauliche' che comprendono le opere vitali per il rifornimento idrico, come gli 'acquedotti', i 'pozzi', le fontane (anche nelle loro forme monumentali 'fontane/ninfei') e le 'vasche di raccolta', le opere di scarico, come il 'sistema delle acque chiare' o il 'sistema delle acque scure', i 'lavatoi' e le varie opere di contenimento delle acque di superficie, come gli 'argini'.

Vi sono poi le opere di servizio pubblico come le 'infrastrutture di smaltimento' ('discarica organizzata', il luogo dove vengono sistematicamente accumulati i materiali di scarto di tutte le attività umana, e le 'infrastrutture di immagazzinamento' ('magazzini sotterranei' – silos o cantine –, 'magazzini' in genere e 'horrea' in modo specifico per le strutture di età romana).

#### 4.4.7 Area con funzione militare

L'area militare designa, al primo livello, l'ampia categoria delle zone urbane e periurbane destinate a tale funzione e comprendenti le due grandi categorie di secondo livello che distinguono le

‘strutture difensive’ e le ‘strutture di acquartieramento’.

Le ‘strutture difensive’ comprendono, al terzo livello, tutte le opere atte a difendere in modo più o meno attivo la città, prima fra tutte le ‘mura’. In questa definizione abbiamo voluto comprendere in modo sintetico la pluralità di opere che solitamente compongono il circuito difensivo della città: vi sono dunque comprese le cortine murarie, in senso stretto, con le merlature e i cammini di ronda, le porte fortificate con i ponti di accesso, i bastioni posti a loro difesa (come il bastione del Sangallo presso Porta a Lucca), i fossati e le torri che scandiscono il circuito. La voce ‘torre’ si riferisce invece alle strutture che, per quanto parte di un sistema difensivo più ampio, appaiono isolate, come la torre Guelfa. La voce ‘fortezza’ si riferisce a quei complessi, a loro volta dotati di bastioni, fossati, porte e torri, destinati ad ospitare guarnigioni militari. Anche se associate alle mura, tali opere possono avere una loro identità specifica, come nel caso di Pisa dove le fortezze medicee appaiono rivolte non tanto alla difesa quanto al controllo della città.

Le ‘strutture di acquartieramento’ comprendono gli ‘accampamenti militari’, come quelli interpretati in tal senso nell’immediato suburbio di Pisa attraverso la fotointerpretazione, pur in attesa di riscontri oggettivi, e le ‘caserme’ che fanno parte dell’edilizia storica anche della città attuale.

#### 4.4.8 Strutture non determinate

Un caso assai frequente nelle diverse tipologie di fonti archeologiche è rappresentato dai contesti di cui non è stato possibile fornire alcuna interpretazione funzionale per i motivi più vari, dalla ristrettezza dell’area di scavo all’indagine solo parziale dei relativi depositi stratigrafici. Talvolta questa indeterminatezza funzionale è associata anche ad un’analogica incertezza cronologica: per categorizzare questi dati è stata dunque introdotta la voce specifica ‘strutture non determinate’.

#### 4.4.9 Frequentazione

La categoria ‘frequentazione’ è assai generica e non determinata dal punto di vista funzionale. Al terzo livello comprende i ‘reperti mobili’, le ‘trac-

ce d’uso’ e un generico ‘non determinato’.

La voce ‘reperti mobili’ può essere utilizzata in diversi casi: quando, ad esempio, è registrata la presenza di materiali fuori contesto che, pur non essendo sufficienti per qualificare il tipo di insediamento di cui facevano parte, documentano la frequentazione dell’area in una determinata epoca. Assai spesso anche nei carotaggi, la presenza di reperti in contesti estremamente ridotti e in mancanza di altri indicatori specifici non consente che di attribuirli a una generica frequentazione.

Le ‘tracce d’uso’, come un ‘piano di calpestio’ o residui di ‘carbone’, in assenza di altri elementi che possano giustificare la loro presenza in modo più circostanziato, costituiscono generiche tracce di frequentazione.

Vi è infine la voce ‘non determinato’ che non è dovuta tanto alla tipologia del rinvenimento, quanto alla reticenza della fonte che non offre indicazioni sufficienti per una più circostanziata categorizzazione.

#### 4.4.10 Non luogo

Con una definizione impropria quanto suggestiva, nel primo livello di sintesi abbiamo introdotto il concetto di ‘non luogo’ per designare le aree inutilizzate della città. Si tratta di un termine improprio perché ovviamente non esistono ‘non luoghi’, ma calzante per la sua capacità di evocare la precisa percezione di quelle aree da parte della comunità. Gli abitanti di una città, insediati nei vari quartieri abitativi, frequentano e usano gli spazi urbani in relazione alle loro funzioni specifiche. Esistono però dei luoghi che non vengono mai frequentati, neppure occasionalmente, e che non svolgono alcuna funzione. Si tratta di luoghi per così dire ‘sospesi’: certamente c’è stato un periodo in cui furono abitati, frequentati o usati e non è detto che questo non avvenga di nuovo in futuro, magari con dinamiche diverse, ma per un certo tempo la loro vita si è interrotta. Ciascuno può avere esperienza dei ‘non luoghi’ anche nelle città contemporanee: sono solitamente quegli spazi in cui cresce una vegetazione incolta, dalla quale possono emergere muri diroccati, una vecchia recinzione li cinge, mentre alcuni cartelli pubblicitari ne limi-

tano la visuale, finché non spariscono addirittura dalla percezione pubblica. È importante precisare che in questa categoria non rientrano quelle aree abbandonate dove in modo più o meno sistematico, magari anche contro espressi divieti pubblici, vengono gettati rifiuti e che si trasformano in discariche. È evidente infatti che questi luoghi continuano a svolgere una loro specifica funzione, per quanto degradata, e che la loro percezione risulta, al contrario, (spiacevolmente) amplificata.

Proprio per queste sue particolari caratteristiche, il 'non luogo' prevede una sola categoria al secondo livello, l'area defunzionizzata: un luogo che ha perso la funzione che aveva in precedenza, qualunque essa fosse, e che non ne ha assunta nessun'altra. È questo l'effetto che producono indifferentemente le categorie del terzo livello in cui l'area defunzionizzata si articola: l'abbandono, la 'distruzione', l'obliterazione e la 'spoliazione'. Queste sono segnalate da varie tipologie di ritrovamento del quarto livello, come strati di 'macerie/crollo', 'carboni', 'rasature' o la formazione di depositi naturali.

#### 4.4.11 Area commerciale

L'area commerciale, a carattere prevalentemente urbano, costituisce il macro insieme di primo livello che comprende tutte quelle zone dedicate all'esercizio del commercio o al settore alberghiero. Queste due specifiche attività appaiono codificate nelle categorie di secondo livello, dove sono definite rispettivamente 'struttura di vendita' e 'struttura ricettiva'. Ciascuna di queste, al terzo livello, si articola in differenti tipologie funzionali.

Della 'struttura di vendita' fanno parte il 'mercato', l'osteria, la 'bottega/taberna' e il 'postribolo'. Dalla voce 'mercato', che indica lo spazio e le strutture destinate all'attività commerciale di ogni epoca, è stata distinta la voce 'macellum' per la peculiarità tipologica del mercato alimentare di età romana, composto da un cortile porticato e fiancheggiato da botteghe. In modo analogo, oltre alla voce 'osteria', è stata introdotta anche la voce 'thermopolium/caupona' per indicare il particolare locale di età romana

caratterizzato dalla presenza di un bancone, con giare inserite all'interno per contenere liquidi o cibi, e fornelli per scaldare bevande o zuppe. Alla generica voce 'bottega' è associata la voce 'taberna', che indica il tipico locale di età romana, costituito da un grande ambiente dotato di un'ampia apertura e spesso dotato di un retrobottega e di una scala per salire a un vano superiore con funzione abitativa (*pergula*). Quando nella *taberna* si vende la merce direttamente prodotta, il locale svolge anche la funzione di officina. Il termine 'bar' indica invece le strutture contemporanee che presentano caratteristiche solo forzatamente estendibili a quelle degli analoghi locali antichi.

La 'struttura ricettiva' comprende la 'locanda' dotata di spazi per il consumo di pasti e per il pernottamento, con dimensioni e servizi decisamente inferiori rispetto a quelli del più moderno 'albergo'.

[F. F.]

#### 4.4.12 Contesto naturale

Il IV livello è costituito dalla descrizione della litologia dei depositi 'naturali' intercettati, mentre il I costituisce il 'contesto naturale' più generale ed ampio al quale sia possibile ricondurre il dato acquisito; all'interno del I livello possono essere distinti i diversi subambienti che hanno caratterizzato una data area geografica nel corso del tempo.

Molto spesso, però, l'eterogeneità dei dati e la lacunosità nella descrizione dei depositi, soprattutto dal punto di vista geologico, rendono difficoltoso il processo di ricostruzione a ritroso dal IV al I livello, spesso non consentendo di seguire puntualmente i criteri utilizzati per la classificazione degli ambienti deposizionali noti e accettati nella letteratura geologica (si veda ad esempio RICCI LUCCHI 1980).

Su questa base e, soprattutto, tenuto conto delle finalità archeologiche del progetto, si è ricorso ad una terminologia che rendesse immediata a qualsiasi fruitore l'informazione più generale inerente il contesto naturale.

Nel caso specifico il II livello comprende gli ambienti:

- |                                     |   |              |
|-------------------------------------|---|--------------|
| 1) marino-costiero-deltizio         | } | marino/misto |
| 2) fluviale (di pianura/di conoide) |   |              |
| 3) eolico                           | } | continentale |
| 4) lacustre                         |   |              |

Il termine 'marino-costiero-deltizio' viene qui usato come sostitutivo del sistema deposizionale marino e dei sistemi deposizionali misti (transizionali) deltizio e litorale.

Nel III livello, corrispondente agli ambienti 'marino-costiero-deltizio', possono essere distinti i seguenti depositi di:

- |                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| Ambiente deltizio | } | • canale distributore  |
|                   |   | • aree interdistributrici (argine/rotta fluviale/piana inondabile) |
|                   |   | • lago e palude  |
|                   |   | • baia   |
|                   |   | • subdelta   |
| Ambiente litorale | } | • spiaggia emersa  |
|                   |   | • spiaggia sommersa  |
|                   |   | • cordone litorale   |
|                   |   | • intercordone   |
|                   |   | • laguna   |
|                   |   | • terrazzo marino  |

Sono ricollegabili all'ambiente litorale', nello specifico ai depositi di spiaggia emersa e/o di cordone litorale, anche i 'depositi eolici (s.l)'. Essi infatti costituiscono la rielaborazione da parte del vento di depositi che, per genesi e posizione, sono riconducibili all'ambiente marino-costiero.

Diamo di seguito una breve descrizione dei singoli depositi.

- 'Deposit di canale distributore': depositi per lo più sabbiosi, da grossolani a fini, organizzati di norma secondo sequenze *fining-upward* con base erosiva. Spesso è presente un alto contenuto in sostanza organica decomposta e resti vegetali legnosi. Talvolta possono essere presenti bioclasti.
- 'Deposit di aree interdistributrici': depositi di argine, rotta fluviale e piana inondabile con caratteristiche simili ai depositi di tracimazione descritti successivamente nel caso del sistema fluviale.

- 'Deposit lacustri e palustri': depositi a prevalente granulometria fine (alternanze di argille e limi), caratterizzati dalla presenza di sostanza organica, particolarmente abbondante nel caso dei depositi palustri (torba). Sono caratterizzati da una consistenza plastica. Il colore di norma va dal grigio al grigio scuro.

- 'Deposit di baia': depositi a granulometria prevalentemente fine (limi e argille), di colore grigio e consistenza plastica. Presenti resti di molluschi. Possono essere presenti livelli sabbiosi.

- 'Deposit di subdelta': depositi caratterizzati da sabbie-sabbie fini, che costituiscono piccole sequenze *coarsening-upward* di riempimento della laguna.

- 'Deposit di spiaggia emersa': depositi ben classati, a granulometria sabbiosa e/o ghiaiosa. Presenti talvolta frammenti vegetali, legni e bioclasti.

- 'Deposit di spiaggia intertidale-sommersa': depositi abbastanza ben classati, da sabbiosi/ghiaiosi a sabbiosi, che riflettono i diversi sottoambienti (*foreshore, shoreface* superiore e inferiore).

- 'Deposit di cordone litorale': depositi costituiti da sabbie, ben classati, prevalentemente sabbiosi.

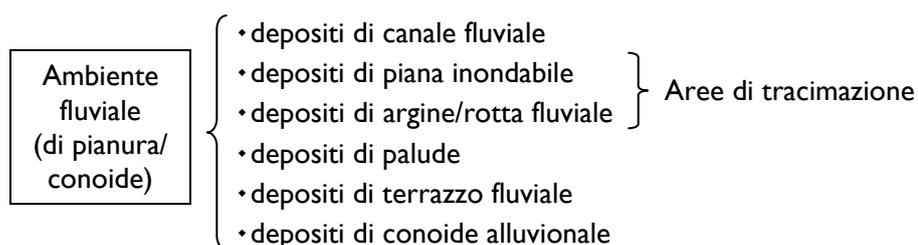
- 'Deposit di intercordone': depositi prevalentemente sabbiosi, ben classati, in cui è possibile trovare associati, nella parte più superficiale, sedimenti fini (argille e limi) e sostanza organica.

- 'Deposit di laguna': depositi fini (argille e limi), con consistenza plastica e colore grigio: frequentemente sono presenti valve anche unite di molluschi, riferibili al genere *Cardium*.

- 'Deposit di terrazzo marino': depositi da ghiaiosi a sabbiosi, fossiliferi.

Gli ambienti fluviale (di pianura/di conoide) eolico e lacustre costituiscono nel complesso ambienti deposizionali continentali.

Poiché nell'area oggetto del presente studio è presente esclusivamente l'ambiente fluviale, descriviamo solo i sottoambienti (III livello) in cui questo si articola questo sistema:



- ‘Depositi di canale fluviale’: depositi sabbiosi e/o ghiaiosi legati a processi trattivi, caratterizzati da una base erosiva ed organizzati in sequenze *fining-upward*. Possono contenere bioclasti in frammenti e frammenti di origine vegetale.
- ‘Depositi di piana inondabile’ (drenata-non drenata): depositi fini (argille e limi) legati a fenomeni di tracimazione e legati a processi di decantazione. Caratterizzati da colori chiari (ocra- nocciola), da una certa consistenza e dalla presenza di ossidi ferro-manganese e concrezioni carbonatiche nel caso di sedimento in esposizione subaerea; caratterizzati da colori grigio-azzurri e da una minor consistenza nel caso di persistenza di una lama d’acqua che non permette l’esposizione del sedimento. Il termine ‘piana inondabile’ è stato usato per indicare i depositi di tracimazione che caratterizzano le aree più lontane dal canale e che sono legati prevalentemente a processi di decantazione.
- ‘Depositi di argine/rotta fluviale’: depositi legati all’attività di tracimazione del canale nelle adiacenze del canale stesso. Alternanze cicliche (doppiette) di depositi sabbiosi e fini, con tracce di alterazione subaerea nel caso dei depositi di argine; depositi sabbiosi assimilabili a piccola scala a quelli di canale, di spessore generalmente superiore ai 30 cm e organizzati in piccole sequenze *fining-upward* nel caso dei depositi di *crevasse* e depositi sabbiosi caratterizzati da uno spessore generalmente superiore ai 30 cm organizzati in piccole sequenze *coarsening-upward* nel caso di depositi di *splay*. Il termine ‘area di tracimazione’ è stato usato per indicare i depositi di tracimazione a margine del canale, ovvero i depositi di argine e di rotta fluviale (*crevasse splay*), caratterizzati da granulometrie da fini a sabbiose e legati a processi di trazione e decantazione.
- ‘Depositi di palude’: depositi fini, legati a processi di decantazione che si realizzano in aree depresse della piana inondabile, con presenza di acque basse e di una vegetazione rigogliosa. Si tratta di argille e limi caratterizzati da abbondante sostanza organica, che conferisce al deposito una colorazione scura, e da consistenza plastica. Possono essere presenti gusci e frammenti di gasteropodi dulcicoli.
- ‘Depositi di terrazzo fluviale’: depositi costituiti da sabbie e ghiaie che si chiudono al tetto con depositi fini limosi/argillosi. Fenomeni pedogenetici possono interessare in vario grado la successione.
- ‘Depositi di conoide’: si veda il caso specifico. I depositi cambiano caratteristiche a seconda che interessino le diverse porzioni della conoide (prossimale, intermedia, distale).

[S. G., V. R, G. S.]



## 5. A qualcuno piace ‘webGIS’. Indicazioni pratiche per un utilizzo archeologico consapevole

*Francesca Anichini, Gabriele Gattiglia (DOI: 10.4458/8219-08)*

Il webGIS di MAPPA è uno strumento pensato perché, con semplicità, possa essere utilizzato da un’utenza variegata, con diverse competenze tecniche e specialistiche, con un approccio informatico anche elementare e con obiettivi diversi che la spingono all’utilizzo di questa risorsa. Volutamente, quindi, l’interfaccia utente è stata realizzata con formula *easy*, comandi intuitivi, alcuni tematismi già preconfezionati. Altresì, con la medesima interfaccia, è possibile addentrarsi in alcune potenzialità specialistiche, facendo ricerche mirate e settoriali, qualora se ne riscontri la necessità.

MAPPAGis mostra, ad oggi, una parte degli elementi che costituiscono il livello informativo archeologico, ma essendo progettato come un puzzle tridimensionale dove ogni livello rende sempre più nitida l’immagine complessiva, vedrà progressivamente ampliare le possibilità di consultazione e analisi. Di prossima pubblicazione sarà il lavoro realizzato sull’archeologia degli elevati, successivamente i dati provenienti dallo studio della toponomastica, della cartografia storica e contestualmente i risultati delle ricerche geologiche e geomorfologiche. Le osservazioni che faremo di seguito, incentrate sull’uso e le potenzialità del livello informativo archeologico, non esuleranno da qualche accenno sulle potenzialità dello strumento una volta completato.

Il progetto MAPPA nasce sulla base di precedenti esperienze di ricerca e di lavoro e in particolar modo, dalla volontà di creare una struttura che fosse allo stesso tempo un vero e proprio strumento. Il principio ispiratore è ‘l’utilità’, la creazione di un prodotto che abbia la massima ricaduta possibile sulla società che lo ha integralmente finanziato. Accanto alla componente prettamente sperimentale legata agli sviluppi dell’ar-

cheo-matematica, il primo prodotto del progetto è un webGIS che si rivolge direttamente alle diverse componenti della società: gli amministratori, gli enti di tutela, i semplici cittadini, i tecnici, gli imprenditori, i ricercatori e i professionisti dell’archeologia. Siamo convinti che ognuno possa trovare un’applicazione utile ai propri fini. Come ogni cosa, perché dia il massimo dei risultati, è necessario che tutte le componenti concorrano a un uso adeguato e allo stesso tempo collaborino per migliorarne le caratteristiche e svilupparne le potenzialità: la sinergia di intenti è un fattore fondamentale. Dobbiamo premettere che l’ottimizzazione del MAPPAGis è intrinsecamente legata allo sviluppo e alla connessione con il MOD (MAPPA Open Data archive), l’archivio aperto di dati archeologici; questa unione, infatti, amplifica ognuna delle utilità che andremo ad elencare rendendo lo strumento ancor più efficace. Nella trattazione che segue, saremo quindi costretti a sottolineare più volte quanto la realizzazione dell’archivio sia un fattore pregnante per la riuscita di questa operazione che ha l’ambizione di cambiare, crediamo positivamente, l’approccio ‘sociale’ verso la gestione – intesa in tutte le sue accezioni – del patrimonio archeologico sepolto di un comprensorio urbano.

Allo stesso tempo vogliamo chiarire come il MAPPAGis sia ovviamente uno strumento migliorabile e, nonostante i ripetuti controlli, potrebbe esserci sfuggito qualcosa. Chiediamo così l’apporto critico di tutta la comunità archeologica e, ad ogni utente, di partecipare da attore all’evoluzione di questa piattaforma comunicando eventuali disfunzioni o errori.

Infine, vogliamo ricordare che le schede presentate nel MAPPAGis, sono il frutto di un lavoro

collegiale di tutto lo staff archeologico di MAP-PA, ma vedono la luce grazie al particolare impegno di un gruppo di giovani collaboratori<sup>1</sup> che, con passione, hanno raccolto, revisionato e catalogato tutto il materiale edito e di archivio<sup>2</sup>.

## 5.1 Il terreno dell'archeologia professionale

In Italia il 90% degli interventi e delle indagini archeologiche viene condotto da liberi professionisti o ditte specializzate nel settore. La professione dell'archeologo, per quanto ancora oggi non pienamente riconosciuta, si distingue parzialmente da quella di altri soggetti che operano nella città perché, inevitabilmente, coniuga competenze tecniche con attività di ricerca. La scoperta è infatti un fattore intrinseco all'attività archeologica, sia essa di ricerca o di sorveglianza; all'archeologo è richiesto di essere contemporaneamente professionista/imprenditore e, per compiere al meglio il proprio lavoro, in qualche misura anche ricercatore. È però importante distinguere l'esclusiva attività di ricerca, prerogativa dell'università o del singolo ricercatore, dal lavoro professionale che, il più delle volte, deve esclusivamente adempiere alla raccolta e corretta registrazione del dato archeografico. La cosiddetta legge sull'archeologia preventiva investe di questo duplice ruolo una certa categoria di archeologi<sup>3</sup>; la redazione di una VIARCH ("Valutazione di Interesse Archeologico" per la fase di progettazione preliminare di un'opera pubblica) richiede la realizzazione di una vera e propria ricerca storica-archeologica per giungere ad ipotizzare, in forma predittiva, l'incidenza di un'opera pubblica sul patrimonio sepolto. L'indagine deve essere compiuta, a seconda delle caratteristiche dell'opera, su un raggio più o meno ampio di ter-

ritorio. Il contesto urbano è ovviamente un caso del tutto particolare dove, spesso, qualsiasi raggio investe gran parte della città (fanno ovviamente eccezione Roma e le grandi metropoli). Benché non sia perfettamente definito il format e il raggio di incidenza intorno all'area destinata all'opera pubblica, possiamo dire che l'archeologo che deve realizzare una VIARCH in un contesto urbano avrà sicuramente necessità di analizzare numerose delle notizie/informazioni presenti per la città. A questo scopo il MAPPAGis vuole essere uno strumento che semplifica il lavoro fornendo una visione complessiva degli interventi censiti nell'area di studio e ad un aggiornamento continuo delle informazioni. L'archeologo può fare un primo screening sull'area di interesse, verificando la quantità e la qualità degli interventi; è possibile infatti percepire subito il grado di precisione in termini di georeferenziazione dell'area di intervento, comprendere quindi se e come quell'informazione possa essere utilizzata all'interno della valutazione che si sta redigendo. Contemporaneamente gli attributi dell'intervento forniscono una serie di indicazioni che possono essere utilizzate come discriminanti per considerare l'attendibilità dell'informazione ottenuta; altresì, il valore di affidabilità associato ad ogni categoria di ritrovamento interna all'intervento, fornisce un ulteriore indicatore per l'utilizzo del dato. Questo primo approccio permette all'archeologo di quantificare con semplicità, e preliminarmente alla presa in carico del lavoro, quanto complesso sarà l'intervento di valutazione, aiutando così a tradurre tale complessità in un preventivo economico adeguato. Potrebbe infatti presentarsi la situazione ove la maggior parte degli interventi censiti siano topograficamente imprecisi o molte delle informazioni non

<sup>1</sup> Antonio Campus, Lorenza La Rosa, Claudia Sciuto, Giulio Tarantino

<sup>2</sup> Il lavoro di comprensione, verifica, sintesi e categorizzazione degli interventi e dei ritrovamenti è stato sicuramente uno dei momenti più costruttivi di questa prima fase del progetto; ci sono state occasioni di riflessione su numerose tematiche metodologiche, sulle nostre visioni 'affammate e folli' per i possibili scenari futuri della disciplina archeologica; gli inevitabili e – fortunatamente presenti – scontri, finiti sempre con una soluzione condivisa e poi qualche risata riparatoria.

<sup>3</sup> Ad oggi si ritengono abilitati a tale ruolo solo gli archeologi con diploma di specializzazione o dottorato e una serie di Dipartimenti universitari, Decreto n. 60 del 20 marzo 2009, pubblicato sulla G.U. n. 136 del 15 giugno 2009 ([www.archeologiapreventiva.beniculturali.it](http://www.archeologiapreventiva.beniculturali.it) ultimo accesso 19/04/2012)

utilizzabili ai fini della valutazione; l'archeologo potrà prospettare, e quantificare, alla committenza la necessità di nuove indagini esplorative che forniscano dati puntuali. Allo stesso tempo il webGIS permetterà di visualizzare sia la sintesi cronologica che tipologica di ogni intervento indicando, laddove possibile, la presenza della documentazione negli archivi della Soprintendenza. Sembra scontato sottolineare quanto questa funzione sarà amplificata dall'associazione del MAPPAGis con il MOD; la possibilità di visualizzare liberamente ed immediatamente i documenti originali e la documentazione grezza degli interventi, porterebbe ad un immediato risparmio di tempi e costi nel completamento del lavoro.

Contestualmente il livello delle tracce archeologiche da fotointerpretazione aerea ottimizzerà ulteriormente questi aspetti; le difficoltà e i costi per l'acquisizione delle immagini e la lettura delle stesse sono superate grazie alla copertura completa e alla schedatura puntuale di ogni traccia con riferimento ai singoli voli, fornita direttamente nel livello informativo.

La prossima implementazione del webGIS con i dati sull'archeologia degli elevati renderà ancor più agevole questo tipo di lavoro, soprattutto per le aree interne al circuito murario medievale dove, il riconoscimento degli spazi pieni e di quelli vuoti è ancora molto spesso condizionato dalla presenza di edifici circostanti che, a loro volta, possono conservare sulla stratigrafia muraria traccia dei volumi adiacenti scomparsi.

Il MAPPAGis si trasformerà, infine, in un vero e proprio strumento di valutazione grazie alla possibilità di incrociare il livello archeologico con le informazioni toponomastiche e della cartografia storica e con i livelli geologici (stratigrafici) e geomorfologici. Un overlap che permetterà di visualizzare simultaneamente molti dei fattori che hanno agito nella formazione e trasformazione di un territorio, di un ambiente e, quindi di un possibile deposito.

Ma gli archeologi professionisti sono anche coloro che ogni giorno lavorano a diretto contatto con il patrimonio sepolto, non solo ipotizzandone la presenza, ma soprattutto riconoscendone l'esi-

stenza e registrandone le caratteristiche. Il MAPPAGis vuole essere uno strumento che agevola anche questa fase del lavoro, aiutando gli archeologi ad avere, velocemente, un quadro sintetico, ma completo, delle conoscenze fino ad ora acquisite per l'area oggetto di studio. L'idea è quella di utilizzare il webGIS come verifica della presenza di strutture e/o contesti simili o completamente difformi da ciò che si sta mettendo in luce; poter controllare le quote altimetriche di riferimento per una particolare fase cronologica o la crescita complessiva del deposito in una particolare zona; incrociare le datazioni proposte per determinate evidenze; avere informazioni mirate o bibliografiche sulla fonte di quell'informazione per andare a cercare, a colpo sicuro, dati ancora più minuziosi. Anche in questo caso sembra superfluo, ma forse non lo è, sottolineare l'accelerazione che potrà essere impressa a questo processo collegando il webGIS al MOD: visionare fotografie, relazioni, piante, schede di unità stratigrafica o di quantificazione, quando nella fretta di un intervento urbano è necessario comprendere un lacerto di struttura o un frammento ceramico particolare. Quello che per anni è stato fatto solo a posteriori con lunghi tempi di ricerca tra biblioteche e archivi, vagliando materiale già selezionato da qualcun altro prima di noi che non ha ritenuto 'significativo' mostrare quell'immagine, quel frammento, quel rilievo... La potenzialità dell'open data applicato all'archeologia è proprio intrinseca nella sua definizione di dato raccolto alla fonte, privo di amputazioni o modifiche, dato disaggregato; quello che in un determinato contesto può non apparire rilevante (e solitamente non divulgato/pubblicato), può essere fondamentale – o anche solo complementare – per la comprensione di un altro contesto.

Una fase attiva richiesta all'archeologo (oltre quella di segnalare eventuali errori o imprecisioni nel MAPPAGis) è inoltre quella di contribuire all'implementazione della piattaforma, inserendo i dati e il posizionamento di ogni nuovo intervento da lui realizzato. Attraverso una procedura guidata (cfr. § 5.5), l'archeologo può georeferenziare l'area d'indagine e compilare i campi degli attributi, fornendo così a tutta la comunità una

serie di informazioni base sui nuovi ritrovamenti; la scheda potrà essere aggiornata in caso di dati preliminari o in corso d'opera. L'aspetto innovativo di questa procedura sta nel fatto che la scheda sarà riconosciuta come contributo pubblicato a nome del/i compilatore/i attraverso attribuzione di doi e specifiche modalità di riferimento di citazione. Questo processo garantirà il continuo aggiornamento e la massima funzionalità del sistema e allo stesso tempo, tutelerà immediatamente il diritto di paternità intellettuale dell'/degli archeologo/i responsabile/i dello scavo.

## 5.2 Gli spazi della tutela e quelli della pianificazione

Non è questa la sede per addentrarci e commentare l'organizzazione degli archivi delle soprintendenze archeologiche che oggi, per carenza di fondi o per problemi strutturali, si trovano in situazioni differenti nelle diverse sedi regionali, ma generalmente non in condizioni virtuose, però proponiamo una soluzione. L'accordo stipulato tra il gruppo di lavoro del progetto MAPPA (Università di Pisa - Regione Toscana) e il MIBAC<sup>4</sup> ha permesso di effettuare un censimento completo dei documenti presenti negli archivi dei diversi enti che operano nell'area oggetto di studio. Questo lavoro, lungo e impegnativo in termini di tempo e risorse umane, si è tradotto spazialmente, nel posizionamento geografico di ogni intervento riscontrato, e tipologicamente, negli attributi delle singole unità spaziali. Gli enti preposti alla tutela dispongono adesso di uno strumento agile, in linea, di semplice consultazione, che consente loro di verificare, con un clic, la portata delle conoscenze archeologiche a disposizione (cioè archiviate o pubblicate) per l'intera area in esame. Ogni funzionario, in sede di valutazione di progetti e nulla osta, potrà immediatamente visualizzare il contesto entro il quale si pone la zona sottoposta a provvedimenti

to, inquadrandola in un più ampio specchio di conoscenze e problematiche, con un'operazione semplice, eseguibile da ogni sede, con il massimo risparmio di tempo.

All'interno degli attributi dell'intervento, sono infatti riportati, senza alcuna traduzione soggettiva da parte del redattore della scheda, i dati 'anagrafici' dell'intervento e dei ritrovamenti connessi; è possibile verificare quote di rinvenimento, tipologia dei ritrovamenti, valutare se la tipologia di intervento già realizzata richieda effettivamente un'ulteriore approfondimento di indagine, magari in quei casi dove le informazioni provengono da interventi di vecchia data realizzati con metodologie poco affidabili. Tutti questi elementi sono a disposizione del funzionario archeologo come una 'palette' di strumenti per agevolare il suo lavoro di tutela. Il MAPPAGis non si sostituisce alla competenza specifica dei funzionari, anzi ha l'obiettivo di ottimizzarne la produttività e agevolare il lavoro senza richiedere particolari specializzazioni tecniche o dotazioni tecnologiche. Anche in questo caso è fondamentale sottolineare l'apporto sostanziale che verrà fornito con l'attivazione del collegamento MOD; i funzionari potranno risalire direttamente, e tempestivamente, alla fonte d'archivio senza doversi spostare fisicamente dal proprio ufficio (spesso in una sede distaccata rispetto alla sede archivistica), rispondendo così a quella necessità di rapidità che molto spesso viene loro richiesta in situazioni di emergenza. Sarà possibile confrontare immediatamente i dati archeologici con i dati catastali.

Crediamo possibile, ed auspicabile, attivare una prassi condivisa entro la quale sia richiesto ad ogni professionista che lavora in città, di trasmettere, insieme alla documentazione che viene archiviata presso le soprintendenze, la compilazione di un template di inserimento dati all'interno della piattaforma MAPPAGis (cfr. § 6). Questa semplice operazione per metterebbe

---

<sup>4</sup> Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, Soprintendenza per i Beni Architettonici Paesaggistici Artistici ed Etnoantropologici per le Province di Pisa e Livorno.

di mantenere il sistema sempre aggiornato e allo stesso tempo fornirebbe un check di controllo per lo stesso funzionario che, senza dover ricorrere all'archivio, potrebbe monitorare la tempistica di consegna dei dati. Un sistema di questo tipo è sicuramente auspicabile anche nella fase di passaggio di consegna della responsabilità di un territorio da un funzionario all'altro; un unico quadro conoscitivo dello 'stato dell'arte archeologico' di una zona, ma anche del materiale documentario a disposizione, nonché delle pendenze che permangono nei confronti di eventuali soggetti esecutori di interventi, avvantaggerebbe sia il controllo che la qualità del lavoro. In tempi come questi, ma non solo, diventa infatti indispensabile utilizzare la tecnologia per migliorare le condizioni di lavoro e di produttività, ottimizzando il dispendio di energie e denaro pubblico.

Un attore indispensabile per il miglior utilizzo di questo strumento è l'ente di governo territoriale. L'acquisizione della cartografia creata mediante il webGIS nel quadro conoscitivo del piano strutturale del comune, appare come un passaggio sostanziale per scelte politiche diverse che coniughino il governo della città con la tutela e la valorizzazione del suo patrimonio sepolto. Una sinergia di intenti tra amministrazione locale e Soprintendenza archeologica potrebbe garantire un monitoraggio sistematico di tutte le attività che interessano il sottosuolo, consentendo di pianificare con maggiore consapevolezza gli interventi edilizi e urbanistici soprattutto in quelle aree che, ad oggi, risultano prive di informazioni. Analizzando la disposizione spaziale degli interventi censiti, appare infatti chiaro come alcune zone risultino più ricche di informazioni rispetto ad altre, dove non è stata eseguita una sistematica attività di monitoraggio. Questo comporta che il quadro a disposizione presenti ampie lacune in alcuni settori; scelte oculate potranno prevedere sia di valutare l'interesse archeologico inerente l'opera da realizzare (come previsto dalla legge), sia decidere di investire ponderatamente risorse per acquisire nuove informazioni nei settori più carenti di dati, affinando così lo strumento conoscitivo, e

di conseguenza, migliorando progressivamente anche la valutazione predittiva che ne verrà tratta mediante il calcolo del potenziale archeologico.

Contestualmente, leggendo i dati censiti, sarà possibile ridefinire anche i perimetri delle aree definite di 'interesse archeologico' che hanno parzialmente condizionato, in positivo e in negativo, la ricerca e la tutela nell'ambito urbano. Nuovi e aggiornati confini potranno essere tracciati partendo da quelli attuali e dalla presenza delle aree vincolate che sono riportate come layer all'interno del webGIS, grazie alla collaborazione con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana (cfr. § 7).

### 5.3 Un 'canovaccio' per la ricerca

Abbiamo già detto come ogni archeologo sia parzialmente un ricercatore quando appronta il proprio lavoro, ma vi sono anche archeologi esclusivamente dediti alla ricerca, in campo universitario e non solo. La ricerca parte da presupposti diversi dall'impegno quotidiano di chi viene incaricato di compiere un determinato lavoro, sia esso di scavo o di assistenza. Il ricercatore si pone delle domande su un determinato argomento e va a cercare le risposte nelle diverse fonti, tra cui quella archeologica. Il ricercatore può utilizzare le fonti già note o può cercare di 'procurarsi' una nuova informazione, pianificando un'indagine archeologica. In Italia sono sempre meno i casi in cui è possibile finanziare economicamente una ricerca ex-novo; nella maggioranza dei casi si cerca di sviluppare un filone di ricerca dai risultati di una o più indagini nate per scopi diversi. Questo processo è ciò che spesso unisce la figura del professionista dell'archeologia al ricercatore, nel senso più tradizionale del termine. Altra modalità di ricerca è quella di non focalizzarsi esclusivamente su un caso particolare, ma cercare di sviluppare orizzonti più ampi che apportino quadri di sintesi su determinate tematiche. Nell'uno e nell'altro caso la ricerca si fa sui dati. Il MAPPAGis non offre un quadro interpretato della realtà archeologica urbana in esame, ma presenta un ampio panorama di quelle che

possono essere le diverse possibilità di approccio. Il livello informativo archeologico riversa sinteticamente tutte le informazioni disponibili per l'archeologia sepolta conosciuta, per l'archeologia degli elevati (inserendo in questo contesto un ampio apporto di nuove informazioni), per le tracce archeologiche riscontrate mediante fotointerpretazione aerea. Ogni ricercatore ha a disposizione tutto questo materiale con facilità, può scegliere cosa maggiormente lo interessa, può scegliere ciò che ritiene prioritario indagare più a fondo. Mediante il MAPPAGis si può accedere sia agli aspetti tipologici che cronologici dei ritrovamenti censiti, ottenendo quadri tematici ad hoc che rispondano alle proprie esigenze. Con la stessa funzione si può chiaramente riscontrare quali aspetti appaiano più carenti e decidere di concentrarsi solo su determinati elementi. Le possibilità, che verranno ampliate con l'upload dei successivi livelli informativi, sono moltissime e ancor di più saranno con il collegamento diretto al MOD. Vogliamo ribadire come l'opportunità di accedere ai dati grezzi possa diventare una fonte inesauribile di sempre nuovi filoni di ricerca, allargando a molti più archeologi la possibilità di contribuire fattivamente alla conoscenza storica di questo territorio. Non si parla di togliere la paternità dei dati primari a chi li ha prodotti, bensì di riconoscerla pienamente, tempestivamente, e far sì che quei dati moltiplichino il loro potenziale informativo innumerevoli volte attraverso innumerevoli processi interpretativi. Solo in questo modo sarà dato pieno valore al lavoro archeografico fatto sul campo e alle risorse economiche che il privato o, nella maggior parte dei casi la collettività, ha investito in quel processo.

Con questa necessaria premessa possiamo così immaginare il MAPPAGis come un 'canovaccio', uno 'schizzo preparatorio' che ogni ricercatore può completare e trasformare nell'immagine di cui sta cercando i contorni; uno schizzo con zone più nitide ad altre meno che la ricerca, pianificata, può cercare di colmare attraverso un uso responsabile dei fondi pubblici.

L'obiettivo è quindi quello di fornire uno strumento duttile e implementabile, un sistema che

possa diventare, nel futuro, un raccoglitore per tutti quei record archeografici o archeologici che possono nascere sia dall'uso stesso del webGIS, sia attraverso altre e diverse elaborazioni. I diversi layers del livello informativo archeologico non pretendendo di delineare un quadro esaustivo, e tanto meno conclusivo, rappresentano tutto ciò che, oggi, è possibile recuperare sulle conoscenze archeologiche dell'area di studio. Ci auguriamo che la messa in rete di uno strumento di questo tipo, realizzato in accordo con la Soprintendenza, scongiuri per gli anni a venire la perdita di informazioni preziose che non sono giunte alla collettività e alla comunità scientifica perché conservate in ambiti strettamente privati. La ricerca archeologica del XXI secolo non può aspettare più anni o decenni per verificare collaborativamente i dati; la tecnologia e la rete hanno accelerato ogni processo produttivo di nuova conoscenza e non sarebbe pensabile che la comunità scientifica archeologica si ponesse ancora i limiti di 'convenzionali' diritti decennali prima di usufruire dei dati, per definizione, statali, quindi, pubblici. Per questo motivo all'interno del MAPPAGis sono censiti anche gli interventi che risultavano ancora in corso di realizzazione durante la redazione delle schede di intervento che compongono il primo set di dati on-line, attraverso una semplice "scheda di dati minimi" messa a disposizione dal funzionario archeologo della Soprintendenza e dagli esecutori dell'intervento.

Infine il MAPPAGis si presenta come strumento ideale per pianificare una ricerca in modo congiunto con gli altri enti che operano sul territorio; lavorando in rete è possibile semplificare lo scambio di esigenze tra Soprintendenza, Amministrazione Comunale, Università; trovare congiuntamente spazi, modi, tempi per un uso consapevole delle risorse che permetta di massimizzare la ricaduta sociale e culturale di ogni attività di ricerca.

[F. A.]

#### 5.4 Una 'rete' di cittadini

Destinatari del MAPPAGis sono, infine, tutti gli abitanti e le persone che, per studio o per lavoro,

vivono la città di Pisa. Ad ognuno di loro la piattaforma offre un approccio 'facilitato' con il patrimonio archeologico della città. Il progetto MAPPA è stato totalmente finanziato con soldi pubblici e crediamo importante che i suoi risultati siano fruiti da tutti gli 'investitori' di questa grande società per azioni, la collettività nel suo insieme. Oltre ad agevolare la scoperta della storia della città, pensiamo che sia necessario creare una conoscenza consapevole del lavoro che sta dietro – e dopo – gli interventi archeologici che le persone spesso collegano solo con i piccoli o i grandi disagi temporanei che vivono: offrire, quindi, le informazioni frutto di quel disagio. Riteniamo che tale consapevolezza sia il primo passo per una tutela e una valorizzazione condivisa che punti a far diventare il cittadino il primo custode del proprio ambiente. Non siamo d'accordo con coloro che vedono nella conoscenza condivisa un pericolo per i beni archeologici ancora sepolti. Pensiamo invece che proprio tale conoscenza sensibilizzerà molti a prendere parte attivamente al processo di conservazione e sviluppo del patrimonio culturale. I cittadini sensibili alle tematiche della tutela archeologica potranno avere uno strumento di collaborazione immediata e un mezzo per ampliare la loro opera di sensibilizzazione verso i cittadini meno partecipi. In quest'ottica rendere consultabili i dati, comprese le tracce individuate nella lettura delle fotografie aeree, incrementa la percezione del rischio di perdere importanti informazioni storico archeologiche, a causa di scavi non seguiti da archeologi professionali, e spinge tutti ad una maggior collaborazione nella protezione del patrimonio.

Per questo motivo, oltre a mettere a disposizione le informazioni con l'ausilio di un tutorial online che ne agevoli la lettura, MAPPAGis prevede l'attivazione del sistema di 'segnalazione' (strumento *Segnala*) (fig. 5.1). Ogni cittadino po-

trà comunicare via web al laboratorio MAPPA, che provvederà a trasmettere alla Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, l'esistenza di lavori pubblici o privati attivi sul territorio urbano che incidano sulle stratificazioni sepolte. Si tratterà di un servizio sperimentale<sup>5</sup> per l'area urbana di Pisa, da utilizzare come test per verificarne la reale ricaduta come strumento di collaborazione con gli organi periferici del Ministero dei Beni Culturali impegnati nella tutela del patrimonio archeologico. Siamo, infatti, consapevoli della difficoltà che le Soprintendenze incontrano nella gestione del territorio, soprattutto in un momento di crisi economica e di continua contrazione degli organici. Il cittadino consapevole, in un'ottica di parziale crowdsourcing della tutela, può contribuire a segnalare in maniera semplice, immediata e diretta, tutti quegli interventi, soprattutto di piccola portata, che spesso non arrivano sul tavolo della Soprintendenza, la quale può, così, meglio monitorare il territorio verificando se la segnalazione corrisponda ad un intervento già in carico o sconosciuto e valutare quali siano le azioni necessarie da intraprendere. La Soprintendenza stessa può utilizzare il servizio per segnalare il rischio di erosione a cui giornalmente è sottoposto il patrimonio archeologico.

Il bene archeologico si configura, quindi, come un bene comune, e come tale deve poter essere fruito liberamente dal cittadino. Spesso i 'ritrovamenti' archeologici in ambito urbano non sono materialmente visibili, di essi rimane memoria solo nella conoscenza storica, che l'intervento archeologico produce. Una conoscenza che non deve essere rivolta solo ad una platea specializzata, ma alla cittadinanza tutta, perché diventi appartenenza. I mezzi informatici permettono la continua rielaborazione del dato e la sua fruizione anche ad un livello mainstream. Per questo, sull'esempio di quanto fatto per Fi-

<sup>5</sup> La sperimentazione, della durata di circa un anno, prevede l'attivazione per la sola area campione oggetto della ricerca ed è finalizzata a verificare l'efficacia del servizio in termini numerici e di tempestività. In caso di esito positivo, lo scopo sarà quello di attivare un collegamento diretto tra cittadino e Soprintendenza e ampliare la base territoriale a tutto il territorio regionale.

renze<sup>6</sup>, i dati saranno in seguito liberamente distribuiti anche in formato .kmz per poter essere utilizzati attraverso le mappe di Google. Di questi potrà essere fatto un uso libero che potrà portare alla creazione di applicazioni a fini storici, archeologici, turistici, e una quantità di altri possibili output neanche immaginabili.

### 5.5 Libertà e 'benefici collaterali'

Per poter soddisfare le esigenze di tutti i possibili utenti siano essi professionisti, ricercatori, cittadini e cercare di stabilire una efficace collaborazione, è necessario dare a tutti la massima libertà di ricerca e di navigazione all'interno di MAPPAGis. Per questo non sono stati predisposti sistemi di iscrizione all'accesso, né progressivi livelli di approfondimento operanti con accessi selettivi e limitati tramite password. L'eventuale maggiore complessità dei dati, che via via saranno caricati all'interno del webGIS ne scongiurerà naturalmente l'eventuale fruizione da parte di una utenza meno esperta. Non vi sarà quindi alcun processo di riconoscimento individuale dell'utente, tranne per coloro che vorranno collaborare direttamente ai processi di modifica o implementazione dei dati<sup>7</sup>. I livelli prodotti all'interno del progetto MAPPA saranno fruibili attraverso la licenza Creative Commons CC BY 3.0<sup>8</sup>, che permette di riprodurre, distribuire, eseguire, modificare i dati attribuendone sempre la paternità nei modi indicati all'interno del disclaimer e ne permette l'uso anche a fini commerciali. Riteniamo, infatti, questa caratteristica essenziale: i dati messi a disposizione dal progetto MAPPA sono frutto di un lavoro finanziato con denaro pubblico, che a sua volta deriva da dati pubblici; è quindi giusto che i benefici di questo investi-

mento ricadano sulla collettività tutta e che questa ne possa fare l'uso che ritiene opportuno, con l'auspicio che si possa dar vita in modo autonomo ed inaspettato a nuove forme di sviluppo e (perché no?) di occupazione. Sono questi, tra i molti possibili, alcuni dei 'benefici collaterali' che la ricerca e la cultura pubblica, intesa veramente come utilità sociale, da preferire rispetto al più modaiolo 'bene comune', devono cercare di produrre o quantomeno lasciare che altri possano produrre. Restringerne le possibilità di utilizzo attraverso una licenza NC (Non Commercial)<sup>9</sup> rappresenterebbe una contraddizione non solo in termini generali, per quanto in precedenza esposto, ma nello stesso ambito archeologico, nel quale i dati possono servire per effettuare le Valutazioni di Interesse Archeologico (VIARCH) richieste per l'archeologia preventiva dal D.Lgs. 163/2006 (artt. 95-96) e quindi oggetto di prestazioni professionali a titolo oneroso<sup>10</sup>. Se in questa fase il beneficio è limitato soprattutto ad un accesso aperto e ad un parziale riuso consentito dalle potenzialità dell'interfaccia (§ 5.6), in futuro lo stesso dato, attraverso il MOD, sarà fruibile come open data, aumentandone molto le potenzialità.

### 5.6 Help

L'interfaccia grafica (fig. 5.2) di MAPPAGis si compone di un ribbon, di una toolbar posta sulla sinistra, di una content window sulla destra e della mappa centrale. All'apertura del webGIS la mappa è scalata sull'area oggetto dell'intervento nella quale sono visibili:

- l'area di studio;
- gli interventi tematizzati in base alla precisione di georeferenziazione;
- l'idrografia;

<sup>6</sup> <http://florenceonearth.comune.fi.it/index.php>; <http://datigis.comune.fi.it/MapStore/> (ultimo accesso 3 maggio 2012).

<sup>7</sup> Per i servizi di segnalazione di errore o implementazione della banca dati, verrà richiesto il nominativo dell'utente.

<sup>8</sup> <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/it/> (ultimo accesso 3 maggio 2012).

<sup>9</sup> <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/it/> (ultimo accesso 3 maggio 2012).

<sup>10</sup> Il D.Lgs, infatti, richiede esplicitamente, al soggetto incaricato di redigere la VIARCH, il lavoro di consultazione esaustiva dei dati editi ed inediti; perché non agevolare questo passaggio?



Fig. 5.1 Attraverso il webGIS, è possibile segnalare eventuali interventi di scavo non seguiti dagli archeologi compilando un form ed evidenziando con il puntatore (spillo rosso nella toolbar) la posizione dello scasso.

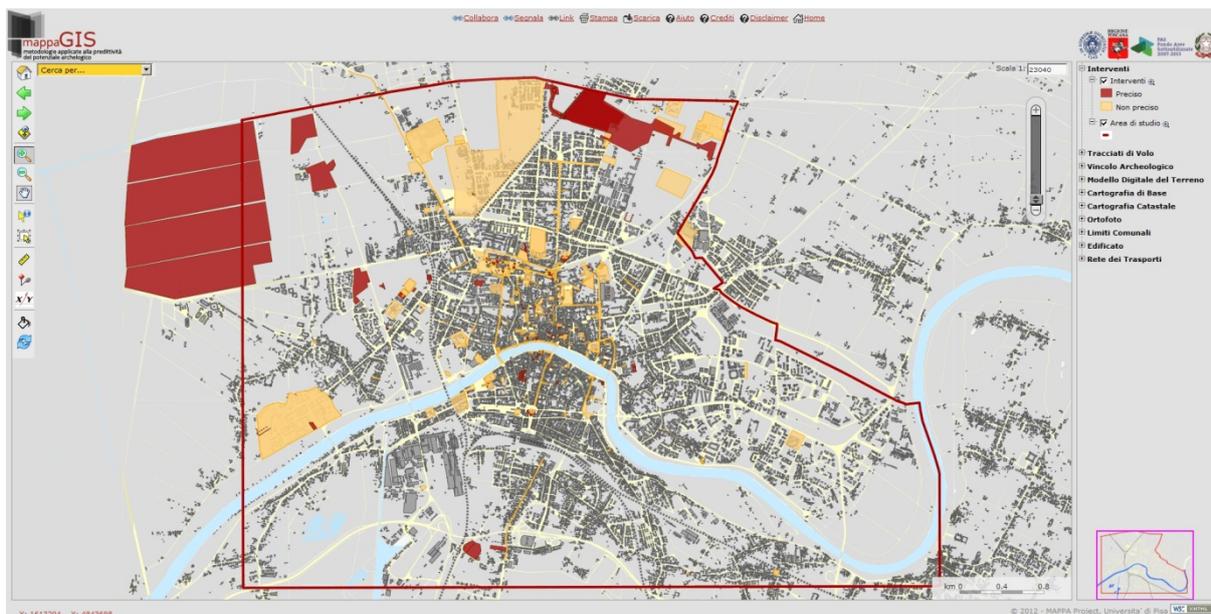


Fig. 5.2 La schermata iniziale del MAPPAGis. In alto, orizzontale, il ribbon, a sinistra la toolbar e lo strumento Cerca per..., a destra la content window con i tematismi attivi e attivabili, al centro la mappa.

- le aree edificate;
- la rete ferroviaria;
- la rete stradale.

Il ribbon oltre a riportare la denominazione del webGIS e i loghi, contiene una serie di strumenti per l'esportazione dei dati, l'assistenza all'utente e la collaborazione attiva. Attraverso i collegamenti **link**, **stampa** e **scarica**, è infatti possibi-

le rispettivamente vedere l'URL della visualizzazione a schermo sulla quale sta operando l'utente, copiarlo per poter aprire in un secondo momento la stessa visualizzazione, o per inviarlo ad un altro utente; stampare la visualizzazione a schermo della mappa, corredata dalla legenda dei livelli visualizzati, dal riferimento metrico e dalla scala; scaricare la visualizzazio-

ne a schermo della mappa come file immagine in formato .png con differenti risoluzioni o come raster georeferenziato in formato .geotiff. Gli strumenti di assistenza **aiuto**, **disclaimer** e **credits** guidano l'utente rispettivamente attraverso le funzionalità del webGIS, le norme che regolano l'utilizzo e la corretta citazione dei dati, le informazioni riguardanti il gruppo di lavoro che ha realizzato MAPPAgis. Gli strumenti **collabora** e **segnala** (cfr. § 5.4), permettono una collaborazione diretta con il Progetto, in un'ottica di archeologia 2.0, nella quale l'utente partecipa al miglioramento dello strumento webGIS, aumentandone l'aggiornamento e la sua efficacia. I due link sono rivolti rispettivamente ad un'utenza archeologica maggiormente specializzata e alla cittadinanza attiva. Attraverso **collabora** sarà possibile segnalare un errore sia nel posizionamento di un intervento, sia nella banca dati ad esso relativa, e/o implementare i dati con nuovi interventi, scaricando un file .shp sul quale georeferenziare l'area di intervento e un template, nel quale inserire i dati testuali, corredato dalle linee guida per facilitarne l'utilizzo. L'aggiornamento, una volta preso in carico dal sistema MAPPA e verificato, verrà caricato nel webGIS. Infine il collegamento home permette di

ritornare a [www.mappaproject.org](http://www.mappaproject.org).

La toolbar permette di muoversi all'interno della mappa, di zoomare, di ottenere informazioni sugli oggetti, di selezionare più oggetti sulla base di una selezione rettangolare di effettuare misurazioni lineari o di superficie, di posizionare dei marcatori che possono essere nominati a piacimento, di modificare la trasparenza dei singoli tematismi e di aggiornare il caricamento della mappa.

La content window mostra tutti i livelli presenti all'interno del webGIS e permette di attivarli e/o disattivarli a piacere e di zoomare sulla loro estensione.

La mappa è corredata dalla scala numerica modificabile a piacimento da parte dell'utente, dalla barra dello zoom e dalla scala metrica.

Le maggiori potenzialità di MAPPAgis sono garantite dalla possibilità di effettuare due differenti gradi di ricerca: la ricerca semplice e la ricerca avanzata. La ricerca semplice si può effettuare attraverso il menù **Cerca per...** (fig. 5.3) posto sotto il ribbon. Questa consente di scegliere tra i vari livelli e all'interno di questi tra i singoli campi su cui è possibile fare una ricerca (vedi menù *Aiuto* in [www.mappaproject.org/webgis](http://www.mappaproject.org/webgis)).

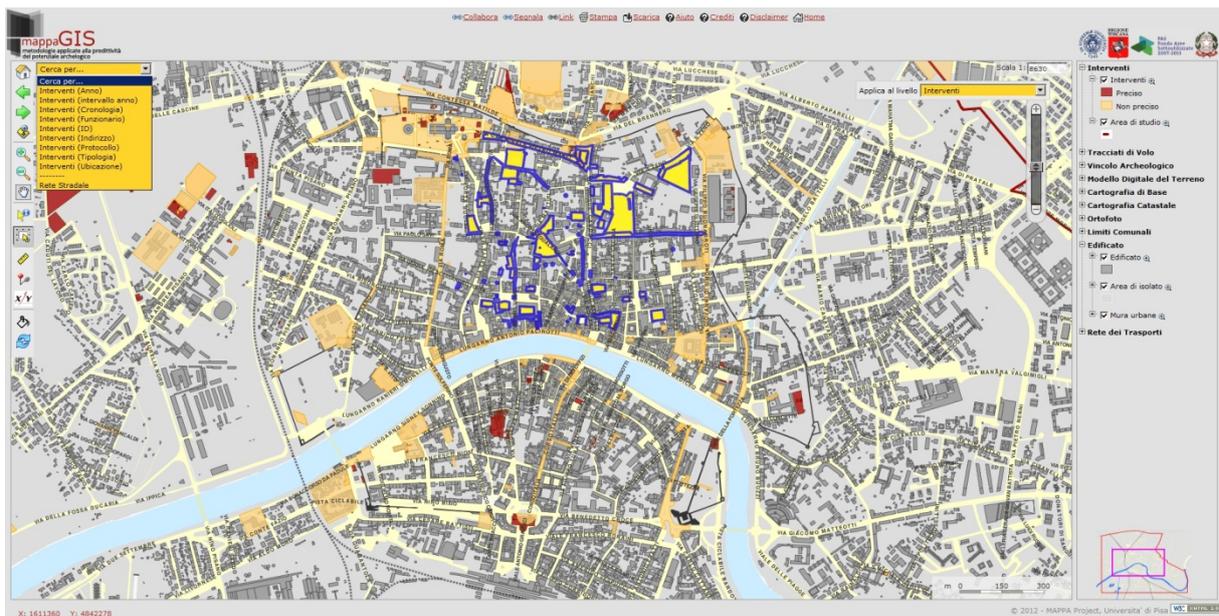


Fig. 5.3 A sinistra il menù *Cerca per...* e al centro la visualizzazione degli interventi selezionati (in giallo con bordo blu).

### 5.6.1 Gli interventi

Per quanto riguarda gli interventi è possibile effettuare

la ricerca semplice sui seguenti campi:

- *ID intervento*, consente, attraverso un menù a tendina dei record presenti, di cercare un singolo intervento del quale si conosca il numero identificativo;
- *ubicazione*, permette, attraverso un campo a scelta libera, di cercare gli interventi effettuati presso una localizzazione particolare (chiesa, palazzo, ecc.);
- *indirizzo*, permette, attraverso un menù a tendina dei record presenti della toponomastica urbana, di cercare uno o più interventi effettuati presso una via o piazza cittadina;
- *tipologia* (vedi § 8.3), permette, attraverso un menù a tendina dei record presenti, di selezionare gli interventi in base al tipo di indagine effettuata;
- *anno*, permette di cercare, attraverso un menù a tendina dei record presenti, l'anno di esecuzione di un singolo intervento;
- *intervallo anno*, permette di cercare tutti gli interventi eseguiti in un determinato arco cronologico, inserendo le datazioni in un campo a compilazione libera.
- *cronologia*, permette di effettuare una ricerca multipla, individuando tutti gli interventi nei quali sono attestati (si) o meno (no) ritrovamenti riferiti ad un determinato periodo storico (*preistoria, età protostorica, età etrusca, età romana, età tardo antica, altomedioevo, bassomedioevo, età moderna, età contemporanea, non identificato*);
- *n. protocollo*, permette di effettuare una ricerca libera sul protocollo;
- *Funzionario*, permette di effettuare una ricerca sui singoli funzionari competenti rispetto all'intervento.

Le ultime due ricerche sono pensate specificatamente per un'utenza legata alla Pubblica Amministrazione, che dal documento presente nei propri archivi voglia risalire alla localizzazione dell'intervento.

Una volta effettuata la ricerca, sulla mappa viene evidenziata la localizzazione degli interventi e, attraverso l'apertura di una finestra di riepilogo, è possibile zoomare su un singolo risultato e aprire la scheda di dettaglio del singolo intervento.

La ricerca avanzata agisce direttamente su una maschera di ricerca tramite la quale è possibile effettuare ricerche contemporanee su più campi: sui tre differenti gradi di categorizzazione dei ritrovamenti, da quello più generico (I livello) a quello più specifico (III livello), e sui campi numerici della cronologia iniziale e finale, in modo da definire degli intervalli cronologici<sup>11</sup> (tabella 5.1).

Thesaurus cronologia	Conversione numerica	
Bronzo	-1900/ -901	
Bronzo finale	-1150 / - 901	
Ferro	-900 / - 721	
Età etrusca	-720 / - 90	
Età etrusca orientalizzante	Antico*	-720/-681
	Recente*	-680/-631
	Medio*	-630/-581
Età etrusca arcaica	-580 / - 481	
Età etrusca classica	-480 / - 324	
Età etrusca ellenistica	-323 / - 90	
Età romana	-89 / 192	
Età romana tardo-repubblicana	-89 / -28	
Età romana età imperiale	-27 / 192	
Età romana prima età imperiale	-27 / 68	
Età romana media età imperiale	69 / 192	
Tardoantico	193 / 600	
Altomedioevo	601 / 1000	
Altomedioevo VI-VIII secolo	601 / 800	
Altomedioevo IX-X secolo	801 / 1000	
Bassomedioevo	1001 - 1491	
Bassomedioevo XI-XIII secolo	1001 / 1300	
Bassomedioevo XIV-XV secolo	1301 / 1491	
Età moderna	1492 / 1814	
Età moderna XVI secolo	1492 / 1600	
Età moderna XVII secolo	1601 / 1700	
Età moderna XVIII secolo	1701 / 1814	
Età contemporanea	1815 / data intervento	
Età contemporanea XIX secolo	1815 / 1900	
Età contemporanea XX secolo	1901 / 2000	
Non determinabile		

Tabella 5.1

<sup>11</sup> La scelta di operare sui campi numerici, piuttosto che sui campi testuali (cfr. § 4.1.1.6.2), è dovuta alla necessità di evitare incomprensioni culturali.

Attraverso il tasto scarica (fig. 5.3) è possibile scaricare sia in formato .csv, sia in formato .pdf i risultati della ricerca.

La scheda completa dell'intervento riporta una serie di dati che illustriamo di seguito perché possano essere letti correttamente dall'utente e utilizzati in maniera coerente. La prima parte della scheda riporta l'anagrafica dell'intervento: il numero che identifica in maniera univoca l'intervento e deve essere utilizzato per la corretta citazione bibliografica della scheda in una pubblicazione o in un documento, la sua ubicazione e la localizzazione topografica secondo la toponomastica ufficiale del comune all'interno del campo via/piazza, l'anno di esecuzione, la massima profondità raggiunta (quando essa è conosciuta) espressa in metri dalla superficie, la Direzione scientifica e l'esecutore dell'intervento. Una seconda parte descrive la/e fonte/i in base a cui è stato possibile censire l'intervento, evidenziando se l'informazione proposta sia stata desunta da documenti conservati in archivi o editi (fonte di informazione), le specifiche della fonte

primaria: n. di protocollo, tipologia del documento, funzionario competente se proveniente dagli archivi della Soprintendenza, scheda bibliografica se proveniente da dati pubblicati. Alcune schede riportano sia la documentazione di archivio, sia quella edita, specificando, sempre la fonte di informazione principale. A questa è collegata la voce bibliografia che o ripete la bibliografia già citata, o la amplia con la bibliografia principale di riferimento che tratta dell'intervento. I campi documentazione grafica, fotografica, compilativa, informano l'utente sulla presenza, o meno, di differenti tipologie di documentazione all'interno di un determinato archivio, senza specificarne, però, la qualità<sup>12</sup>. La categorizzazione dei ritrovamenti è presentata suddivisa nei tre differenti livelli (cfr. tabella 1 Appendice), associata alla cronologia in formato numerico, e al grado di affidabilità (cfr. § 4.1.1.6.3). Il valore di affidabilità viene espresso in una scala compresa tra 1 e 12 e permette di comprendere se la categorizzazione e la cronologia inserite siano più o meno affidabili. Per dare

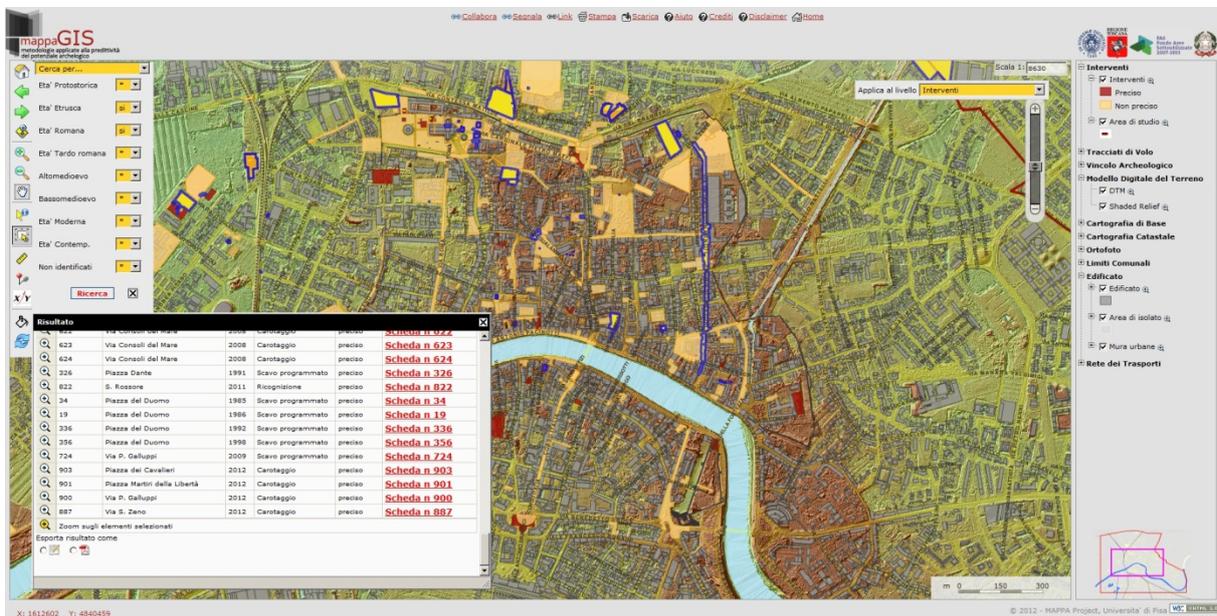


Fig. 5.4 Gli interventi che hanno evidenziato ritrovamenti sia di età etrusca, sia di età romana evidenziati (in giallo con bordo blu) sul DTM (con shaded relief) realizzato da LiDAR. La scheda risultato (in basso a sinistra) permette di esportare la lista dei risultati della ricerca come .csv o come .pdf, di aprire la scheda completa (link rosso sulla destra) o di zoomare sul singolo intervento (strumento zoom sulla sinistra).

<sup>12</sup> La qualità può comunque essere desunta dalla voce "affidabilità" descritta di seguito.

un ordine di grandezza possiamo dire che i ritrovamenti compresi tra 1 e 4 hanno un'affidabilità bassa, quelli compresi tra 5 e 8 un'affidabilità media e quelli tra 9 e 12 un'affidabilità alta.

#### 5.6.2 Le tracce da fotointerpretazione aerea

Il livello tracce contiene la sintesi di tutte le tracce lette nelle fotografie aeree (cfr. § 4.1.1.5). Su questo livello sarà possibile effettuare la ricerca semplice sui seguenti campi:

- N. traccia;
- Anno del volo;
- Codice di fotointerpretazione (cfr. § 9.1.1)
- Descrizione della traccia;
- Interpretazione;
- Tipologia della traccia.

### 5.7 Analisi spaziali

MAPPAGis è uno strumento in divenire, pensato per accrescere con il tempo le proprie funzionalità. Con il progredire della ricerca aumenteranno i livelli pubblicati, le ricerche possibili e gli strumenti di analisi. In particolare, sarà possibile svolgere delle analisi spaziali direttamente in rete, senza che l'utente abbia conoscenze sofisticate di software GIS. Pertanto, con in prossimi aggiornamenti, sarà prevista la possibilità di fare ricerche sulla base di buffer che, a partire da una collocazione puntuale come un'area presso la quale sia prevista un'opera da sottoporre a VIARCH, individui la collocazione degli interventi limitrofi e permetta la valutazione dell'interesse archeologico dell'area in esame.

[G. G.]



# 6. Il webGIS del progetto MAPPA: architettura del sistema e scenari futuri

Valerio Noti (DOI: 10.4458/8219-09)

## 6.1 Introduzione

La piattaforma webGIS di MAPPA (MAPPAGis) è stata progettata come strumento di cartografia digitale per pubblicare liberamente sul web i dati archeologici, geologici e geomorfologici prodotti nell'ambito del progetto e come importante contributo per la conoscenza del patrimonio archeologico della città di Pisa. In particolare, saranno messi a disposizione i tematismi di interesse scientifico e pubblico relativi al livello informativo archeologico, alla cartografia geologica e geomorfologica e alla cartografia del potenziale archeologico.

L'obiettivo principale è realizzare uno strumento interattivo e facilmente consultabile, rivolto agli enti di governo del territorio, agli enti preposti alla tutela, ai professionisti, ai ricercatori, agli appassionati e alla società civile nel suo insieme, senza distinzioni o priorità. Tale approccio è a nostro parere fondamentale non solo in una logica di accessibilità e condivisione della conoscenza, ma anche per l'utilizzo della piattaforma come supporto decisionale per la tutela del territorio, la governance e la ricerca. In quest'ottica è importante ricordare uno dei principali vantaggi nell'utilizzo dei webGIS, vale a dire la notevole facilità di utilizzo e la conseguente accessibilità ad una platea di utenti altrimenti non raggiungibile.

## 6.2 Piattaforma tecnologica e architettura generale del sistema

MAPPAGis è stato realizzato utilizzando tecno-

logie totalmente Open Source. L'architettura generale è così costituita:

- Un web server Apache<sup>1</sup>
- Un webGIS Application Server (MapServer<sup>2</sup>)
- Un framework front-end (p.mapper<sup>3</sup>) di MapServer

È attualmente installato su una macchina all'interno della intranet del laboratorio MAPPA, presso il Polo didattico "Ex-Guidotti" dell'Università di Pisa.

Il server, dedicato esclusivamente all'applicazione webGIS, è dotato di processore Quad Core 64bit con frequenza 3.4 GHZ, 8 GB di RAM, Hard Disk con 1 TB di spazio. L'applicazione è stata installata su una macchina virtuale con sistema operativo Linux Ubuntu<sup>4</sup> Server 10.04 LTS (Lucid Lynx), con risorse hardware dedicate di 5 GB di RAM e spazio disco di 300 GB. La macchina host fisica dispone di un sistema operativo Microsoft Windows Server 2008 Web Edition<sup>5</sup>, unica risorsa non Open Source dell'infrastruttura. La virtualizzazione è gestita dal software Virtual Box<sup>6</sup> 4.1 di Oracle. Trattandosi di una configurazione con unica macchina virtuale, non è stato necessario implementare tecniche di bilanciamento di carico.

Dal punto di vista della configurazione di networking, la macchina host fisica è dotata di un indirizzo IP reso pubblico dai Servizi di Rete dell'Università di Pisa (SerRA<sup>7</sup>). Per evitare l'esposizione verso l'esterno di due interfacce di rete con IP pubblico è stato implementato, utilizzando il software open source rinetd<sup>8</sup>, un servizio di

<sup>1</sup> <http://httpd.apache.org/>.

<sup>2</sup> <http://mapserver.org/>.

<sup>3</sup> <http://www.pmapper.net/>.

<sup>4</sup> <http://www.ubuntu-it.org/>.

<sup>5</sup> <http://www.microsoft.com>.

<sup>6</sup> <https://www.virtualbox.org/>.

<sup>7</sup> <http://www.serra.unipi.it/>.

<sup>8</sup> <http://www.boutell.com/rinetd/>.

port forwarding con reindirizzamento delle chiamate verso la macchina virtuale su una specifica porta. Le performance di rete verso il server webGIS sono state incrementate aumentando il buffer TCP per garantire un throughput ottimale. Il monitoraggio è stato effettuato attraverso alcuni tool di controllo, sia per quanto riguarda la velocità di accesso che il trasferimento files. Nonostante la latenza inevitabilmente introdotta dal processo di virtualizzazione dell'interfaccia di rete, i risultati del monitoraggio sono stati decisamente positivi, con velocità relativamente elevate della rete di Ateneo ed esperienza di navigazione ottimale nell'utilizzo del webGIS.

La scelta dell'installazione su macchina virtuale è motivata essenzialmente dagli indubbi vantaggi apportati dalla tecnologia di virtualizzazione, sia in termini di gestione e ottimizzazione che di manutenzione della piattaforma. L'utilizzo di questa tecnica permette infatti di agevolare la duplicazione, l'aggiornamento e il debugging da parte degli sviluppatori, attività che di fatto prevedono la necessità di trasferire un unico file dalle macchine di sviluppo a quella di produzione.

Inoltre il termine del progetto, previsto per giugno 2013, comporterà probabilmente lo spostamento dell'applicazione su nuovo server ubicato presso la struttura di uno dei partners; l'utilizzo della virtualizzazione permetterà di trasferire agevolmente l'infrastruttura, che sarà possibile installare su server fisici con sistemi operativi MS Windows, Linux o Unix senza necessità di particolari configurazioni tecniche. Ulteriori benefici provengono inoltre dai tempi fortemente ridotti di eventuale ripristino o disaster recovery in caso di malfunzionamento del server, caratteristica da considerarsi fondamentale soprattutto dopo il termine del progetto con minore necessità di risorse umane specialistiche. Infine, la vir-

tualizzazione permetterà al gruppo di lavoro un'agevole replicabilità dell'applicazione per progetti simili, che potranno quindi essere gestiti dal punto di vista tecnico-informatico con modalità più spedite.

Il webGIS MAPPA è basato sul software MapServer<sup>9</sup> 6.0.2, un motore di rendering cartografico open source per la pubblicazione di dati spaziali, sviluppato originariamente dall'Università del Minnesota (UMN) in cooperazione con il Minnesota Department of Natural Resources (MNDNR) e con la NASA; il progetto è attualmente gestito da un team internazionale, amministrato dall'OSGeo<sup>10</sup> (Open Source Geospatial Foundation). MapServer, ampiamente utilizzato in ambienti di produzione, è considerato allo stato attuale il punto di riferimento a livello mondiale per le soluzioni open source di web mapping. L'interfaccia web si basa su p.mapper<sup>11</sup> (release 4.2), un framework sviluppato da Armin Burger e distribuito con licenza GNU General Public License. p.mapper utilizza PHP/MapScript, un modulo che rende disponibile funzioni e classi di MapServer in ambiente PHP. I servizi di database dell'applicazione webGIS sono forniti da PostgreSQL 8.4<sup>12</sup>, un database relazionale ad oggetti basato su linguaggio SQL e strettamente conforme agli standard ANSI-SQL:2008, corredato dall'estensione spaziale PostGIS<sup>13</sup>, sviluppata da Refrations Research e conforme alle specifiche dell'Open Geospatial Consortium. La macchina virtuale Linux espone i servizi web attraverso il software Apache HTTP Server 2.2 (Apache Software Foundation<sup>14</sup>) in ascolto su una specifica porta TCP/IP (fig. 6.1).

Per quanto riguarda gli strumenti di programmazione, sono utilizzati i linguaggi di scripting lato server PHP 5.3, Javascript e la tecnologia Ajax (Asynchronous JavaScript and XML)<sup>15</sup>.

---

<sup>9</sup> <http://mapserver.org/>.

<sup>10</sup> <http://www.osgeo.org/>.

<sup>11</sup> <http://www.pmapper.net/>.

<sup>12</sup> <http://www.postgresql.org/>.

<sup>13</sup> <http://postgis.refrations.net/>.

<sup>14</sup> <http://www.apache.org/>.

<sup>15</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax\\_\(programming\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming)).

Tutti i pacchetti software sono stati compilati manualmente in ambiente Debian-Ubuntu attraverso compilatore GCC (GNU Compiler Collection)<sup>16</sup>. È stata inoltre necessaria la pre-compilazione di alcune librerie software aggiuntive<sup>17</sup> per garantire la compatibilità con diversi formati di dati e per migliorare il rendering in ambiente MapServer.

Il webGIS restituisce codice validato XHTML 1.0 Strict ed è consultabile attraverso qualsiasi browser web compatibile con gli standard W3C (World Wide Web Consortium)<sup>18</sup>: Mozilla Firefox 7+, Google Chrome 10+, Microsoft Internet Explorer 7+, Safari 4+, ecc.

### 6.3 Sicurezza

La rete di Ateneo dell'Università di Pisa non prevede dispositivi di routing o interfacce NAT (Network Address Translation) per la messa in sicurezza delle macchine esposte verso l'esterno con indirizzo pubblico. Per questo motivo sono state attuate particolari misure di sicurezza del sistema con lo scopo di controllare e bloccare eventuale traffico o accessi anomali in entrata. La macchina su cui è ospitato il webGIS è posta dietro un server firewall Linux appositamente configurato con script per la definizione delle policy di accesso. Di fatto è stata generata una DMZ (demilitarized zone), accessibile sia dalla rete locale del laboratorio MAPPA per aggiornamento dei dati attraverso file system con accesso controllato, sia dalla rete Internet per la consultazione web. Inoltre, sul server fisico con sistema operativo Microsoft Windows Server, il firewall è stato configurato con policy di sicurezza fortemente conservative e il software IIS (Internet Information Server) è stato disattivato necessitando solamente del port forwarding verso la macchina virtuale.

Per quanto riguarda la strategia di backup, sono state predisposte nella rete intranet rigorose pro-

cedure di salvataggio ridondante e disaster recovery con dischi RAID, backup periodici e automatizzati su NAS ubicato in altra struttura dell'ateneo.

Infine, è stato configurato un apposito servizio di monitoraggio in remoto dello stato del server con invio di e-mail di allarme in caso di cessazione del servizio o non raggiungibilità di rete.

### 6.4 Funzionalità dell'interfaccia webGIS

Il webGIS del progetto MAPPA è basato sul framework p.mapper<sup>19</sup>. Si tratta di una soluzione client di MapServer, molto utilizzata dalla Pubblica Amministrazione italiana, che prevede un carico di elaborazione essenzialmente demandato al motore cartografico server ed un utilizzo estensivo dello scripting PHP/Mapscript. Tale piattaforma tecnologica è stata considerata adatta agli scopi del progetto sia per la disponibilità e qualità dei suoi strumenti di navigazione o ricerca, sia per la sostanziale semplicità nella personalizzazione dell'interfaccia. I rilasci successivi del webGIS prevedono infatti l'implementazione di apposite routine custom e lo sviluppo di funzionalità aggiuntive rispetto a quelle fornite dalla piattaforma standard.

La soluzione p.mapper/MapServer è gestita da team di sviluppo molto attivi e supportata da una consistente comunità internazionale. Garantisce inoltre compatibilità con i più diffusi formati di dati (PostGIS, Shapefile, ecc.) oltre alla completa aderenza agli standard OGC<sup>20</sup> (Open Geospatial Consortium) WMS e WFS e alla possibilità di implementare un sistema multilingua con relativa facilità. L'interfaccia (fig. 6.1), caratterizzata da notevole usabilità e semplicità di utilizzo, presenta numerose funzionalità, molte delle quali tipiche dei sistemi di web mapping: gli utenti possono visualizzare i dati con i classici strumenti di navigazione (zoom e pan), estrarre informazioni

<sup>16</sup> <http://gcc.gnu.org/>.

<sup>17</sup> libPng 1.5, libecw 2.3, libgd 2.0, libproj 4.7, libcurl 7.23, giflib 4.1, GDAL 3.3, AGG 2.4, pdflib (lite) 7.0.

<sup>18</sup> <http://www.w3.org/>.

<sup>19</sup> <http://www.pmapper.net/>.

<sup>20</sup> <http://www.osgeo.org/>.



6.1 L'interfaccia utente del webGIS MAPPA

dalle features con query puntuali o areali su diversi livelli, esportare i risultati, analizzare e interpretare i dati, eseguire ricerche sugli attributi dei database, misurare in modo interattivo distanze e superfici.

Il webGIS MAPPA è caratterizzato inoltre dalla implementazione di plugin esterni disponibili per p.mapper, come la possibilità di eseguire comandi di zoom sull'estensione complessiva di un layer, la modifica della trasparenza dei singoli strati (raster e vettoriali) per agevolare la visualizzazione complessiva, l'inserimento di punti di interesse e la ricerca per coordinate. Sono inoltre disponibili la stampa in formato PDF con impostazione di scala, formato e orientazione carta, l'esportazione in immagine PNG della porzione di territorio visualizzata e un localizzatore interattivo per agevolare la navigazione sull'area di indagine.

Tutte le funzionalità dell'applicazione si basano sulla tecnologia Dynamic HTML (DHTML) che evita la necessità di ricaricamento della pagina in seguito all'utilizzo degli strumenti di navigazione e permette di migliorare sensibilmente l'esperienza di consultazione aumentando l'interattività dell'utente.

I layers spaziali (raster o vettoriali) sono organizzati in categorie e possono essere resi visibili o non

visibili attraverso checkbox. La loro gestione e la definizione di attributi grafici e intervalli di visibilità per singolo strato sono demandati al motore MapServer attraverso la configurazione del classico mapfile, editato e configurato manualmente, e dall'interfaccia p.mapper con file XML.

## 6.5 Infrastruttura dei dati geografici

Nel webGIS sono raccolti e consultabili i livelli informativi prodotti dal team di ricerca, oltre alla cartografia di base disponibile per la città di Pisa. L'infrastruttura di dati geografici è direttamente correlata a quella implementata nella intranet e nelle workstations del laboratorio MAPPA. Gli strati geospaziali prodotti sono forniti inizialmente in formato shapefile o ESRI Geodatabase e successivamente inseriti nel database PostGIS dopo validazione e collaudo finale. Per quanto riguarda i dati non geografici collegabili ai livelli webGIS, sono in uso all'interno del laboratorio applicazioni software preesistenti in formato Microsoft Access; anche in questo caso è prevista una progressiva conversione verso il formato PostgreSQL.

Il primo rilascio del webGIS è stato caratterizzato dalla pubblicazione dei seguenti livelli informativi principali:

**Scheda dell'intervento**

**Scheda di intervento 131**

Ubicazione: Via della Sapienza  
 Tipologia intervento: Scavo programmato  
 Direzione Scientifica: S. Bruni  
 Anno: 1993  
 Precisione di georeferenziazione: 2  
 Probabilità massima: 0  
 Esecutore: A. Alberti

Fonte di informazione: Edita

N. Protocollo: 47954-47955 (SBA1)  
 Tipo di documento: Immagini fotografiche  
 Funzionante competente: S. Bruni

Autore: ALBERTI A., STAFFINI D.  
 Titolo: Una fornace di epoca moderna a Pisa: indagine archeologica e ricerca d'archivio  
 In: "Atti del XXVIII Congresso Internazionale della Ceramica" (Albiola Superiore 26 - 28 maggio 1995)  
 Luogo/Date di pubblicazione: Albiola, 1998  
 Pagina: 23

Descrizione: All'interno di una casa-torre sono stati documentati i resti di una fornace per ceramica ingobbata databile al secondo ventennio del XVII secolo. I resti rinvenuti comprendevano la camera di combustione (1,30 x 1,40 m.) preceduta da un pronao, ed alcune attività edilizie riconducibili ad un restauro della struttura. La documentazione in terra era costituita da laterizi mazzolari poggianti su un piano di argilla. Sono stati raccolti circa 300 frammenti ceramici (non considerati nel conteggio di stratigrafia cronologica), riferibili ad ingobbiate, a fondo ribassato, grafite e punte, grafite e stacca, mazzolate, in seguito la camera di combustione venne abbattuta da una conduttura fognaria setticemica.

Documentazione grafica: No  
 Compilatore scheda A. Campus  
 Documentazione fotografica: Sì  
 Data ultimo aggiornamento: 2011-12-22  
 Documentazione compilativa: No

**Bibliografia**

ALBERTI A.  
 Una fornace post-medievale per la produzione di ceramica ingobbata a Pisa  
 In: "Science and Technology for Cultural Heritage", 8 (1-2)  
 Pisa-Roma, 1999 - pp. 37-47

ALBERTI A., STAFFINI D.  
 Una fornace di epoca moderna a Pisa: indagine archeologica e ricerca d'archivio  
 In: "Atti del XXVIII Congresso Internazionale della Ceramica" (Albiola Superiore 26 - 28 maggio 1995)  
 Albiola, 1998 - pp. 23

**Ritrovamenti (\*)**

Livello	II Livello	III Livello	Cronologia iniziale		Cronologia finale Affidabilità	
			1001	1491	1491	4
Area ad uso privato	Edificio abitativo	casa-torre	1001	1491	4	4
Area produttiva	Lavorazione argilla	struttura per la produzione di ceramica	1616	1640	4	4
Infrastruttura	Infrastruttura Grafica	sistema acquedotti	1721	1814	4	4
Area commerciale	Struttura di vendita	bar	1815	1993	4	4

MAPPA Project - Università di Pisa - www.mappaproject.org

## 6.2 Scheda di dettaglio di un intervento

- “Livello Informativo Archeologico”, tematismo attraverso il quale vengono rappresentati gli interventi archeologici riferiti al sottosuolo. Gli attributi degli interventi, archiviati su database PostgreSQL, sono richiamabili attraverso i pulsanti di query puntuale o areale che permettono di visualizzare una finestra DHTML con alcuni dati di sintesi da cui, attraverso Hyperlink, è possibile aprire una scheda informativa di dettaglio contenente la categorizzazione dei ritrovamenti in collegamento uno a molti (fig. 6.2)
- “Carta delle anomalie aerofotografiche”, realizzata interpretando le tracce determinate da elementi sepolti, leggibili sulle fotografie aeree dal 1943 in poi.
- “Vincolo archeologico”, comprendente i vincoli che insistono sull’area di indagine MAPPA (fornito dal Consorzio LaMMA<sup>21</sup> con la supervisione della Direzione Regionale toscana del Ministero dei Beni Culturali).
- Hillshade da DTM (Digital Terrain Model) derivato da rilievo LIDAR 2008 (fornito da Regione Toscana, risoluzione 1m).
- Catasto vettoriale (fornito dal Centro Servizi “GIS.CA.”<sup>22</sup>, convenzione tra Regione Toscana ed ANCI Toscana).
- Edificato, rete di trasporti (stradale e ferroviaria) e idrografia (provenienti da elaborazione della Carta Tecnica Regionale 1:2.000 in formato shapefile).

L’applicazione sarà oggetto di aggiornamenti successivi che porteranno all’inserimento di nuovi layer tematici, dall’archeologia degli elevati, alla cartografia storica, alla cartografia geomorfologica fino alla pubblicazione finale della Carta del Potenziale Archeologico.

L’interfaccia p.mapper fornisce inoltre funzionalità di interrogazione evolute, configurabili attraverso files XML, che permettono di definire diversi parametri di ricerca all’interno dei layer geografici. In particolare è possibile eseguire ricerche sugli interventi in base a tipologia, ubicazione e cronologia. Sarà inoltre implementata la possibilità di eseguire query avanzate, attraverso apertura di un apposito form, all’interno della banca dati collegata dei ritrovamenti categorizzati.

<sup>21</sup> <http://www.lamma.rete.toscana.it/> (cfr. § 7).

<sup>22</sup> <http://www.ancitoscana.it/servizi-ai-comuni/acquisizione-servizi-e-forniture/gisca-centro-servizi-regionale-sul-catasto/>.

Per quanto riguarda le basemaps, è stata utilizzata principalmente la Cartografia Tecnica della Regione Toscana (CTR). Tale cartografia, disponibile in diversi formati sia raster che vettoriali (shapefile e CAD), è stata inserita all'interno del webGIS attraverso il servizio regionale WMS Geoscopio<sup>23</sup>.

Sono consultabili i livelli raster in scala 1:2.000 (rev. 3) e 1:10.000 della CTR, con associati i relativi quadri di unione vettoriali. Sempre attraverso il servizio WMS sono state inserite le ortofotocarte in scala 1:10.000 degli anni 1954 (bianco e nero) e 2010 (colori).

I servizi WMS della Regione Toscana garantiscono la consultazione di livelli geografici fondamentali per gli scopi del progetto. Sono tuttavia da evidenziare alcuni limiti di questa fornitura. In primo luogo, non è possibile modificare la scala di visualizzazione minima (1:5.000 o 1:15.000). Questo comporta l'impossibilità di consultare cartografia (e soprattutto fotografie aeree rettificate) a scale minori e di avere quindi una migliore visione globale del territorio. Inoltre, per molti strati, non sono desumibili le aree di copertura: è infatti frequente il caso di mancanza di dato (ad es. nella CTR 1:2.000) nonostante la presenza del tassello del quadro di unione. Infine, la buona qualità delle ortofotocarte è purtroppo accompagnata da una bassa velocità media di caricamento da parte dei server WMS, sintomo probabilmente di una non adeguata compressione dei files di immagine.

## 6.6 Sistema di riferimento

Il sistema geodetico-cartografico utilizzato dalla Regione Toscana è il Roma 40 Gauss-Boaga fuso Ovest (Codice EPSG 3003), al quale sono stati allineati tutti i dati cartografici e tematici gestiti dal webGIS. Tuttavia, alla fine di febbraio 2012 è stato emanato un provvedimento in Gazzetta Ufficiale (n. 48 del 27/02/2012, Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 10/11/2011) con il quale è stato adottato un nuovo sistema

di riferimento geodetico nazionale denominato ETRF2000 (2008.0), che di fatto obbliga le Pubbliche Amministrazioni al suo utilizzo per i nuovi rilievi e alla conversione dei dati pregressi. Alla luce di questa recente direttiva, tutti i layers tematici del progetto MAPPA saranno convertiti in ETRF2000 attraverso gli strumenti di conversione resi disponibili dall'Istituto Geografico Militare. Il webGIS riceverà tale sistema non appena la Regione Toscana renderà disponibili i layers del servizio WMS con i codici EPSG aggiornati.

## 6.7 Direttiva Inspire e standard internazionali

Il webGIS è stato progettato in conformità con gli standard dell'OGC<sup>24</sup> (Open Geospatial Consortium) in merito ai requisiti di interoperabilità con le specifiche della direttiva INSPIRE<sup>25</sup> del Parlamento Europeo (INSPIRE, 2007) e con le indicazioni sul Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali del DigitPA ex CNIPA (Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione).

I layer generati dal gruppo di ricerca MAPPA saranno disponibili secondo servizi web basati su standard OGC (OGC, 2010) quali WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service) e WCS (Web Coverage Service). Utilizzando tali servizi gli utenti potranno quindi consultare e interrogare gli strati geografici attraverso altri software GIS desktop o server.

Trattandosi di servizi che necessitano di adeguate performance lato server, saranno valutate a breve termine le possibilità tecniche di utilizzare il servizio WMS Geoscopio<sup>26</sup> della Regione Toscana (partner MAPPA) per la loro diffusione. Gli standard OGC saranno quindi implementati immediatamente dopo il primo rilascio del webGIS. È prevista inoltre la predisposizione di un'apposita sezione web che descriverà le procedure per poter utilizzare i web-services e fornirà i link per le richieste GetCapabilities e gli URL di accesso al server.

<sup>23</sup> <http://www.rete.toscana.it/sett/territorio/carto/repertorio/geoscopio.htm>.

<sup>24</sup> <http://www.osgeo.org/>.

<sup>25</sup> <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/3>.

<sup>26</sup> <http://www.rete.toscana.it/sett/territorio/carto/repertorio/geoscopio.htm>.

A partire dal mese di aprile 2012 è disponibile online il portale del Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali<sup>27</sup> (RNDT) istituito presso DigitPA con l'articolo 59 del Codice dell'Amministrazione Digitale e in conformità al citato DM 10 novembre 2011. Le specifiche tecniche di compilazione dei metadati sono in corso di pubblicazione sul portale, così come le procedure per l'alimentazione del repertorio da parte delle amministrazioni. Non appena queste saranno disponibili, gli strati informativi del webGIS MAPPA saranno corredati da meta-informazioni in aderenza agli standard ISO/TC211 e al regolamento CE n. 1205/ 2008 attuazione della direttiva INSPIRE sui metadati.

### 6.8 Il ciclo di vita del webGIS. Problematiche di manutenzione e aggiornamento.

La scelta di una piattaforma totalmente Open Source riduce in modo significativo i costi di implementazione e garantisce l'indipendenza da singoli fornitori o formati di dati proprietari. Nel settore webGIS le tecnologie Open Source hanno raggiunto da molti anni caratteri di stabilità e affidabilità spesso superiori a quelli di sistemi proprietari. Tale scelta, a nostro parere, permette quindi una pianificazione a lungo termine, altrimenti non possibile in condizioni di scarsa disponibilità di risorse.

Si tratta senza dubbio di un aspetto molto delicato: una delle principali criticità (e spesso motivo di discussione) nelle applicazioni webGIS è proprio la durata del ciclo di vita del sistema. Purtroppo, molte esperienze sviluppate negli ultimi anni da parte di soggetti diversi e in diversi settori della gestione territoriale, sono state caratterizzate da rapida obsolescenza, assenza di aggiornamenti dopo i primi rilasci e conseguente abbandono. I motivi per cui si verificano queste situazioni possono essere molto diversi: errata progettazione, mancanza di risorse, non prevista scalabilità del sistema, portabilità su altre piattaforme hardware o software non pianificata.

Per la natura stessa dei webGIS, la mancanza di

aggiornamenti dei dati dopo i primi rilasci e la frequente chiusura verso l'esterno portano ad obsolescenza e ad una veloce "morte contenutistica" di applicazioni tenute in vita solo dal punto informatico.

Per limitare questi rischi e per garantire longevità allo strumento webGIS anche "dopo che gli informatici se ne saranno andati", il team di ricerca ha intrapreso un percorso iniziato con la scelta Open Source e volto ad agevolare al massimo l'interscambio dei dati con altri operatori, anche dopo la scadenza del progetto previsto per giugno 2013. Questo percorso ha come scopo quello di colmare l'aspetto critico di progetti a tempo come il MAPPA, vale a dire la manutenzione del sistema, l'aggiornamento dei dati, l'interoperabilità tra soggetti esterni e partner del progetto. Si tratta sicuramente di un obiettivo ambizioso che passerà per incontri tecnici e scientifici con diversi attori, valutazione delle risorse necessarie, pianificazione delle attività ordinarie, prevedendo inoltre la portabilità dell'applicazione su altre piattaforme con sforzi tecnici relativamente minimi.

Sin dal primo rilascio è stata inserita la possibilità di segnalare eventuali interventi archeologici non presenti sui livelli cartografici e di richiedere un sopralluogo dei ricercatori del progetto. Il webGIS è stato pensato tuttavia in un'ottica partecipativa e di interoperabilità: sarà necessario permettere a soggetti esterni di poter contribuire attivamente all'aggiornamento del database geografico agevolando quindi un progressivo e costante flusso di dati verso l'applicazione. Le procedure per garantire questo flusso sono allo studio del gruppo di ricerca e prenderanno forma nei successivi rilasci con la definizione di specifiche, rese disponibili sul sito web. Una delle ipotesi avanzate è quella della fornitura di un layer template in formato shapefile, caratterizzato dalla stessa struttura di database dei livelli geografici del webGIS. In questo modo gli operatori esterni potranno digitalizzare features geografiche in ambiente GIS desktop ed eseguire l'upload

<sup>27</sup> <http://www.rndt.gov.it/>.

dei dati attraverso il sito del progetto, unitamente alle meta-informazioni. Dopo una verifica tecnica e concettuale, una procedura automatizzata potrà integrare gli aggiornamenti all'interno della banca dati ufficiale.

Un'altra possibile soluzione è quella strettamente partecipativa, derivata da esperienze internazionali come FixMyStreet<sup>28</sup> o nazionali come il progetto IRIS<sup>29</sup> del Comune di Venezia che, seppur orientate a segnalazioni riferite a tematiche molto diverse da quella archeologica, possono senz'altro essere prese come riferimento per i nostri scopi. Questa scelta condurrebbe l'applicazione verso una soluzione web 2.0 con la possibilità di integrare più facilmente all'interno della banca dati contenuti creati dagli utenti, aumentando contestualmente il coinvolgimento da parte dei cittadini e degli operatori di settore e l'interesse generale verso l'applicazione. Riagganciandoci a quanto scritto in precedenza, una soluzione partecipativa potrebbe probabilmente garantire un lungo ciclo di vita all'applicazione, conferendo anche maggior visibilità sia sul web che sui canali informativi tradizionali. Le possibilità offerte da un approccio di "social mapping", filtrato comunque dalle verifiche tecniche e scientifiche dei ricercatori del progetto, farebbero del webGIS uno dei tasselli di quella "smart city" informativa con cui sempre di più avremo a che fare nelle politiche di governance e gestione del territorio.

## 6.9 Scalabilità del sistema

Il webGIS è stato progettato con un'architettura caratterizzata da elevata scalabilità sia hardware che software. La piattaforma attualmente implementata è adeguata per un carico di lavoro realisticamente non pesante, con numero di accessi contemporanei non elevato. È ovvio che il team del progetto si adopererà per aumentare progressivamente il numero di contatti e di utenti del sistema. A questo proposito è evidente come la virtualizzazione garantisca un'agevole portabilità su

sistemi hardware più potenti dell'attuale, soprattutto in caso di necessità di suddivisione dell'applicazione su più server virtuali, ad esempio differenziando il MapServer dal db Server.

Resta inoltre una potenziale criticità riguardante la tecnologia prevalentemente "server oriented" della soluzione adottata. In caso di accessi contemporanei numericamente molto elevati, si verrebbe a creare infatti un sovraccarico difficilmente sostenibile da parte dell'attuale architettura, con eccessivo utilizzo delle risorse hardware del server e conseguente rallentamento o addirittura non esecuzione dei servizi per timing out. Recentemente, il team di sviluppo di p.mapper ha rilasciato una beta della versione 5.0 con integrazione del framework Javascript OpenLayers<sup>30</sup> e un sostanziale spostamento del carico di lavoro dal server ai browsers client. In sostanza si tratta del passaggio alla tecnologia su cui si basano i servizi di web mapping di Google (es. Google Map).

In base alle performance dell'attuale webGIS, alle statistiche di accesso e alla roadmap dell'attuale beta, saranno valutate le possibilità di effettuare il porting del webGIS alla versione 5 di p.mapper con approccio essenzialmente "client oriented". Tale porting prevede comunque, dal punto di vista informatico, un'attività non eccessivamente onerosa, poiché non sarà necessario procedere a nuova progettazione o modifica dei files di configurazione.

Questa possibilità testimonia l'elevata scalabilità della soluzione tecnologica adottata oltre che l'attività del team di sviluppo del framework utilizzato.

## 6.10 Conclusioni

Il webGIS archeologico del progetto MAPPA conferma ulteriormente l'affidabilità e le performance dei sistemi Open Source di web mapping in generale e della soluzione p.mapper/MapServer in particolare.

La piattaforma è stata progettata conferendo par-

<sup>28</sup> <http://www.fixmystreet.com/>.

<sup>29</sup> <http://iris.comune.venezia.it/>.

<sup>30</sup> <http://openlayers.org/>.

icolare importanza alla scalabilità del sistema, con un dimensionamento iniziale hardware e software adeguato per la diffusione delle prime versioni del webGIS e per i carichi di utilizzo previsti. La scelta della virtualizzazione garantisce inoltre bassi costi di implementazione e portabilità futura, oltre che facilità nelle attività di debugging e aggiornamento del sistema. È importante notare che, già a partire dalla prima pubblicazione, il webGIS prevede un forte carattere di interoperabilità attraverso servizi WMS, con la possibilità di consultare dati provenienti da fonti differenti ubicati su server esterni o localmente sul server MAPPA.

La pubblicazione in rete dei dati GIS del progetto mette in evidenza quelli che sono i vantaggi principali della tecnologia webGIS: la riduzione del carico di assistenza e manutenzione, l'interscambio e la condivisione dei dati, la garanzia di accesso ad un pubblico potenzialmente molto vasto verso uno strumento di semplice utilizzo. Tali potenzialità non devono tuttavia far dimenticare la relativa difficoltà di aggiornamento di tali strumenti e la necessità di definire misure atte a prolungare il ciclo di vita del sistema, in un'ottica di condivisione delle informazioni e di coinvolgimento partecipativo di tutti i soggetti interessati.



# 7. Il Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana

*Roberto Costantini, Luca Angeli (DOI: 10.4458/8219-10)*

## 7.1 Introduzione

Nel triennio 1999-2001 la Regione Toscana, con il Laboratorio per la Meteorologia e la Modellistica Ambientale (LaMMA), ora Consorzio LaMMA, partecipa al Progetto europeo INTERREG IIC Medoc denominato “Carta del Rischio”, insieme ad altre regioni italiane ed europee e all’Istituto Centrale per il Restauro (ICR) del Ministero per i Beni e le Attività Culturali<sup>1</sup> (COSTANTINI 2001 a). Dall’esperienza acquisita durante il progetto europeo emerge che non sempre gli archivi delle diverse Soprintendenze permettono di conoscere con rapidità e agevolmente la consistenza del patrimonio culturale vincolato o di individuare con certezza l’esatta ubicazione dei beni, a causa dell’enorme quantità di documentazione prodotta in oltre un secolo di attività (considerando che i primi atti di tutela fanno riferimento alla legge 364 del 1909), nonché delle mutazioni toponomastiche e catastali avvenute in questo lasso di tempo. (COSTANTINI 2001 b).

In tale contesto vengono poste le basi per il successivo progetto regionale “Carta dei Vincoli” (2001-2003), evolutosi infine nel Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Regione Toscana, strumento attraverso il quale è oggi possibile la consultazione delle cartografie digitali e degli archivi alfanumerici dei vincoli archeologico, architettonico e paesaggistico presenti nell’intero territorio regionale.

Considerata l’eccezionale mole di dati (ad oggi oltre 17.000 provvedimenti acquisiti, per un totale di oltre 85.000 pagine scansionate) e la stratifi-

cazione storica degli stessi, al fine di ottenere un prodotto omogeneo e in grado di fornire indicazioni univoche, è stato deciso, in accordo con il MiBAC, di concentrare l’indagine sull’individuazione dei beni sottoposti ad espliciti provvedimenti di tutela, rimandando ad un secondo momento l’estensione a tutti gli altri beni eventualmente catalogati o censiti; ciò ha permesso di realizzare un prodotto direttamente utilizzabile dalle amministrazioni locali per la conoscenza, anche da un punto di vista geografico, di tutti i provvedimenti aventi efficacia giuridica e dai quali deriva pertanto una ben specifica disciplina amministrativa.

## 7.2 Breve excursus storico sulla normativa di tutela dei beni culturali

Già nell’Italia preunitaria quasi tutti gli Stati avevano emanato norme più o meno organiche sulla tutela delle antichità, delle opere d’arte e dei beni archeologici. Era però lo Stato della Chiesa che poteva vantare la più antica tradizione di norme, ad esempio editti che prevedevano controlli di polizia sulla conservazione e sul commercio d’antichità e d’arte, volte a impedire la distruzione e la dispersione dei capolavori e delle testimonianze che si raccoglievano a Roma più che in ogni altro luogo: nell’ampia normativa dello Stato Pontificio si segnala in particolare l’editto del Cardinale Pacca del 1820, emanato sotto il pontificato di Pio VII, generalmente riconosciuto come il primo organico provvedimento legislativo di

<sup>1</sup> *Sistema geografico di integrazione degli archivi dei beni culturali e ambientali della Toscana*, comunicazione di Costantini R. alla XII edizione del FORUM della Pubblica Amministrazione (Roma 2001).

protezione dei beni artistici e storici, che ispirò anche provvedimenti analoghi nel Regno di Napoli, in Toscana e nel Lombardo-Veneto. In Piemonte, al contrario, mancano interventi legislativi importanti, con l'unica eccezione della Giunta di antichità e belle arti, nata nel 1832 con l'obiettivo di proporre provvedimenti per la conservazione degli oggetti d'antichità e d'arte. Quasi ovunque si segnala quindi la presa di coscienza dell'esistenza di un patrimonio artistico e storico ma, ad eccezione dello Stato della Chiesa e del Regno di Napoli, unici a elaborare una normativa disciplinante la conservazione, il restauro e gli scavi, negli altri Stati non si ritrova il concetto di ricchezza culturale della comunità e così gli atti legislativi mirano soprattutto a evitare la fuoriuscita dei beni dai confini.

Con l'unificazione, il Regno d'Italia si disinteressò quasi del tutto dei beni culturali. L'ideologia dominante, che sanciva con lo Statuto Albertino l'invulnerabilità di tutte le proprietà, non favoriva infatti alcuna ingerenza pubblica in materia, che si sarebbe inevitabilmente tradotta nell'imposizione di limiti alle iniziative individuali e private. Unica eccezione in questo quadro è la possibilità di espropriare i monumenti in rovina per incuria dei proprietari, concessa allo Stato dalla legge 2359/1865.

La prima codifica del principio dell'interesse pubblico, dell'obbligo di conservazione e dei poteri strumentali della pubblica amministrazione, relativamente a beni di interesse artistico, storico e archeologico, risale all'inizio del XX secolo, quando viene affermata per la prima volta la natura pubblica dei beni artistici e la necessità di tutela da parte dello Stato, attraverso la promulgazione delle leggi 185/1902 (Nasi) e 364/1909 (Rosaldi). Ma è solo nel 1939, con le leggi 1089 e 1497, che si registra il primo e importante tentativo di dare struttura organica e sistematica alla normativa sul patrimonio culturale e paesaggistico italiano, con l'istituzione di un unico Consiglio dell'educazione, della scienza e delle arti e con il riordino delle Soprintendenze. Queste norme si prefiggevano non solo di tutelare, ma anche di valorizzare i beni e le attività culturali, soprattutto grazie a sovvenzioni e all'uso del credito age-

volato, anche se ancora le disposizioni volte a garantire la fruizione e la valorizzazione di detti beni restano in secondo piano rispetto a quelle, ancora predominanti, volte ad assicurare la conservazione, la tutela e l'imposizione di limiti alla circolazione.

Solo con la Costituzione Repubblicana l'azione dello Stato, volta a tutelare e a promuovere la cultura, assume a principio fondamentale della Repubblica: l'art. 9 non si limita a contemplare la 'tutela' dei beni culturali, ma sancisce la 'funzione culturale' dello Stato e la salvaguardia degli 'interessi' inerenti i beni culturali. Tuttavia l'espressione 'bene culturale' entra nel nostro ordinamento solo in tempi più recenti, in seguito alla ratifica delle convenzioni internazionali del secondo dopoguerra: essa fa la sua prima apparizione solo nella convenzione de L'Aja del 1954. Dieci anni dopo sarà la Commissione Franceschini a dare un contributo importante alla definizione del concetto di bene culturale, intendendo, con tale termine "ogni bene [...] destinato alla fruizione collettiva – indipendentemente dalla proprietà pubblica o privata – quale testimonianza materiale avente valore di civiltà".

La grande novità della legislazione più recente è segnata però dal passaggio da una normativa sostanzialmente vincolistica (com'era quella del 1939), alla configurazione di un ruolo dinamico della politica dei beni culturali, che vuole assicurare la più ampia fruibilità del valore culturale di cui il bene è testimonianza. Per la prima volta il legislatore accolla allo Stato le spese di restauro, qualora il proprietario del bene non sia in condizione di sostenerle (legge 1552/1961); viene introdotto il termine 'valorizzazione' (utilizzato per la prima volta nel d.p.r. 805 del 1970); vengono previste agevolazioni fiscali (legge 512/1982) ed erogazioni liberali in danaro per la promozione di manifestazioni culturali, interventi per migliorare le condizioni di sicurezza dei musei e degli istituti culturali; si consente ai privati la diretta partecipazione alla gestione di servizi collaterali a pagamento in musei, gallerie, biblioteche (legge 4/1993). Successivamente il legislatore è intervenuto con un nuovo importante provvedimento, introducendo il Testo Unico in materia di beni

culturali e ambientali (decreto legislativo 490/99), che inserisce, nei procedimenti di costituzione del vincolo, i meccanismi di garanzia e le procedure previste dalla legge 241/90. Il Decreto riconosce un più ampio ruolo gestionale alle autonomie locali e amplia l'ambito della tutela alle fotografie, agli spartiti musicali, alle opere cinematografiche e audiovisive e ad altri beni che, seppur non elencati, costituiscono "testimonianza avente valore di civiltà".

Con il nuovo Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, entrato in vigore il 1 maggio 2004, che sostituisce il Testo Unico D.L.490/90, si vengono ad attuare importanti innovazioni in un'ottica di revisione di tutta la materia legislativa sui beni culturali, disciplinando in maniera organica e sistematica la tutela del patrimonio culturale, costituito dall'insieme dei beni aventi caratteristiche storico-artistiche e di quelli costituenti espressione dei valori di pregio del paesaggio italiano. Tali innovazioni prevedono tra l'altro l'estensione del concetto di Bene Culturale a nuove categorie, tra cui le tipologie dell'architettura rurale. Il Codice apporta anche una semplificazione al regime di protezione, come nel caso delle autorizzazioni agli interventi sui beni culturali e innovazioni sulle misure conservative, quest'ultime non incentrate sul solo intervento di restauro ma comprendenti la prevenzione e la manutenzione, con una nuova attenzione anche al nuovo regime dei contributi. Un altro importante aspetto è la separazione della tutela dalla valorizzazione, assegnando quella alla legislazione esclusiva dello Stato e questa alla legislazione concorrente delle regioni, e distinguendo la valorizzazione ad iniziativa pubblica da quella ad iniziativa privata, che viene considerata peraltro come attività di utilità sociale.

Un'altra importante novità riguarda i beni paesaggistici, la cui tutela e valorizzazione è assegnata di concerto al Ministero e alle regioni, mentre nel campo della pianificazione paesaggistica (art. 135) il Codice assegna alle regioni l'approvazione dei piani paesaggistici, ovvero piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici, concernenti l'intero territorio regionale (COSTANTINI *et alii* 2004).

### 7.3 Fase della creazione dell'archivio "costitutivo"

Conclusosi a fine 2001 il progetto europeo, la Regione Toscana ha deciso, con la collaborazione dell'allora Soprintendenza Regionale, ora Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana (MiBAC), di finanziare il progetto Carta dei Vincoli, incaricando il LaMA di realizzare un primo censimento, quanto più possibile esaustivo, dei beni culturali vincolati e, quindi, produrre un database di tutti i beni e i singoli provvedimenti di vincolo architettonico, archeologico e paesaggistico, una cartografia di tipo GIS di tutte le aree vincolate, un catalogo delle scansioni di tutta la documentazione vincoli, presente nelle diverse Soprintendenze regionali.

Questa fase, conclusasi a dicembre 2003, ha permesso di 'fotografare' la situazione vincolistica a tale data e quindi di produrre un archivio 'costitutivo' formato da oltre 15.000 provvedimenti di tutela che, nel complesso, tutelano quasi 7.000 beni culturali immobili di tipo archeologico, architettonico e paesaggistico.

Da un punto di vista operativo, sono state eseguite le seguenti operazioni (COSTANTINI *et alii* 2005)

- 1) Analisi e scelta del materiale negli archivi delle Soprintendenze.
- 2) Acquisizione, tramite fotocopiatura, di tutta la documentazione, comprese le planimetrie, le relazioni storico-artistiche e le note di trascrizione, riguardante gli atti di tutela conservati presso gli uffici vincoli delle diverse Soprintendenze regionali.
- 3) Scansione della documentazione acquisita e creazione di un catalogo di immagini, indicizzate sia per identificativo dell'atto, sia per identificativo del bene (ogni bene può avere più di un decreto di vincolo) e creazione di un catalogo di circa 60.000 immagini.
- 4) Creazione di un database alfanumerico (archivio 'beni'), riportante le indicazioni identificative del bene soggetto a vincolo (denominazione, indirizzo, riferimenti catastali, tipo di atto di tutela, etc.).
- 5) Creazione di un database alfanumerico (archivio 'decreti') riportante le indicazioni rela-

tive a tutti gli atti di tutela riguardanti ogni singolo bene.

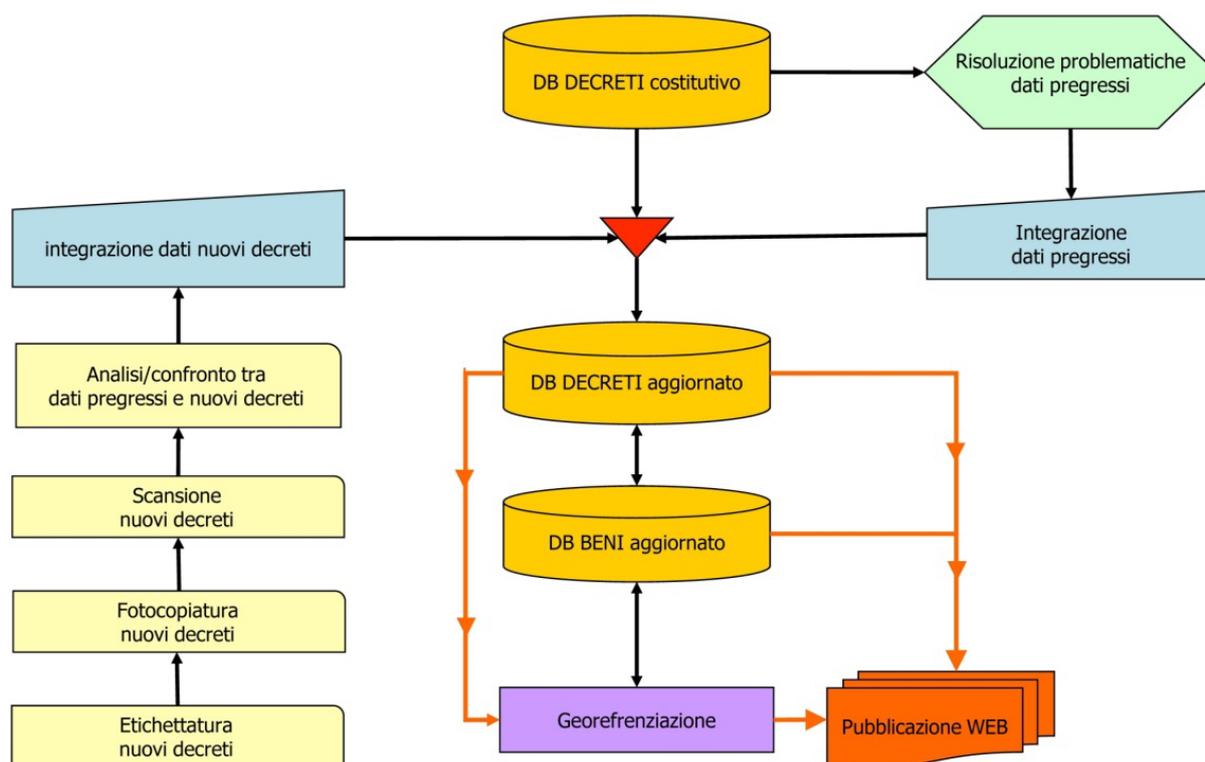
- 6) Realizzazione della cartografia digitale di tipo GIS delle aree soggette a vincolo, congruente con la carta tecnica regionale (C.T.R.) in scala 1:2.000, se esistente, o in scala 1:10.000.
- 7) Creazione di un portale web, per la consultazione degli archivi.
- 8) Creazione di un Internet Map Server, per la consultazione della cartografia digitale, integrato nel portale web.

#### 7.4 Fase dell'aggiornamento continuativo

Affinché il sistema realizzato possa mantenere la propria validità e utilità, la Regione Toscana e la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Ministero per i Beni e le Attività

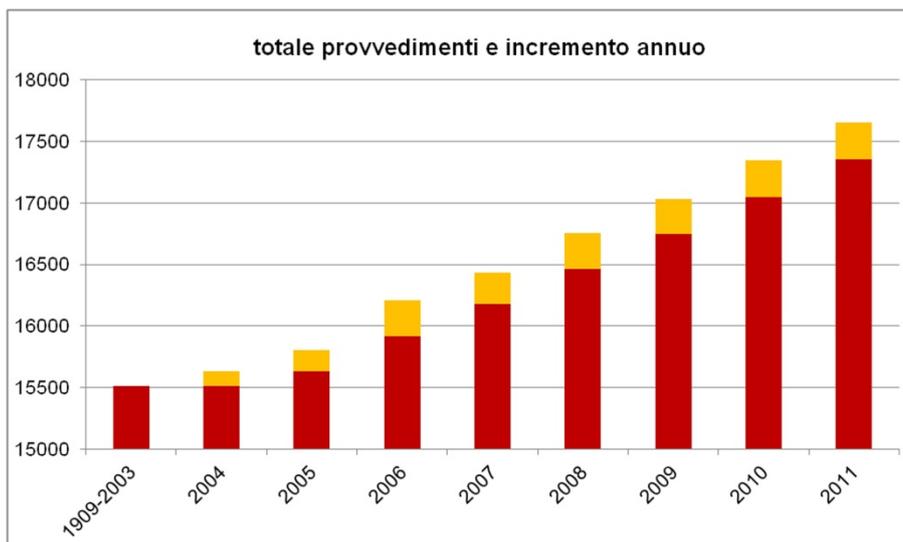
Culturali hanno attivato un protocollo d'intesa (aprile 2004), secondo il quale ogni nuovo atto di tutela emanato viene inviato in copia anche agli uffici regionali e, quindi, al Consorzio LaMMA, che provvede ad aggiornare sia gli archivi digitali, sia la cartografia e a rendere fruibile sul web tali prodotti aggiornati<sup>2</sup>. Grazie a tale accordo, a partire dal 2004, con cadenza trimestrale, il Consorzio LaMMA procede ad aggiornare l'intero Sistema Informativo, informatizzando e georeferenziando i nuovi provvedimenti di tutela, via via forniti dalla Direzione Regionale.

A seguito della continua attività di aggiornamento, nel dicembre 2011 si contavano 17.523 provvedimenti, con un incremento medio annuo di circa 250 provvedimenti, che determinano la tutela di oltre 9.000 beni, tra archeologici, architettonici e paesaggistici.



7.1

<sup>2</sup> *Strumenti e metodi per la tutela, la valorizzazione e la gestione del patrimonio culturale: verso il Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali della Regione Toscana*, comunicazione di Costantini R., Angeli L., Costanza L., Gregorini M. alla XVIII edizione del FORUM della Pubblica Amministrazione (Roma 2007). *Il Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Regione Toscana - Dire & Fare*, comunicazione di Costantini R. alla XII rassegna dell'innovazione nella Pubblica Amministrazione (Firenze 2009).



7.2

**Sistema Informativo Territoriale  
per i Beni Culturali e Paesaggistici  
della Regione Toscana**

MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI

Lunedì, 23/04/2012 ore 17:26

HOME
Arezzo
Firenze
Grosseto
Livorno
Lucca
Massa Carrara
Pisa
Pistoia
Prato
Siena

DOCUMENTI

RAPPORTI

LINKS

CONTATTI

CREDITS

La Regione Toscana (Direzione Generale Politiche Formative, Beni e Attività Culturali), avvalendosi delle competenze tecniche del LaMMA, ha predisposto un Sistema Informativo Territoriale per l'integrazione, la gestione e la consultazione in remoto degli archivi dei beni culturali immobili, finalizzato a supportare le funzioni di tutela e gestione amministrativa e quelle di promozione e valorizzazione.

Le principali banche dati presenti nel Sistema Informativo Territoriale dei Beni Culturali sono:

1. Beni architettonici vincolati, ai sensi delle leggi 364/09, 1089/39 e dei decreti legislativi 490/99, 42/04.
2. Beni archeologici vincolati, ai sensi delle leggi 364/09, 1089/39 e dei decreti legislativi 490/99, 42/04.
3. Beni paesaggistici vincolati, ai sensi delle leggi 1497/39 e dei decreti legislativi 490/99, 42/04.
4. Luoghi di culto.

Tutti questi "oggetti" sono georeferenziati, in formato poligonale, in modo tale da poter interagire con altre tipologie di archivi geografici.

Relativamente agli archivi e alle cartografie riguardanti i beni archeologici, monumentali-architettonici e paesaggistici, essendo beni soggetti a specifico vincolo, l'attività si è svolta in collaborazione con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana (Ministero per i Beni e le Attività Culturali).

Saranno successivamente implementate anche le seguenti categorie di beni:

5. Architetture del '900.
6. Musei.
7. Teatri.
8. Parchi e giardini d'interesse artistico e/o storico, o di non comune bellezza.
9. Complessi fortificati.
10. Paesaggi geologici.

**AVVERTENZA IMPORTANTE:** I dati riguardanti i beni soggetti a provvedimento di tutela presenti nel sistema non hanno ancora valore di certificazione ufficiale. Sull'esattezza di tali dati è infatti in corso il controllo da parte della Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana.

Le cartografie sono state realizzate a partire dai provvedimenti di tutela, con una rielaborazione per renderli coerenti con la base topografica regionale, operando quindi una trasformazione da cartografia catastale a cartografia tecnica, in scala 1:2.000 o 1:10.000.

La banca dati non comprende di norma le aree e gli edifici vincolati ope legis, quali le chiese e gli edifici pubblici, anche se di significativo interesse storico artistico.

Figurano tuttavia alcuni beni di proprietà di Enti che, in via di prima ricognizione, risultano tutelati ope legis: si tratta di una prima inventariazione non esaustiva riportata per fornire una visione più esauriente del patrimonio culturale della Regione.

7.3

## 7.5 I prodotti consultabili

Attraverso il portale web del Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Regione Toscana, raggiungibile dalla homepage del sito della Regione Toscana ([www.regione.toscana.it](http://www.regione.toscana.it)), o da quella del sito del LaMMA ([www.lamma.rete.toscana.it](http://www.lamma.rete.toscana.it)) è possibile la libera consultazione sia della cartografia GIS sia degli archivi informatizzati dei beni vincolati e dei relativi provvedimenti di tutela. La consultazione delle scansioni della documentazione originale custodita negli uffici-vincoli delle Soprintendenze toscane, invece, è attualmente consentita solo al personale del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e a quello della Regione Toscana, previo rilascio di specifiche credenziali di accesso.

### 7.5.1. Database decreti

In accordo con la Direzione Regionale (MiBAC) è stata predisposta una specifica tabella (COSTANTINI *et alii* 2005), in cui ad ogni record corrisponde un determinato atto di tutela (decreto, declaratoria, lettera ricognitiva, autorizzazione all'alienazione).

I campi che costituiscono la tabella sono:

- *Codice identificativo univoco del provvedimento*, che identifica univocamente il singolo atto
- *Codice identificativo univoco del bene*, che identifica il bene cui fa riferimento uno specifico provvedimento
- *Denominazione* del bene tutelato, come riportata nel testo del provvedimento
- *Provincia* nel cui territorio ricade il bene oggetto di tutela
- *Comune* nel cui territorio ricade il bene oggetto di tutela
- *Indirizzo*: indicazione dello spazio viabilistico, come riportato nel testo del provvedimento
- *Data* in cui è stato emanato il provvedimento di tutela
- *Note*: eventuali particolarità riscontrate nel testo del provvedimento dal compilatore durante le operazioni di data-entry di compilazione.

### 7.5.2 Database beni

Poiché un bene può avere più provvedimenti di tutela, la tabella beni è relazionata a quella decreti attraverso una relazione uno a molti; ciò signi-

fica che un bene può avere vari provvedimenti costituenti il proprio *corpus vincolistico*, mentre ad un provvedimento può essere associato esclusivamente un solo bene.

La tabella del database beni è più complessa di quella dei decreti, poiché i dati identificativi di un bene possono derivare anche da molti differenti provvedimenti; è il caso, ad esempio, in cui la denominazione del bene oggetto di tutela varia nel tempo (ad esempio, Palazzo Gualfonda già Giuntini), o quando il bene è costituito da più particelle (o subalterni) di proprietà diverse.

Il database 'beni' è così strutturato:

- *Codice identificativo univoco del bene*: che identifica il bene univocamente, su base regionale
- *Identificativo univoco MiBAC*: è il codice con cui il fascicolo relativo allo specifico bene è archiviato presso l'ufficio vincoli della soprintendenza
- *Denominazione* del bene tutelato, come riportata nel testo del provvedimento
- *Tipologia*: indica la tipologia 'architettonica' del bene (as. abbazia, forte, palazzo, etc...)
- *Zona di rispetto*: indica se il bene ha una tutela di tipo diretto o indiretto
- *Provincia* nel cui territorio ricade il bene oggetto di tutela
- *Comune* nel cui territorio ricade il bene oggetto di tutela
- *Indirizzo*: indicazione dello spazio viabilistico, sulla base della toponomastica attuale
- *Riferimenti catastali*: insieme delle particelle catastali che, se frammentate su più decreti, costituiscono nella loro complessità, l'area soggetta a vincolo
- *Normativa di riferimento del primo provvedimento emanato*: riporta la legge cui fa riferimento il primo atto di tutela emanato per quello specifico bene
- *Data di emanazione del primo provvedimento*: è la data riportata sul primo atto di tutela emanato per lo specifico bene
- *Normativa di riferimento del più recente provvedimento emanato*: riporta la legge cui fa riferimento l'ultimo atto di tutela riguardante il bene
- *Data di emanazione del più recente provvedimento*: è la data riportata sul più recente atto di tutela del bene

- Note eventuali particolarità derivanti dall'insieme dei provvedimenti costituenti il corpus vincolistico del bene.

### 7.5.3 Cartografie

Data la complessità degli sviluppi planimetrici dei beni, è stata eseguita una georeferenziazione di tipo poligonale, tale da permettere di individuare con precisione le aree effettivamente soggette a vincolo (MONTI, BRUMANA, a cura di, 2004). Le aree soggette a *vincolo archeologico* sono state cartografate sulla base della cartografia catastale, poiché spesso gli elementi perimetrali non hanno un corrispettivo elemento topografico rappresentato in cartografia tecnica, facendo riferimento per lo più a limiti particellari in aree extraurbane prive di manufatti. Le aree soggette a *vincolo architettonico*, benché siano individuate catastalmente nei decreti, sono state perimetrare sulla base della carta tecnica regionale (in aree urbane generalmente in scala 1:2.000, oppure in scala 1:10.000 nella restante parte di territorio extraurbano), attraverso un'operazione di interpretazione/conversione degli elementi delimitanti; in tale modo, la cartografia prodotta risulta di tipo tecnico e quin-

di direttamente utilizzabile nell'ambito della progettazione territoriale (PIT, PTC, PSC, etc.). Le aree soggette a *vincolo paesaggistico*, infine, benché siano originariamente per lo più delimitate attraverso la descrizione di elementi riscontrabili su cartografia 1:25.000 dell'IGMI, sono state perimetrare sulla base della carta tecnica regionale in scala 1:10.000 (ANGELI *et alii* 2010), attraverso un'attenta operazione di interpretazione/conversione degli elementi delimitanti, tale da poter consentire un'operazione di up-scaling; la cartografia prodotta risulta anche in questo caso di tipo tecnico e quindi, come quella dei vincoli architettonici, direttamente utilizzabile per attività istituzionali di progettazione territoriale (ANGELI *et alii* 2007).

### 7.5.4 Catalogo scansioni

Il catalogo rappresenta l'archivio delle immagini che riproducono, per scansione, la completa documentazione vincolistica di ogni bene censito (decreti, planimetrie, relazioni storico artistiche, etc.). Ogni documento cartaceo, acquisito in Soprintendenza attraverso fotocopiatura degli originali, è stato indicizzato mediante l'apposizione di un'etichetta con un codice numerico univoco progressivo.

The screenshot shows the 'Map Navigator' web application. The main map displays a technical drawing of a city area in Grosseto, with a specific site highlighted in yellow and blue. The site is labeled 'PALAZZO DEL GENIO CIVILE'. The interface includes a sidebar with navigation and search tools, and a metadata table for the selected site.

Vincolo ARCHITETTONICO	
Base Cartografica	
Provincia	GR
Località	
Data Revisione	
Tipologia	palazzo
Codice ARCHIVIO SOPRINTENDENZA	A_GRO049
Comune	GROSSETO
Denominazione	<a href="#">PORZIONE DEL PALAZZO DEL GENIO CIVILE</a>
IDENTIFICATIVO UNIVOCO REGIONALE	90530110414
Trattasi di zona di rispetto?	no
Dati catastali	NCEU F. 165, p. 286 (SUB. 9,10,11,12,13)

MOD. 61  
B.C. 1. 28.492



MOD. 61 (Serviz. Generale)

000015

# Il Ministro Segretario di Stato

PER I BENI CULTURALI E AMBIENTALI

VISTA la legge 1.6.1939, n.1089 sulla tutela delle cose di interesse storico-artistico;

RITENUTO che gli edifici siti in Provincia di Grosseto, Comune di Grosseto, frazione di Roselle Terme che insistono nel Foglio catastrale n.65 dello stesso Comune, part.n.2, nonché l'area compresa dalle particelle n.2 e n.15 dello stesso foglio catastale n.65; area ed edifici di proprietà del Signor [redacted], residente nel Comune di Grosseto frazione di Roselle, Via [redacted] segnati in rosso nella allegata planimetria catastale, rivestono importante interesse archeologico per la presenza in superficie e nel sottosuolo, di strutture murarie e reperti di varia natura di epoca romana;

CONSIDERATO che l'area e gli immobili stessi rivestono importante interesse architettonico, per la presenza di un complesso edificio di epoca Giulio-Claudia, con murature tuttora parzialmente in vista ed inglobate negli edifici di cui sopra insistenti sulla part.n.2 f.g.n.65 nonché importante interesse storico per il rilievo rivestito dai suddetti resti per la storia dell'insediamento umano nella zona di Roselle Terme in età romana;

VISTA la relazione del Soprintendente archeologico della Toscana allegata alla nota n.5171 del 18.10.1977;

VISTI gli artt.n.1 e n.3 della legge 1.6.1939, n.1089;

## DECRETA:

ART.1 - Gli edifici e l'area sopradescritti, nei limiti indicati nell'allegata planimetria catastale, sono dichiarati d'importante interesse archeologico e sottoposti a tutte le disposizioni della legge stessa.

Il presente decreto sarà notificato in via amministrativa al proprietario a mezzo del messo comunale del Comune di residenza.

A cura del competente Soprintendente archeologico della Toscana il decreto verrà quindi trascritto presso la Conservatoria dei Registri Immobiliari ed avrà efficacia nei confronti di ogni successivo proprietario o detentore a qualsiasi titolo.

Roma, 11

21.10.1977  
p. IL MINISTRO  
PER COPIA CONFORME IL SOTTOSGREGARIO DI STATO

Il Direttore di Divisione

FJO SPITELLA



MINISTERO DEI BENI CULTURALI E AMBIENTALI

3/mg

7.5

## 8. L'analisi dei dati: un'archeologia senza aggettivi

Francesca Anichini (DOI: 10.4458/8219-11)

Oltre 30.000 documenti hanno fornito le informazioni che stiamo per esaminare: 20.500 fotografie, 2.200 planimetrie, 6.900 schede di US e circa 580 relazioni sono state cercate, acquisite, catalogate, con molta pazienza e tante ore di lavoro<sup>1</sup>. Nonostante le cifre appaiano impressionanti<sup>2</sup>, in realtà, come già spiegato (cfr. § 2), sono solo parte del grande patrimonio documentale che dovrebbe – il condizionale è d'obbligo – essere stato prodotto. Oltre a consultare e schedare questa mole di documenti di archivio, è stata necessaria una minuziosa ricognizione dell'edito<sup>3</sup>, sia per sopperire alle lacune riscontrate, sia per ricostruire gli interventi e i ritrovamenti più lontani nel tempo<sup>4</sup>.

Ettore Mo, giornalista, una volta disse: "Se fosse possibile [...] io ci ho provato ma non ci sono riuscito [...] l'ideale sarebbe (scrivere) un racconto senza aggettivi"<sup>5</sup>. Una provocazione bellissima e una difficilissima sfida: far parlare la realtà da sola, con i fatti, la loro oggettività spesso cruda e per noi, abituati ad argomentare, troppo sintetica. Un'affermazione che non vuol dire togliere completamente la componente soggettiva di una narrazione, che rimane di per sé già nella scelta di raccontare quel determinato fatto, ma eliminarne quella parte, frutto della sovrastruttura strategi-

ca, culturale, educativa, ecc. che ognuno di noi ha e riversa, con più o meno trasporto, nel raccontare una storia. Il dato può considerarsi tale, solo quando se ne espliciti, a priori, caratteristiche e modalità di raccolta. Anche l'analisi dei dati è frutto di una serie di scelte soggettive che nascono dalla necessità di cercare risposte concrete o dalla creatività di chi le compie. Nel nostro mestiere, dove siamo chiamati a riempire i vuoti tra un dato e l'altro con interpretazioni e ricostruzioni ipotetiche di avvenimenti storici che non hanno lasciato tracce tangibili, il rischio di infarcire di aggettivi il racconto è molto alto. Allora è necessario recuperare il dato primario per tornare all'elemento informativo più scarno; arrivare al numero, perché sia possibile confrontare, verificare e creare nuovi record, in un sistema di moltiplicazione dell'informazione spesso più ricca di quanto si pensi. Andare dentro e far uscire le relazioni.

Da un lavoro di questo tipo emergono alcune banalità, ma statisticamente provate; escono trend di azione, mentalità sommerse, forme di sapere che vanno oltre il dato archeologico in senso stretto, tracciando il quadro di una storia parallela, fatta di scelte e di qualche conquista, finalmente consolidata.

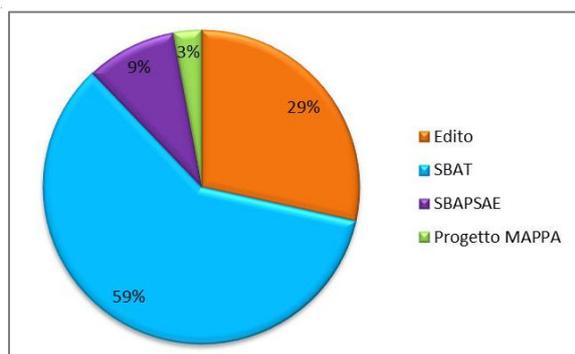
<sup>1</sup> Si ringraziano per la preziosissima collaborazione e il contributo critico al lavoro: Antonio Campus, Lorenza La Rosa, Claudia Sciuto e Giulio Tarantino.

<sup>2</sup> Complessivamente sono stati analizzati 30.808 documenti di cui: 583 di carattere scritto-narrativo (documenti, corrispondenza, relazioni, comunicazioni, ecc.); 2.172 planimetrie; 6.914 schede di US; 20.556 fotografie; 561 schede di quantificazione del materiale ceramico e, solo, 36 diagrammi stratigrafici.

<sup>3</sup> Con la parola edito ci riferiamo genericamente a contributi di carattere diverso: brevi notizie, articoli in riviste, monografie. Non è infatti possibile imputare il maggior numero di informazioni ad edizioni esaustive di scavo che rimangono, ad oggi, un numero percentualmente assai limitato.

<sup>4</sup> Complessivamente il 29% degli interventi sono stati censiti da fonti edite, tra questi il 4,6% risultano eseguiti prima del 1900 e il 6,77% tra il 1901 e il 1950. Per 2,44% non è stato possibile riscontrare una data di riferimento.

<sup>5</sup> <http://www.rai.tv/dl/RaiTV/programmi/media/ContentItem-49cdf83-0c3b-4cd0-a46e-0affbf6b36be.html>.

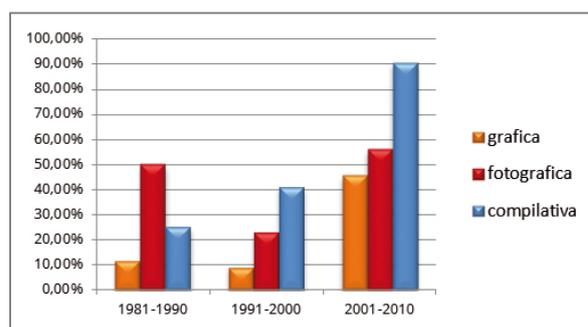


8.1 Provenienza delle fonti d'informazione.

### 8.1 Dentro la fonte: manca l'acqua

Il problema della produzione e conservazione della documentazione di ogni indagine emerge nei dati in modo sostanziale<sup>6</sup>. Escludendo i ritrovamenti fino ai primi decenni del '900, per i quali si può ipotizzare la mancata produzione di documentazione e maggiori cause di dispersione di tali documenti (anche se spesso esistono registrazioni dettagliate accompagnate da schizzi minuziosi, redatte dagli eruditi del XIX e degli inizi del XX secolo); escludendo gli anni delle ultime due guerre e anche gli anni immediatamente successivi; verificando che ancora negli anni Sessanta e Settanta solo il 25% degli interventi presenta una qualche forma di registrazione<sup>7</sup>, arriviamo agli anni ottanta del novecento e continuiamo a registrare una situazione preoccupante. Siamo negli anni del graduale fiorire dell'archeologia medievale e del progressivo consolidarsi della metodologia stratigrafica, ma ancora nel decennio dal 1981 al 1990 a nessuna indagine corrisponde una documentazione completa e il 44,2% degli interventi risulta ancora integralmente non documentato: nessun disegno o fotografia, nessuna descrizione. Forse negli anni ottanta non si riteneva ancora necessario registrare ogni informazione archeologica, presenze, assenze, totale

diacronia? Che cosa realmente era considerato un 'bene archeologico' degno di essere documentato? Quale ruolo aveva effettivamente la Soprintendenza nei confronti del territorio? Quanto la ricerca condotta dai funzionari archeologi condizionava l'azione di tutela? Per questo decennio e anche per il successivo, le informazioni ottenute sono spesso sporadiche e occasionali, in alcuni casi ricostruibili solo attraverso pubblicazioni di sintesi interpretate. È necessario sottolineare come l'assenza di documentazione negli archivi della Soprintendenza corrisponda ad un'effettiva perdita per l'intera collettività; se la documentazione di un intervento non è conservata negli archivi dello Stato si deve dedurre che quell'intervento non sia mai stato eseguito. Questo stato di cose non può essere alleggerito dal recupero, dopo decenni, di parte del materiale in sedi che non siano quella naturale (cfr. § 2).



8.2. Ripartizione percentuale della tipologia di documentazione presente tra il 1981 e il 2010.

Ancora negli anni novanta (decennio 1991-2000) alcuni trend negativi non subiscono variazioni; il 46,3% degli interventi è privo di qualunque documentazione, mentre solo per il 3,6% si registra una documentazione esaustiva. Il salto di qualità avviene tra il 2001 e il 2010, quando le percentuali cambiano sostanzialmente: gli interventi privi di documentazione calano bruscamente al 7,08%

<sup>6</sup> Il campione esaminato è di 694 interventi e di 1960 ritrovamenti riconducibili al III livello di categorizzazione (cfr. § 3). Tranne per i dati anteriori al 1900, si è scelto di condurre quasi tutte le analisi per decennio (1901-1910/1911-1920/1931...); questa scansione è apparsa come la più idonea a rappresentare i cambiamenti e l'incidenza dei fenomeni analizzati nonché a renderne visibili e leggibili i risultati in una scala che, pur se di dettaglio, non diviene troppo particolaristica.

<sup>7</sup> Il 19% documentazione fotografica, il 2% documentazione grafica, il 4% documentazione scritta (relazioni/report).

e quelli con documentazione completa salgono al 37,6%. Che cosa è successo? Possiamo imputare solo al consolidarsi della disciplina archeologica – intesa come applicazione sistematica della metodologia stratigrafica – questa inversione di tendenza? Vedremo in seguito che diversi fattori concorrono a dare una risposta a questa domanda. Un dato interessante lo otteniamo dall'analisi parziale della tipologia di documentazione riscontrata. Molti interventi, pur non avendo una documentazione completa, ne presentano almeno una parte; dividendo l'intero apparato in tre macro categorie, documentazione grafica, fotografia e compilativa, vediamo che mentre la registrazione scritta ha una crescita proporzionale al complessivo aumento della pratica di registrazione, passando dal 25% del 1981-1990, al 40,9% tra 1991-2000, e consolidandosi definitivamente nell'ultimo decennio 2001-2010 con il 90,6%, le altre categorie hanno oscillazioni diverse. La ripresa fotografica è il mezzo maggiormente utilizzato negli anni ottanta (50% degli interventi), contro una limitata percentuale di produzione grafica (11,5%). Nel decennio successivo la fotografia cala repentinamente al 22,7% così come la grafica al 9%; tra il 2001 e il 2010 entrambe le categorie si stabilizzano su circa metà degli interventi (rispettivamente al 45,5% e al 55,9%), pur rimanendo fortemente al di sotto della documentazione compilativa. La fotografia è quindi inizialmente privilegiata rispetto al resoconto descrittivo, nonostante i costi che comportava; la restituzione grafica, invece, richiedendo una competenza specifica e dei tempi di realizzazione decisamente maggiori, sembra essere stata relegata in situazioni di tipo privilegiato: scavi di ricerca, cospicua presenza di strutture murarie, evidenze di carattere particolare.

La rivoluzione digitale dell'ultimo decennio sembra influire in modo non sostanziale sulla facilità di riproduzione della documentazione; ancora oggi non appare consolidata l'abitudine di fornire copia cartacea e copia digitale (quest'ultima non specificatamente richiesta) alla Soprintendenza, che in questo caso va in direzione opposta rispetto agli altri enti pubblici, spesso committenti dell'opera, che tendono sempre più a privi-

legiare il formato digitale rispetto al cartaceo, utilizzato solo a fini archivistici. Di solito, infatti, gli elaborati digitali vengono successivamente integrati e riutilizzati da altri tecnici per revisioni progettuali (nei casi di archeologia preventiva) o elaborazioni fatte in un secondo tempo; il formato digitale è quindi quello che agevola maggiormente il lavoro. Forse le Soprintendenze non chiedono la trasmissione in formato digitale perché già prevedono che quei documenti non saranno riutilizzati da nessuno? Sul territorio nazionale i casi virtuosi sono pochi e distribuiti a macchia di leopardo; basti pensare che in alcune realtà, fino a pochi anni fa, si continuavano a chiedere scatti fotografici con macchine 6x6 e stampe bianco e nero. Il riuso dei dati grezzi sembra esclusivamente limitato a quegli interventi, spesso grandi aree o scavi di ricerca, che già prevedono un'edizione esaustiva dei risultati; indagini dove, nella maggior parte dei casi, lavora un'équipe consolidata, che detiene e rielabora la documentazione fino al momento della pubblicazione. Non è previsto che ricerche di taglio trasversale, territoriale, tematico, diacronico, ecc. possano aver necessità di utilizzare tutte le informazioni presenti, dal dato esaustivo a quello considerato minore.

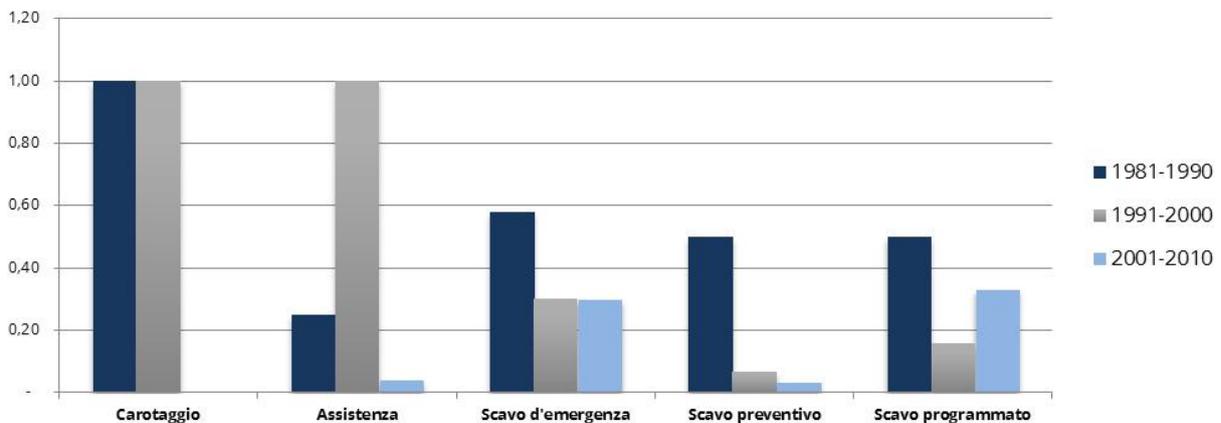
Se la documentazione cartacea consente un'archiviazione fisica in un'unica sede di proprietà e competenza statale, allo stesso tempo limita fortemente l'accessibilità e il riutilizzo delle informazioni. Se la divulgazione non avviene o avviene solo dopo molti anni, il dato stesso non perde parte del suo potenziale informativo? Parte di quel potenziale sta infatti nella funzione di acceleratore per la produzione di ulteriori nuovi dati; nell'uso che ne possono fare altri archeologi per determinare, confrontare, interpretare, sviluppare le proprie ricerche; nell'originalità di quel dato nel momento storico della sua scoperta. Creare, parallelamente al deposito cartaceo, un 'deposito digitale' faciliterebbe sia le operazioni di reperimento e riuso delle informazioni, sia quelle di verifica e controllo, da parte dei funzionari responsabili, della documentazione prodotta. Un archivio digitale, on-line, aperto e pubblicamente consultabile, garantirebbe la massima trasparenza

nelle procedure di trasmissione della documentazione, ottimizzerebbe le fasi di verifica sulla sua completezza e correttezza, attiverebbe un sistema virtuoso di controllo, divulgazione e riutilizzo dei dati.

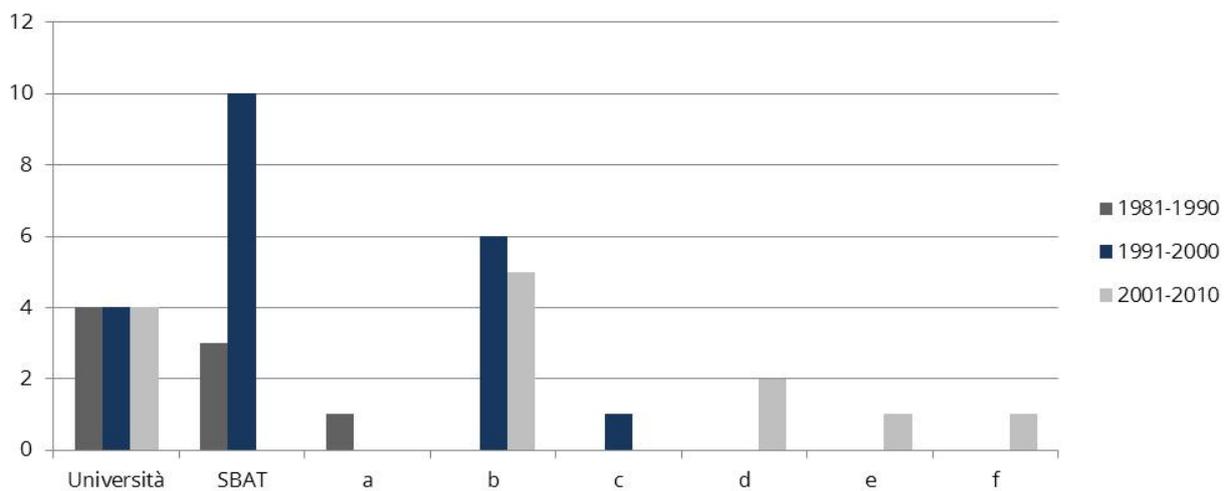
Un altro spunto è fornito dal raffronto tra la percentuale di documentazione assente e le diverse tipologie di intervento<sup>8</sup> (fig. 8.3). Tenendo conto della diminuzione dell'assenza con il procedere degli anni e limitando l'analisi al periodo 1981-2010, non riscontriamo un trend univoco, non esiste cioè una tipologia di intervento che deter-

mina sempre la mancata redazione – o il recupero – della documentazione.

Alcuni dati sono comunque significativi; nel decennio 1981-1990 tutti gli interventi sono documentati in modo piuttosto uniforme, tranne lo scavo di carattere programmato che, contrariamente a quanto potremmo immaginare, risulta essere la tipologia meno documentata negli archivi della Soprintendenza o in edizioni scientifiche. Il decennio successivo vede aumentare la lacunosità della documentazione in tutte le tipologie, ma soprattutto nell'assistenza archeologica;



8.3 L'assenza integrale di documentazione per le diverse categorie di intervento negli anni 1981-2010.



8.4 Interventi privi di documentazione ripartiti per soggetti esecutori negli anni 1981-2010.

<sup>8</sup> Sono ovviamente stati esclusi dal calcolo i 'ritrovamenti occasionali' che di per sé non presentano alcun tipo di documentazione, salvo nei casi più antichi dove, associata alla segnalazione del rinvenimento, si trovano schizzi e qualche descrizione particolareggiata.

infine negli anni duemila, il triplicarsi del numero di scavi preventivi determina percentualmente un'assenza significativa anche in questo settore. Ovviamente ogni dato deve essere rappresentato anche in forma percentuale rispetto al numero complessivo di interventi realizzati per ciascuna tipologia, rendendo quindi meno incisive alcune affermazioni: gli scavi preventivi privi di documentazione tra 2001-2010, pur visualizzando un picco, rappresentano solo il 3,6%, mentre il dato degli scavi programmati 1981-1990 è pari al 50% e le assistenze 1991-2000 al 100% di quelle realizzate. Deduciamo così che la mancata consegna della documentazione non possa essere imputata al tipo di intervento che viene realizzato; non possiamo quindi affermare che in uno scavo si ponga maggiore attenzione nella redazione di tutto l'apparato documentario rispetto ad un'attività di assistenza, e nemmeno che uno scavo programmato sia meno trascurato, dal punto di vista della documentazione, di uno realizzato in emergenza. Incrociando questi risultati con gli esecutori degli interventi, emerge come la carenza di documentazione caratterizzi tanto le indagini effettuate in proprio dalla Soprintendenza, quanto quelle realizzate dall'Università o da alcuni archeologi professionisti.

Un altro elemento da non sottovalutare, in un corretto esame delle informazioni che dovrebbero fornire le registrazioni del dato archeografico, è la collocazione topografica dell'intervento (di qualunque tipo esso sia). Appare opzionale, invece, fornire il preciso posizionamento dell'area di intervento su base cartografica o mediante coordinate geografiche. La problematica si dipana in una situazione eterogenea: il 48% degli interventi censiti non è collegato a nessun riferi-

mento planimetrico che ne consenta un'esatta ubicazione; le indicazioni possono essere da molto generiche – “area a nord della città” o “presso il quartiere di...” – a mediamente generiche – “in via ...” o “nei pressi del determinato edificio...” – comprendendo una casistica assai ampia. Solo raramente si fornisce un riferimento più preciso: il numero civico di un edificio, il tratto di strada compreso tra due punti noti, ecc. In tutti i casi non esiste una base cartografica di supporto. Si individuano così due livelli di posizionamento ‘non preciso’: dal macro areale, per il quale manca un'indicazione che ne definisca il perimetro (basso), al tracciato in linea che corrisponde esattamente ad una certa strada, ma non ne definisce esattamente l'area di intervento, all'intero edificio di cui non si specifica la porzione interessata dall'indagine archeologica (medio). Ovviamente all'interno di questa altissima percentuale si collocano anche notizie molto lontane nel tempo e recuperi di carattere occasionale, per i quali non sarebbe credibile pensare a una documentazione più dettagliata<sup>9</sup>. Altresì, sono compresi molti interventi realizzati negli ultimi decenni, quando ormai metodologia e strumentazioni consentono un adeguato posizionamento geografico dei dati. Molti archeologi pensano infatti di lavorare in piccoli microcosmi, separati dal resto del mondo. In troppi casi l'area di indagine archeologica si configura come un sistema autoreferenziale, dove ogni cosa viene rapportata esclusivamente al suo interno; non sempre è contemplata una visione che implichi la comprensione dell'apporto conoscitivo dei dati che si stanno raccogliendo su macro scala. Questo avviene sia con le rese planimetriche (posizionamenti, piante di US, ecc.) sia con le indicazioni di profondità. Laddove è pre-

<sup>9</sup> Appare scontato che tra gli interventi ubicati con precisione, la tipologia meno rappresenta sia il recupero occasionale (9,72%), mentre quelli con un riscontro maggiore (100% del campione) siano le indagini geochimiche/ geofisiche e i carotaggi che, realizzati da personale specializzato solitamente di formazione geologica, producono, quasi sempre, dati georiferiti. Tra le attività che intervengono nel sottosuolo (scavi e assistenze), le percentuali rientrano nel trend generale attestandosi rispettivamente a 48,3% in caso di scavi di emergenza, 60% per scavi programmati, 65% per le assistenze e 76, 8% per scavi preventivi. Il divario che si registra in quest'ultimo valore, oltre a confermare l'affidabilità della strategia preventiva, è parzialmente da correlare con l'interazione tra archeologi e progettisti dell'opera: lavorando in fase ancora parzialmente progettuale, spesso i tecnici richiedono elaborati di precisione per il posizionamento delle evidenze archeologiche, funzionali ad eventuali revisioni o accorgimenti tecnici.

sente tutta la documentazione – in particolar modo quella grafica – ci accorgiamo che, alla massima restituzione di dettaglio interna all'indagine, non corrisponde mai una resa altrettanto accurata dell'inquadramento geografico dell'area di intervento; in alcuni casi si allega un piccolo stralcio della planimetria catastale o della cartografia tecnica regionale, con un'indicazione sommaria (retinatura) della zona interessata; altre volte si riferisce tutta la propria base planimetrica ai rilievi di progetto forniti dalla committenza, anche se spesso privi di collegamenti con scale più ampie e di basi georiferite. Le quote che attestano le profondità di rinvenimento delle diverse tracce archeologiche sono sempre rapportate in modo relativo ad uno zero di cantiere che, solo raramente, corrisponde ad un punto noto e facilmente individuabile anche a fine indagine e, ancora più raramente corrisponde ad una quota assoluta sul livello del mare. Tra i casi che hanno permesso una georeferenziazione dell'area di intervento, si annoverano diverse modalità di registrazione del dato geografico e altimetrico: da quelle grafiche, che passano dal rilievo manuale a quello strumentale con svariate basi cartografiche di riferimento, a quelle descrittive, dove è necessario ricorrere a una ricostruzione storica del contesto urbanistico all'epoca dell'indagine per comprendere i riferimenti spaziali che vengono forniti. È forse scontato dover rimarcare come, anche per questo tipo di problematiche, non esiste alcuno standard codificato che definisca precise regole di consegna di questa fondamentale parte della documentazione.

Una pratica così sregolata comporta inevitabilmente la parziale perdita di informazioni; l'ubicazione di una determinata evidenza non è un fatto secondario nella comprensione di un sito o all'interno di un più ampio lavoro di ricostruzione dell'evoluzione della città o del territorio; la profondità di giacitura non è trascurabile laddove si vada a valutare il potenziale archeologico di un'area o a tracciare i piani quotati che ricostruiranno, in maniera predittiva, l'accrescimento del deposito sepolto. Appare indispensabile l'adozione di un sistema univoco, standardizzato, che consenta di analizzare dati puntuali e, allo stesso tempo, di far interagire il 'mondo sepolto' con

quello attuale. Ne sono prova le difficoltà che si riscontrano nella redazione di una relazione di VIARCH dove, per rapportarsi con progetti spesso di vasta scala, è necessario prendere in esame grandi areali e raffrontare tra loro dati spazialmente lontani e profondamente disomogenei, per i quali non esiste un minimo comune denominatore che ne garantisca l'interoperabilità. Una scelta di codifica nella produzione dei dati cartografici archeologici, sembra tanto più necessaria a seguito dell'approvazione del Decreto 10 novembre 2011 (G.U. n.48 del 27/02/2012 – Suppl. ordinario n. 37), dove si fa obbligo di produrre "qualsiasi nuovo documento o dato da georeferenziare" secondo il nuovo sistema di riferimento geodetico nazionale denominato ETRF2000 (2008.0). Se il progetto SITAR ha già lanciato una prima proposta di standard geografico per tutti i nuovi elaborati che saranno prodotti per Roma (DI STEFANO V. *et alii* 2011: 187), manca ancora a livello nazionale una disposizione chiara ed univoca che, allineandosi agli standard geografici italiani ed europei, stabilisca delle regole.

A latere di tutte queste riflessioni, non possiamo tralasciare di entrare nel merito dell'attendibilità delle cifre che abbiamo appena analizzato. Sappiamo che parte della documentazione, pur essendo stata prodotta, non risulta reperibile negli archivi della Soprintendenza, poiché ancora detenuta da funzionari archeologi, direttori scientifici o diretti esecutori degli interventi. La stessa Soprintendenza è a conoscenza del fatto che parte del materiale non è mai stato consegnato alla propria sede, mentre altro risulta in corso di studio (cfr. § 2), in alcuni casi alacremente, da oltre trent'anni! Nonostante gli sforzi dei funzionari per recuperarla, gran parte di quella documentazione continua a rimanere chiusa nei cassetti degli studiosi in nome di una presunta 'proprietà' intellettuale - ben altra cosa dalla 'paternità' intellettuale - che nel mondo della scienza non dovrebbe esistere.

## 8.2 Un vincolo vincolante, background urbano

Il termine 'vincolo' rientra nella percezione comune con un'accezione sottilmente negativa; pre-

suppone una restrizione, un legame tra parti contraenti con obblighi reciproci, una soggezione del soggetto passivo di un rapporto obbligatorio, nei confronti del soggetto attivo dello stesso rapporto. In relazione ai Beni Archeologici, si definisce come una limitazione del diritto di proprietà su un bene, con un obbligo regolamentato da una norma di natura giuridica. In quest'ottica, enti pubblici e privati cittadini si trovano nella posizione più o meno conscia di vincolatari e sono necessariamente tenuti a rispettare i termini del rapporto. La legge stabilisce come ogni ritrovamento di valore archeologico appartenga allo Stato Italiano; ciò che viene regolamentato come 'bene culturale' sono 'le cose mobili e immobili'. La codifica 'di importante interesse delle cose', sulla base della quale si stabilisce il vincolo, è il fondamento concettuale della legge. Se alle 'cose' non si riconosce interesse, esse non sono sottoposte alla legge (GUZZO 1996: 19).

Nell'ultima revisione del codice dei Beni Culturali (2008) si inserisce, con riferimento agli articoli del codice dei lavori pubblici che istituiscono la VIARCH, un articolo<sup>10</sup> che prevede la possibilità di richiedere, da parte del Soprintendente, l'esecuzione di saggi archeologici preventivi in caso di realizzazione di lavori pubblici ricadenti in aree di interesse archeologico: questo è l'unico accenno alla gestione preventiva del patrimonio sepolto nel territorio. Ogni altro riferimento archeologico, tra i pochi che ancora oggi compaiono nel Codice dei Beni Culturali, è legato 'all'oggetto'. Il concetto di 'bene' è esclusivamente riferito alle 'cose'; non si parla mai di terra, di deposito, di traccia. Il grosso limite di questa impostazione vincola inevitabilmente il dialogo con coloro che non sono specialisti della materia: amministratori e imprenditori non hanno infatti alcun riferimento di legge per comprendere cosa significhi salvaguardare e documentare una storia

scritta nella terra. Ciò che viene normato è esclusivamente il "ritrovamento fortuito" che presuppone una logica conservativa e non conoscitiva; in alternativa vi sono le "concessioni di ricerca", rilasciate da Ministero a enti pubblici o privati cittadini di qualificata e riconosciuta esperienza scientifica che, spesso congiuntamente al funzionario archeologo di Soprintendenza, assumono la direzione dell'indagine<sup>11</sup>.

Per comprendere le scelte e le strategie adottate per la tutela e la conoscenza del patrimonio dell'area che prendiamo come test della nostra ricerca, è necessario entrare brevemente nello specifico della situazione pisana, per altro comune ad altri centri urbani italiani. Nel 1986 e nel 1993 vennero definite su Pisa due declaratorie di "importante interesse archeologico" che, perimetrando alcune zone interne alla città, stipulavano una sorta di accordo tra la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana e tutti gli enti pubblici cittadini, per la gestione di queste aree<sup>12</sup>. Le declaratorie prevedevano infatti che gli enti sottoponessero al nulla osta della Soprintendenza archeologica i progetti ricadenti in tali zone, rispettando conseguentemente le prescrizioni di indagine che venivano rilasciate. Anche se molto spesso l'accordo non è stato rispettato come sperato, continuando a dover intervenire in condizioni di emergenza a concessione edilizia già rilasciata, con gli anni si è progressivamente instaurato un virtuoso processo di collaborazione, che ha permesso al Comune e alla Soprintendenza di pianificare congiuntamente e preventivamente molti lavori pubblici. Le perimetrazioni delle due declaratorie vennero definite sulla base della collocazione topografica di una serie di rinvenimenti che, negli anni, allargarono la zona di interesse dal centro propriamente storico (1986), alle porzioni esterne a nord e ovest (1993). Guidati dalla scoperta delle 'cose', i perimetri vennero traccia-

<sup>10</sup> Art.28 comma 4 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42. Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, ai sensi dell'art. 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137 e revisioni D.Lgs. 26 marzo 2008, n. 62.

<sup>11</sup> Artt. 90 e 89 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42. Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, ai sensi dell'art. 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137 e revisioni D.Lgs. 26 marzo 2008, n. 62.

<sup>12</sup> Archivio storico SBAT, Firenze, Pos.9Pisa4, Prot. N. 4585 del 10 aprile 1986 e Pro. N. 10610 del 29 giugno 1993.

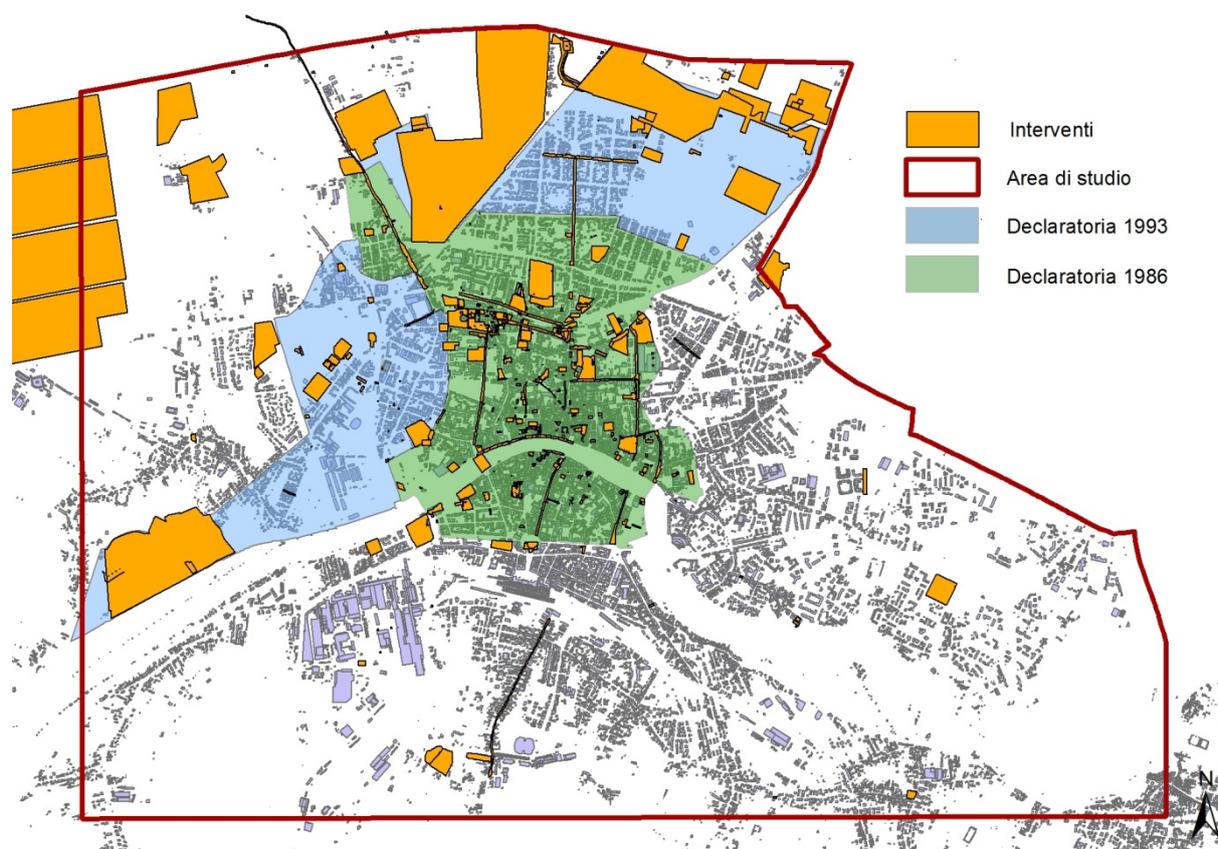
ti laddove già si possedevano alcune informazioni, escludendo completamente i settori meridionale e orientale, poiché ancora poco conosciuti; non vi fu in quel momento, né negli anni successivi, uno studio più articolato che permettesse di comprendere con maggiore precisione l'effettivo raggio di sviluppo della città nei secoli. Questa operazione, se da un lato ha permesso (e continua a farlo ancora oggi) di garantire il monitoraggio delle aree interne alle declaratorie, dall'altro ha parzialmente distolto l'attenzione dai restanti territori per i quali la raccolta di informazioni, fossero esse presenze o assenze, è stata completamente esclusa.

La distribuzione spaziale degli interventi documentati attesta esattamente questo stato di cose: solo il 9% degli interventi ricade all'esterno dei perimetri del 1986 e del 1993. Del 91% di quelli ubicati all'interno, il 72% ricade nella declaratoria del 1986, mentre il 18% in quella del 1993. La

maggior parte degli interventi si concentra entro il perimetro delle mura urbane (63,8%) e di questi l'85,5% sono scavi (nelle diverse tipologie) e attività di assistenza (fig. 8.5). Le porzioni meridionale e orientale della città risultano quasi prive di notizie, anche laddove in anni recenti si è molto costruito, dato il progressivo sviluppo delle nuove aree industriale e commerciale. Il vincolo è diventato troppo vincolante?

### 8.3 Strategie e metodologie

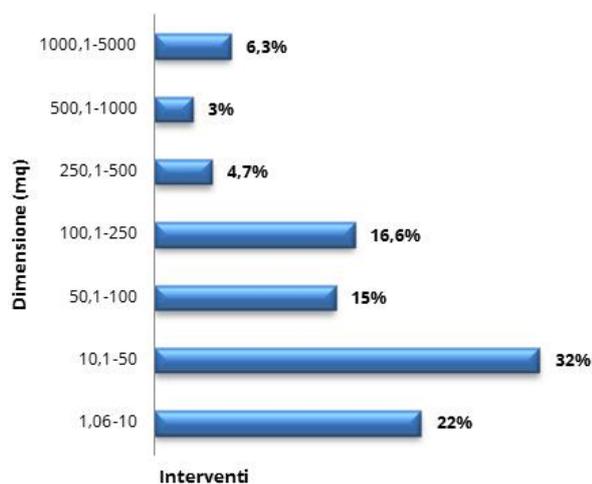
Come già largamente spiegato, l'unità minima di registrazione utilizzata nel progetto MAPPA è l'intervento archeologico. Prendendo in esame solo le indagini che hanno interessato il sottosuolo<sup>13</sup> e di cui è stato possibile georeferenziare con precisione le aree di intervento, vediamo che il territorio urbano è stato complessivamente sondato



8.5 La ripartizione degli interventi documentati nelle aree perimetrata dalle due declaratorie del 1986 e del 1993.

<sup>13</sup> Sono stati esclusi dal calcolo le aree indagate solo in superficie, i recuperi occasionali e i carotaggi.

per una superficie pari a 75.609,36 mq<sup>14</sup>. L'ampiezza media degli interventi è di circa 40 mq, anche se oltre il 20% sono piccoli sondaggi compresi tra 1 e 10 mq e il 30% aree di oltre 100 mq.



#### 8.6 Dimensione degli interventi.

Tra il 1562 e il 2011 sono attestati 694 interventi in cui si distinguono diverse tipologie di indagini che, analizzate nella loro distribuzione temporale, delineano le strategie adottate nel corso dei decenni, descrivendo chiaramente lo sviluppo metodologico di una disciplina.

Tutti gli interventi sono stati distinti in 10 tipologie:

- Assistenza: definizione comunemente usata per indicare tutti quei lavori, soprattutto cantieri edili o stradali (alloggiamento di sottoservizi pubblici), dove è richiesta la presenza vigilante dell'archeologo in tutte le fasi di scavo e movimentazione terra.
- Carotaggio: in ambito urbano solitamente coincidente con i carotaggi geologici effettuati preventivamente alla costruzione di immobili per lo studio dei suoli, al fine di realizzare idonei calcoli strutturali. L'archeologo interviene contestualmente all'estrazione delle carote o successivamente alla lettura geologica. Raro è il caso in cui il lavoro è realizzato in maniera congiunta tra archeologo, geologo e geomorfologo.
- Indagine geochimica/geofisica: comprende indistintamente l'analisi dei fosfati e dei metalli in traccia, le indagini geoelettriche, elettromagnetiche, magnetometriche, G.P.R., sismiche, microgravimetriche, acustiche.
- Recupero occasionale: sotto questa voce rientrano tutte le segnalazioni, solitamente ad opera di privati cittadini o associazioni, di scoperte fortuite o di asportazione di reperti mobili, rinvenuti in discariche temporanee, campi arati, trincee di scasso non autorizzate, lavori non assistiti, ecc.
- Ricognizione: indagine di superficie non invasiva, per lo più utilizzata in aree agricole o boschive, raramente in contesti urbani.
- Scavo di emergenza: scavi effettuati a seguito di una scoperta fortuita durante cantieri edili, lavori pubblici o privati, dove si presuppone che l'intervento avvenga dopo un'iniziale 'perdita' del deposito informativo. Solitamente le condizioni di uno scavo di emergenza sono dettate dalla rapidità di esecuzione e dalla convivenza dell'archeologo con la presenza di mezzi meccanici e altre squadre di lavoratori. Si includono in questa categoria anche i saggi di scavo che, non preventivi, risultano come necessario approfondimento di una zona durante un lavoro di assistenza.
- Scavo preventivo: il termine comprende sia gli interventi di scavo legati alle norme sull'archeologia preventiva, sia gli interventi pianificati preventivamente alla realizzazione di una qualsiasi opera che interesserà il sottosuolo.
- Scavo programmato: corrisponde alla più comune denominazione di 'scavo di ricerca'. Presuppone anch'esso una pianificazione temporale del lavoro, ha lo scopo di cercare risposte a determinate domande di carattere storico-archeologico e, soprattutto, non è connesso con la realizzazione di un'opera.
- Sopralluogo: definizione adottata soprattutto per le missioni effettuate dal Soprintendente o dai funzionari della Soprintendenza, è solitamente considerato come verifica di una situa-

<sup>14</sup> L'area di studio complessiva è di circa 27 kmq.

zione segnalata o per prendere visione dello stato dell'arte di alcuni lavori.

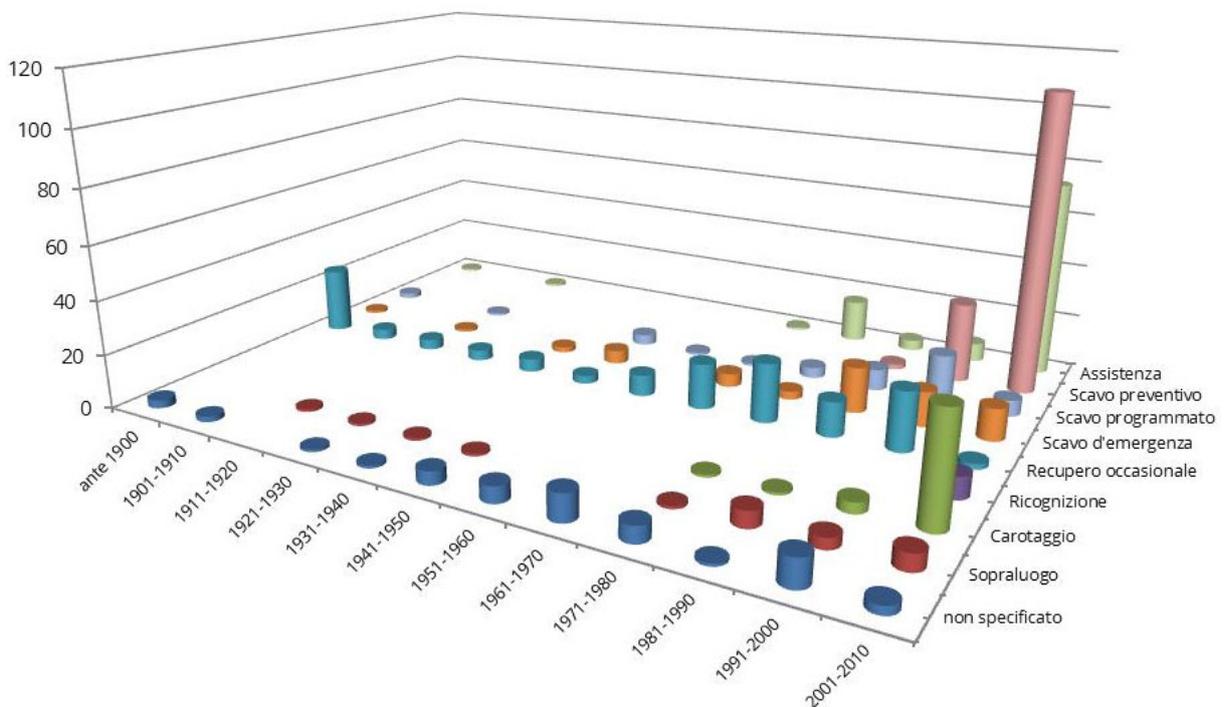
- Non determinato: ricadono in questa definizione tutti gli interventi dalla cui documentazione non è possibile evincere l'esatta tipologia.

Paradossalmente le tipologie maggiormente rappresentate sono quelle che si collocano agli antipodi, ovvero il recupero occasionale (21%) e lo scavo preventivo (22%), seguiti dall'attività di assistenza (18%), che appare spesso come consequenziale ad una prima verifica. Una semplice analisi ci mostra come in ambito urbano siano utilizzate in modo estremamente episodico le indagini di carattere geofisico/geochimico e le ricognizioni di superficie<sup>15</sup>. Per quanto entrambe siano solitamente più utilizzate in ambiti extraurbani, nell'area presa a campione appare particolarmente limitata la loro pratica anche in quelle aree periurbane che, dall'originaria vocazione agricola, sono state progressivamente oggetto di imponenti opere di urbanizzazione. Ad una percentuale significativa (9%) si attestano gli interventi per i

quali le fonti non specificano in alcun modo la tipologia; questo dato si evidenzia in modo assai costante durante tutto il periodo osservato<sup>16</sup>.

L'analisi dei dati degli ultimi trent'anni registra un trend coerente con quello nazionale: lo sviluppo dell'archeologia urbana, e contemporaneamente di quella medievale, aumenta le occasioni di indagine, con oltre il doppio degli interventi attestati tra il decennio 1981-1990 e il successivo 1991-2000 (+111,53%) e con un incremento del 142% tra il 2001-2010 e il decennio precedente.

Se esaminiamo in modo diacronico la distribuzione delle diverse modalità di intervento, possiamo fare alcune prime considerazioni di carattere generale. Il recupero occasionale, che dal XVII secolo al 1940 costituisce pressoché l'unica tipologia di intervento, continua a rimanere fino al 2000; ancora nel decennio 1991-2000 rappresenta il 26,8% degli interventi, mentre nel decennio successivo solo lo 0,9% (fig. 8.7). Potremmo ipotizzare che questo sostanziale cambiamento sia connesso con una brusca interruzione dell'at-



8.7 La rappresentatività delle diverse tipologie di intervento nel corso dei decenni.

<sup>15</sup> Indagini geofisiche/geochimiche 1%; ricognizioni di superficie 2%.

<sup>16</sup> Per altre categorie non citate i dati sono: 10% carotaggio, 8% scavo di emergenza, 6% scavo programmato, 3% sopralluogo.

tenzione posta da parte della società civile verso il patrimonio archeologico, ma forse è più ragionevole riflettere su come sia cambiata, nell'ultimo decennio, la strategia di tutela della città da parte della Soprintendenza e, contestualmente, quale ruolo sia stato ritagliato per i singoli o per i Gruppi Archeologici. Fino a tutti gli anni novanta si registra infatti un'efficiente attività di monitoraggio del territorio da parte di tali gruppi, alla quale spesso segue il loro coinvolgimento diretto nelle vere e proprie attività di scavo. Questa consuetudine viene sospesa a partire dal 2001 e non è un caso che il periodo coincida con il passaggio di consegna tra funzionari della Soprintendenza e con il definitivo consolidamento dell'archeologia professionale in città. Agli appassionati si sostituiscono i professionisti, laureati, spesso imprenditori di sé stessi, che diventano motore trainante di una nuova supervisione sui tanti lavori, pubblici e privati, che interessano il sottosuolo e non solo<sup>17</sup>. Le caratteristiche delle segnalazioni si trasformano: con una diversa mentalità, che non si 'accontenta' più dell'esclusivo recupero materiale dell'oggetto, si segnala l'esecuzione di un lavoro, si controlla ogni scasso nella terra a prescindere dalla presenza e visibilità di resti archeologici. Si passa così dalla cultura dell'oggetto – il bene in sé, recuperato e consegnato – alla cultura del deposito stratigrafico, alla consapevolezza della necessità di documentare i molteplici tratti di una realtà pluristratificata e diacronica. Le 'nuove' segnalazioni intervengono durante i lavori, ed ecco diminuire la percentuale di scavi di emergenza (dal 32,7% del decennio 1981-1990, al 11,8% tra 1991-2000, al 4,5% tra il 2001 e il 2010), e spesso prima, seguendo da vicino la politica edilizia cittadina, le scelte urbanistiche ecc., ed ecco triplicarsi il numero degli scavi preventivi<sup>18</sup>. Un sistema virtuoso che fa dell'archeologo professionista un soggetto attivo che, contestual-

mente alla ricerca di un incarico remunerativo, partecipa con forza all'azione di tutela (fig. 8.8). Un altro dato da evidenziare è la mancata incidenza della legge sull'archeologia preventiva<sup>19</sup> negli anni successivi alla sua approvazione (post 2006). 151 sono gli interventi registrati tra il 2001 e il 2006, 159 quelli tra il 2007 e il 2011: un incremento limitato ad un +4%. Le modalità di recepimento e adozione delle regole operative descritte dal Decreto Legge appaiono diseguali a seconda delle aree di intervento, dei funzionari responsabili, della sensibilità e preparazione degli amministratori locali. Non è chiaro se l'opera pubblica, entro il cui regolamento è inserita la norma, sia esclusivamente la grande opera (dalla quale è nata l'esigenza prima e la riflessione dopo) o l'opera pubblica in senso lato, cioè automaticamente così regolamentata per la sua committenza. Si applica alle grandi opere in linea (vedi tratti ferroviari) così come alle nuove fognature realizzate in città? Su questo punto permane ancora, dopo sei anni, un terreno incerto, che lascia ad ogni Soprintendenza la possibilità di muoversi con una certa dose di discrezionalità. Per spiegare perché la percentuale degli interventi resti sostanzialmente invariata, possiamo formulare più ipotesi. La prima è che per ogni intervento a committenza pubblica sia stata redatta una VIARCH nei tempi definiti dal decreto, quindi in fase di progetto preliminare, e che i risultati di tali lavori abbiano comportato una variazione progettuale atta a scongiurare qualsiasi interferenza dell'opera con il patrimonio sepolto, eliminando quindi a priori la necessità di intervenire in fase esecutiva e conseguentemente non incidendo numericamente sugli interventi realizzati. Questa supposizione non sembra credibile: oltre a risultare agli atti un numero insufficiente di VIARCH, dovremmo pensare che tutte le valutazioni siano state redatte senza necessità di indagini sul campo, anche

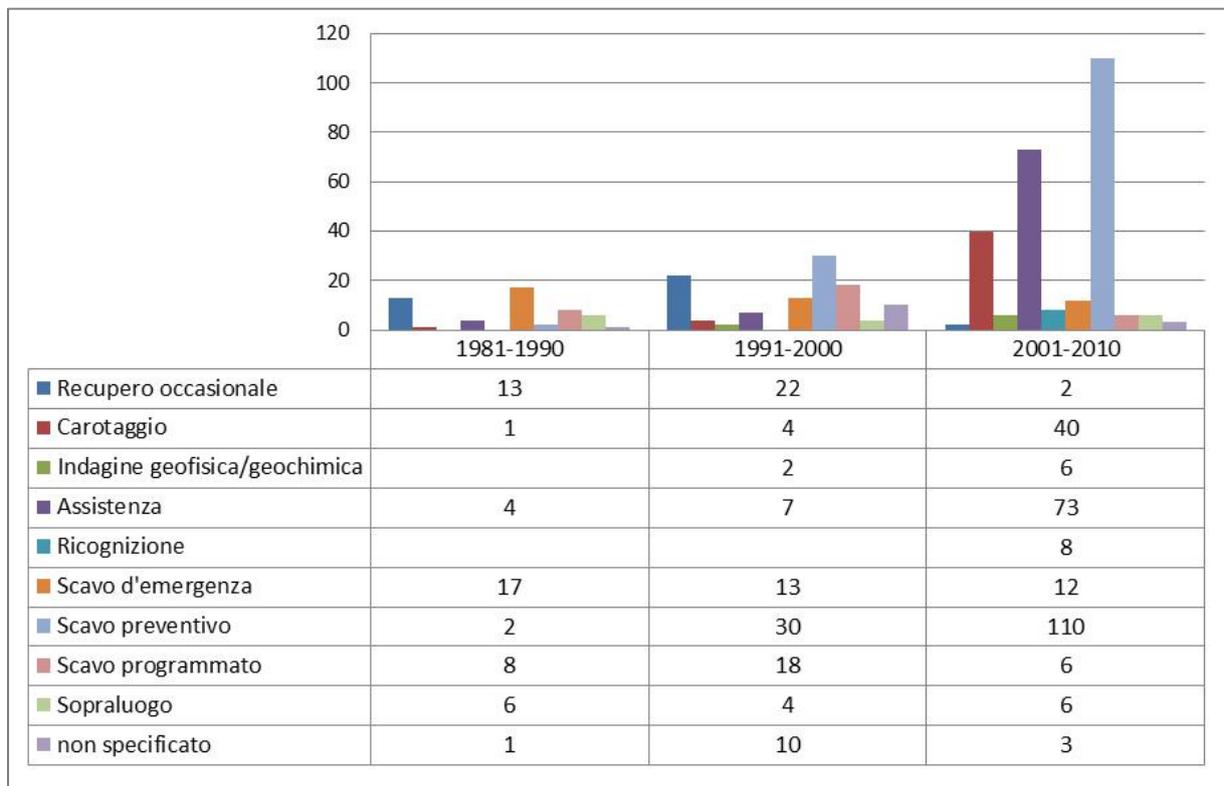
<sup>17</sup> È proprio in questo periodo che si attestano numerose attività di lettura stratigrafica degli elevati, con lavori sistematici e sviluppo di filoni di ricerca specifici.

<sup>18</sup> Lo scavo preventivo passa da 3,8% degli anni ottanta, al 27,2% tra il 1991 e il 2000 e raggiunge il 41,3% nel 2001-2010. L'attività di assistenza archeologica si attesta invece al 7,7% tra il 1981 e il 1990, al 6,3% tra 1991 e 2000 e al 27,4% nel decennio 2001-2010.

<sup>19</sup> D.lgs. 163/2006, art. 95-96.

di piccola entità (carotaggi, sondaggi esplorativi, ecc.) o non invasive (ricognizioni di superficie), data la mancata incidenza di documentazione relativa ad interventi del genere. La seconda ipotesi è che il decreto non sia stato applicato. Ciò che riteniamo più credibile è che il decreto abbia ratificato, rafforzandola, una prassi già in uso negli anni precedenti. La sostanziale equivalenza degli interventi di archeologia pre-

ventiva, e a scala minore anche della tipologia di intervento adottata<sup>20</sup>, dimostra infatti che, in un territorio virtuoso dove si registra un'attiva collaborazione tra gli enti, la norma ha parzialmente risposto ad una pratica già consolidata, definendo esclusivamente una tempistica diversa (nella fase progettuale) per ottimizzare i risultati in termini sia scientifici e di tutela, sia di costi - tempo/denaro - dell'opera<sup>21</sup>.



8.8 La tipologia di intervento adottata tra il 1981 e il 2010.

<sup>20</sup> I dati evidenziano come le tipologie di intervento, più strettamente legate con le pratiche di archeologia preventiva, non attestano flussi che si discostino particolarmente da un periodo e l'altro. Tenendo presente che temporalmente i due periodi non si equivalgono (sei anni tra 2001 e 2006, cinque tra 2007-2011), verificiamo che gli scavi preventivi passano da 61 a 54, con una media annua di circa 10 unità per entrambi i periodi; gli interventi di assistenza archeologica hanno un incremento del 30% da 42 a 50, cioè da 7 unità/anno a 10 unità/anno. Ugualmente l'esecuzione di carotaggi va da 18 a 22, circa +25% rapportato agli anni; gli scavi programmati scendono da 11 a 2, quelli di emergenza da 6 a 7, mentre significativa è la ricognizione di superficie da 1 a 11. Quest'ultimo dato va considerato valutando che 4 interventi sono relativi a un progetto di ricerca universitario e i restanti complessivamente riconducibili a soli due progetti di opere pubbliche.

<sup>21</sup> Sarà interessante verificare, tra qualche anno, se questi dati saranno nuovamente confermati e la collaborazione si dimostrerà positivamente consolidata, in particolar modo dopo l'impatto che i progetti pubblici PIUSS 2012-2015 avranno sulla città, intervenendo fortemente sul sottosuolo dell'area urbana.

#### 8.4 Chi fa cosa

Ad eccezione di poche personalità illustri, l'uso di registrare il nome dell'esecutore materiale dell'intervento appare solo dopo il 1980. Fino a quella data, per oltre il 50% dei dati non siamo a conoscenza di chi effettivamente abbia realizzato l'indagine e registrato il dato archeografico. Dal 1981 questa percentuale cala bruscamente al 12%, fino a scomparire con il XXI secolo.

A partire dal dopoguerra e fino all'inizio degli anni '90, le indagini vengono direttamente condotte dai funzionari della Soprintendenza e dai loro assistenti. Fino al 1990 circa, la figura del "collaboratore esterno" ancora non è delineata; gli archeologi ministeriali si avvalgono di volontari, studenti o collaboratori interni, in alcuni casi collaborano con le università; spesso supervisionano i lavori condotti per lo più da ditte edili, principalmente dirigono scavi di carattere programmato. Nel campione analizzato, è solo nel 1986 che compare il primo intervento di scavo eseguito da una ditta archeologica. Per quanto siano gli anni ottanta a vedere, anche in Italia, la nascita di un'archeologia propriamente urbana, con la progressiva scoperta del valore archeologico dei dati post-classici, e conseguentemente l'aumento delle occasioni di intervento sul territorio, a Pisa, ancora tra il 1981 e il 1990 su 46 interventi di cui si conosce l'esecutore, solo 3 sono affidati a ditte private (6,52%). Nel decennio 1991-2000 questa percentuale aumenta considerevolmente (49,09%)<sup>21</sup> e si evidenzia come il 75,92% degli interventi siano eseguiti direttamente da singoli professionisti, contro il 24,08% affidati a ditte. È infatti dal 1992 che si registra, a Pisa, la comparsa dei liberi professionisti come esecutori di indagini urbane. La figura del professionista, che per altro ancora oggi non viene pienamente riconosciuta, è in questi anni identificabile con archeologi laureati nell'ateneo locale che, su indicazione della Soprintendenza, ricevono incarichi da enti pubblici o priva-

ti; la maggior parte degli interventi è realizzata da un solo archeologo, in alcuni casi dall'associazione, non formale, di 2-3 persone.

I funzionari della Soprintendenza e i loro assistenti continuano ad eseguire direttamente una serie di indagini; rispetto al decennio precedente (1981-1990) la percentuale cala dal 48% al 17,27%. L'attività del funzionario archeologo comincia a configurarsi maggiormente verso quello che sarà il trend degli anni successivi: un'azione di controllo e verifica del lavoro, non direttamente eseguito da personale degli uffici ministeriali bensì da terzi qualificati, e il mantenimento costante della direzione scientifica per la quasi totalità delle indagini. Il ruolo diretto della Soprintendenza come esecutore degli interventi rimane principalmente nel caso di scavi programmati<sup>22</sup>, realizzati in punti nodali per la ricostruzione della storia della città; i dati mostrano come tali interventi siano equamente condotti da ditte/professionisti e Soprintendenza/dipartimento competente dell'ateneo cittadino. È infatti in questi anni che sembra rafforzarsi la partecipazione dell'università nell'archeologia urbana. La presenza attiva dell'istituzione universitaria nell'archeologia della città difficilmente può essere valutata analizzando il solo caso pisano. Il panorama nazionale offre situazioni molteplici: alcuni dipartimenti universitari sono molto attivi nei centri urbani e intessono rapporti collaborativi sia con le Soprintendenze che con le amministrazioni locali; altri seguono prevalentemente filoni di ricerca che spaziano su territori più ampi e problematiche diverse. In alcuni casi le università – istituzionalmente preposte alla ricerca e alla formazione – sono presenti sul mercato del lavoro archeologico con cantieri urbani definiti 'didattici', ma che non si realizzano per pianificate finalità di ricerca e formazione degli studenti: l'università va impropriamente a sostituirsi al lavoro professionale potendo offrire un servizio a costi ridotti in

<sup>21</sup> Gli interventi attestati in questo periodo sono 110; di 11 non si conosce l'esecutore, mentre 54 vengono eseguiti da ditte e professionisti del settore.

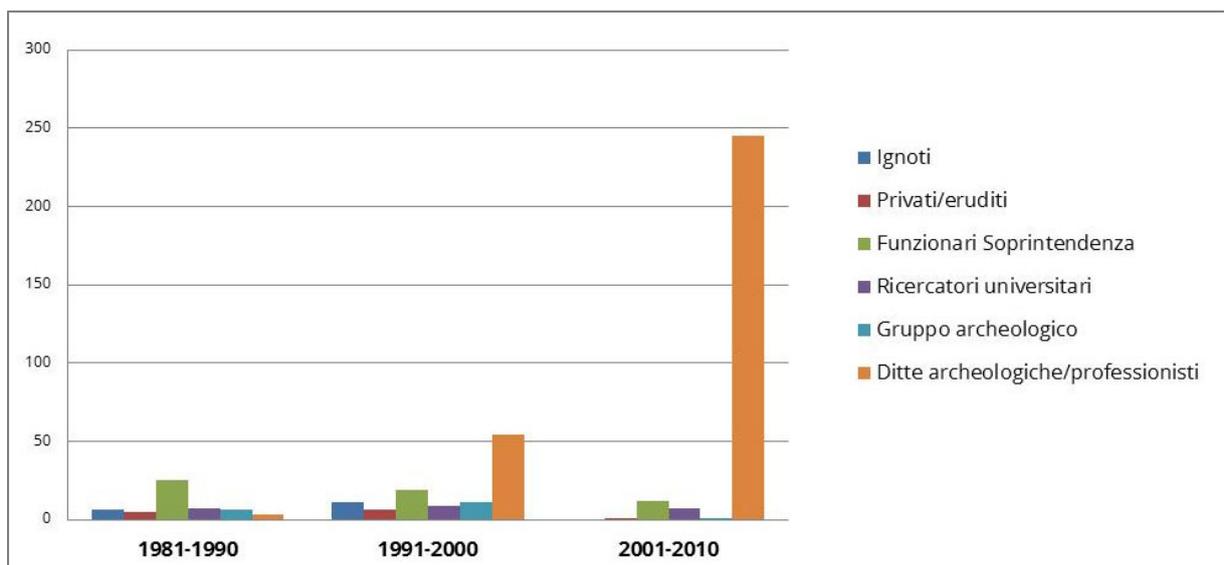
<sup>22</sup> Nelle altre tipologie di intervento le attestazioni di esecuzione diretta da parte della Soprintendenza sono più limitate: assistenza 14,28%, scavi di emergenza e preventivi 13,63%, carotaggi interamente ad affidamento esterno.

un sistema già fortemente viziato dalla predominanza del fattore economico. Non volendo entrare nel merito di una questione che richiederebbe un dibattito più argomentato, è comunque importante sottolineare come in molte città e regioni la presenza delle università come esecutori delle indagini archeologiche abbia frenato lo sviluppo dell'imprenditoria e della professione archeologica, alimentando il paradosso di uno Stato che investe molto denaro nella formazione di professionalità destinate a promuovere e garantire la gestione del proprio patrimonio archeologico e, al tempo stesso, ne inibisce le possibilità lavorative.

Nel caso di Pisa, è sul finire degli anni settanta che si riscontrano una serie di interventi diretti e/o direttamente eseguiti da personale universitario. Accanto a ricerche di taglio 'classico', prende il via in questo periodo un'azione di controllo, alimentata dagli archeologi medievisti, su tutta una serie di interventi edilizi e stradali, definiti minori, che si compiono in città: realizzazione di nuove fognature e condotti, posa di cavi elettrici e telefonici, ristrutturazione di alcuni edifici. Nei decenni successivi l'apporto universitario rimane limitato, tranne negli anni 2001-2006 con l'aper-

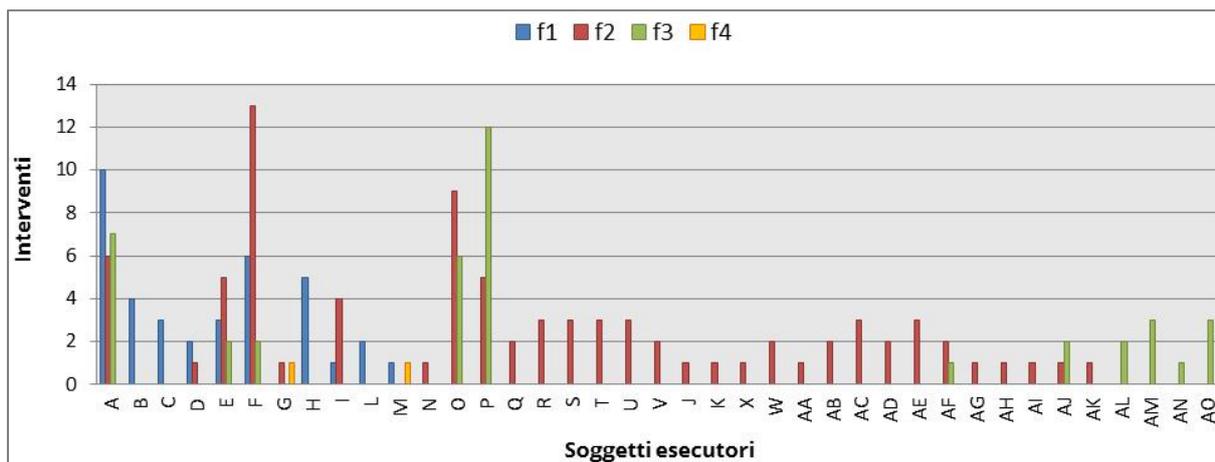
tura di alcuni cantieri propriamente didattici e la direzione scientifica di alcuni docenti che, attraverso propri collaboratori, conducono una serie di scavi preventivi e assistenze.

Uno dei fenomeni da analizzare è sicuramente quello legato all'archeologia professionale che diventa una realtà solida nel decennio 2001-2010, quando, rispetto agli anni precedenti, triplica il numero di interventi eseguiti da ditte o liberi professionisti fino a raggiungere il 92% del totale (fig. 8.9)<sup>23</sup>. Un aspetto che emerge dai dati è la distribuzione degli incarichi lavorativi tra i diversi soggetti che operano nell'area di studio. È interessante vedere come tra il 1991 e il 2000, quando gli interventi professionali raggiungono quasi il 50% delle indagini svolte in città, gli operatori siano solo 10. L'archeologia come vera e propria professione, indipendente e svincolata da università e soprintendenze, è ancora agli inizi e si realizza attraverso alcune importanti società e cooperative, costitutesi negli anni ottanta, che sembrano apparire come l'unico sbocco lavorativo possibile che non sia quello strutturato all'interno di un ente pubblico. Il singolo archeologo non ha ancora preso coscienza del fatto che può mettersi sul mercato come qualunque altro professionista

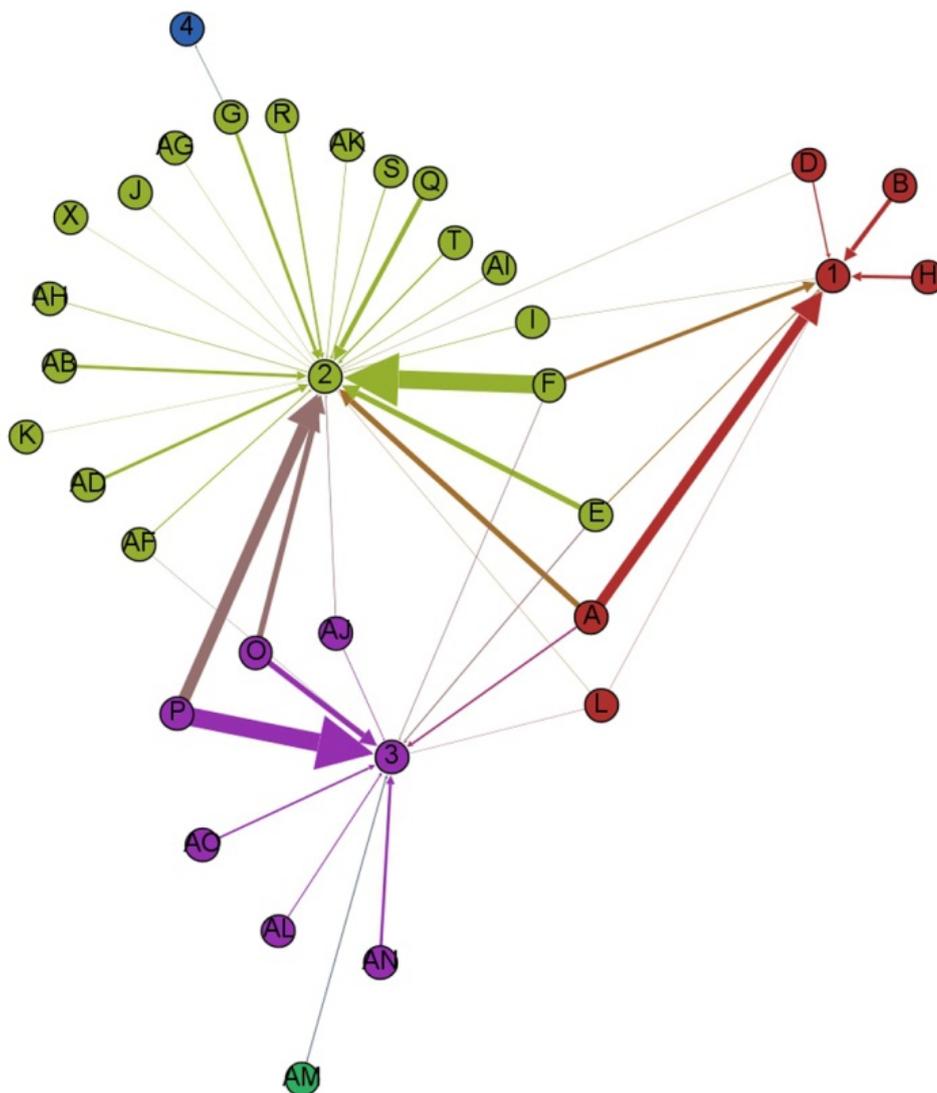


8.9 Esecutori degli interventi tra il 1981 e il 2010.

<sup>23</sup> 3 su 52 interventi nel decennio 1981-1990, 54 su 110 tra 1991 e 2000, 245 su 266 nel 2001-2010.



8.10a L'istogramma mostra il numero di interventi realizzati per ciascun soggetto (indicati con le lettere) che ha lavorato nell'area campione nel periodo compreso tra il 1981-2010. Nei diversi colori il periodo di riferimento per ogni funzionario archeologo responsabile per la zona, numerati in ordine casuale e non secondo una sequenza cronologica.



8.10b Gli stessi dati presentati attraverso un grafico a rete, dove si evincono le relazioni tra funzionari e soggetti esecutori.

(architetto, ingegnere, geometra...); non essendoci un albo o un'associazione di categoria che ne riconosca pienamente la legittimità fuori dall'istituzione, i singoli sono pochi e coltivano rapporti diretti e fiduciari con i funzionari della Soprintendenza. A partire dal 2001 si registra un progressivo incremento nel numero di operatori qualificati, che aumenta gradualmente con i primi laureati che escono dal neonato corso di laurea in Scienze dei Beni Culturali. Sul finire del decennio 2001-2010, in particolare dopo la crisi economica iniziata nel 2008, il crollo dell'attività edilizia e il costo del lavoro determinano una diminuzione nelle assunzioni (e un aumento dei licenziamenti) all'interno di grandi e medio grandi imprese archeologiche; nella speranza di evitare un precariato costante e una flessibilità estrema che porta, nel giro di pochi mesi, da un capo all'altro della penisola, prende sempre più corpo la figura dell'archeologo 'a partita iva'.

I dati pisani per questo decennio dimostrano come, anche in relazione al maggior numero di interventi eseguiti, i soggetti passino da 10 a 34. Se per alcuni operatori si nota una continuità lavorativa, in altri casi è doveroso notare che l'avvicendamento dei funzionari produce un cambiamento dei professionisti che operano con costanza sul territorio (fig. 8.10). Leggendo l'istogramma è naturale presupporre che i soggetti con il maggior numero di interventi realizzati, e in alcuni casi anche la maggiore continuità nel tempo, siano coloro che hanno garantito la migliore qualità di lavoro. È proprio così?

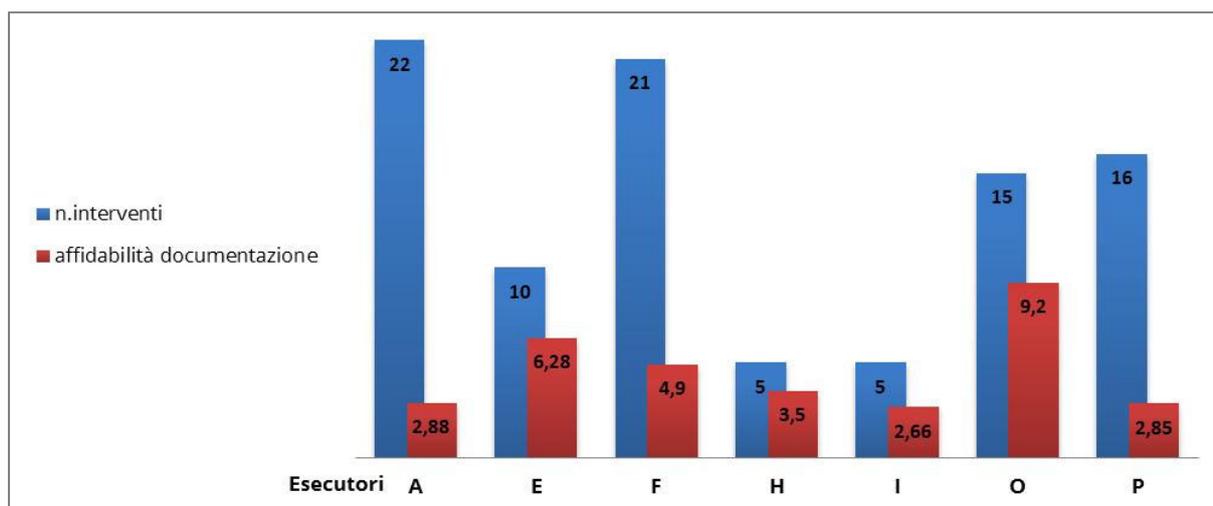
### 8.5 La qualità 'non' paga

Per poter effettuare questo tipo di analisi, è stato necessario comparare i dati risultanti dal censimento degli esecutori degli interventi (sempre relativamente al periodo 1980-2011, fig. 8.10) con quelli estratti dalla valutazione dell'affidabilità delle informazioni dei singoli ritrovamenti. Lavorando sull'interoperabilità di dati provenienti da fonti eterogenee e spesso lacunose, è stato neces-

sario inserire un dato che, con parametri chiari e quanto più possibile obbiettivi, consentisse di valutare l'affidabilità complessiva del record archeologico analizzato. Individuando nella fonte, intesa come documentazione archeografica dell'intervento, il punto nodale di questo processo, è stata elaborata una tabella per la valutazione della documentazione di ogni intervento<sup>24</sup>. L'assenza di standard riconosciuti che definiscano la tipologia, i formati digitali, e più genericamente le caratteristiche necessarie ad una corretta redazione della documentazione di un intervento, permette di effettuare tale valutazione solo sotto il profilo quantitativo e non qualitativo; è infatti palese l'ampio spazio lasciato ad una produzione diversificata, il cui livello qualitativo è determinato esclusivamente dalla competenza dell'operatore (sia esso l'esecutore materiale o il direttore scientifico) e, più raramente, dalla successiva revisione da parte del funzionario archeologo responsabile. Senza voler entrare nelle spinose questioni che solleva tale lacuna, è importante sottolineare quanto una carenza di questo tipo debba essere affrontata come una questione preminente all'interno del dibattito dell'archeologia italiana. La convinzione è infatti quella che un riferimento tanto mai condiviso, quanto preciso e non derogabile, debba essere un passaggio metodologico indispensabile richiesto da tutta la comunità scientifica, al fine di rafforzare la disciplina archeologica e la sua professionalità con un riferimento legislativo chiaro, verificabile e sanzionabile, che premi la qualità del lavoro, come del resto avviene in qualunque altro procedimento amministrativo, ma anche creativo, che coinvolge diversi aspetti della ricerca e della gestione del patrimonio culturale (si pensi ad esempio alle pratiche richieste ad un architetto per un intervento su un immobile vincolato o semplicemente in un centro storico). Tornando all'analisi dei dati, dovendoci basare, come abbiamo visto, solo su elementi quantitativi, si sono riassunti i parametri di presenza/assenza della documentazione in una tabella di calcolo che ha permesso di ottenere

---

<sup>24</sup> Per una trattazione completa delle modalità di analisi e parametrizzazione cfr. § 4.1.1.6.3.



8.11 Rapporto fra numero di interventi realizzati e valore attribuito all'affidabilità della documentazione. Caso 2. Selezione dei soggetti esecutori su base 5.

un valore per ogni intervento, secondo una serie di semplici passaggi preventivamente definiti. Per limitare il più possibile l'interferenza del giudizio soggettivo dell'operatore nell'attribuzione dei valori, i parametri di controllo sono stati codificati e ogni valore è stato assegnato al singolo ritrovamento senza conoscere il nome dell'esecutore dell'intervento. Per ogni soggetto che ha operato nell'area di studio è stato conteggiato il numero di interventi eseguiti e, contestualmente, ad ogni intervento è stato assegnato il valore espresso dal calcolo della tabella di affidabilità. Una media matematica ottenuta dalla somma algebrica di tutti i valori relativi agli interventi di un singolo soggetto, divisa per il numero di interventi complessivi eseguiti dal medesimo soggetto, ha permesso di acquisire un valore di riferimento per ogni esecutore. I dati non sono confortanti. Su una scala di riferimento compresa tra un minimo di 1 e un massimo di 12, su 36 soggetti (ditte, liberi professionisti, studi professionali, società), solo il 30% raggiunge un valore compreso tra 9 e 11 e di questa percentuale, solo il 15% si avvicina al valore più alto (11,33). Quasi la metà dei soggetti (46%) ottiene un valore compreso tra 1 e 3, mentre il restante 24% oscilla tra 4 e 7.

Per meglio visualizzare il trend, la stessa analisi è stata riproposta scremando i soggetti che risultano presenti in maniera più sporadica e il cui valore può apparire non credibile sotto il profilo sta-

tistico. Nel primo caso sono stati eliminati tutti i soggetti che hanno eseguito un numero di interventi inferiore a 3, nel secondo quelli con un numero inferiore a 5. Le percentuali si confermano. Nel secondo caso, i soggetti si riducono a 7, di cui solo due con un numero di interventi inferiore a 10. Il valore minimo sale a 2,66 mentre il massimo scende a 9,2. Quello che sorprende – o forse no – è che la qualità, intesa come la completezza di tutti gli elementi che ragionevolmente dovrebbero comporre un apparato di registrazione del record archeologico, non corrisponde ad un maggior numero di incarichi assolti. Detto più semplicemente, sembra che la qualità non paghi. Ovviamente in questa affermazione concorrono tutta una serie di fattori che non si possono ignorare. Sappiamo infatti che un certo numero di esecutori (maggiormente liberi professionisti) hanno negli anni lasciato la professione archeologica e risultano aver eseguito meno interventi di altri. Sarebbe riduttivo affrontare in poche righe le ragioni di un fenomeno che vede ciclicamente ripresentarsi un abbandono precoce della professione archeologica (percentualmente maggiore nella componente femminile), ma è importante sottolineare come la qualità del lavoro prodotto non sia una componente secondaria. Rovesciando il dato, viene da chiedersi come mai lavora di più chi produce un prodotto di qualità inferiore. Ricordando che uno dei termini che ha

concorso alla determinazione del valore che stiamo analizzando si basa sulla quantità della documentazione prodotta, non possiamo escludere dalle nostre considerazioni il fattore economico di tale produzione. Il lavoro costa in tutte le sue fasi e tale costo incide, in termini di tempo e di denaro, su un preventivo di spesa per la realizzazione di un intervento. Dover produrre una documentazione completa di uno scavo, vuol dire stimare ore di lavoro per la compilazione di tutte le schede di unità stratigrafica, ore per la restituzione di tutte le planimetrie, ore per la catalogazione degli scatti fotografici, ore per la redazione dei diagrammi stratigrafici di unità stratigrafiche e attività, ore per una prima catalogazione e quantificazione dei reperti mobili, ore per scrivere una relazione esaustiva. Tutto questo lavoro appare però opzionale e lasciato alla discrezione di ogni operatore, perché non è richiesto dall'ente preposto alla tutela in modo così perentorio da diventare obbligatorio. Considerando che l'unico parametro per l'aggiudicazione di una gara di appalto in ambito archeologico è comunemente quello del ribasso economico, viene automatico associare la produzione di una documentazione minima e insufficiente ad un maggior successo di mercato, cioè all'acquisizione di più cantieri di lavoro grazie ad offerte economicamente più vantaggiose. Il sistema è ovviamente falsato e riconduce al punto nodale degli standard. Un confronto banale può essere fatto con le pratiche necessarie per costruire una casa. Il proprietario dell'immobile deve incaricare una serie di tecnici che predispongano tutte le pratiche necessarie per ottenere, dagli appositi uffici comunali, permessi e concessioni per procedere ai lavori. È impensabile che un architetto produca solo i prospetti e non le planimetrie o che un ingegnere consegni solo metà dei calcoli strutturali per la stabilità di un edificio; nessun ufficio rilascerà il permesso necessario e continuerà a chiedere le dovute integrazioni fin quando l'elaborato non sarà completo. Ogni professionista sa, quindi, quale documentazione deve produrre, quanto gli costa realizzarla, quale guadagno vuole trarre da quel lavoro. Ogni preventivo richiesto dal proprietario potrà così essere realmente comparabi-

le. Per la prestazione archeologica, invece, non vi sono riferimenti precisi e univoci; sono rari i casi in cui esistono regole chiare e la documentazione prodotta viene effettivamente sottoposta ad una revisione puntuale; laddove accade, il modello è locale o, al massimo, regionale. Chi produce una documentazione insufficiente, lacunosa o addirittura chi non la produce affatto, non viene sanzionato in alcun modo; tale comportamento non viene stigmatizzato a scapito della memoria storica collettiva e del professionista concorrente che, invece, cerca di realizzare un prodotto qualitativamente elevato. Non è quindi banale collegare parte delle cause di un precoce abbandono della professione archeologica a un sistema non regolamentato, che incentiva una concorrenza sleale con retribuzioni e guadagni molto bassi, a discapito della qualità del lavoro.

Allo stesso tempo è grave riscontrare come si attribuisca genericamente poco valore all'unico elemento di riproducibilità e ri-analisi proprio dell'archeologia; la mancata produzione del dato grezzo (archeografico), spesso a favore di un sintetico dato interpretato (archeologico), nega infatti la possibilità, da parte della comunità scientifica, di comprendere appieno il processo interpretativo, di poterne fare un'eventuale rilettura, di riutilizzare i dati su scale differenti per rispondere a domande diverse.

## 8.6 Date nei dati

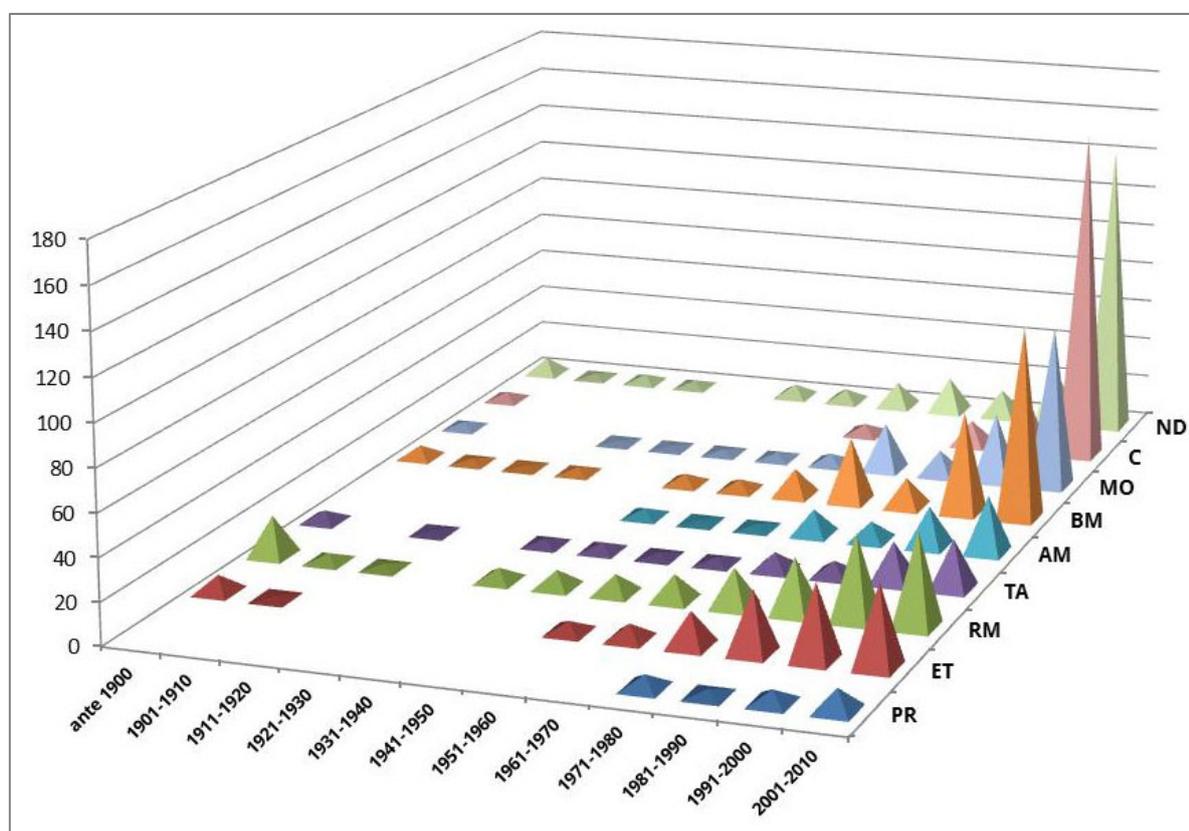
Informazione intrinseca ai dati presi in esame è la cronologia del ritrovamento. Pur sapendo come l'attenzione per i dati post-classici sia relativamente recente, è interessante entrare più a fondo nell'analisi di quanto sia rappresentata ogni fase cronologica. Escludendo il 15% dei ritrovamenti che non sono associati ad alcuna cronologia e risultano 'non determinati', le percentuali complessive forniscono, ad una prima lettura, un quadro abbastanza equilibrato. Fatta eccezione per la protostoria (solo 2%), età romana, bassomedioevo, età moderna e contemporanea sono rappresentate più o meno in modo equivalente (con percentuali comprese tra il 12 e il 18%)<sup>25</sup>; immediatamente al di sotto sono l'età etrusca (10%),

l'altomedioevo (7%) e la tarda antichità (6%). Alcune semplici riflessioni possono aiutarci a interpretare meglio questi dati.

Dobbiamo innanzitutto ricordare come quasi tutti gli interventi realizzati all'interno del centro storico di Pisa siano stati fortemente condizionati dalla presenza della falda freatica che, a seconda delle stagioni e delle zone della città, può essere intercettata già entro un metro di profondità dal piano di calpestio attuale<sup>26</sup>. Questo elemento ha determinato l'interruzione di numerosi interventi di scavo con depositi pluristratificati e non ha permesso di documentare le fasi di frequentazio-

ne più antiche; in particolare, in molte aree è stato possibile scavare esclusivamente i depositi compresi tra il bassomedioevo e l'età contemporanea. Dobbiamo quindi procedere nell'esame tenendo presente questa vincolante premessa.

I ritrovamenti relativi all'età protostorica costituiscono un ridottissimo campione, che troviamo maggiormente rappresentato in interventi di assistenza e in scavi di carattere preventivo<sup>27</sup>. Non avendo a disposizione un set di dati sufficiente per analizzare con precisione le quote di rinvenimento<sup>28</sup>, non possiamo fare una considerazione generale su quanto tale valore abbia condizionato la



8.12 Attestazione delle diverse cronologie dei ritrovamenti nel corso dei decenni.

<sup>25</sup> Età romana 12%, bassomedioevo 16%, età moderna 14%, età contemporanea 18%.

<sup>26</sup> Solo nel 53% degli interventi è riportata la massima profondità di scavo raggiunta. Escludendo i carotaggi, che giungono fino a circa 30m di profondità, registriamo un solo intervento di assistenza che documenta i depositi fino a -11m. La ripartizione delle profondità raggiunte dagli interventi che riportano l'informazione è la seguente: entro -0.99 m il 10%; tra -1 e -1.99m il 27%; tra -2 e -2.99 m il 27%; tra -3 e -3.99 m il 19%; tra -4 e -4.99 m il 7%; tra -5 e -5.99 m il 6%; tra -6 e -6.99 m il 4%. L'indicazione del livello di falda freatica è riportato solo per il 9,8% degli interventi e nel 15% dei casi corrisponde con la massima profondità di scavo raggiunta.

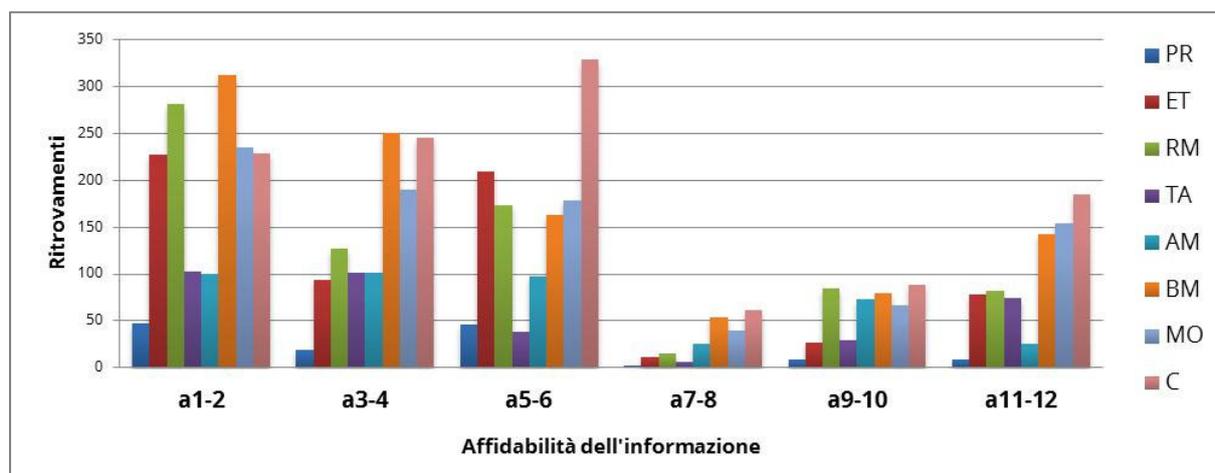
<sup>27</sup> 31% da assistenza, 23% da scavo preventivo, 15% da scavo di emergenza, 11% da carotaggio, 8% da ricognizione e recupero occasionale, 4% da scavo programmato.

<sup>28</sup> Le quote di rinvenimento sono attestate solo per 11 dei 27 interventi.

probabilità di attestazione di questo periodo; riscontriamo però che prima del 1970 non viene registrata alcuna evidenza e che solo sette sono gli interventi di scavo; i restanti dati provengono principalmente da attività di assistenza e carotaggi. All'interno del gruppo di dati, dobbiamo notare come su 132 ritrovamenti, solo il 7% raggiunga un valore di affidabilità dell'informazione compreso tra i massimi di 11 e 12, e un altro 7% tra i valori 9 e 10. Il dato preoccupante, visto il ridotto campione informativo a disposizione, è che il 50% dei dati non supera valore 4 (il 36% è annoverato tra 1 e 2); ciò fa supporre che le già poche informazioni disponibili per ricostruire la storia della città in età protostorica, per oltre metà siano effettivamente poco attendibili e, comunque, non siano verificabili attraverso il dato primario. In situazioni come questa, dove la ricerca da fare è ancora molta, emerge con forza il danno che la mancata corretta documentazione di molti interventi causa negli studi attuali, ma soprattutto l'incidenza che avrà nelle ricerche future, quando, alla luce di inevitabili nuove scoperte, non sarà possibile utilizzare i dati pregressi come termini di paragone per confutare o smentire ipotesi e ricostruzioni. Topograficamente, le informazioni sono sparse sul territorio senza concentrazioni particolari; principalmente disposte nel settore nord, esclu-

dono quasi totalmente il centro storico; un'unica attestazione si registra a sud del fiume Arno<sup>29</sup>. Il 42% degli interventi è ubicato topograficamente con precisione.

Nonostante siano tra i più attestati, i periodi etrusco, romano e tardo antico sono fortemente rappresentati da recuperi di carattere occasionale, che molto spesso forniscono dati esclusivamente decontestualizzati (26,5% di età etrusca, il 28% di età romana e 18,9% di età tardo antica). Poiché all'interno del progetto è stata fissata al 193 d.C. l'inizio della tardantichità (ANICHINI *et alii* 2012: 14), non dobbiamo stupirci se troviamo attestato questo periodo in modo abbastanza consistente e pressoché continuo dagli inizi del secolo fino ad oggi: alcuni dei secoli da noi considerati tardo antichi sono sempre stati tradizionalmente ritenuti ancora di età romana e pertanto degni di maggiore attenzione. Sia i ritrovamenti romani che quelli tardo antichi, dunque, sono rammentati già nelle notizie più remote e permangono costantemente segnalati per tutto il secolo, con un picco massimo agli inizi degli anni 2000, grazie al triplicarsi delle indagini; le attestazioni etrusche, invece, iniziano a partire dagli anni cinquanta del Novecento. Gli interventi più informativi, costituiti da scavi preventivi e di emergenza, sono condotti principalmente in aree esterne al circuito murario medie-



8.13 Affidabilità dell'informazione dei ritrovamenti per ogni periodo cronologico.

<sup>29</sup> Assistenza in Piazza Vittorio Emanuele II. In questo caso, la realizzazione di un parcheggio multipiano interrato ha permesso di raggiungere elevate profondità attraverso un'ideale cantierizzazione che ha controllato ed isolato la risalita dell'acqua di falda.

vale<sup>30</sup>; in queste zone, collocate quasi esclusivamente a nord del centro storico, il mancato accrescimento dei depositi in epoca post-classica a causa della contrazione della città medievale verso sud, ha infatti permesso di rintracciare i depositi più antichi a quote relativamente superficiali. I ritrovamenti etruschi si estendono lungo i confini nord e nord-ovest dell'area di studio, in zone ancora agricole, dove sono emerse tracce di questo periodo già mediante ricognizione di superficie; nel centro città i ritrovamenti sono più sporadici e molte volte si tratta di recuperi sul fondo di profonde trincee occasionali, materiale residuale nei livelli più bassi di alcuni interventi di scavo, reperti attestati in sequenze di carotaggi. Nel settore meridionale e orientale le tracce diventano pochissime e quasi tutte riconducibili a recuperi<sup>31</sup>. I ritrovamenti di epoca romana e tardo antica si distribuiscono nei settori settentrionale e occidentale, nella porzione del centro storico a nord dell'Arno; solo sei sono localizzabili a sud del fiume<sup>32</sup>. Complessivamente, la precisione del posizionamento topografico delle aree di intervento è intorno al 40%. L'affidabilità dell'informazione per questi periodi è abbastanza allarmante: per l'età etrusca solo il 16% è compreso tra 9 e 12, per quella romana e tardo antica il 26%; oltre il 50% dei ritrovamenti hanno valore tra 1 e 4, con un 35% compreso tra 1-2. Ciò significa che per moltissimi di questi dati manca una seppur minima documentazione, nonostante circa un terzo di essi siano scavi programmati o preventivi<sup>33</sup>, e che la grande mole di dati censita

corrisponde solo parzialmente ad un'effettiva base informativa per la ricostruzione delle dinamiche insediative e di sviluppo della città in questi secoli.

Le testimonianze altomedievali sono assai ridotte, benchè si cominci a darne sporadicamente notizia già a partire dagli anni quaranta. Proprio per le problematiche connesse con il livello della falda, i maggiori rinvenimenti relativi a questa fase si hanno con una serie di scavi programmati (quindi con ricerche più o meno pianificate che mirano a comprendere alcuni nodi specifici), con scavi preventivi (laddove le profondità connesse alle opere di realizzare lo consentano) e mediante carotaggi<sup>34</sup>. I ritrovamenti si concentrano principalmente nel settore nord-ovest del centro storico<sup>35</sup> e nella parte occidentale; solo sporadiche sono le attestazioni nella zona est del centro e a sud dell'Arno, esclusivamente nei pressi della chiesa di Santa Cristina in Kinzica.

Il bassomedioevo è, invece, uno dei periodi più rappresentati<sup>36</sup> e tranne alcuni recuperi occasionali, principalmente di ceramiche, è a partire dalla fine degli anni settanta che viene indagato con sempre più attenzione. Insieme alle notizie più antiche, che raramente danno conto di ritrovamenti bassomedievali (tranne se riferiti a piccoli o grandi 'tesori' – monete, gioielli, vasellame particolarmente decorato, ecc. – o ad epigrafi), osserviamo che, ancora per tutti gli anni ottanta, anche negli scavi programmati, non si documenta la porzione di sequenza stratigrafica dei cosiddetti 'secoli bui'. Con l'adozione dello scavo pre-

<sup>30</sup> Fanno eccezione gli scavi di Piazza dei Miracoli, di via Sant'Apollonia, via Consoli del Mare, dell'Arcivescovado e qualche altro intervento di piccola entità.

<sup>31</sup> 27% recupero occasionale, 16% da scavo preventivo, 14% da carotaggio, 13% da scavo di emergenza, 11% da scavo programmato, 10% da assistenza, 3% da ricognizione, 5% non specificato.

<sup>32</sup> 25% recupero occasionale, 19% da scavo preventivo, 16% da scavo programmato, 15% da scavo di emergenza, 11% da assistenza, 6% da carotaggio, 3% da ricognizione, 5% non specificato.

<sup>33</sup> Per l'età etrusca i valori sono: 1-2 = 35%, 3-4 = 15%, 5-6 = 32%, 7-8 = 2%, 9-10 = 4%, 11-12 = 12%. Per il periodo romano e quello tardo antico i valori sono: 1-2 = 35%, 3-4 = 20%, 5-6 = 19%, 7-8 = 2%, 9-10 = 10%, 11-12 = 14%.

<sup>34</sup> 30% da scavo preventivo, 22% da scavo programmato, 17% da assistenza, 13% da carotaggio, 12% da scavo di emergenza, 3% da recuperi occasionali e interventi di tipologia non specificata.

<sup>35</sup> Quartiere di Santa Maria.

<sup>36</sup> 35% da scavo preventivo, 20% da assistenza, 14% recupero occasionale, 13% da scavo di emergenza, 11% da scavo programmato, 6% da carotaggio, 1% da ricognizione.

ventivo e dell'assistenza archeologica – con sistematicità a partire dal 2001 – si comincia a raccogliere un numero sempre più cospicuo di informazioni, documentando integralmente il deposito, comprese quelle fasi medievali che, spesso conservate a quote relativamente superficiali, venivano solitamente asportate prima dell'arrivo dell'archeologo. La distribuzione spaziale dei ritrovamenti si concentra nel centro storico entro le mura, sia a nord che a sud dell'Arno, e nelle aree immediatamente limitrofe, ad esclusione del settore meridionale e quasi completamente di quello orientale. Come abbiamo visto, i ritrovamenti medievali nel complesso rappresentano un quarto del totale, ma, nonostante un alto numero di interventi sia stato realizzato in anni recenti, l'affidabilità della documentazione registra livelli compresi tra il 46 e il 58% (rispettivamente alto e basso medioevo) per i valori tra 1 e 4 e non si va oltre il 23% per quelli tra 9 e 12<sup>37</sup>. La precisione del posizionamento delle aree indagate migliora sensibilmente, raggiungendo il 62%.

Le stesse considerazioni possono essere effettuate anche per le epoche moderna e contemporanea, ancor più legate alle metodologie preventive, con un'attenzione che sembra esclusivamente riferita all'ultimo quindicennio di indagini. La distribuzione spaziale dei ritrovamenti, che registra una precisione fra il 70 e il 75%, ricalca approssimativamente le zone descritte per quelli bassomedievali, estendendosi, soprattutto per l'età moderna, verso le aree periurbane settentrionale e occidentale. Per l'età moderna, il 36,4% delle attestazioni provengono da scavi preventivi e il 28,4% da assistenze. Gli scavi programmati e di emergenza sono ambedue rappresentati per circa l'11%, a differenza dell'età contemporanea dove questi valori si dimezzano, rispettivamente al 5,6 e al 6,1%, e sale al 46,4% il riferimento allo scavo preventivo. L'affidabilità dell'informazione sale solo parzialmente: i valori 1-4 restano al 49% per l'età moderna e scendono al 42% per quella contemporanea,

arriva al 26% il livello tra 9 e 12<sup>38</sup>.

La lettura dei dati dimostra ovviamente quanto incida, in termini di rappresentatività del campione e, parzialmente, anche per affidabilità dell'informazione, la tipologia di intervento adottata. È scontato affermare che lo scavo di carattere preventivo consente una diacronia pressoché completa, meno banale appare la carenza che si registra negli interventi di ricerca programmata che, ancora in anni troppo recenti, sembrano in alcuni casi ignorare le tracce post-classiche, e soprattutto quelle post-medievali. Non possiamo trascurare come la profondità sia comunque un elemento determinante nella documentazione di un'intera sequenza pluristratificata; è giusto chiedersi se non valga la pena pianificare una conoscenza, almeno puntuale, di tutto il deposito conservato. È possibile pensare di inserire, all'interno di ogni indagine preventiva, la realizzazione di un campione che superi le quote necessarie all'esecuzione dell'opera che sigillerà per molto tempo una frazione di città? Possiamo programmare, nei tempi e nei costi, la modalità di intervento più consona per ottenere uno scatto che ci permetta, interpolando anche piccoli campioni, di ipotizzare la distribuzione spaziale dell'insediamento e il suo andamento altimetrico nei diversi periodi storici? Tale operazione non consentirebbe di essere ancor più preventivi e ottimizzare le ricerche future?

## 8.6 Categorie di ritrovamenti

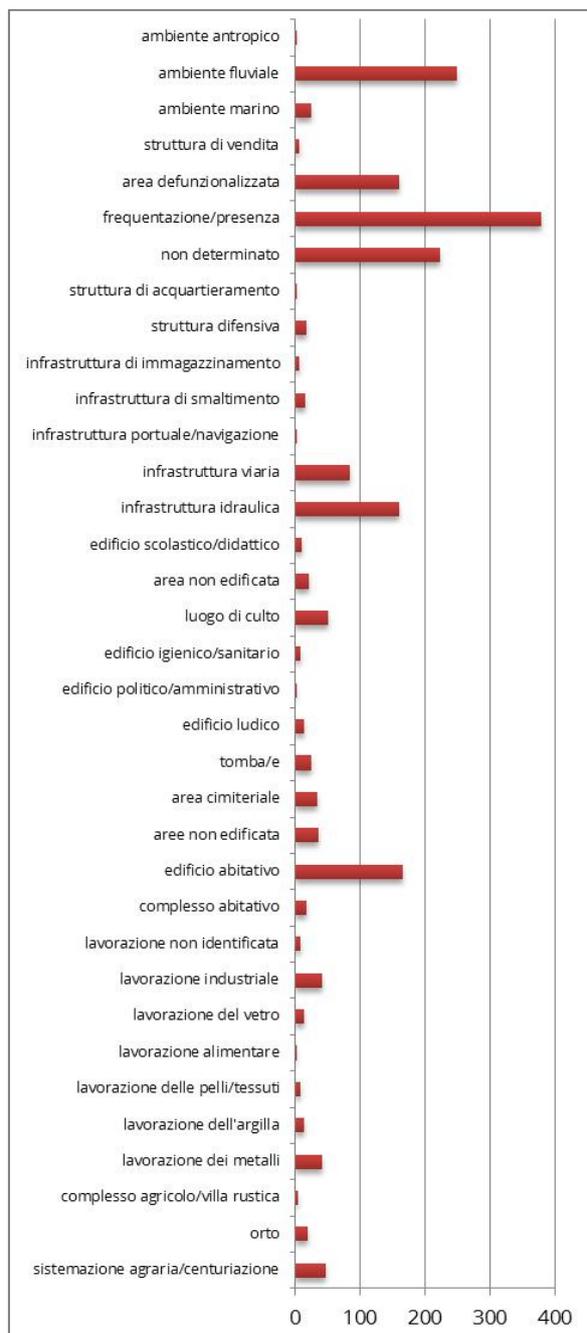
Rimandando ad un prossimo contributo le analisi dettagliate delle diverse categorie di ritrovamento per ogni periodo, è possibile fare qui alcune considerazioni di carattere generale, con la scontata premessa che, anche sulla base di un cospicuo set di dati, la componente casuale – non dettata da scelte strategiche né metodologiche – può parzialmente condizionare la lettura trasversale di alcuni trend.

<sup>37</sup> Per l'altomedioevo i valori sono: 1-2 = 24%, 3-4 = 24%, 5-6 = 23%, 7-8 = 6%, 9-10 = 17%, 11-12 = 6%. Per il basso-medioevo i valori sono: 1-2 = 31%, 3-4 = 25%, 5-6 = 16%, 7-8 = 6%, 9-10 = 8%, 11-12 = 14%.

<sup>38</sup> Per l'età moderna i valori sono: 1-2 = 27%, 3-4 = 22%, 5-6 = 21%, 7-8 = 4%, 9-10 = 8%, 11-12 = 18%. Per l'età contemporanea i valori sono: 1-2 = 20%, 3-4 = 22%, 5-6 = 29%, 7-8 = 5%, 9-10 = 8%, 11-12 = 16%.

Banalmente i dati confermano come fino a tutti gli anni settanta le uniche categorie<sup>39</sup> rappresentate siano quelle in cui il legame con il valore o la monumentalità dell'oggetto appare ancora preponderante. Troviamo principalmente attestati i luoghi di culto, gli edifici abitativi – laddove coincidono con strutture murarie o piani pavimentali di un certo pregio, gli edifici igienico/sanitari, con particolare attenzione a quelli termali, in rare occasioni gli impianti per la lavorazione dell'argilla (di età classica). Sono attestate inoltre le infrastrutture viarie, sporadicamente quelle idrauliche<sup>40</sup> e le aree cimiteriali e le singole tombe. Solo a partire dagli anni ottanta, con l'affermarsi della metodologia stratigrafica e, successivamente, anche dell'archeologia medievale e post-medievale, si registra un aumento della casistica. Se alcune categorie sembrano rimanere peculiari di determinati periodi storici, altre sono estremamente trasversali. La diversa metodologia di scavo, abbinata ai nuovi approcci di intervento, consente di documentare anche la presenza di tutte quelle categorie che, pur non restituendo elementi pregiati, tracciano un più ampio profilo delle attività cittadine. Fanno così la loro comparsa gli impianti produttivi, dalla lavorazione dei metalli, al vetro, ai tessuti, fino alle strutture industriali; le infrastrutture da immagazzinamento e da smaltimento; le tracce di lavorazione e sistemazione agricola e, infine, le fasi di defunzionalizzazione e abbandono delle aree.

La categoria più rappresentata (20%), comune a tutti i periodi e a tutte le cronologie, è la generica 'frequentazione/presenza' (fig. 8.14). A questa si associano gran parte dei ritrovamenti di carattere occasionale (con la voce 'reperti mobili'), ma anche le fasi non meglio caratterizzabili all'interno



8.14 Rappresentatività delle diverse categorie di ritrovamento.

<sup>39</sup> Per l'intero elenco delle categorie cfr. Tabella n. 1 dell'Appendice; per la trattazione dettagliata del III Livello, cfr. § 4.4.

<sup>40</sup> Prima del 1981, solo 15 ritrovamenti si ascrivono alla categoria delle infrastrutture idrauliche (acquedotto, argine, cantiere, fontana/ninfeo, lavatoio, pozzo, sistema per le acque chiare, sistema per le acque scure, vasche di raccolta) gli altri 147 sono registrati dal 1981 al 2011. Per quanto siano elementi il più delle volte strutturati e associabili sia alla classicità che al medioevo e all'età moderna, non se ne ha notizia se non nel caso di alcuni scavi di ricerca programmata e con la progressiva adozione dello scavo preventivo e dell'assistenza dalla fine degli anni '90 del novecento. Le strutture documentate sono in maggioranza post-classiche. L'affidabilità del dato rimane mediamente bassa (oltre il 70% compreso tra i valori 1 e 5).

terno di molte sequenze stratigrafiche (riconducibili anch'esse a 'reperti mobili' o 'tracce d'uso')<sup>41</sup>. Rimane costante nel corso dei decenni una componente di indeterminatezza del ritrovamento, quella mancata interpretazione che lo inserisce nella categoria 'non determinato'; un'inversione di tendenza si registra nell'ultimo decennio grazie all'impulso dato alla ricerca che, ampliando la conoscenza dei manufatti e dei depositi caratterizzanti la città, ha permesso più facili interpretazioni, riducendo al 5% la percentuale di questa categoria<sup>42</sup>.

Un'analisi particolare può essere fatta per i 'contesti naturali'. Una delle prime notizie in merito è un sopralluogo che Nello Toscanelli, studioso interessato agli aspetti storici della città, compie nel 1924 presso un cantiere posto lungo il fiume Arno<sup>43</sup>. Lo studioso annota, a 4 metri di profondità, "un ammasso di ciottoli del Serchio" ed ha "così la conferma del luogo in cui nell'antichità l'Arno e il Serchio si congiungevano". Nelle osservazioni di Toscanelli sono già presenti tutti gli elementi che guidano la moderna ricerca geoarcheologica: l'osservazione del dato geologico, la registrazione della quota e soprattutto il confronto con gli specialisti della disciplina, che lo studioso cercherà presso il Museo di Geologia (TOSCANELLI 1933:187). L'episodio e la mentalità che lo guida rimangono però un fatto occasionale e sarà necessario, anche in questo caso, arrivare agli anni ottanta per veder comparire, in mo-

do sempre più frequente, notazioni di carattere geologico. Con il decennio 2001-2010, il dato si consolida e le segnalazioni sono ormai effettuate nell'ambito delle diverse tipologie di intervento, con l'affermarsi anche del carotaggio, più spiccatamente orientato all'analisi congiunta della stratificazione naturale e antropica. Tuttavia si registrano ancora atteggiamenti assai diversificati: nei casi più virtuosi, viene fornita una descrizione oggettiva e accurata del sedimento naturale, con riferimento alla granulometria, alla consistenza e al colore, accompagnata dall'interpretazione della facies naturale. Più spesso il dato oggettivo è descritto in modo molto approssimativo, senza fornire alcuna interpretazione o, al contrario, viene data la sola interpretazione senza alcun riferimento all'aspetto del sedimento naturale. In tutti i casi, nella lettura della stratificazione non appare ancora consolidata l'integrazione delle competenze dell'archeologo e del geologo per valorizzare il potenziale informativo degli strati creati dall'uomo, dalla natura o dall'azione congiunta di entrambi<sup>44</sup>.

In ultimo sono da citare le registrazioni dei 'no data' archeologici. Il campione a nostra disposizione marca un trend positivo verso il progressivo riconoscimento dell'importanza di questo tipo di informazione che, seppur ormai parte della comune consapevolezza archeologica, sembra non essere altrettanto acquisita nella trasposizione documentaria dell'informazione. Non sap-

<sup>41</sup> I reperti mobili rappresentano l'86% dei ritrovamenti della categoria 'frequentazione/presenza', contro il 13% di tracce d'uso e l'1% non determinabile. È significativo verificare come prima del 1981 solo 3 ritrovamenti possono essere catalogati come "tracce d'uso" (il 2,6% dei ritrovamenti di questa categoria fino a questo periodo), mentre nei decenni successivi, l'associazione del reperto all'attività e quindi al contesto, si evidenzia con una proporzione più equilibrata tra le due voci (30% le tracce e 70% i reperti tra il 1981 e il 2011). Genericamente l'affidabilità informativa di tali dati è bassa, compresa tra i valori 1 e 5 al 74% per le tracce d'uso e all'81% per i reperti.

<sup>42</sup> Dopo i picchi di oltre il 22% degli anni '40 e '50, il valore del 'non determinato', scende al 12% tra il 1961 e il 1970 e al 7,3% nel decennio successivo. Tra il 1981 e il 1990 sale nuovamente oltre l'8,3%, scendendo al 6,6% negli anni '90.

<sup>43</sup> Tra piazza Garibaldi e l'attuale Lungarno Pacinotti.

<sup>44</sup> Questa consapevolezza ha orientato le strategie di indagine nell'ambito del progetto MAPPA. Per l'acquisizione di nuovi dati di sottosuolo utili a ricostruire le trasformazioni del paesaggio umano e naturale nell'area di studio, sono stati realizzati venti carotaggi ubicati nelle aree che presentavano minori informazioni archeologiche e geologiche. A questo fine è stato costituito un gruppo di archeologi, sedimentologi e geomorfologi che ha effettuato una lettura congiunta – e non parallela – delle stratificazioni, mettendo in comune conoscenze, osservazioni, problemi, in un circolo virtuoso che ha prodotto una proposta metodologica nuova, ai cui risultati sarà dedicato uno specifico MapPapers.

sappiamo quanti siano stati realmente gli interventi che hanno riscontrato un'assenza di tracce archeologiche perché – ne siamo consapevoli – di molti non possediamo alcuna documentazione. È infatti solo alla fine degli anni novanta che timidamente iniziano a comparire alcune segnalazioni 'negative', laconicamente descritte in relazioni di scavo. Negli anni 2001-2010, insieme alle tradizionali segnalazioni, sono presenti, e anzi divengono maggioritarie, anche quelle in cui non è trascurato il dato naturalistico, sebbene trattato perlopiù in modo sommario.

### 8.7 Il 'tempo' dei sostantivi

Il quadro presentato, senza alcuna pretesa di essere completo ed aver esaurito tutte le possibilità di analisi, mette in evidenza la fondamentale importanza del dato grezzo quale fattore primario di ogni elaborazione più complessa. Troppo spesso la metodologia di ricerca italiana è abituata a confrontarsi esclusivamente con l'informazione archeologica interpretata e a non sentire la necessità di un approccio diretto con il dato archeografico. Scelte come questa determinano una serie di ricadute su tutta la disciplina, nei diversi aspetti con cui viene presentata e gestita. Dalla formazione universitaria al lavoro professionale, dalla ricerca alla tutela, in ogni ambito il mancato riconoscimento dell'importanza sostanziale e imprescindibile del dato grezzo ha creato un meccanismo paralizzante, che non consente di sperimentare nuove soluzioni e produrre maggiori informazioni. La fiducia riposta nell'interpretazione univoca (attesa per anni fino all'edizione del dato archeologico) e la mancata abitudine a fare del confronto critico, e pubblico, un'occasione di crescita per l'intera comunità scientifica, hanno prodotto un sistema troppo spesso trincerato dentro a piccoli mondi individuali, dove si rivendica un'inesistente proprietà dell'informazione. Il Codice dei Beni Culturali stabilisce con forza che il 'bene' appartiene allo Stato e a quel bene lega i relativi documenti; sembra talmente ovvio da

apparire innovativo, dire che lo Stato sono i suoi cittadini, che quel 'bene' appartiene a tutti.

Se dispiace dover ammettere che in un lavoro di raccolta e censimento delle informazioni archeologiche come questo, molti dei dati a disposizione sono inutilizzabili perché prodotti in un'epoca che non riconosceva l'importanza di documentare le fasi irripetibili di un processo distruttivo, qual è lo scavo archeologico, è invece grave e inaccettabile che si riscontrino le stesse carenze per tutto ciò che è stato prodotto in anni recenti e recentissimi. Come si può investire e lavorare per ottimizzare le operazioni di prevenzione, pianificazione, gestione e valorizzazione operando in un sistema senza regole, dove è ancora concesso ciò che è palesemente stigmatizzato? Non si può più rimandare; non c'è più posto in questo paese, e in Europa, per spazi privi di regole condivise, che permettano al più furbo di sottrarre qualcosa che deve essere garantito a tutti. Creare uno standard di documentazione e garantire che venga rispettato, vuol dire dare spazio al merito, alla professionalità e alla qualità delle informazioni in base alle quali ricostruiremo, in futuro, i nuovi tasselli della nostra storia. Lo sforzo è quello di cambiare una mentalità radicata e ormai superata; utilizzare la tecnologia per allargare il terreno di scambio e condivisione; lasciare spazio affinché l'investimento che lo stato ha fatto e continua a fare per formare figure professionali altamente specializzate ricada finalmente sul paese, sulla sua economia, sulla sua cultura. Chiediamo di fare qualche passo avanti, e di farlo velocemente, e forse chiediamo anche (a qualcuno) di fare qualche passo indietro.

La storia è fatta di dati, i sostantivi, e sono quei dati che non permetteranno mai a nessun aggettivo di nessuna interpretazione di fare pericolose opere di revisionismo. Lasciamo a ciascuno la possibilità di proporre gli aggettivi che ritiene migliori, lasciamo che tutti lo possano fare partendo da un'informazione prodotta e registrata in modo veramente corretto.



## 9. Vecchi e nuovi dati dalla fotointerpretazione aerea

Monica Bini, Marco Capitani, Marta Pappalardo,  
Giorgio Franco Pocobelli (DOI: 10.4458/8219-12)

Nel presente capitolo vengono illustrate le applicazioni metodologiche utilizzate nell'ambito del progetto MAPPA per l'analisi delle fotografie aeree, studio realizzato da specialisti della fotointerpretazione archeologica e geologica.

La ricerca al momento ha prodotto due distinti elaborati cartografici che, nella seconda fase, saranno integrati ed analizzati complessivamente con gli altri dati emersi permettendo, al termine dello studio, la ricostruzione del paesaggio di Pisa nelle diverse fasi storiche.

### 9.1. La Fotointerpretazione archeologica e la restituzione cartografica delle tracce

#### 9.1.1 Premessa metodologica

L'area oggetto della presente ricerca si estende per oltre 11.500 ettari<sup>1</sup> comprendendo, oltre alla città di Pisa e parte del territorio comunale circostante, anche porzioni dei comprensori limitrofi di San Giuliano Terme e di Cascina (fig. 9.1).

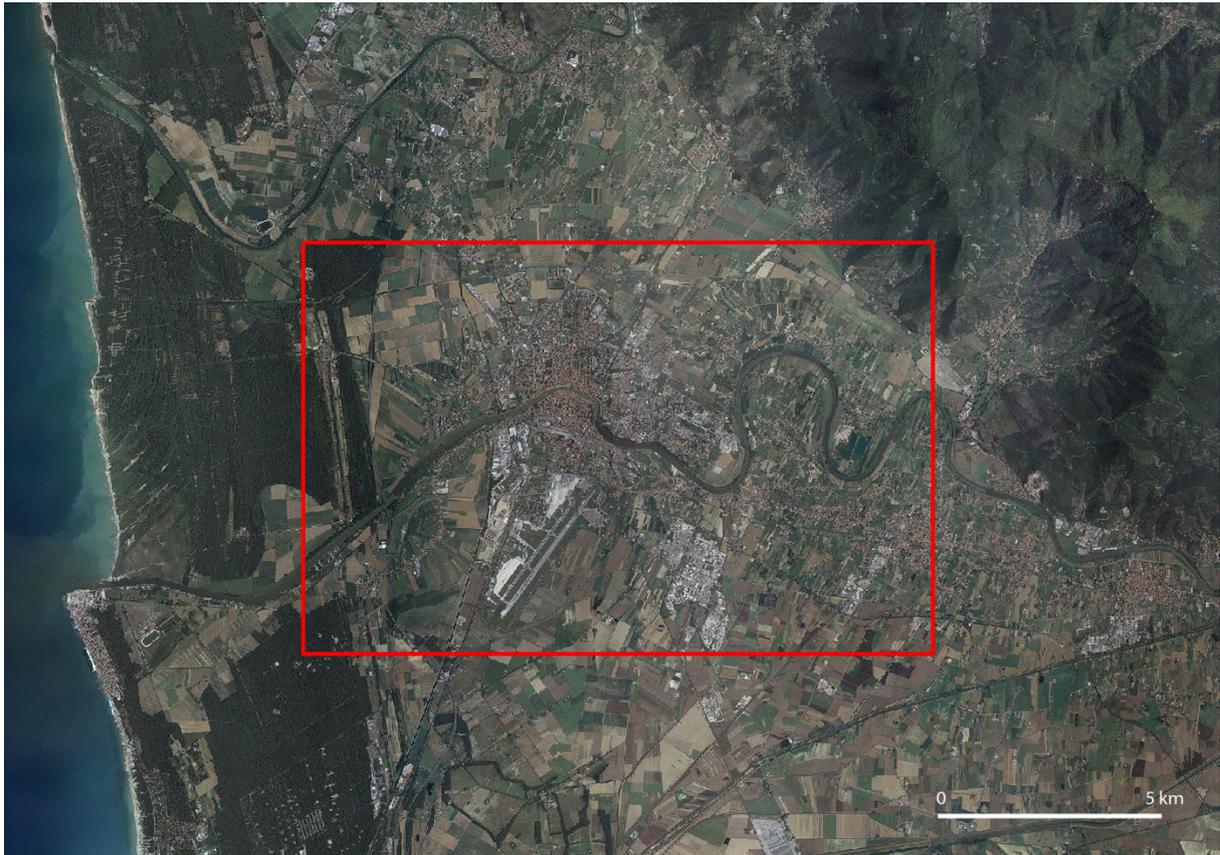
I primi studi archeologici del territorio di Pisa realizzati con l'ausilio sistematico delle fotografie aeree risalgono agli anni '60 del secolo scorso, quando Giulio Schmiedt, già direttore dell'Istituto Geografico Militare e in seguito professore di 'Aerofotointerpretazione archeologica' all'Università di Pisa, con il materiale conservato presso l'IGM ricostruì la topografia antica dell'ager Pisa-

mus, tentando di definirne il sistema portuale (SCHMIEDT 1964: 74-78). Negli anni successivi si devono a Marcello Cosci le ricerche condotte sul territorio con le stesse tecniche adottate dallo Schmiedt, del quale seguì i corsi universitari. Gli studi compiuti dal Cosci, che ha avuto il merito di sperimentare – tra i primi in Italia – l'utilizzo di nuovi strumenti d'indagine a fini archeologici, come le immagini satellitari e all'infrarosso, e che ha applicato in maniera sistematica tecniche digitali di image processing, hanno permesso di ampliare le conoscenze sul territorio, contribuendo alla ricostruzione del paesaggio antico<sup>2</sup>. Manca però, a tutt'oggi, una cartografia analitica delle evidenze archeologiche aerofotografiche nel loro complesso.

La ricerca, della quale si presentano in questa sede i dati preliminari, è stata realizzata partendo dalle fotografie aeree conservate presso il 'Centro di Documentazione Aerofotografica Marcello Cosci', donate dagli eredi dello studioso al Dipartimento di Scienze Archeologiche dell'Università di Pisa. L'archivio, del quale è attualmente in corso la catalogazione del materiale, è composto da oltre 100 faldoni, relativi al volo commissionato nel 1975 dalla Regione Toscana alla ditta EIRA, e da altre numerose strisciate acquisite dallo studioso nel corso delle sue ricerche presso altre società o enti. L'archivio comunque, presenta

<sup>1</sup> Lo studio, nelle intenzioni iniziali, doveva estendersi a comprendere i territori comunali di Pisa, Vecchiano, San Giuliano Terme, Cascina e Calci. I tempi ristretti e l'enorme quantità di dati ha portato a concentrare la ricerca su un territorio più limitato, compreso in un rettangolo di km 13,250 × 8,700, che si estende a cavaliere delle tavolette IGM F. 104 II SE (Pisa), F. 105 III SO (Cascina), F. 111 I NE (Guasticce), F. 112 IV NO (Colle Salvetti) e delle sezioni della Carta Tecnica Regionale 273050 (Pisa), 273060 (Ghezzano), 273090 (San Piero a Grado), 273100 (Riglion).

<sup>2</sup> Tra i risultati più interessanti dello studioso si deve, senza dubbio, ricordare la ricostruzione dei paleoalvei dei fiumi Auser ed Arno, realizzata attraverso l'uso di metodologie diverse e con il coinvolgimento di professionalità differenti (COSCI 2005 con bibliografia).



9.1 Inquadramento dell'area oggetto di studio.

voli che coprono prevalentemente la Toscana<sup>3</sup>. Lo studio è stato realizzato con l'obiettivo di analizzare le immagini aeree integrando i metodi propri della fotointerpretazione tradizionale con le moderne tecnologie GIS (GUAITOLI 1997: 10-12; GUAITOLI 2003: 101-102), al fine di gestire nell'ambito del progetto MAPPA, un livello informativo con le tracce riscontrate nelle fotografie aeree<sup>4</sup>. Le anomalie geologiche, in particolare le tracce relative ai paleoalvei dei fiumi *Auser* ed Arno che, nell'antichità, hanno fortemente caratterizzato e condizionato le forme di occupazione del territorio, sono invece oggetto di studio da parte dei geologi dello staff del progetto. Nella seconda parte del lavoro la sovrapposizione delle due cartografie ottenute (archeologica e geologica) permetterà, con l'integrazione dei dati prove-

nienti dalle indagini geologiche e dallo studio bibliografico/archivistico, la ricostruzione del paesaggio nei diversi periodi storici.

La ricerca è stata sviluppata seguendo un programma di lavoro distinto in quattro fasi differenti, che può essere così sintetizzato:

- raccolta, analisi preliminare e selezione delle levate aeree utili allo studio;
- acquisizione digitale e georeferenziazione delle immagini;
- analisi stereoscopica e fotointerpretazione archeologica; restituzione e schedatura delle anomalie; redazione per ogni singolo volo della carta con le tracce individuate;
- integrazione dei dati ed elaborazione finale della 'carta delle anomalie' (tematismo GIS **Tracce**, vedi § 4.2.4.4).

<sup>3</sup> Il patrimonio dell'archivio può essere, indicativamente, stimato in oltre 6000 immagine positive, sia in bianco e nero che a colori, e numerose diapositive.

<sup>4</sup> L'analisi archeologica dei dati LiDAR, acquisiti dal progetto MAPPA in una fase avanzata della ricerca, esula dalla trattazione del presente contributo e sarà oggetto di un successivo studio.

Si è dunque proceduto con la raccolta sistematica della documentazione aerofotografica riguardante l'area in oggetto, privilegiando i voli zenitali per le caratteristiche geometriche delle immagini; oltre al fondo Cosci, che comprende anche molte strisciate acquistate presso l'IGM, si è condotto lo spoglio complessivo dei voli conservati nell'Archivio Cartografico della Regione Toscana e la consultazione dei voli RAF conservati all'Aerofototeca Nazionale dell'ICCD<sup>5</sup>. Questa fase della ricerca, che ha portato all'analisi complessiva di 118 strisciate verticali relative a voli realizzati dal 1943 al 2010, ha permesso di scegliere le levate che maggiormente rispondevano alle esigenze del progetto, sia per scala di ripresa che per quantità di anomalie riscontrabili<sup>6</sup>. La disponibilità di un'ampia documentazione aerofotografica che copre un arco cronologico di quasi sessant'anni, oltre a testimoniare lo sviluppo urbanistico del territorio, ha contribuito alla corretta interpretazione delle anomalie che in taluni casi, peraltro non rari, sono determinate da vecchie strade campestri o suddivisioni agrarie dismesse. Per la gestione in ambiente GIS, le immagini selezionate sono state acquisite in formato digitale ad una media risoluzione<sup>7</sup> con l'accorgimento, prima della restituzione cartografica delle tracce, di scansionare ad alta definizione (1200 dpi) solamente le zone per le quali necessitava un maggior dettaglio. Si è così raggiunto l'obiettivo di non appesantire il sistema con file troppo 'pesanti' e, contemporaneamente, digitalizzare le tracce

con un ottimo grado di precisione cartografica grazie alla possibilità di ingrandire il particolare senza perdita di nitidezza.

Le foto sono state processate utilizzando tecniche per il miglioramento radiometrico della qualità della foto (contrasto e luce), mentre l'utilizzo di filtri direzionali per l'esaltazione di elementi lineari (filtri x-edge, y-edge e diagonal edge Detection), seppur sperimentati, non hanno portato sostanziali contributi funzionali alla nostra ricerca<sup>8</sup>.

Le immagini raster selezionate sono state successivamente georeferenziate sulla base della CTR digitale in scala 1:10.000 fornita dalla Regione Toscana (sistema di riferimento Gauss-Boaga), utilizzata come supporto cartografico del progetto<sup>9</sup>. Per ogni foto sono stati inseriti da un minimo di dodici a venti punti di correlazione, ed oltre nel caso delle fotografie della RAF, in modo da limitare al minimo la distorsione delle immagini e contenere il Root Mean Square Error (Errore Quadratico Medio) al di sotto del metro di scarto. Per le poche fotografie prospettiche utilizzate nella restituzione delle tracce, prima di procedere alla georeferenziazione è stato necessario processarle con un programma professionale di foto-raddrizzamento<sup>10</sup>. Trattandosi di fotografie molto dettagliate, scattate a bassa quota e che riprendono limitate porzioni di terreno pianeggiante, l'Errore Quadratico Medio delle immagini ottenute è risultato inferiore alle tolleranze accettate per le foto aeree verticali.

Per le foto dei voli effettuati dalla RAF per scopi

<sup>5</sup> L'occasione mi è gradita per ringraziare A. Fiaschi, E. Masson, R. Montaini, M. Pugi e G. Tagliaferri, dell'Archivio Cartografico Generale della Regione Toscana, per la cortesia e la disponibilità dimostrata. Un ringraziamento particolare va al direttore dell'Aerofototeca Nazionale E. J. Shepherd, e a tutti i collaboratori, per i consigli ed il supporto informatico fornito nel corso della schedatura del materiale del 'Centro di Documentazione Aerofotografico Marcello Cosci'.

<sup>6</sup> Sono state oggetto di restituzione cartografica i fotogrammi delle seguenti levate aeree: 1943, 1945, 1951, 1953, 1954, 1978, 1980, 1986, 1988, 1996, 1999, 2008, 2009, 2010.

<sup>7</sup> L'acquisizione con scanner piano professionale a 300 o 600 dpi, in rapporto alla scala del volo, si è resa necessaria solamente per i voli conservati nel 'Centro di Documentazione Aerofotografica Marcello Cosci', mentre le immagini aeree della Regione Toscana, come anche la cartografia e le ortofotocarte, e alcune foto RAF dell'Aerofototeca Nazionale sono state fornite in formato digitale.

<sup>8</sup> Per l'utilizzo di queste tecniche di image processing applicate a contesti archeologici, si vedano i risultati della sperimentazione effettuata su alcuni fotogrammi della zona O di Pisa (DEL SEPPIA 2005).

<sup>9</sup> Per la georeferenziazione delle foto è stato utilizzato il modulo di ArcGIS 10 della ESRI s.r.l.

<sup>10</sup> Il raddrizzamento è stato realizzato con il programma *Photometric 2010* della GEOTOP s.r.l.

bellici tra il 1943 e il 1945, immagini che documentano un paesaggio completamente diverso rispetto a quello attuale, la georeferenziazione è stata effettuata utilizzando come base l'ortofotocarta realizzata con i fotogrammi del Volo Base del 1954, nel quale il territorio ancora non risulta stravolto dalla grande espansione urbanistica e dal diverso utilizzo del suolo, in modo da poter individuare con maggiore precisione i punti necessari alla correlazione ottimale con la cartografia moderna.

La digitalizzazione delle tracce, compiuta simultaneamente all'analisi stereoscopica dei fotogrammi<sup>11</sup> ed eseguita direttamente al computer con il modulo grafico di ArcGIS 10, ha comportato la creazione di shapefile poligonali in modo da

ottenere, per ogni singolo volo, la 'Carta delle anomalie' con la restituzione delle tracce individuate (fig. 9.2). Discorso a parte, però, è stato fatto per le tracce da sopravvivenza della centuriazione dell'*ager Pisanus* che, trattandosi di strade o canali ancora in uso, appaiono visibili in tutte le levate aeree. Per velocizzare le operazioni di restituzione e non appesantire con schede ridondanti il database, si è scelto di procedere alla digitalizzazione di queste tracce solo dall'ortofotocarta realizzata con le immagini del 1978, un ottimo volo per nitidezza e stagione di ripresa, che costituisce un buon compromesso qualitativo e di precisione cartografica rispetto alle foto della RAF, che non coprono l'intero territorio oggetto della ricerca, e del Volo Base<sup>12</sup>.



9.2. Area Scheibler. Dettaglio della 'Carta delle anomalie', con restituzione grafica delle tracce visibili nei voli: RAF 1943 (str. 15, fotogr. 3043), RAF 1945 (str. 262, fotogr. 3230), Volo Base 1954 (str. 7, fotogr. 2052), Volo Prospettico 2009.

<sup>11</sup> Solo nel caso del volo del 2010 fornito dal Comune di Pisa, con immagini digitali ad alta definizione (1200 dpi), è stato necessario realizzare degli anaglifi per poter apprezzare la visione stereoscopica del terreno.

<sup>12</sup> Si consideri che dal volo del 1978 è stato possibile restituire 77 tracce da sopravvivenza di assi centuriali, sia *cardines* che *decumani*, e ben 367 divisioni agrarie (canali o tracciati interpoderali) con lo stesso orientamento della centuriazione. Lo studio della *limitatio*, in un prossimo futuro, sarà oggetto di ulteriori approfondimenti di indagine, con l'integrazione delle tracce individuabili anche nelle levate aeree precedenti.

Ad ogni shapefile è stato associato un database con le informazioni principali di ogni singola anomalia cartografata. In assenza di documenti codificati per lo specifico trattamento delle anomalie aerofotografiche<sup>13</sup>, si è proceduto alla realizzazione di una tabella elaborata sulla scorta delle esperienze maturate in altri progetti di ricerca, sia di ambito universitario che ministeriale<sup>14</sup>. Nella 'scheda di traccia archeologica', oltre alle voci relative alle informazioni sul volo (ente esecutore, anno, strisciata, fotogramma, ecc.), alla localizzazione (provincia, comune), alle caratteristiche dell'anomalia (tipo di traccia, definizione, descrizione, interpretazione) ed alcuni campi necessari all'acquisizione dei dati nel Sistema Informativo dell'ICCD, è stato inserito anche un 'codice di fotointerpretazione', ovvero una codifica alfanumerica che, sviluppata nell'ambito del Laboratorio di Topografia Antica e Fotogrammetria dell'Università del Salento diretto da Marcello Guaitoli, viene utilizzata per la realizzazione della 'cartografia archeologica finalizzata' e la restituzione delle tracce<sup>15</sup>.

Ogni singola anomalia è identificata dal numero di traccia, campo composto da un codice numerico progressivo seguito dall'anno di ripresa aerea: in questo modo la traccia 002/43 indica univocamente l'anomalia numero 2 del volo 1943. I campi del-

la scheda relativi alla tipologia e alla definizione della traccia sono stati impostati con vocabolari chiusi che, utilizzando una terminologia canonizzata negli studi di fotointerpretazione archeologica, permettono di interrogare il sistema secondo parametri standardizzati.

Al termine dell'attività di restituzione sono state individuate e cartografate circa millecinquecento anomalie che sono state inserite nel database a prescindere dalla loro cronologia; sono stati infatti riconosciuti ippodromi per le corse dei cavalli in disuso, canalizzazioni e scoline relative a sistemazioni agrarie dismesse oppure linee ferroviarie abbandonate che sono parte integrante della storia recente del territorio di Pisa. Il prodotto finale del lavoro è il layer **Tracce** aerofotografiche che, in questo modo, non rappresenta solamente uno strumento di lavoro per gli specialisti del settore ma diventa un contenitore di informazioni dove sono registrate tutte le tracce individuate nel corso della ricerca, a prescindere dalla loro interpretazione o datazione. La carta viene così ad assumere un ulteriore valore, evolvendosi da mero prodotto di cartografia tematica a strumento che, privo di sovrastrutture culturali preimpostate, può permettere valutazioni complessive ad ampio spettro ed essere utilizzato per scopi differenti e da professionalità diverse, sia per le atti-

<sup>13</sup> Per quanto attiene l'interpretazione delle immagini aeree, infatti, del tutto insoddisfacenti appaiono le indicazioni presenti nel *format* per la redazione del 'documento di valutazione archeologica preventiva', allo stato attuale unico tentativo di codifica ufficiale del settore. Per le osservazioni sul documento v. CERAUDO 2011: 7-8.

<sup>14</sup> POCOBELLI 1997: 20-21; POCOBELLI 2009: 54; POCOBELLI 2011: 117-118.

<sup>15</sup> Ringrazio il prof. M. Guaitoli per averne autorizzato l'uso nell'ambito del progetto MAPPA. Sulla valenza scientifica, le caratteristiche tecniche e l'utilità della "cartografia finalizzata" v. PICCARRETA 1997: 51-65; PICCARRETA, CERAUDO 2000: 133-142.

Di seguito i codici utilizzati per la restituzione delle anomalie:

11220000	Ferrovia abbandonata
13510000	Impianto sportivo / Ippodromo
70100000	Traccia generica da umidità o vegetazione
70110000	Traccia da microrilievo
71107A1A	Traccia di bastione difensivo (I livello)
74010A1A	Traccia di strada (I livello)
74011000	Strada sopravvivenza
76000A1B	Traccia da sopravvivenza (II livello)
76025A1A	Traccia di edificio (I livello)
76025A1B	Traccia di edificio (II livello)
7C640A1A	Traccia di tumulo (I livello)

ività di gestione e conoscenza del territorio sia per future ricerche specialistiche, quali studi storico-urbanistici o indagini di scavo. La carta redatta diventa, a tutti gli effetti, un contenitore che può essere arricchito e implementato con l'aggiunta di altri livelli informativi sulla base di nuove immagini, o con tematismi specifici. In questa prospettiva si può concepire, ad esempio, la realizzazione di un layer con l'indicazione puntuale dei crateri lasciati dai bombardamenti delle forze alleate nella seconda guerra mondiale, strumento sia per gli studiosi di storia locale che, più pragmaticamente, per perimetrare le aree a rischio sminamento, in caso di progettazione di opere pubbliche o private, o per fornire indicazioni aggiuntive a chi dovrà programmare attività di scavo e di tutela.

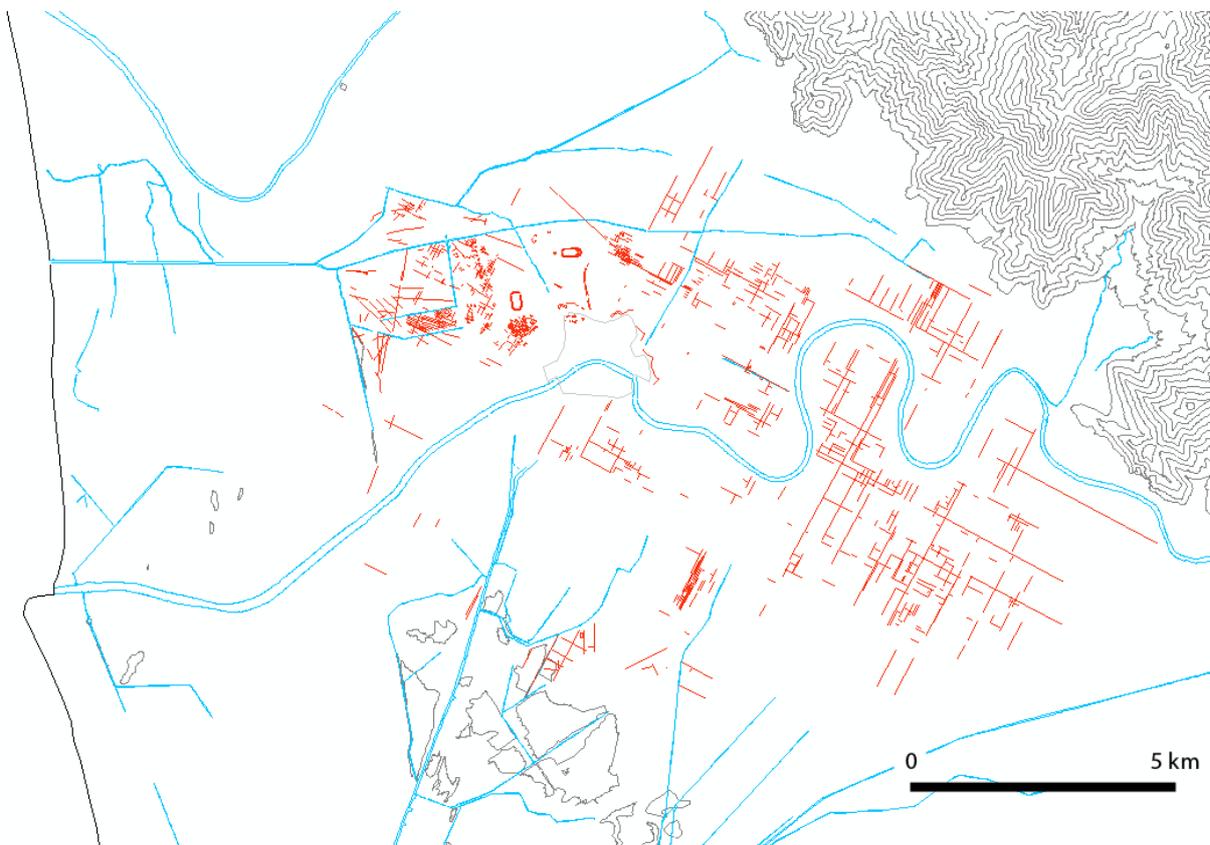
La sovrapposizione dei layer delle differenti levee aeree e l'interazione con i dati provenienti dallo spoglio bibliografico e di archivio, nonché il confronto con la cartografia storica – in particola-

re con le carte del Catasto Leopoldino, fornito dalla Regione Toscana in formato raster georeferenziato – e delle tavolette IGM degli anni 30 del secolo scorso, utilizzate come 'base storica' di riferimento in fase di restituzione, hanno permesso la corretta classificazione ed interpretazione delle anomalie registrate.

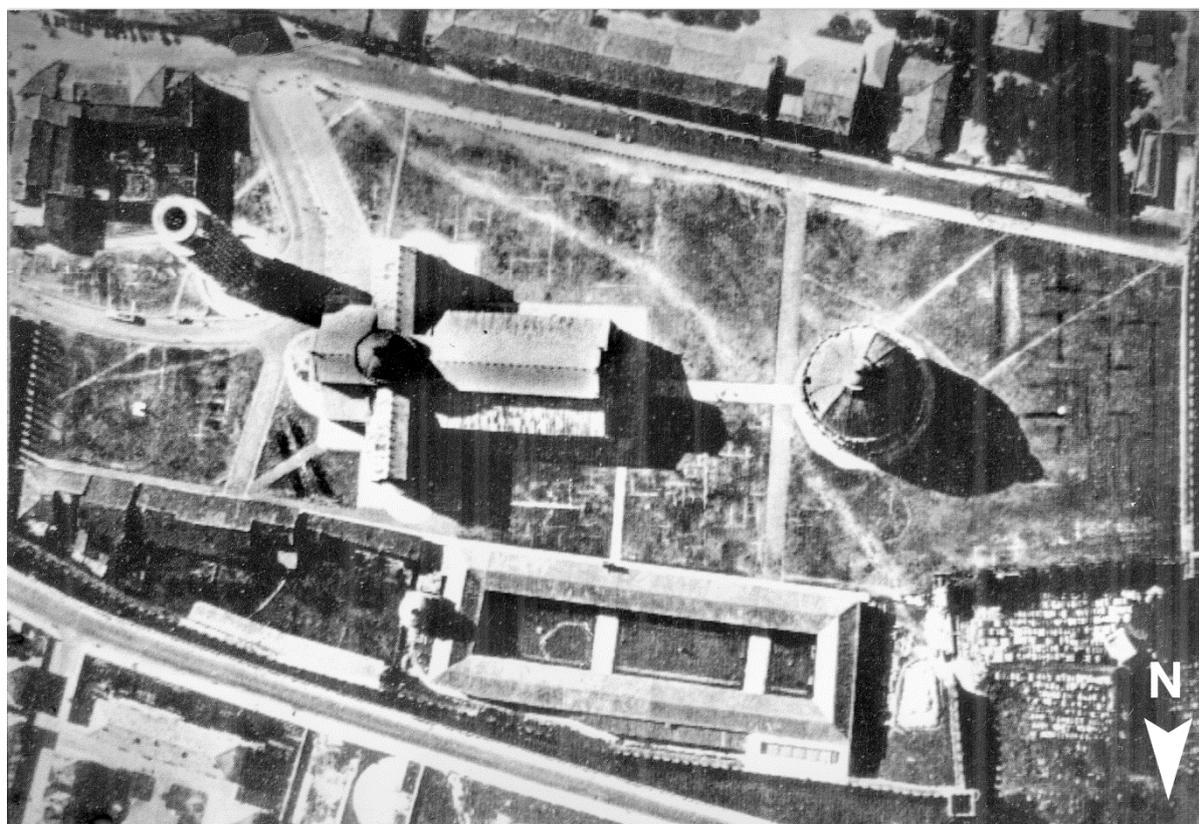
Al termine di queste operazioni, dopo un intervento di ripulitura e di semplificazione grafica delle tracce, ottenuto attraverso una gerarchizzazione di queste per distinguerne il differente grado di affidabilità, si è potuta redigere in forma definitiva il livello **Tracce** (fig. 9.3).

### 9.1.2 Dati preliminari

Lo studio condotto sulle fotografie aeree ha consentito di individuare molte tracce, la maggior parte delle quali, per il loro orientamento, sono presumibilmente da mettere in relazione con le opere connesse alla centuriazione d'età romana e alla suddivisione agraria interna ai singoli lotti. È



9.3. Le anomalie aerofotografiche individuate nel corso della ricerca. Base cartografica semplificata tratta dalla CTR in scala 1:10.000.



9.4. Piazza dei Miracoli. In alto il fotogramma del 1951 conservato nel 'Centro di Documentazione Aerofotografica Marcello Cosci'. In basso lo stesso fotogramma, rielaborato da M. Cosci, dove sono rilevabili numerose tracce da vegetazione determinate dalle strutture murarie sepolte (cortesia E. Paribeni).

bene puntualizzare, come precedentemente accennato, che i dati qui sinteticamente presentati costituiscono l'esito finale della fase di fotointerpretazione e fotorestituzione delle tracce, ovvero il primo step del progetto MAPPA, punto di partenza per le prossime attività. Infatti, come sempre accade nella ricerca scientifica, questa prima parte del lavoro ha permesso di mettere a fuoco una serie di interrogativi e problematiche storico-topografiche alle quali si cercherà di dare risposta con il procedere dell'indagine. I necessari approfondimenti di studio potranno determinare correzioni e precisazioni che, comunque, non dovrebbero alterare nella sostanza il quadro generale proposto.

#### *Piazza dei Miracoli e l'area suburbana*

La fotografia aerea zenitale del 1951 di Piazza dei Miracoli conservata nel 'Centro di Documentazione Aerofotografica Marcello Cosci', recentemente edita (ALBERTI, PARIBENI 2011: 28), evidenzia chiaramente numerose tracce da vegetazione determinate dalle strutture murarie relative alle *domus* di età romana e alla prima fase della basilica e del battistero, quest'ultimo visibile all'interno del cortile del Camposanto (fig. 9.4).

Le strutture, indagate in diverse campagne di scavo (REDI 1991: 59-77; ALBERTI, PARIBENI 2011: 18), presentano sostanzialmente un costante orientamento secondo i punti cardinali, con la sola eccezione di alcune anomalie a S e SO del Battistero con un andamento NO-SE. Allo stato attuale delle conoscenze (non risultano indagini archeologiche nella zona<sup>16</sup>) non è possibile formulare ipotesi sulle motivazioni di tale divergenza, forse da ricollegare ad una fase edilizia intermedia tra l'abbandono delle *domus* romane e la monumentalizzazione medievale della piazza.

Nella zona immediatamente a N delle mura comunali, invece, le foto aeree scattate dalla Royal Air Force durante la seconda guerra mondiale, hanno permesso di riconoscere le tracce delle fortificazioni iniziate a costruire nel 1626 per difendere la città. Particolarmente evidenti appaiono i

resti del bastione detto *Canto a Leone* e del fossato, tra Via Contessa Matilde e Via Leonardo da Vinci, nell'angolo NO della città antistante il Cimitero Israelitico, e del bastione detto *della Forcha* posto tra Porta a Lucca e Largo S. Zeno<sup>17</sup>, nel tratto compreso tra quest'ultimo e Via Marche (fig. 9.5). La successiva espansione urbanistica ha determinato la scomparsa delle evidenze: già nel volo del 1953, infatti, il bastione nord-occidentale risulta edificato e anche il bastione della Forca comincia ad essere occupato da abitazioni. Quest'ultimo però, condizionando lo sviluppo edilizio della zona, risulta ancora riconoscibile nel tessuto urbanistico attuale tanto da conservare, nella disposizione dei palazzi, l'andamento triangolare della struttura originaria (fig. 9.6).

Circa 300 metri a NE di Porta a Lucca, le foto della RAF permettono di riconoscere la stazione della metà dell'800 e parte del tracciato ferroviario, poi dismesso, che collegava Pisa con Lucca prima della realizzazione dello scalo di S. Rossore. La traccia, visibile per una lunghezza complessiva di circa m. 850, risulta quasi completamente scomparsa nei successivi voli del 1953 e 1954 (fig. 9.5).

L'anomalo andamento della viabilità suburbana nella zona ad E delle mura, chiaramente visibile nelle fotografie aeree della RAF e del Volo Base, testimonia la realizzazione dei bastioni difensivi detti *San Francesco*, *Santa Marta* e *Barbagianni*, indicati nella cartografia del XVIII secolo (TOLAINI 1992: 99, fig. 89) ma non individuabili sulla base di altri elementi (fig. 9.7).

#### *Il settore settentrionale*

In località Podere dei Passi, a S del Fosso Maltraverso, in un'area oggi ampiamente edificata compresa tra Via delle Prata e Via di Gello, le immagini aeree scattate il 20 agosto ed il 6 settembre 1943 mostrano molto nitidamente una serie di tracce da vegetazione che, disposte per linee parallele ed ortogonali tra loro, presentano lo stesso orientamento della centuriazione dell'*ager Pisanus* (fig. 9.8).

<sup>16</sup> Il saggio numero 1300, infatti, è localizzabile più a N delle tracce descritte (ALBERTI, PARIBENI 2011: 19; ALBERTI 2011: 295-299).

<sup>17</sup> I nomi dei bastioni sono riportati in una carta del XVIII, dove sono indicate le opere di fortificazione seicentesche (TOLAINI 1992: 99, fig. 89).



9.5. L'area suburbana settentrionale in una immagine scattata dalla RAF il 20 agosto 1943 (str. 3645, fotogr. 4122). Si riconoscono le tracce dei bastioni difensivi del XVII secolo detti del *Canto al Leone* (1) e della *Forca* (2) e della dismessa linea ferroviaria Pisa-Lucca (3).



9.6. Dettaglio del bastione della Forca nei fotogrammi del 1954 (a sinistra) e del 2010 (a destra).



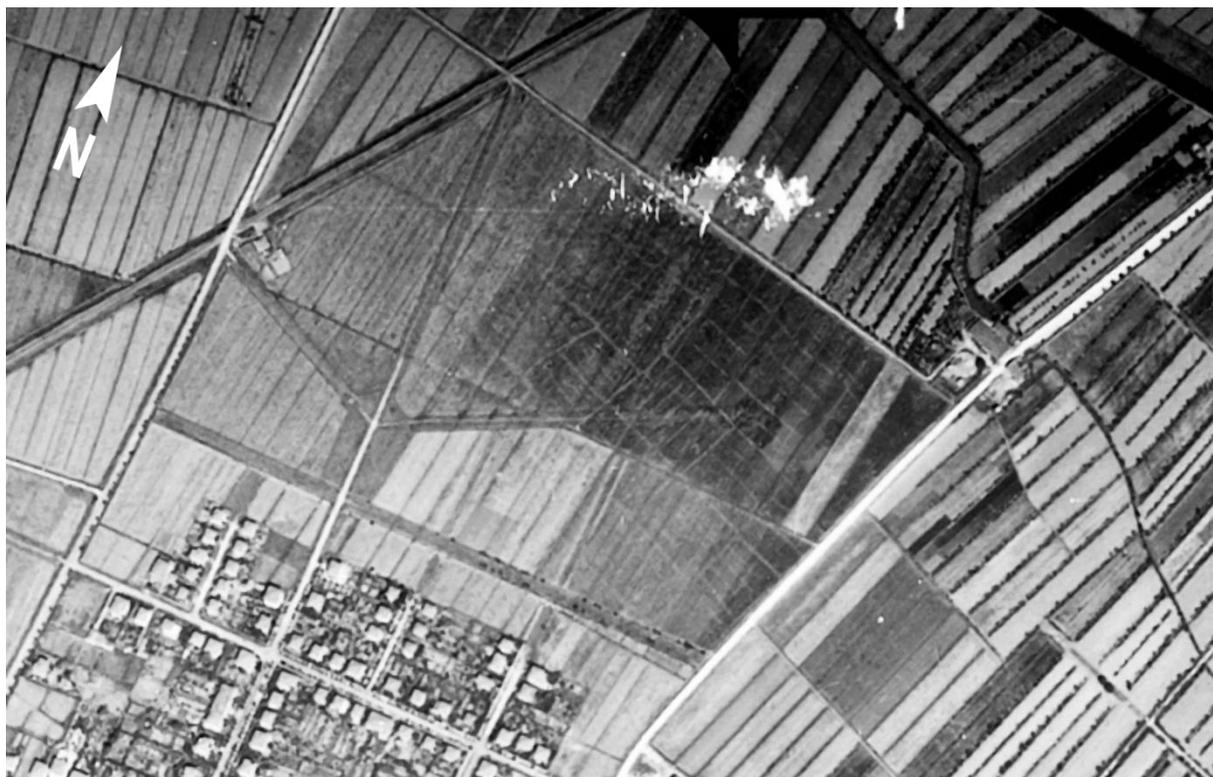
9.7. L'area suburbana orientale in un fotogramma RAF del 20 agosto 1943 (str. 3645, fotogr. 4122). Si riconoscono le tracce dei bastioni difensivi di San Francesco (1), Santa Marta (2) e Barbagianni (3).

Analoga situazione, benché meno evidente, si registra nei terreni più ad E di questi, in località Podere di Mezzo-La Rete, tra via di Gello e la SS n. 12 del Brennero, dove anomalie da vegetazione parallele tra loro, con andamento NO-SE, mostrano lo stesso orientamento della *limitatio*. Le tracce da vegetazione che si riscontrano pure nel Volo Base del 1954, anche se in misura minore e meno nitide, confermano ed integrano i dati desunti dal volo RAF. Le anomalie sono, ovviamente-

te, da ricondurre a canali o delimitazioni campestri interne alla centuria<sup>18</sup>.

In località Gagno, in un campo tra la linea ferroviaria Pisa-Lucca e la SP n. 9 di San Jacopo, in molte levate aeree è facilmente distinguibile la traccia di un ippodromo per le corse dei cavalli, orientato con asse maggiore E-O, che appare in disuso a partire dal 1953 (larghezza m. 160; lunghezza m. 360). È interessante notare che nelle foto RAF del 1945 l'impianto non compare (fig. 9.9).

<sup>18</sup> Alla luce del presente studio, non sembra trovare riscontro la proposta di riconoscere nelle tracce visibili nel volo del 1954, in prossimità del Fosso Maltraverso, il *castrum* che i Liguri, secondo il racconto di Livio, costruirono alle porte di Pisa nel 193 a.C. (COSCI, SPATARO 2002: 15-18, fig. 3). Per quanto riguarda il *castrum* dei Romani, invece, l'angolo SO del presunto agger è visibile solamente nella foto aerea del 1954 (COSCI, SPATARO 2002: 17, fig. 2b) sembrerebbe coincidere con un incrocio di assi centuriali, mentre le immagini della RAF consultate non hanno evidenziato la presenza di anomalie (cfr. fig. 2a del citato articolo).



9.8. Località i Passi. Nella foto scattata dalla RAF il 20 agosto 1943 (str. 3645, fotogr. 4122) sono facilmente distinguibili le tracce della divisione agraria di età romana.

Le tracce di un altro ippodromo abbandonato sono riconoscibili 900 metri ad O di Porta Nuova, in prossimità dello scalo merci di S. Rossore. Orientato con asse maggiore N-S (m. 350x190), l'impianto risulta in disuso già nelle immagini aeree scattate dalla RAF (fig. 9.10).

Presso il cimitero suburbano di Via Pietrasantina, nelle foto aeree del 1943, del 1945, del 1953 e del 1954 è visibile una traccia da vegetazione e microrilievo di forma circolare che corrisponde al c.d. Tumulo del principe etrusco riportato alla luce nel 1998. Altre tracce da vegetazione di forma circolare, di minore ampiezza, sono visibili nei campi prossimi al tumulo ma sono state prudentemente registrate nel database come 'tracce non definite', per la carenza di riscontri oggettivi (la presenza del tumulo non può essere considerata sufficiente per ipotizzare una necropoli, per così dire, 'monumentale') e la mancanza di ripetitività su più riprese aeree.

*Il settore orientale e nordorientale del comune di Pisa e l'area di Cascina*

Come noto (PASQUINUCCI 1986: 33), si tratta del-

l'area che restituisce il maggior numero di tracce della centuriazione dell'*ager Pisanus*, i cui *limites* sopravvivono nella topografia attuale sotto forma di strade e canali o in divisioni campestri. La forte espansione edilizia che si registra nella zona orientale di Pisa, fino alle località Cisanello – San Biagio in prossimità della sponda destra dell'Arno, come lungo le grandi vie di comunicazione nel comprensorio di Cascina, ha profondamente modificato l'assetto territoriale documentato nelle fotografie degli anni 60 e 70 del secolo scorso, diminuendo la possibilità di riconoscere sul terreno le sopravvivenze della divisione agraria di età romana.

Lo studio delle tracce della centuriazione, per i motivi sopra ricordati, è stato condotto analizzando l'ortofotocarta del 1978 fornita dalla Regione Toscana. La capacità intrinseca dell'immagine aerofotografica di riprodurre fedelmente la realtà del territorio, rispetto alla rappresentazione cartografica che necessariamente è il risultato di processi logico-culturali e di semplificazioni grafiche, ha permesso di restituire con maggior dettaglio e precisione le tracce della *limitatio* ro-



9.9. Tracce di un ippodromo per le corse dei cavalli in loc. Gagno (Volo Base, str. 7, fotogr. 2051 del 1 agosto 1954).



9.10. Tracce di un ippodromo per le corse dei cavalli ad occidente della stazione di Pisa-San Rossore (Volo Base, str. 7, fotogr. 2052 del 1 agosto 1954).

mana, sopravvisuta anche nelle divisioni campestri non registrate nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare<sup>19</sup>. Si tratta in gran parte di *limites intercisivi* e suddivisioni agricole interne alle singole centurie, riconoscibili in canalizzazioni e limiti di campo, ma anche di *cardines* e *decumani* non indicati nella cartografia archeologica edita che sembrano dunque delineare un'estensione più ampia della centuriazione rispetto a quanto indicato nella bibliografia specialistica (PASQUINUCCI 1986: 34, figg. 4-6; PASQUINUCCI 1994: 191-192, tav. fuori testo; PASQUINUCCI 1995: tav. XXXVIII).

La divisione agraria, con decumani orientati NO-SE, è costituita da assi distanti 20 *actus* (circa 710 metri) anche se si registrano rare centurie leggermente diverse, fenomeno probabilmente da imputare a un adattamento della centuriazione alla diversa situazione idrografica del territorio in età romana. Come già osservato (PASQUINUCCI 1986: 33), nella topografia moderna si nota un maggior conservatorismo dei *cardines*, gli assi con andamento NE-SO.

#### *Il settore meridionale*

Lo sviluppo urbanistico della zona, la presenza della Stazione Centrale e dell'aeroporto, con le infrastrutture annesse, e le complesse vicende paleoambientali dell'area, testimoniate dalle fonti medievali e dalla toponomastica, non hanno dato la possibilità di individuare in questo settore un gran numero di tracce.

Solamente nella zona di S. Giusto in Cannicci, tra la stazione ferroviaria e l'aeroporto, le fotografie aeree della RAF, dell'IGM 1953 e del Volo Base hanno permesso di riconoscere alcuni *limites* della centuriazione.

Più a S dell'aeroporto, in località Mortellini, la presenza di canali e particelle agricole con analogo orientamento, benché tutta da verificare, potrebbe essere indizio di un'estensione della centuriazione anche in questa zona.

#### *Il settore occidentale*

È la zona che ha restituito il maggior numero di

tracce, tra le più interessanti dell'intera ricerca, oggetto anche di importanti ritrovamenti archeologici.

In località Sardine, compresa tra Via delle Cascine, la Via Aurelia e la linea ferroviaria, si estende la c.d. 'Area Scheibler' che, partendo dalle anomalie riconosciute da M. Cosci in alcune fotografie aeree del 1980, fu oggetto nel 1983-1984 di due campagne di scavo che individuarono alcuni fossati di epoca romana e, a una quota più bassa, livelli archeologici relativi ad un abitato etrusco di epoca arcaica e materiale databile all'età del Bronzo Medio (BONAMICI 1987). Nel 1998, ai margini orientali di quest'area, i lavori di ampliamento della stazione di S. Rossore portarono alla scoperta di una serie di navi affondate in un'antica area a destinazione portuale (CAMILLI 2004, con bibliografia precedente). Le foto analizzate nella ricerca hanno permesso di individuare, sul 60% dei voli selezionati, tracce da vegetazione con un andamento analogo alla maglia centuriale, interpretabili come delimitazioni di appezzamenti agricoli, che gli scavi hanno appurato essere canali di drenaggio. I dati provenienti dalla restituzione di tutte le tracce rilevate, integrandosi tra loro (figg. 9.3, 9.11), hanno permesso di definire un quadro più complesso di quanto fino ad ora conosciuto (da ultimo CIAMPOLTRINI, COSCI, SPATARO 2011:107-108).

Problematica rimane, ad esempio, l'interpretazione della larga anomalia da vegetazione (circa m 9, ovvero 30 piedi) che, con lo stesso orientamento della centuriazione, attraversa l'intera area. Per le caratteristiche intrinseche della traccia (tipologia, dimensioni e andamento) sembrerebbe interpretabile come una strada, anzi più precisamente un *decumanus*, ma appare spostata di 40 metri rispetto alla griglia teorica della centuriazione la quale, al contrario, coincide quasi perfettamente con la traccia del cardine (largh. circa m 6, ovvero 20 piedi). Inoltre lo scavo archeologico, localizzato proprio all'incrocio tra i due assi suddetti, ha evidenziato solo la presenza di canali di drenaggio. La questione necessita di ulteriori approfondimenti.

<sup>19</sup> In questa sede, per motivi di spazio, non mi dilungherò sull'analisi della centuriazione, che sarà oggetto di prossimi approfondimenti specifici.



9.11. La c.d. 'Area Scheibler' in un fotogramma prospettico del 2009 e dettaglio della "Carta delle tracce archeologiche", elaborazione finale delle anomalie riscontrate in tutte le levate aeree.



9.12. Tracce della divisione agraria di età romana in un fotogramma della Regione Toscana (str. 21, fotogr. 211 del 22 settembre 1986).

dimenti di indagine, anche in previsione dei risultati della ricerca idrogeologica nella zona.

Tracce molto evidenti sono state riconosciute nelle fotografie aeree del 1986 in località Campaldo, a N di Via delle Cascine in corrispondenza delle scuderie nuove, e riferite alla divisione agraria d'età romana (COSCI 1990: 181-183). Anche queste anomalie, però, dovranno essere analizzate più approfonditamente (fig. 9.12); le tracce infatti, benché molto regolari e nitide, presentano allineamenti che non risultano confacenti all'andamento della maglia centuriale, soprattutto se confrontate con il quadro che sembra emergere nel territorio circostante.

Anomale risultano anche le tracce di canali e divisioni campestri nel campo adiacente, lungo il

lato settentrionale (fig. 9.13), rilevabili nelle foto aeree del 2010, che seguendo un orientamento sostanzialmente diverso rispetto al contesto della centuriazione, sembrerebbero piuttosto essere riconducibili ad una fase differente di occupazione e sfruttamento del territorio.

Altre anomalie riferibili alla catastazione di età romana si notano nelle foto del 1986 e del 2010 presso il Fiume Morto, nei campi ad E e ad O dell'idrovora di Campaldo e tra la linea ferroviaria Pisa-Genova e la SS n. 1 Aurelia, mentre nella zona prossima all'autostrada molte tracce riscontrate sono da riferire a canalizzazioni e opere di regimentazione delle acque di età moderna, alcune ancora indicate nelle carte IGM degli anni 30 del secolo scorso.



9.13. Tracce di divisioni agrarie in una foto del Comune di Pisa del 2010 (str. 8, fotogr. 25213).

### 9.1.3 Conclusioni

Al termine della descrizione delle anomalie più interessanti riscontrate nel corso della ricerca possiamo osservare, più in generale, che la maggiore concentrazione di tracce riguarda il settore occidentale e, in misura minore, la zona settentrionale dell'area indagata (fig. 9.3). Sostanzialmente muta appare invece la zona meridionale, molto probabilmente anche a causa dell'impaludamento documentato in età medievale. La parte orientale presenta, al contrario, una grande quantità di tracce da sopravvivenza relative alla centuriazione di età romana; potrebbe trattarsi di un territorio che ha subito meno mutamenti rispetto alle altre zone, forse per una minore variazione delle condizioni idrogeologiche.

L'analisi integrata di più levate aeree ha permesso di rilevare un cospicuo numero di tracce che, restituite su supporto cartografico, consentono di delineare un panorama complessivo della sistemazione agraria di età romana. Sembrano peraltro emergere elementi che inducono a ipotizzare la presenza di una centuriazione più ampia di quanto fino ad oggi ritenuto.

I successivi approfondimenti saranno mirati, oltre alle necessarie verifiche sul terreno delle tracce della centuriazione e delle altre anomalie rilevate, alla comparazione con i dati emersi dalla ricerca geologica in modo da ricostruire, per quanto possibile, il paesaggio antico nelle diverse fasi storiche.

[G.F. P.]

## 9.2 Fotointerpretazione geologica

### 9.2.1 Premessa

Lo studio della geomorfologia trova, come è noto, nelle aree di pianura uno dei campi di applicazione più difficoltosi (BONDESAN MENEGHEL 2004, FEDERICI 2005) sia per la scarsa evidenza delle forme che per la loro frequente obliterazione dovuta all'intervento antropico sul territorio. La Pianura di Pisa non fa eccezione: in essa sia l'urbanizzazione che le numerose opere di bonifica, con le quali l'uomo ha modellato il paesaggio nel corso del tempo, hanno concorso ad obliterare le originarie morfologie rendendone difficile la lettura.

La pianura di Pisa è suddivisa dal punto di vista fisiografico in due aree ben distinte:

- 1) la zona litoranea, separata dal mare da una fascia estesa 4-7 km e costituita prevalentemente dalla tipica alternanza di cordoni litoranei e aree depresse intracordone, derivante dall'interazione tra dinamica costiera, eolica e fluviale
- 2) la pianura alluvionale propriamente detta, costituita da una potente coltre di sedimenti depositi, a partire dal tardo terziario, all'interno di una depressione tettonica dai due principali fiumi, Arno e Serchio.

Se la prima area conserva abbastanza l'originaria naturalità del paesaggio che consente un'agevole lettura geomorfologica, la seconda area, sulla quale si concentra il presente studio, è sempre risultata particolarmente difficile da interpretare. Lo scopo di questo lavoro, che ha trovato un valido aiuto nella Carta geomorfologica delle Provincia di Pisa scala 1.10.000 (FEDERICI 2005) e prelude alla realizzazione di una nuova carta geomorfologica a maggior dettaglio, è individuare tutte le tracce di alvei sepolti identificabili con il solo ausilio della fotointerpretazione. La rete idrografica dell'Arno è indubbiamente il collante del paesaggio non solo della pianura Pisa, ma di tutta l'area provinciale (FEDERICI 2003). Appare dunque di primaria importanza tentare di fare chiarezza su uno dei temi più discussi e al tempo stesso più incisivi dell'evoluzione di questo territorio. Definire l'andamento di Arno e Serchio nel corso del tempo e indagare le loro reciproche eventuali interazioni è indubbiamente un tema complesso, come dimostra non solo la constatazione che lo spartiacque tra i bassi corsi arginati e pensili di Arno e Serchio è tutt'ora incerto (FEDERICI 2003), ma anche la potente mole di lavori che ha affrontato il tema della paleoidrografia dell'area pisana da diversi punti di vista. In particolare, numerosi studi hanno affrontato questo argomento basandosi prevalentemente su cartografia storica (PASQUINUCCI 1988, 2003, REDI 1988), altri su dati di sottosuolo (ROSSI *et alii*, 2011) altri ancora su dati geomorfologici (FEDERICI 2005, DELLA ROCCA *et alii* 2011) o esclusivamente derivanti da fotointerpretazione (COSCI 2005). Non mancano, infine, esempi ambiziosi di integrazione

tra dato storico e dato geologico (CECCARELLI LEMUT *et alii* 1994), tuttavia siamo ancora lontani dal pervenire ad una definizione attendibile della paleo rete idrografica e della sua evoluzione nel tempo. I diversi lavori hanno prodotto spesso risultati di pregio, ma poco confrontabili e integrabili tra loro. Quelli basati su Cartografia Storica hanno spesso ipotizzato per intero i tracciati dei corsi d'acqua, ma senza produrre il riscontro geologico sul terreno della loro effettiva presenza, quelli basati su dati di sottosuolo hanno spesso individuato la presenza di alvei a livello puntuale in modo inequivocabile e ad una quota ben definita, hanno talvolta estrapolato il dato a sezioni, ma senza pervenire alla ricostruzione della paleo rete idrografica. Quelli basati su dati geomorfologici hanno spesso prodotto lembi di tracce disperse nella pianura, la cui collocazione e il cui significato nell'ambito della paleo rete idrografica risulta talvolta chiaro, ma talvolta poco comprensibile. Gli studi basati solo sulla fotointerpretazione soffrono degli stessi limiti dei lavori geomorfologici e spesso hanno sofferto di una mancanza di gerarchizzazione del grado di attendibilità delle tracce che ha reso difficile il riutilizzo dei dati da parte di terzi. Tra i risultati dei singoli lavori spesso c'è discrepanza e un accordo univoco si ha circa la ricostruzione dei paleomeandri più conosciuti, le cui forme hanno conservato una buona evidenza sul territorio e le cui notizie storiche sono abbastanza note. In particolare, sono universalmente riconosciute le tracce legate alle rettifiche maggiori per lo scorrimento delle piene tra cui i 2 tagli di meandro risalenti al 1338 in area Cascine Nuove, il taglio effettuato nel 1771-72 in località Barbaricina, il taglio Ferdinando effettuato nel 1606 per limitare gli effetti della traversia di libeccio sulla foce dell'Arno. Ma anche taglio di Metato sul Serchio effettuato nel 1579 (Fig. 9.14).

Se il paesaggio odierno conserva ancora, in questi casi come in altri, le eleganti volute dei meandri morti, magari parzialmente oblitrate da campi coltivati o da tracce di vegetazione palustre, in molti altri casi questa morfologia è stata completamente cancellata. Questo lavoro, che costituisce la parte iniziale di un più ampio lavoro, lungi dal



9.14 Interventi antropici sui principali corsi d'acqua. Localizzazione dei vecchi tracciati ancora facilmente leggibili sul terreno.

voler fornire un quadro esaustivo e preciso dell'idrografia della pianura di Pisa e della sua evoluzione nel corso del tempo, si propone di individuare una metodologia di studio caratterizzata da un forte approccio multidisciplinare. I dati qui presentati sono infatti il frutto esclusivo della fotointerpretazione aerea, basata sull'analisi comparata di un elevato numero di voli selezionati. Nel prosieguo delle ricerche questi risultati saranno integrati con dati da telerilevamento, di microrilievo e verificati con indagini geofisiche dedicate nonché con le numerose stratigrafie puntuali disponibili per l'area di indagine, al fine di pervenire alla loro validazione. Il lavoro consentirà non solo di fare chiarezza sull'andamento della paleo-rete idrografica dei corsi terminali dei fiumi Arno e Serchio, ma anche di proporre una metodologia di studio applicabile ad altri territori.

### 9.2.2 Metodi

Lo studio delle fotografie aeree (in stereoscopia e a video) costituisce il primo passo fondamentale per una corretta caratterizzazione geomorfologica del paesaggio. Rispetto a quanto osservabile alla scala di campagna, infatti, l'analisi stereosco-

pica del territorio consente una maggiore visione d'insieme delle forme del paesaggio e la definizione dei rispettivi rapporti spaziali, nonché la percezione di quelle piccole variazioni dell'acclività che, in una piana alluvionale, possono identificare le tracce dei paleoalvei. Questo lavoro si basa su una speditiva indagine stereoscopica alla quale è stato associato un dettagliato studio di immagini digitali a video.

Il grado di evidenza di ogni singola traccia di paleoalveo può variare in funzione di un numero considerevole di fattori, quali la differenza di composizione tra i sedimenti depositi dal fiume nell'alveo e i terreni che li circondano, le dimensioni del corso d'acqua, la profondità a cui si trova rispetto al piano di campagna, l'eventuale intervento da parte dell'uomo, che può averne modificato l'originaria forma, i fattori climatici e ambientali presenti al momento dello scatto ed infine i fattori tecnici legati alla ripresa dell'immagine. Per ottenere quindi il miglior risultato possibile si è fatto ricorso ad una fotointerpretazione di tipo multi-temporale, con la quale sono state studiate immagini aeree relative al periodo compreso tra il 1943 ed il 2010 (Tab. 9.1).

Tabella 9. 1. Immagini aeree utilizzate, suddivise per anno di ripresa ed ente di appartenenza.

ANNO	ENTE DI APPARTENENZA	PELLICOLA
2010	PROVINCIA PISA	colore
2009	I.G.M.	colore
2007	I.G.M.	colore
2005	I.G.M.	b/n
2003	I.G.M.	b/n
1999	I.G.M.	b/n
1996	I.G.M.	b/n
1988	I.G.M.	b/n
1986	REGIONE TOSCANA	b/n
1983	M. COSCI	infrarosso
1978	REGIONE TOSCANA	b/n
1854	I.G.M.	b/n
1953	I.G.M.	b/n
1945	R.A.F.	b/n
1943	R.A.F.	b/n

Gran parte del materiale è stato fornito dalla Regione Toscana in forma digitale georeferenziata. Gli altri fotogrammi (forniti in cartaceo) sono stati scansionati, georeferenziati e rettificati utilizzando le funzioni GIS del software ArcGIS 10 (ESRI). Il processo di rettificazione è stato indispensabile al fine di limitare gli effetti connessi con le varie distorsioni, che una rappresentazione prospettica del paesaggio comporta nei confronti di quella, assunta negli elaborati topografici, derivante da una proiezione di tipo ortogonale. La rettificazione degli elaborati fotografici, necessaria per la costruzione dei livelli informativi relativi alla morfologia della piana alluvionale, è avvenuta seguendo le direttive che la Regione Toscana ha emanato per la digitalizzazione dei prodotti CARG, per i quali erano richiesti in fase di georeferenziazione almeno 16 punti di controllo. Gli elaborati di riferimento usati nella fase di acquisizione, in ambiente GIS, delle varie immagini aeree sono costituiti dalle carte topografiche della Regione Toscana, alla scala 1:10.000, georeferite al sistema Gauss-Boaga, fuso Ovest.

La presenza di fotografie aeree relative a voli differenti, quindi acquisite da diverse quote di volo e con differenti lunghezze focali degli obiettivi, implica l'introduzione di una distorsione che non è costante tra i formati relativi ai diversi anni di acquisizione. Inoltre, anche per elaborati fotografici appartenenti ad uno stesso volo, gli effetti connessi con il possibile movimento laterale dell'aereo (crab), dovuti essenzialmente a perturbazioni atmosferiche presenti durante l'esecuzione delle strisciate fotografiche, possono aver generato modelli stereoscopici con distorsioni della scala differenti per diversi fotogrammi. Per limitare tutti questi effetti nel processo di georeferenziazione, è stato necessario utilizzare una funzione di rettificazione di tipo poligonale di 3° ordine. Occorre comunque sottolineare che le distorsioni presenti nelle foto aeree utilizzate erano tali da non consentire una riduzione del valore RMS (Root Mean Square) inferiore a 3 per ogni immagine elaborata. Per le immagini fotografiche più distorte l'utilizzo di un numero elevato di punti di controllo (> 20) ha permesso di contenere l'errore complessivo ad un RMS non superiore ad 8.

Nei fotogrammi i paleoalvei si presentano spesso come figure nastriformi sinuose, singole o intrecciate, di tonalità chiara o scura, talvolta delimitate da due strisce più chiare che corrispondono ai relativi paleo-argini (Fig. 9.15).

Quest'ultimi sono, infatti, costituiti da sedimenti più grossolani, solitamente sabbiosi o sabbiosolimosi, la cui genesi è legata alle fasi di deposito conseguenti a tracimazioni e sovralluvionamenti. La traccia più scura, invece, identifica l'area dell'alveo vero e proprio, caratterizzata dall'accumulo di materiali fini durante le fasi di estinzione del corso d'acqua (FERRI CALZOLARI 1989). Occorre rilevare come, tra le pellicole utilizzate per la realizzazione dei formati fotografici quella ad infrarossi, relativa al volo notturno del 1983, abbia dato risultati migliori ai fini del riconoscimento dei paleoalvei, soprattutto nei settori fortemente antropizzati e in corrispondenza dei centri urbani. In queste fotografie aeree il paesaggio appare, sulla pellicola, con tonalità di grigio che dipendono dalla capacità dell'ambiente di riflettere la luce infrarossa. Le aree più umide che hanno una capacità assorbente elevata nei confronti della luce infrarossa, risultano evidenziate sulla foto con tonalità di grigio tendenti al nero venendo così fortemente discriminate dall'ambiente antropico che viceversa presenta generalmente un alto potere riflettente. Questo tipo di pellicola è, infatti, comunemente usato anche per studi sull'idrografia di aree con elevata copertura boscosa.

Talvolta le stesse strutture antropiche possono, tuttavia, consentire il riconoscimento di alcune tracce. Ad esempio, la suddivisione delle colture può assumere in pianta andamenti sinuosi in corrispondenza degli antichi percorsi fluviali (Fig. 9.16).

Per realizzare la carta dei paleoalvei è stata costruita in ArcGIS una feature class di tipo poligonale nella quale i singoli elementi rilevati sono stati digitalizzati seguendo i limiti (paleo-argini) che ne identificavano la geometria. In generale, comunque, la definizione dei paleoalvei su base aereofotografica è un'operazione che racchiude un certo grado di soggettività. Per tentare di limitare questo effetto e definire nel modo più ogget-



9.15 Tracce rilevate nei pressi del Lago di Massaciucoli. È evidente l'andamento sinuoso ed il differente colore tra le aree interne ai paleocanali e la piana alluvionale.



9.16. Suddivisione delle colture in pianta e loro disposizione con andamenti arcuati e rappresentativi di antichi percorsi fluviali.

tivo possibile il grado di attendibilità della presenza dei morfotipi osservati, è stata effettuata una gerarchizzazione delle varie tracce rilevate nei differenti voli, al fine di discriminare le tracce più attendibili da quelle più effimere e quindi meno universalmente riconoscibili. La procedura di gerarchizzazione dei paleovalvei si è sviluppata attraverso l'organizzazione del dataset della feature class poligonale relativa, che è avvenuta tramite la definizione di un campo degli attributi per ogni singolo anno di volo (compilato con il valore zero, per traccia non rilevata e con il valore 1, per traccia rilevata). Questo ha consentito di discriminare tra paleovalvei osservabili in tutti i fotogrammi del periodo considerato e paleovalvei osservabili solo nei fotogrammi di alcuni anni. È stato, infine, costruito un ultimo campo degli attributi, definito 'grado di attendibilità', in cui sono stati sommati i vari valori di presenza ed assenza della traccia per i diversi anni di ripresa aerea. Questo ha permesso, mediante un procedimento di interrogazione degli attributi (query), di visualizzare nell'elaborato finale il grado di attendibilità dei singoli paleovalvei identificati. Il grado di attendibilità, osservato nel presente studio varia da un massimo di 8 ad un minimo di 1.

### 9.2.3 Risultati

L'analisi delle fotografie aeree ha portato all'identificazione di ben 287 tracce fluviali che, coprendo complessivamente una superficie di circa 81 Km<sup>2</sup>, mettono in risalto il forte contributo della rete idrografica nell'evoluzione geomorfologica dell'area studiata.

Il 31,5% delle tracce rilevate ha un'attendibilità alta (grado 8), mentre oltre il 50% presenta un grado di attendibilità compreso tra 1 e 2 (ovvero bassa) (Fig. 9.17). Le classi intermedie presentano una percentuale del numero di morfotipi rilevati che varia dallo 0,7%, per quella con grado di attendibilità pari a 6, fino ad un massimo di 6,6% per la classe con attendibilità 3.

La dimensione delle tracce varia in larghezza da un massimo di circa 500 m (probabilmente dovuta alla sovrapposizione e shift di più tracce nel tempo) ad un minimo di 25 m, mentre per quanto riguarda la lunghezza degli elementi osservati si

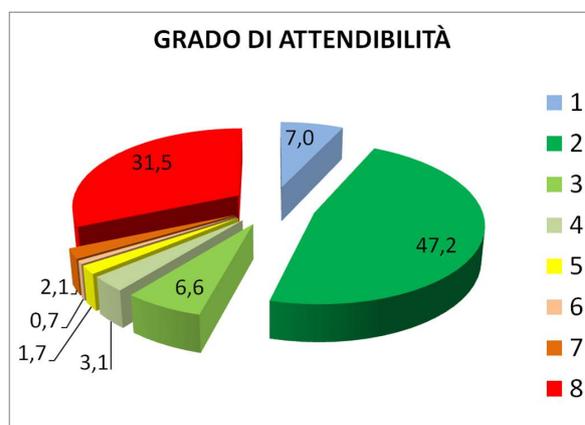
hanno valori compresi tra 8,8 Km e 320 m.

Le tracce di dimensioni più contenute sono state identificate all'interno del centro urbano di Pisa e a sud del lago di Massaciuccoli, mentre i paleovalvei con estensioni complessivamente maggiori caratterizzano il territorio nelle aree comprese tra il Serchio e l'Arno e nei settori a sud di quest'ultimo.

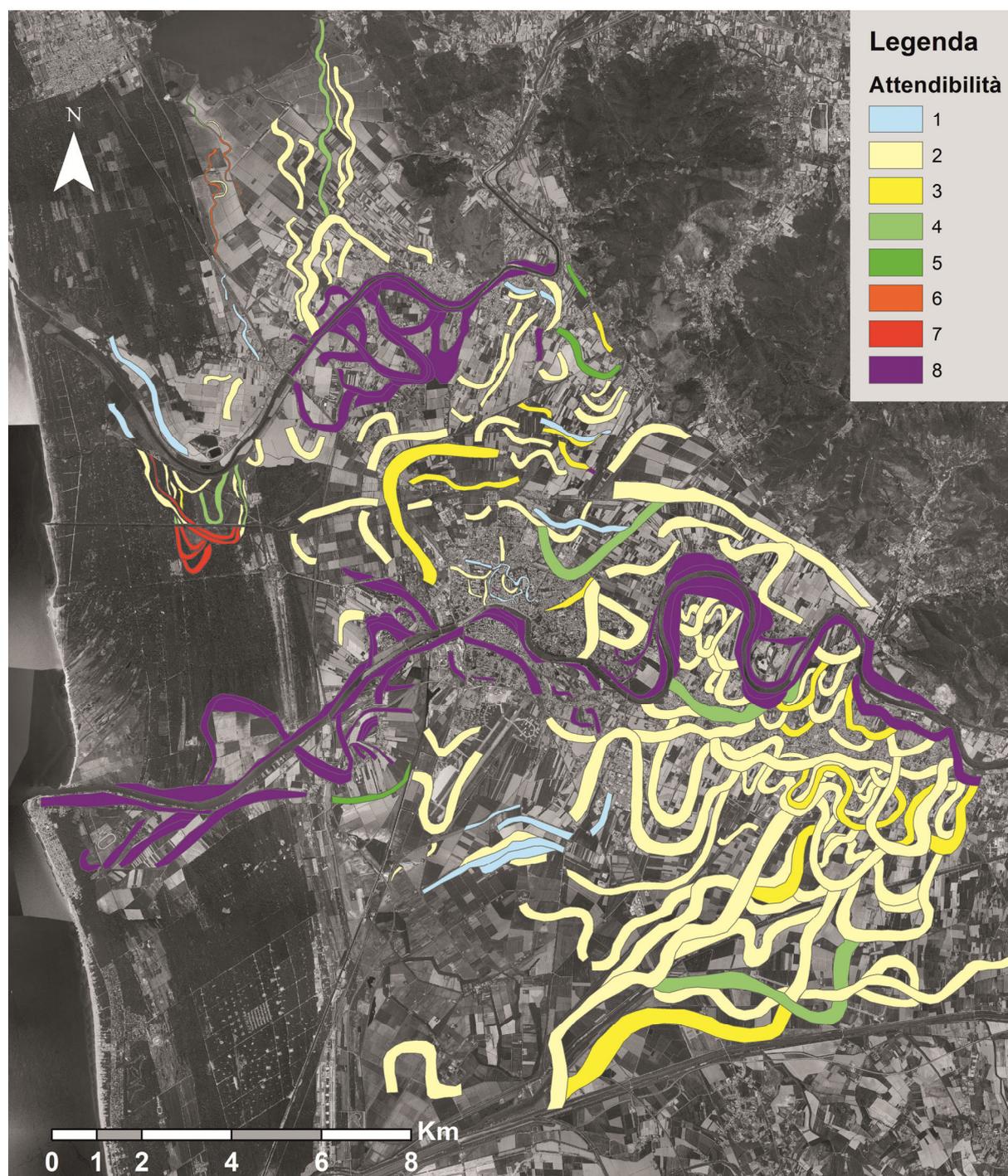
È importante osservare che alcune delle tracce identificate, sebbene spazialmente discontinue, potrebbero essere coeve e rappresentative dell'azione di un unico elemento idrografico, ma, per limitare gli errori interpretativi, si è preferito rimandare l'effettivo collegamento delle tracce alla fase successiva del lavoro dopo l'integrazione con gli altri dati.

Per quanto concerne la densità delle tracce rilevate, occorre porre in risalto come generalmente sia stata osservata una numerosità maggiore di paleovalvei nei settori prossimi agli attuali corsi dell'Arno e del Serchio (Fig. 9.18).

Anche il grado di attendibilità di queste tracce appare maggiore di quello delle tracce definite negli altri settori considerati. Questo probabilmente è dovuto al fatto che le tracce in questione possono essere relativamente più recenti (e quindi più superficiali) rispetto a quelle complessivamente rilevate nell'area di studio, ma anche alla presenza in questi settori di depositi di esondazione più grossolani, sabbie-limose e limi-sabbiosi, che consentono un maggior contrasto con quelle litologie più fini che generalmente caratterizzano le facies di chiusura dei paleovalvei. Oltre a queste aree è



9.17. Percentuale delle occorrenze delle tracce in rapporto al loro grado di attendibilità.



9.18. Visione d'insieme delle tracce rilevate nell'area di studio e loro gerarchizzazione in funzione del relativo grado di attendibilità.

stata osservata una densità non trascurabile delle paleo-tracce fluviali anche in corrispondenza del settore sudorientale dell'area indagata. Invece nelle aree immediatamente alle spalle dei cordoni litoranei più interni (sia a nord che a sud dell'Arno), così come nell'area attorno a Coltano sono state rilevate solo sporadiche tracce di paleoalvei,

probabilmente a causa della natura del terreno o dell'utilizzo di questo da parte dell'uomo.

#### 9.2.4 Discussione

##### 9.2.4.1 Le tracce a nord del Serchio

L'area compresa tra il Bacino di Massaciuccoli e l'attuale corso del fiume Serchio è caratterizzata

dalla presenza di depositi palustri che rendono difficile la lettura delle paleotracce fluviali, da fotointerpretazione. Si riconoscono, tuttavia, in quest'area una serie di tracce strette ed allungate in direzione nord sud, alcune delle quali con un elevato grado di attendibilità (Fig. 9.18). Tali tracce, considerando le quote topografiche decrescenti verso il lago e l'aspetto tortuoso di questi morfotipi, sono da ricondurre ad una originaria genesi naturale. Sono probabilmente interpretabili come canali di rotta del Serchio, sui quali sarebbe successivamente intervenuto l'uomo con la realizzazione di canali artificiali, talvolta navigabili. Molti di questi canali sono tutt'ora presenti ed erano già noti almeno a partire dal Medioevo. In particolare sono documentati in quest'area il canale o fossa di Navariccia, posto ad est della palude di Malaventre, descritto all'inizio del XIV secolo come fossa per *quam itur cum navibus* (CECCARELLI LEMUT *et alii* 1994), la Fossa Magna, la Fossa di Montione e la Fossa Nuova. E più a ovest la Barra di Vecchiano che scolava le acque di Vecchiano nel lago di Massaciuccoli e la Fossa di Bovario, citata dal 1190 (CECCARELLI LEMUT *et alii* 1994, REDI 1988).

#### 9.2.4.2 Le tracce tra Serchio e Arno

Nel tratto di pianura racchiuso tra i corsi attuali di Arno e Serchio si riconoscono numerosi paleoalvei di diverse dimensioni e grado di attendibilità. La disposizione geometrica di molte di queste tracce non consente di discriminare la loro appartenenza al Serchio o all'Arno. Questo studio sembra tuttavia evidenziare una interazione tra questi due importanti collettori: la proporzione e le modalità di questa interazione non possono essere definite con il solo utilizzo della fotointerpretazione e costituiranno pertanto l'oggetto dello sviluppo futuro di questa ricerca.

Non si può escludere al momento l'ipotesi che l'Arno abbia interessato settori ubicati più a nord dell'attuale corso, come suggeriscono quei paleoalvei rilevati alle pendici dei Monti Pisani, la cui genesi sembra difficilmente attribuibile al Serchio. Il diminuire della densità delle tracce in prossimità dei cordoni litoranei più interni può essere messa in relazione con la presenza del-

l'area palustre denominata *Silva Tumulus* e attestata in quest'area a partire dal bassomedioevo (GATTIGLIA 2011).

#### 9.2.4.3 Le tracce a sud dell'Arno

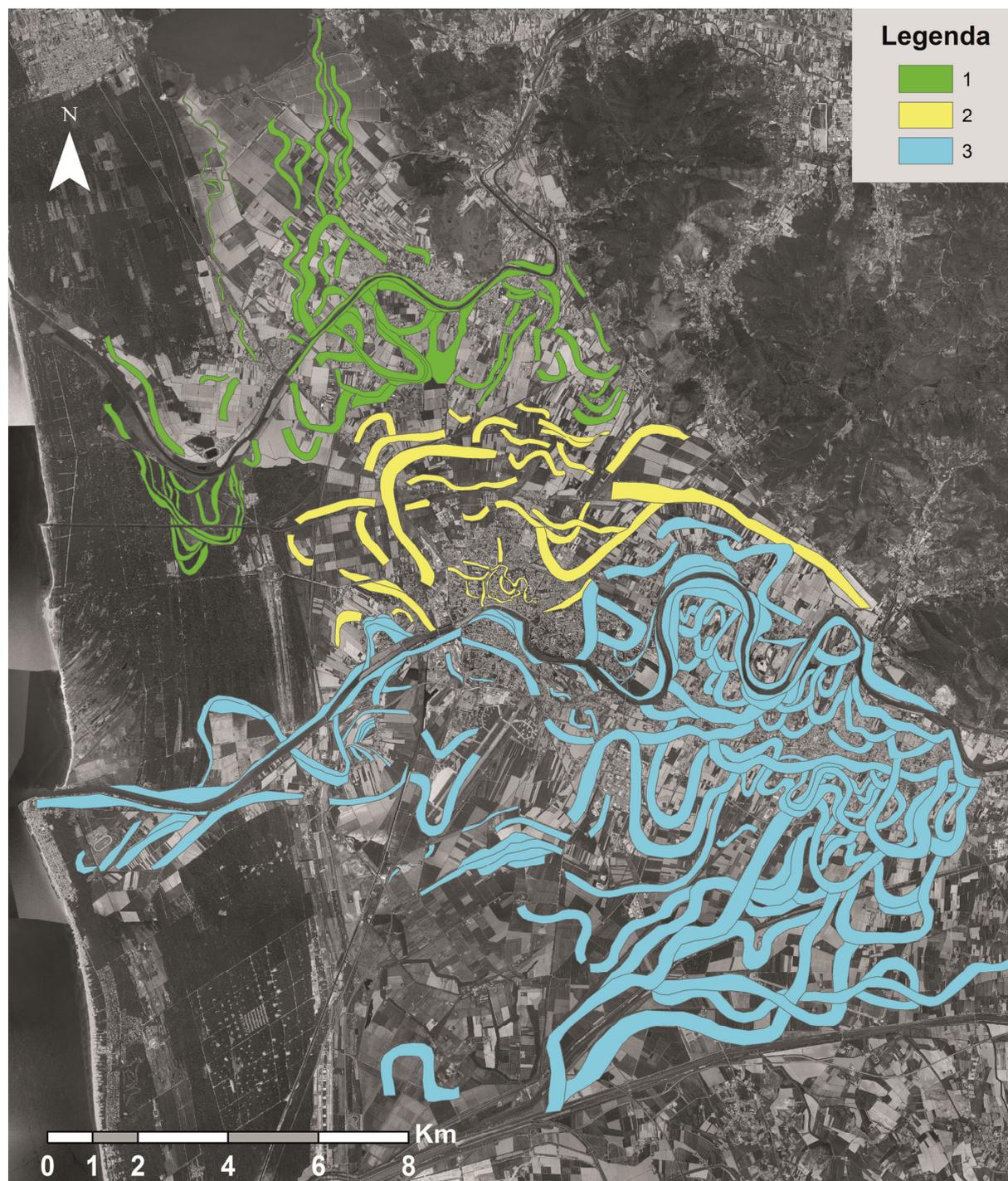
L'area a sud dell'Arno può essere distinta in due settori, quello orientale con elevata densità di tracce e quello occidentale, a ridosso dei cordoni litoranei più interni, in cui si ha la minima concentrazione delle tracce.

I paleoalvei identificati nel settore orientale, sono rappresentativi della nota e progressiva migrazione dell'Arno da sud a nord (FEDERICI MAZZANTI 1988, DELLA ROCCA *et alii* 1987): dall'area oggi occupata dal Canale Scolmatore all'attuale tracciato dell'Arno.

Nel settore occidentale, mano a mano che ci si avvicina a Coltano le tracce tendono a diventare illeggibili. La minima densità delle tracce in quest'area può essere messa in relazione con la presenza di aree palustri persistenti documentate a partire dall'alto medioevo (BERTI RIZZO 2004, GATTIGLIA 2011) e protrattasi almeno fino al basso medioevo (*Tumulus*). L'estensione nell'altomedioevo di quest'area palustre può aver influenzato la bassa leggibilità delle tracce nel settore orientale, dove infatti si registrano diversi paleoalvei, ma con un grado di attendibilità prevalentemente basso. Inoltre, l'azione esplicata in quest'area dall'alto morfologico corrispondente alle sabbie di Coltano, la cui genesi è tutt'oggi altamente dibattuta, risulta di difficile interpretazione per quanto concerne un suo possibile condizionamento dell'evoluzione idrografica a sud dell'Arno e sarà oggetto del proseguo di queste ricerche.

#### 9.2.5 Conclusioni

Questo lavoro costituisce una base di partenza per lo studio dei paleoalvei della pianura di Pisa. Esso ha consentito, infatti, di identificare un gran numero di tracce, distinte per grado di attendibilità, in funzione della loro ricorrenza nei diversi anni di ripresa aerea, dimostrando come la fotointerpretazione non possa prescindere, per scopi di questo tipo, dall'analisi multitemporale. Se infatti questo studio si fosse basato esclusivamente sull'osservazione di immagini relative ad



9.19. Suddivisione delle tracce identificate in tre gruppi: 1) quelle di probabile pertinenza del Fiume Serchio, 2) quelle di attribuzione incerta, 3) quelle di probabile pertinenza del Fiume Arno.

un limitato numero di voli, la maggior parte dei tracciati qui osservati non sarebbe stata identificata e tutte le tracce sarebbero risultate ugualmente attendibili.

Lungi dal voler presentare un quadro esaustivo della paleoidrografica della pianura pisana, que-

sto lavoro si propone di definire una metodologia di studio integrato applicabile ad altre aree ed di individuare in via preliminare alcuni problemi aperti, in aree chiave di questo territorio. In particolare, il quadro complessivo che ne deriva suggerisce alcune considerazioni preliminari da te-

nere presenti nel prosieguo della ricerca. Anzitutto, le tracce identificate possono essere suddivise in tre gruppi: due appartenenti rispettivamente ai bacini idrografici dell'Arno e del Serchio, il terzo di attribuzione incerta (Fig. 9.19).

L'attribuzione di ciascuna traccia ai primi due gruppi è stata effettuata in base alla geometria dei tracciati fluviali. Ciascuna famiglia di tracce sembra rappresentare, in una o più sequenze, i diversi tracciati che il rispettivo corso d'acqua ha naturalmente acquisito nel tempo, in un contesto morfoclimatico relativamente costante. Infatti la tipologia meandriforme dei corsi d'acqua è rimasta costante ed i tratti più rettilinei rappresentano testimonianze di una delle fasi della naturale evoluzione di un meandro o dell'intervento antropico. La minore sinuosità degli alvei attuali di Arno e Serchio, rispetto all'accentuata articola-

zione di alcune delle tracce, è presumibilmente da attribuirsi alla riduzione delle portate e del carico solido di questi corsi d'acqua, ma anche ai secolari condizionamenti al libero sviluppo dei loro tracciati operati dall'uomo. Dal punto di vista geomorfologico, comunque, non si notano evoluzioni tipologiche dei corsi d'acqua.

Le tracce appartenenti al terzo gruppo dovranno essere attentamente verificate attraverso l'incrocio con dati di sottosuolo. L'integrazione di queste osservazioni con i dati derivanti da telerilevamento, da indagini di sottosuolo (con particolare riguardo alla geochimica) e geofisiche consentirà di validare o confutare le ipotesi e di ricostruire l'andamento della paleo-rete idrografica e la sua evoluzione nel tempo.

[M. B., M. C., M. P.]

# Appendice

Si presentano di seguito i lemmi utilizzati nei diversi livelli di categorizzazione. I termini dei livelli I, II e III sono rappresentati correlati nella tabella 1; i termini del livello IV compaiono nella tabella 2 a seguire.

Tabella n. 1

I Livello	II Livello	III Livello
Area agricola/ortiva	Sistemazione agraria/Centuriazione	Argine fluviale
		Canale
		Colmata
		Confine
		Fosso
		Terrazzamento
		Terreno agricolo
		Terreno ortivo
	Orto	Recinzione
		Terreno ortivo
	Complesso agricolo/villa rustica	Ambienti/vani
		Cantiere
		Cantina vinicola
		Casa colonica
		Fienile
		Frantoio
		Ovile
		Pars fruttuaria
		Pars rustica
		Pars urbana
Pollaio		
Porcile		
Stalla		
Area produttiva	Lavorazione dei metalli	Cantiere
		Oreficeria
		Struttura non identificata
		Strutture per la produzione del ferro
		Strutture per la produzione del piombo
		Strutture per la produzione del rame
		Strutture per la produzione del rame/campane
		Zecca
		Lavorazione dell'argilla
	Cava/coltivazione argilla	
	Strutture per la produzione di ceramica	
	Strutture per la produzione di ceramica e laterizi	
	Strutture per la produzione di laterizi	

*segue*

segue

I Livello	II Livello	III Livello
	Lavorazione delle pelli/tessuti	Conceria
		Calzaturificio
		Fullonica/gualchiera
		Laneria
		Pellicceria
		Sartoria
		Tessitoria
		Tintoria
	Lavorazione della pietra	Calcara
		Cava/coltivazione pietra
		Industria litica
		Produzione manufatti litici
	Lavorazione alimentare	Cantiere
		Cantina vinicola
		Caseificio
		Frantoio
		Macello
Mulino		
Lavorazione del vetro	Vetreria	
	Falegnameria	
Lavorazione del legno		
Lavorazione industriale	Industria farmaceutica	
	Industria chimica	
	Industria meccanica	
Lavorazioni non identificata	Cantiere	
	Strutture legate a lavorazione non identificata	
Area ad uso privato	complesso abitativo	Accampamento
		Cantiere
		Insula
		Insediamiento
		Quartiere
	edificio abitativo	Abitazione
		Cantiere
		Capanna
		Casa rurale
		Casa-torre
		Corte
		Domus
		Focolare
		Palafitta
	Palazzo	
Aree non edificate	Villa urbana	
	Giardino privato	
Area funeraria	Area cimiteriale	Spiazzo
		Ad incinerazione
	Tomba/e	Ad inumazione
		Ad incinerazione
		Ad inumazione
Aree ad uso pubblico	Edificio ludico	Non determinabile
		Anfiteatro
		Campo sportivo

segue

segue

I Livello	II Livello	III Livello
		Cantiere
		Cinema
		Circo
		Ippodromo
		Palestra
		Stadio
		Teatro
	Edificio politico/amministrativo	Basilica
		Cantiere
		Carcere
		Comizio
		Curia
		Curtis
		Foro
		Palazzo
		Sede di corporazione
		Edificio igienico/sanitario
	Cantiere	
	Latrina	
	Ospedale	
	Terme	
	Luogo di culto	Area sacra
		Battistero
		Campanile
		Cantiere
		Cappella
		Chiesa
Edicola votiva		
Monastero		
Oratorio		
Santuario		
Sinagoga		
Tempio		
Area non edificata	Giardino/parco pubblico	
	Spiazzo ad uso pubblico	
Edificio scolastico/didattico	Asilo	
	Biblioteca/archivio	
	Museo	
	Scuola	
Struttura celebrativa	Università	
	Arco	
Infrastrutture	Infrastruttura idraulica	Monumento
		Acquedotto
		Argine
		Cantiere
		Fontana /ninfeo
		Lavatoio
		Pozzo
		Sistema acque chiare
		Sistema acque scure
		Vasche di raccolta

segue

segue

I Livello	II Livello	III Livello
	Infrastruttura viaria	Cantiere
		Ferrovia
		Mansio
		Piazza
		Ponte
		Ospitale
		Stazione ferroviaria
		Stazione di posta
		Strada
		Strada centuriale
		Viale
		Vicolo
		Infrastruttura portuale/navigazione
	Cantiere	
	Cantiere navale	
	Porto fluviale	
	Porto marittimo	
	Scalo/approdo	
	Via d'acqua	
	Infrastruttura di immagazzinamento	Cantiere
		Horreum
		Magazzino
		Magazzino sotterraneo
Infrastruttura di servizio	Officina	
	Distributore di carburante	
	Scuderia	
	Stalla	
Infrastruttura di smaltimento	Discarica organizzata	
Infrastruttura di erogazione	Rete elettrica	
	Rete gas	
	Rete telecomunicazioni	
Area con funzione militare	Struttura difensiva	Cantiere
		Fortezza
		Mura
		Torre
	Struttura di accuartieramento	Accampamento militare
		Cantiere
		caserma
Strutture non determinate	Non determinato	Cantiere
		Strutture
Frequentazione	Frequentazione/presenza	Non determinata
		Reperti mobili
		Tracce d'uso
Non luogo	Area defunzionalizzata	Abbandono
		Distruzione
		Obliterazione
		Spoliazione
Area commerciale	Struttura di vendita	Bar
		Bottega/taberna
		Cantiere

segue

segue

I Livello	II Livello	III Livello
		Macellum
		mercato
		Osteria
		Postribolo
		Termopolium/caupona
		Struttura ricettiva
Contesto naturale	Ambiente marino/costiero	Cantiere
		Locanda
		Baia
		Canale distributore
		Cordone litoraneo
		Intercordone
		Lacustre e palustre
		Laguna
		Spiaggia emersa
		Spiaggia sommersa
	Subdelta	
	Terrazzo marino	
	Ambiente eolico	Area di deflazione eolica
		Duna
		Retroduna
	Ambiente fluviale	Area di tracimazione
		Area di impaludamento
		Canale
		Conoide alluvionale
		Lacustre
		Piana inondabile
		Terrazzo fluviale
	Ambiente lacustre	Area palustre continentale
	Ambiente antropico	Cava
		Colmata
		Difese costiere
		Miniera
		Riporto

Tabella n. 2 Thesaurus IV Livello

acciottolato	con tombe terragne
affresco	condutture
aiuola	cordolo
altare	cortile
ancora	crogiuolo/i
apodyterium	cucina
ara di spremitura	dark earth
aratura	deposito (attrezzi)
area pavimentata/lastricata	deposito argilla torbosa
argine in legno/pietra	deposito argilloso
argine in muratura	deposito argilloso beige
argine in terra	deposito argilloso beige-screziato ocra
armeria	deposito argilloso grigio-azzurro
armi	deposito argilloso limoso
attrezzi	deposito argilloso sabbioso
banchina/strutture portuali	deposito di sabbie grossolane
basi arbores/stipites	deposito ghiaioso
bassofuoco	deposito limoso
bastione	deposito limoso-sabbioso
battuto	deposito sabbioso
bertesca	discarica domestica
bottino	dolium/dolia
buca	elementi architettonici
buca/buche di palo	epigrafe funeraria
buche pontaie	epigrafici
calidarium	facciata
canaletta/e	faro
cannoniera	faunistici
cantina	finestra/e
carboni	focolare
carico di imbarcazione	fognatura
castellum aquae	fondazione/preparazione
celle	fondo di capanna
cenotafio	fondo di fornace
ceramici	fontana
chiasso	forgia
chiostro	fornace
chiusa	forno
cippo/i	forno da pane
cista litica	fossa di drenaggio
cisterna	fossa di fusione
colonna	fossa di gettata
con tombe a camera	fossa rituale
con tombe a cassa di tegole	fossato
con tombe a cassa litica	fosso
con tombe a tumulo	frigidarium
con tombe alla cappuccina	incanniccato

ingresso	piloni
intonaco/i	polveriera
intonaco/i dipinto/i	ponte
ipocausto	ponte levatoio
iscrizione	porta
laterizi	porticato
latrina	porticato/loggia
lavatoio	portico/i
lignei	postierla
litici	pozzo
loggia	pozzo artesiano
macerie/crollo	pozzo nero
macina	praeurnium
magazzino	preparazione pavimentale
malta	preparazione stradale
mangiatoia	prodotti finiti
manto ammattonato	rasatura
manto asfaltato	recinzione lignea
manto basolato	recinzione murata
manto con materiali eterogenei	relitto di imbarcazione
manto glareato	resti di fauna
manto in terra	resti di pasto
manto selciato	rialzamento/livellamento
marciapiede	rifiuti
marginie	risega di fondazione
marmorei	sarcofago
materiali in superficie	scala
materie prime	scantinato
matrici	scarti di lavorazione
metallici	scarti di produzione
mola	scorie di produzione
monumento funerario	scuderie
muro a secco	sedimenti di colmata
nicchia	sedimenti immersi
numismatici	sedimenti organici
ormeggi	segnacolo
ossario	semilavorati
ossei lavorati	silos
osteologici	Soglia
palo/i ligneo/i	solaio
panchina	sorgente
pergolato	specus
pesi da telaio	sponda
piano di calpestio	stalla
piano pavimentale	statua
piastra arrostitimento	stipe
pigmento	strati organici
pilastro/i	struttura lignea

struttura muraria  
struttura/e perimetrale/i  
superficie di erosione  
suspensurae  
taglio per essenze  
taglio per messa a dimora  
tamponamento  
tasca  
tasca per decantazione  
tepidarium  
termine Cippo  
terrapieno  
terreno di riporto  
tessere mercantili  
tetto  
tettoia  
tomba/e  
tomba/e a cassa di tegole  
tomba/e a cassa litica  
tomba/e a terragna/e  
tomba/e a tumulo

tomba/e alla cappuccina  
tomba/e in cassa lignea  
tomba/e in contenitore fittile  
torchio  
torre  
tracce del tornio  
tracce di cava  
tracce di irrigazione  
trave/i  
traversina/e  
trogolo  
tubazione  
tuyere  
urna cineraria  
vari/non determinato  
vasca  
vasche per la calce  
vera  
vitrei  
volta

Tabella n. 3

re



COMUNE DI PISA



## ACCORDO PER LA DISCIPLINA DEI RAPPORTI

tra il

**MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI** (d'ora innanzi denominato Ministero), nelle sue articolazioni periferiche:

- DIREZIONE REGIONALE PER I BENI CULTURALI E PAESAGGISTICI DELLA TOSCANA (d'ora innanzi denominata Direzione Regionale), con sede in Lungarno Anna Maria Luisa de' Medici 4, 50122 Firenze, rappresentata dal Direttore, dr. Maddalena Ragni,
- SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI DELLA TOSCANA (d'ora innanzi denominata Soprintendenza BA) con sede in via della Pergola 65, 50121 Firenze, rappresentata dal Soprintendente dr. Mariarosaria Barbera,
- SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHITETTONICI, PAESAGGISTICI, ARTISTICI, STORICI ED ETNOANTROPOLOGICI PER LE PROVINCE DI PISA E LIVORNO (d'ora innanzi denominata Soprintendenza BAPSAE), con sede in Lungarno A. Pacinotti 46, 56126 Pisa, rappresentata dal Soprintendente arch. Agostino Bureca,

il

**COMUNE DI PISA**, con sede in Lungarno C. Gambacorti, 56125 Pisa (d'ora innanzi denominato Comune), rappresentato dal dirigente, arch. Gabriele Berti,

e il

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ARCHEOLOGICHE DELL'UNIVERSITÀ DI PISA** con sede in via L. Galvani 1, 56126 Pisa (d'ora innanzi denominato Dipartimento), rappresentato per la firma del presente atto, ai sensi all'art. 58, comma 4 del Regolamento di Ateneo per l'amministrazione, la finanza e la contabilità emanato con D.R. n. 13745 del 08/10/2008, dal Direttore del Dipartimento prof. Marisa Bonamici,

premesso che

- a) il Dipartimento, in qualità di capofila di un gruppo di ricerca dell'Università di Pisa di cui fanno parte anche i Dipartimenti di Scienze della Terra e di Matematica della stessa Università, ha presentato un progetto dal titolo *MAPPA - Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico: la carta dell'area urbana di Pisa* (da qui in avanti denominato MAPPA), che si propone di elaborare strumenti di calcolo predittivo del potenziale archeologico dell'area urbana di Pisa;
- b) il progetto MAPPA è stato finanziato dalla Regione Toscana, PAR FAS, Linea di Azione 1.1.a.3, Ambito disciplinare: Scienze e tecnologie per la salvaguardia e la valorizzazione dei beni culturali;
- c) il Ministero e il Comune già durante la fase di preparazione del progetto avevano manifestato interesse all'iniziativa, in considerazione delle tematiche trattate e delle potenzialità del progetto che si configura come strumento di ricerca scientifica, di tutela e di pianificazione urbanistica;
- d) la Direzione Regionale, con nota prot. 2242 del 31/03/2010, ha fatto presente la necessità di dettagliare le modalità di collaborazione tra i soggetti coinvolti, al fine di stabilire un coerente legame tra

M G

CB

1

gli obiettivi del progetto e le esigenze delle istituzioni preposte alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio culturale;

e) le Amministrazioni Pubbliche, ai sensi dell'art. 15 della Legge 7 agosto 1990, n. 241, possono concludere accordi per disciplinare lo svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune, in conformità ai principi generali dell'attività amministrativa improntati a criteri di economicità e di efficacia;

f) ai sensi dell'art. 118 del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, il Ministero, le Regioni e gli altri enti pubblici territoriali, anche con il concorso delle Università e di altri soggetti pubblici e privati, realizzano, promuovono e sostengono, anche congiuntamente, ricerche, studi ed altre attività conoscitive aventi ad oggetto il patrimonio culturale;

g) ai sensi dell'art. 17 comma 1 del D.P.R. 233/2007 e s.m.i. la Direzione Regionale cura i rapporti del Ministero con le Regioni, gli Enti Locali e le altre istituzioni presenti nella Regione e che ai sensi del medesimo D.P.R., art. 17 comma 2, lettera aa, promuove l'organizzazione di studi, ricerche e iniziative culturali, anche in collaborazione con le Regioni, le Università e le istituzioni culturali e di ricerca;

h) le Soprintendenze BA e BAPSAE, competenti per territorio, ai sensi della normativa vigente, esercitano funzioni e attività di tutela e valorizzazione sul patrimonio archeologico, storico-artistico, architettonico e paesaggistico;

i) è in essere dal 2001 una Convenzione quadro fra la Soprintendenza BA e l'Università di Pisa finalizzata alla collaborazione nella ricerca e nella didattica archeologica;

l) presso il Dipartimento e negli altri due Dipartimenti coinvolti nel progetto esistono le competenze e le strutture necessarie allo svolgimento della ricerca;

concordano quanto segue

#### Articolo 1 – *Obiettivi e finalità della collaborazione*

Il Dipartimento, la Direzione Regionale, le Soprintendenze BA e BAPSAE e il Comune convengono di stabilire un rapporto di collaborazione volto alla realizzazione del progetto di ricerca denominato *M.A.P.P.A. Metodologie Applicate alla Predittività del Potenziale Archeologico: la carta dell'area urbana di Pisa*.

La collaborazione, considerando che il Dipartimento e le Soprintendenze BA e BAPSAE svolgono istituzionalmente ricerche nel campo dei beni archeologici e storico-artistici pre- e protostorici, etruschi, romani, tardo antichi, medievali e moderni e sono specializzate nello studio dei materiali di varia natura da esse provenienti con specificità e competenze complementari, e che la Direzione Regionale e il Comune svolgono istituzionalmente compiti di pianificazione e controllo del territorio, potrà portare a risultati proficui nella realizzazione della Mappa di potenziale archeologico dell'area urbana di Pisa.

#### Articolo 2 – *Impegno degli Enti sottoscrittori*

Nell'ambito della collaborazione disciplinata dal presente accordo,

il Dipartimento si impegna a

- coordinare le ricerche per la realizzazione della mappa di potenziale archeologico, cui parteciperanno anche ricercatori dei Dipartimenti di Scienze della terra e di Matematica dell'Università di Pisa, nel pieno rispetto degli accordi sottoscritti con la Regione Toscana;
- effettuare la catalogazione dei dati utilizzando schede capaci di garantire l'interoperabilità e la condivisione dei dati con le banche dati del MiBAC, in particolare il sistema SIGEC;
- realizzare, nell'ambito del *database* destinato alla pubblicazione *on-line*, uno o più *layers* dedicati alla definizione, al posizionamento e alla descrizione dei vincoli di tutela, sulla base dei dati che saranno forniti dalla Direzione Regionale;
- dotare gli altri Enti sottoscrittori del presente accordo di un accesso completo e diretto alla piattaforma GIS *on-line* (l'accesso a soggetti esterni agli Enti sottoscrittori sarà invece circoscritto a determinati contenuti, che saranno precisati dal Comitato di Gestione (di cui al punto 2.1 "Struttura di gestione e procedure" del Formulatio del progetto M.A.P.P.A) e approvati dal Comitato scientifico, nel pieno rispetto degli accordi sottoscritti con la Regione Toscana;

la Direzione Regionale si impegna a

*me*

- garantire il collegamento fra le strutture centrali e quelle periferiche del MiBAC e a fornire comunicazioni e informazioni in relazione al presente accordo;
- effettuare una ricognizione dei provvedimenti di tutela esistenti sull'area oggetto della ricerca e a operare, di concerto con le competenti Soprintendenze, in caso di necessaria revisione e/o aggiornamento di tali provvedimenti;
- prendere contatti, qualora se ne ravvisi la necessità, con l'ICCD allo scopo di ottenerne supporto e collaborazione nella messa a punto di schede capaci di garantire l'interoperabilità e la condivisione dei dati con le banche dati del MiBAC, in particolare con il sistema SIGEC;

le **Soprintendenze BA** e **BAPSAE** si impegnano a

- consentire ai ricercatori impegnati nel progetto l'accesso ai loro archivi e alle banche dati inerenti scavi, rinvenimenti, monumenti ed edifici storici, con l'eccezione degli archivi e inventari patrimoniali e catalografici relativi ai beni mobili, e a consentire la consultazione e la riproduzione della documentazione (descrittiva, grafica e fotografica) conservata presso i propri uffici, esclusivamente per le finalità dichiarate e fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente, soprattutto in materia di trattamento dei dati personali e di proprietà intellettuale;
- fornire i parametri, le specifiche, la consulenza e l'appoggio necessario affinché il sistema di schedatura dei dati che sarà messo a punto nell'ambito del progetto MAPPa sia in grado di garantire l'interoperabilità e la condivisione dei dati con le banche dati del MiBAC, in particolare con il sistema SIGEC;

la **Soprintendenza BA** si impegna altresì a

- assumere la direzione scientifica di uno scavo archeologico come test sperimentale dell'efficacia del prototipo di modello del potenziale archeologico urbano, da effettuare, come previsto dal Formulario del Progetto MAPPa, in collaborazione con il Dipartimento e con il Comune. Le modalità di tale lavoro, i tempi e i luoghi saranno oggetto di un atto a parte, da definire;

il **Comune** si impegna a

- consentire a un incaricato del Dipartimento il libero e accesso a titolo gratuito al Catasto, attraverso la società SEPI, e ai propri archivi (storico e corrente) dei progetti di edilizia pubblica e privata, allo scopo di permettere il censimento e la mappatura georeferenziata dei "vuoti stratigrafici", così come indicato dal formulario del progetto MAPPa;
- fornire tutto il materiale documentario in suo possesso (compreso quello di cui entrerà in possesso nei due anni di svolgimento del progetto MAPPa) che possa essere utile a realizzare una cartografia geomorfologica di dettaglio del territorio comunale di Pisa basata su modello digitale del terreno ad alta risoluzione (in particolare dati LIDAR, immagini da satellite, immagini aeree in formato cartaceo e digitale, eventualmente georeferenziate ed ortorettificate, cartografia di base e tematica a carattere ambientale prodotta da/per il Comune stesso), esclusivamente per le finalità dichiarate e fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente, soprattutto in materia di trattamento dei dati personali e di proprietà intellettuale;
- produrre la Carta Archeologica e la Carta di Potenziale Archeologico dell'area urbana di Pisa;
- fornire a proprie spese il supporto tecnico/amministrativo (compreso il piano di sicurezza) e logistico all'esecuzione di un sondaggio esplorativo di carattere archeologico come test sperimentale dell'efficacia del prototipo di modello del potenziale archeologico urbano. Le modalità di tale lavoro, i tempi e i luoghi saranno oggetto di un ulteriore accordo da stipulare nell'ambito del presente accordo.

**Tutti gli Enti sottoscrittori** si impegnano infine a

- costituire un Comitato Scientifico, di cui faranno parte, oltre ai membri del Comitato di gestione del progetto, il Direttore Regionale, i Soprintendenti BA e BAPSAE, il dirigente del Comune di Pisa e i Responsabili della collaborazione di cui al presente atto, nominati dagli Enti sottoscrittori. Il Comitato Scientifico avrà funzioni consultive e il compito di monitorare collegialmente l'andamento del progetto sulla base dei Report prodotti dal Comitato di gestione e posti all'attenzione degli Enti sottoscrittori. Per questo, si prevede di stabilire un'agenda d'incontri con riunioni da calendarizzare con regolarità, indicativamente prima delle scadenze previste dal Formulario di progetto per la pubblicazione dei Report, nel pieno rispetto degli accordi sottoscritti dal Dipartimento con la Regione Toscana.

### Articolo 3 – Responsabili dell'accordo

Il Dipartimento indica quale proprio Responsabile della collaborazione di cui al presente atto la

3

*CB*

*DR*

*U*

me

prof. M. Letizia Gualandi, professore associato, docente di *Metodologie della ricerca archeologica* nell'Università di Pisa e presidente del Corso di Laurea in Scienze dei Beni culturali.

La Direzione Regionale indica quale proprio responsabile della collaborazione di cui al presente atto la dr. Anna Patera.

La Soprintendenza BA indica quale proprio responsabile della collaborazione di cui al presente atto per la carica pro tempore il funzionario responsabile del territorio di Pisa, dr. Andrea Camilli.

La Soprintendenza BAPSAE indica quale proprio responsabile della collaborazione di cui al presente atto per la carica pro tempore il funzionario responsabile del territorio di Pisa, arch. Marta Ciafaloni.

Il Comune indica quale proprio responsabile della collaborazione di cui al presente atto per la carica pro tempore il responsabile della Direzione Urbanistica e mobilità, arc. Gabriele Berti.

L'eventuale sostituzione del Responsabile della collaborazione di una delle parti dovrà essere comunicata tempestivamente e per iscritto alle altre parti.

#### Articolo 4 - *Regime dei risultati della collaborazione scientifica*

I risultati dell'attività di ricerca, intesi come prodotto informatico e tecnologico finale, in base a quanto previsto dalla convenzione stipulata fra il Dipartimento e la Regione Toscana, ente erogatore del finanziamento PAR FAS che consente la realizzazione del progetto *MAPPA*, saranno di proprietà del Dipartimento e della Regione; la Direzione Regionale, le Soprintendenze BA e BAPSAE e il Comune ne disporranno liberamente, con il solo obbligo di citare, nelle eventuali pubblicazioni, che si tratta di risultati scaturiti dalla collaborazione fra l'Università di Pisa e la Regione Toscana.

L'uso eventuale di immagini di proprietà di terzi, se inserite all'interno del *database on-line*, dovrà essere autorizzato, tramite opportuna liberatoria, dai proprietari dei diritti d'immagine. Per le immagini di proprietà dello Stato, l'uso delle immagini è concesso al Dipartimento, nell'ambito del progetto, senza gli oneri di cui all'art. 108 del Codice dei Beni Culturali; tale autorizzazione non può essere ceduta a terzi.

Le immagini di proprietà dello Stato, se inserite negli archivi *on-line*, devono essere a bassa risoluzione e marcate da scritta in sovrapposizione, così da garantire la proprietà, rispetto ad eventuali usi non istituzionali da parte di terzi, in caso di scaricamento/salvataggio dalla rete.

Il Dipartimento, in qualità di soggetto capofila e in coerenza con gli obiettivi del progetto (cfr. parte 5 del Formulario di progetto – questioni etiche), si impegna a verificare tutte le situazioni inerenti la proprietà e il diritto d'uso di tutti i dati (testi e immagini) utilizzati per la realizzazione delle banche dati destinati alla pubblicazione *on-line*, si fa garante della corretta attribuzione dei titoli e delle fonti e sarà responsabile di eventuale pubblicazione e diffusione di materiale non autorizzato o su cui vengano sollevate contestazioni in merito al diritto di pubblicazione.

I contraenti s'impegnano a non utilizzare il nome e/o il logo delle altre istituzioni, fatti salvi specifici accordi fra le parti.

#### Articolo 5 - *Oneri connessi all'attuazione dell'accordo*

Gli oneri finanziari connessi allo svolgimento della ricerca oggetto della collaborazione, restano a carico di ciascuno dei contraenti per la propria parte.

Il presente accordo non comporta alcun onere per il Dipartimento in conseguenza dell'utilizzo di strutture, attrezzature e personale resi disponibili dalla Direzione Regionale, dalle Soprintendenze BA e BAPSAE e dal Comune ai fini dell'attuazione del progetto.

#### Articolo 6 - *Copertura assicurativa*

Il Dipartimento garantisce la copertura assicurativa contro gli infortuni e per responsabilità civile del proprio personale impegnato nelle attività oggetto del presente accordo.

La Direzione Regionale, le Soprintendenze BA e BAPSAE e il Comune garantiscono analoga copertura assicurativa ai propri dipendenti o collaboratori che collaboreranno allo svolgimento delle suddette attività.

#### Articolo 7 - *Individuazione dei soggetti cui competono gli obblighi previsti dal Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.*

CS      DLR      M

Al fine di garantire la tutela della salute e la sicurezza del personale universitario e dei soggetti ad esso equiparati, così come di quello della Direzione Regionale, delle Soprintendenze BA e BAPSAE e del Comune che collaboreranno alla realizzazione del progetto MAPPA, le parti concordano che quando il personale di un Ente si reca presso la sede di un altro Ente per le attività di collaborazione, il responsabile della sede ospitante, sulla base delle risultanze della valutazione dei rischi di cui all'art. 28 del D.lgs. 81/08, garantisce alle persone sopra citate l'applicazione:

- delle misure generali e specifiche per la protezione della salute dei lavoratori, nonché gli ulteriori adempimenti che la legislazione vigente in materia di prevenzione, sicurezza e tutela della salute pone a carico del datore di lavoro;
- degli adempimenti in materia di prevenzione e protezione incendi, con particolare riguardo alla gestione di eventuali situazioni di emergenza.

Si precisa che la tipologia di attività prevista dal presente accordo e le modalità di svolgimento escludono l'ipotesi di rischi interferenziali per i lavoratori dei vari Enti che collaborano alla realizzazione del progetto MAPPA. In ogni caso, prima dell'inizio della collaborazione, gli Enti interessati dovranno scambiarsi informazioni sui rischi specifici esistenti negli ambienti in cui sono destinati ad operare e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate in relazione alla propria attività.

Il personale universitario e i soggetti a esso equiparati, nonché il personale della Direzione Regionale, delle Soprintendenze BA e BAPSAE e del Comune sono tenuti all'osservanza delle disposizioni in materia di prevenzione, sicurezza, tutela della salute dei lavoratori e adempimenti in materia di prevenzione e protezione incendi impartite dalla sede ospitante.

La modalità di elaborazione della valutazione dei rischi relativa allo «scavo archeologico come test sperimentale dell'efficacia del prototipo di modello del potenziale archeologico urbano», di cui all'art. 2 del presente accordo, sarà oggetto di un atto a parte da definire in seguito.

#### **Articolo 9 - Durata dell'accordo**

Il presente accordo entra in vigore alla data della sua sottoscrizione e avrà termine il 30 giugno 2013, data di chiusura del progetto e di scadenza per la consegna dei prodotti finali. Potrà però essere ridiscusso e rinnovato in funzione del mantenimento a regime e dell'aggiornamento della Mappa di Potenziale archeologico dell'area urbana di Pisa ed eventualmente in vista di un suo allargamento all'intera area comunale.

#### **Articolo 10 - Recesso e risoluzione dell'accordo**

Le parti hanno la facoltà di recedere dal presente accordo, ovvero di risolverlo consensualmente; il recesso deve essere esercitato mediante comunicazione scritta da inviare alle altre parti con raccomandata con avviso di ricevimento, con un preavviso di almeno 3 mesi.

Il recesso o la risoluzione consensuale non hanno effetto che per l'avvenire e non incidono sulla parte di accordo già eseguito.

#### **Articolo 11 - Trattamento dei dati personali**

L'Università provvede al trattamento, alla diffusione e alla comunicazione dei dati personali relativi al presente accordo nell'ambito del perseguimento dei propri fini istituzionali e di quanto previsto dal proprio Regolamento emanato in attuazione della legge n. 675/96, recante "Tutela delle persone e di altri soggetti rispetto al trattamento dei dati personali".

La Direzione Regionale, le Soprintendenze BA e BAPSAE e il Comune s'impegnano a trattare i dati personali provenienti dall'Università unicamente per le finalità connesse all'esecuzione del presente accordo.

#### **Articolo 12 - Controversie**

Per qualsiasi vertenza, che dovesse nascere dall'esecuzione del presente accordo, è competente a decidere il Foro di Pisa.

Le parti possono, tuttavia, definire amichevolmente eventuali controversie nascenti; in tal caso, il collegio arbitrale avrà sede in Pisa e sarà composto di cinque membri, nominati uno da ciascuna delle parti, che provvederanno a nominare fra loro un Presidente, di comune accordo.

**Articolo 13 - Registrazione e spese**

Il presente accordo sarà registrato solo in caso d'uso e a tassa fissa, ai sensi degli artt. 5 e 39 del DPR n. 131/86.

PER LA DIREZIONE REGIONALE  
il direttore, dr. Maddalena Ragni

Maddalena Ragni

PER LA SOPRINTENDENZA BA  
il soprintendente, dr. Mariarosaria Barbera

M. Barbera

PER LA SOPRINTENDENZA BAPSAE  
il soprintendente, arch. Agostino Bureca

Agostino Bureca

PER IL COMUNE DI PISA  
il responsabile della Direzione  
Urbanistica e mobilità, arch. Gabriele Berti

G. Berti

PER IL DIPARTIMENTO DI SCIENZE ARCHEOLOGICHE  
il direttore, prof. Marisa Bonamici

Marisa Bonamici

Pisa, 29 luglio 2011

# 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](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](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., PELLEGRINI 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](http://docenti2.unior.it/doc_db/doc_obj_18122_25-03-2011_4d8c69c14d60e.pdf)
- DEL SEPIA 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](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](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](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](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](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](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.refractor.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>.

Finito di stampare nel mese di giugno 2012  
con tecnologia *print on demand*  
presso il Centro Stampa "Nuova Cultura"  
p.le Aldo Moro n. 5, 00185 Roma  
[www.nuovacultura.it](http://www.nuovacultura.it)  
per ordini: [ordini@nuovacultura.it](mailto:ordini@nuovacultura.it)

[Int\_9788861348219\_A4col\_06]

[www.mappaproject.org/webgis](http://www.mappaproject.org/webgis)

31.00 EURO

