

# NEXT-GEN ARCHAEOLOGY

INNOVAZIONI E TRADIZIONI TECNOLOGICHE  
PER LO STUDIO DEL PASSATO

Atti delle Giornate di Studio  
“Archeologia e Nuove Tecnologie:  
dalla teoria ai protocolli esecutivi”  
(Siena, 25-27 ottobre 2023)

a cura di  
Stefano Bertoldi e Luca Luppino

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI  
Supplemento 13, 2025

*All'Insegna del Giglio*

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI



CNR – DIPARTIMENTO SCIENZE UMANE E SOCIALI, PATRIMONIO CULTURALE

ISTITUTO DI SCIENZE DEL PATRIMONIO CULTURALE

Rivista annuale open access e peer reviewed  
fondata da Mauro Cristofani e Riccardo Francovich  
già diretta da Paola Moscati (1990-2022)

Comitato Scientifico: Paola Moscati (coordinatore), Giovanni Azzena, Robin B. Boast, Julian Bogdani, Rodolfo Brancato, Francisco Burillo Mozota, Francesca Buscemi, Alessandra Caravale, Christopher Carr, Martin O.H. Carver, Enrico Crema, Francesco D'Andria, Alessandro Di Ludovico, François Djindjian, James E. Doran, José Antonio Esquivel Guerrero, Virginie Fromageot-Laniepce, Simone Garagnani, Andrea Gaucci, Antonio Gottarelli, Maria Pia Guermandi, Anne-Marie Guimier-Sorbets, Ian Hodder, F. Roy Hodson, Stephen Kay, Donna C. Kurtz, Emma Lazzeri, Daniele Manacorda, Costanza Miliani, Tito Orlandi, Clive R. Orton, Maria Cecilia Parra, Alessandra Piergrossi, Alban-Brice Pimpaud, Jonathan Prag, Xavier Rodier, Francesco Roncalli di Montorio, Bernardo Rondelli, Irene Rossi, Grazia Semeraro, Paolo Sommella, Gianluca Tagliamonte, Marco Valenti, Marc Vander Linden, Valeria Vitale

Direttore responsabile: Alessandra Caravale

Redazione ed Editing: Claudio Barchesi, Letizia Ceccarelli, Antonio D'Eredità, Andrea Di Renzoni, Giacomo Mancuso, Erika Tedino

Policy and Guidelines: <http://www.archcalc.cnr.it/pages/guidelines.php>

Autorizzazione del presidente del Tribunale di Firenze n. 3894 del 6/11/1989

Indirizzo Redazione: Rivista «Archeologia e Calcolatori», CNR – ISPC, Area della Ricerca di Roma 1, Via Salaria Km 29,300, 00015 Monterotondo Stazione (RM)  
Tel. +39.06.90672670 – Fax +39.06.90672818  
E-mail: [redazioneac.ispc@ispc.cnr.it](mailto:redazioneac.ispc@ispc.cnr.it)  
<http://www.archcalc.cnr.it/>

Edizione e distribuzione: Edizioni ALL'INSEGNA DEL GIGLIO s.a.s.,  
Via Arrigo Boito 50-52, 50019 Sesto Fiorentino (FI)  
Tel. +39.055.6142675  
E-mail: [redazione@insegnadelgiglio.it](mailto:redazione@insegnadelgiglio.it) – [ordini@insegnadelgiglio.it](mailto:ordini@insegnadelgiglio.it)  
<https://www.insegnadelgiglio.it/>

NEXT-GEN ARCHAEOLOGY.  
INNOVAZIONI E TRADIZIONI TECNOLOGICHE  
PER LO STUDIO DEL PASSATO

Atti delle Giornate di Studio  
“Archeologia e Nuove Tecnologie:  
dalla teoria ai protocolli esecutivi”  
(Siena, 25-27 ottobre 2023)

a cura di  
Stefano Bertoldi e Luca Luppino

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI  
Supplemento 13, 2025

*All'Insegna del Giglio*

Volume realizzato grazie al contributo del Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali dell'Università degli Studi di Siena e del Fondo Open Access dell'Università degli Studi di Siena



**UNIVERSITÀ  
DI SIENA**  
1240

DIPARTIMENTO DI  
**SCIENZE STORICHE  
E DEI BENI CULTURALI**  
— DSSBC  
\*ECCELLENZA 2023-2027

Si ringrazia la Rivista «Archeologia e Calcolatori» e in particolare la Dott.ssa P. Moscati e la Dott.ssa A. Caravale per il contributo scientifico ed editoriale fornito alla pubblicazione.

Realizzazione grafica della sovracoperta di Marcello Bellisario

Rivista «Archeologia e Calcolatori» (ISSN 1120-6861, e-ISSN 2385-1953)

Supplementi (ISSN 2385-202X, e-ISSN 2385-2038)

ISBN 978-88-9285-308-9, e-ISBN 978-88-9285-309-6

La rivista «Archeologia e Calcolatori» e i Supplementi adottano un processo di peer review.

© 2025 – All’Insegna del Giglio s.a.s.

[www.insegnadelgiglio.it](http://www.insegnadelgiglio.it)

Stampato a Sesto Fiorentino (FI)

*BDprint, dicembre 2025*

## INDICE

STEFANO BERTOLDI, LUCA LUPPINO, <i>Introduzione</i>	7
Sezione 1. LA GESTIONE DEL DATO ARCHEOLOGICO	
CHIARA CASOLINO, <i>La trasformazione che conta. Dall'analisi archeologica alla definizione numerica dei processi evolutivi urbani</i>	13
JONAS GREGORIO DE SOUZA, MARCO MADELLA, MARCO MODERATO, ALAN TAPSCOTT BALTAR, SHADDAI HEIDGEN, SEBASTIAN FAJARDO, JUAN CARLOS VARGAS RUIZ, EDUARDO GÓES NEVES, ANDRÉ STRAUSS, <i>New technologies for the preservation of pre-Columbian archaeological heritage in South America: the MAPHSA Project</i>	29
ALFONSO FORGIONE, ROBERTO MONTAGNETTI, <i>Tecnologie e metodologie per l'acquisizione, la gestione e la valorizzazione dei dati di scavo nei progetti archeologici dell'Università degli Studi dell'Aquila</i>	37
GABRIELE GATTIGLIA, <i>Materialità, incantamento e bias. Verso un uso consapevole dell'IA in archeologia</i>	51
NICOLA LAPACCIANA, LUCA CIAVATTINI, <i>Laser-Aided Profiler e ceramica bizantina: relazione preliminare su metodi e pratiche per lo studio della ceramica di Gortina di Creta</i>	65
CRISTINA MENGHINI, <i>One to many: analisi quantitative intrasite dei manufatti ceramici tra DBMS e GIS</i>	81
JACOPO SCOZ, <i>Mappare (per) le idee. Il GIS intra-site del Quartiere Bizantino del Pythion di Gortina</i>	95
Sezione 2. DIAGNOSTICA E ANALISI NON INVASIVE	
ANDREA ARRIGHETTI, MARCO REPOLE, <i>Una proposta operativa per la lettura archeosismologica speditiva dei fronti stradali della città di Siena</i>	113
STEFANO DE NISI, MARÍA ESTÉVEZ BIZARRO, CARLOS CÁCERES-PUERTO, CARLOS MORATO MARQUÉS, VICTORINO MAYORAL HERRERA, PEDRO ÁNGEL DELGADO MOLINA, <i>The UrbMinarq Project: an archaeological approach to the protohistoric urbanism of the Iberian peninsula based on the integrated use of non-invasive methods</i>	127
ROSA FIORILLO, SALVATORE ANTONIO FORNARO, MARCO CASAZZA, FABRIZIO BARONE, <i>Metrological requirements for the broadband vibro-acoustic monitoring system of the San Pietro a Corte church bell tower, Salerno, Italy</i>	143

- VALERIA RAZZANTE, *Protocolli di analisi per lo studio delle malte. Tra applicazioni archeometriche e nuove proposte sostenibili per il restauro* 159
- FEDERICO ZONI, GIUSEPPE GUARINO, *Enhancing archaeological prospection through integrated GPR-multispectral analysis. The first results from the Alpine hilltop settlement of Teglio (Valtellina, SO)* 173

### Sezione 3. IN TRE DIMENSIONI

- STEFANO BERTOLDI, *V-repeat come esperimento tra archeologia virtuale e metaverso* 189
- DANIELE BURSICH, PIETRO RAIMONDO GIARDINI, *Digitalizzazione di archivi e di architetture storiche nelle città di Danzica (PL) e Valencia (ES): il progetto europeo "PROMETHEUS"* 201
- STEFANO CURSI, LETIZIA MARTINELLI, ELENA GIGLIARELLI, FILIPPO CALCERANO, MARIA LAURA LEONARDI, MIGUEL AZENHA, DANIEL V. OLIVEIRA, MICHELE CALVANO, *Leveraging linked data for enhanced knowledge representation in historical centers safety assessment: insights from Castelnuovo di Porto, Rome* 217
- AMEDEO DE LISI, *La Domus dei Candelabri Dorati a Cremona. L'applicazione del BIM allo studio di un complesso architettonico antico* 233
- ANDREA FIORINI, *Scansioni dinamiche con il LiDAR di Apple: esperienze di rilievo archeologico (2021-2023)* 249
- LUCA LUPPINO, *3D findings in archaeology: insights from the Byzantine neighbourhood of the Pythion in Gortyn (Crete)* 267
- MARCO MODERATO, ROBERTO TAGLIORETTI, ALESSANDRA MAZZUCCHI, FILIPPO DI MARCO, ANTONIO MEROLA, VASCO LA SALVIA, *Un (multi)metaverso di scavo archeologico: MAPOD4D a Castelseprio* 279

### Sezione 4. PUBLIC ENGAGEMENT

- ALFONSO FORGIONE, LUCIANO PUGLIESE, *Decodificare l'architettura fortificata: rilievo, lettura stratigrafica e ricostruzione tridimensionale del castello di Ocre (AQ)* 295
- GIULIA GHIGLIA, *L'IA per la generazione di immagini archeologiche* 313
- SAMANTA MARIOTTI, *10 years of 'archaeogaming': an Italian perspective* 325
- MARCO VALENTI, *Conclusioni* 343

TECNOLOGIE E METODOLOGIE  
PER L'ACQUISIZIONE, LA GESTIONE E LA VALORIZZAZIONE  
DEI DATI DI SCAVO NEI PROGETTI ARCHEOLOGICI  
DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

1. DALL'ACQUISIZIONE DEL DATO ALLA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO  
ARCHEOLOGICO

L'ateneo aquilano da anni punta a trasformare le proprie ricerche in campo umanistico, e nello specifico in quello archeologico, in un virtuoso esempio di welfare culturale, attraverso gli strumenti del sapere, dell'inclusione e del coinvolgimento attivo della popolazione. Per raggiungere lo scopo, non va trascurata la valenza educativa, sociale e produttiva del progetto: in alcune aree del paese considerate "marginali", come quella presa in esame, il tema della divulgazione (che sia archeologica, storica, artistica o umanistica in generale) dovrebbe avere come obiettivo fondamentale la crescita culturale della popolazione, puntando sulla "democratizzazione" del sapere, e, finalmente, sul superamento di quel divario culturale e sociale che è ancora molto forte nelle diverse fasce di popolazione. L'archeologia, dunque, concepita come salutogenesi<sup>1</sup>, si trasformerebbe in un utile strumento di prevenzione al decadimento sociale e cognitivo. Prima di affrontare il problema della comunicazione, però, anche se ovvio, è bene assodare il concetto alla base di questo contributo: una affidabile e puntuale acquisizione e gestione del record archeologico, presupposto imprescindibile per giungere a interpretazioni rigorosamente corrette, per non falsare la storia o fornire immagini troppo soggettive e fuorvianti. Risulta evidente, dunque, che l'intero processo di comunicazione e divulgazione non può in nessun caso prescindere da una corretta analisi e registrazione del contesto storico e archeologico, come verrà descritto di seguito (MONTAGNETTI *infra*). Infatti, come affermato da Giuliano Volpe «alla base c'è la conoscenza, c'è la ricerca, c'è lo studio. Certamente non basta essere dei bravi ricercatori per sapere comunicare a tutti, e non solo alla comunità scientifica (e a volte nemmeno a quella!), come a lungo presuntuosamente abbiamo ritenuto di poter fare noi professori, soprintendenti, funzionari. Allo stesso modo, però, il mestiere del comunicatore museale non può prescindere da un rapporto vitale con il mondo della ricerca» (VOLPE 2018, 8).

Per riuscire nello scopo risulta quindi indispensabile un approccio globale al problema e non limitato al singolo edificio, momento storico, reperto

<sup>1</sup> In quanto scienza dello sviluppo della salute, la salutogenesi si concentra sui fattori che contribuiscono allo stato di benessere dell'uomo invece che sui fattori che causano la malattia.

archeologico o Unità Stratigrafica (VOLPE 2014, 406). La registrazione dell'enorme mole di dati scaturiti da indagini storico-archeologiche durate anni e comprendenti vaste aree geografiche, infatti, rende necessario un sistema complesso ed estremamente affidabile al fine della ricostruzione storica, come verrà descritto in seguito. Assodata la necessità di una ricerca approfondita e di una dettagliata documentazione e registrazione del dato, il lavoro dell'archeologo non può e non deve considerarsi concluso solo con la realizzazione di elaborati e la loro pubblicazione in ambito scientifico: «la parte finale è senz'altro comunicare al grande pubblico i risultati delle indagini archeologiche e renderli strumenti divulgativi, didattici e di crescita culturale per tutti» (VALENTI 2018, 9), calibrando in modo adeguato il linguaggio utilizzato, sia esso scritto, visivo o “materiale”.

Dunque, la scelta comunicativa di un'area archeologica, di un museo o di un luogo di interesse culturale non può prescindere da una efficace linea comunicativa, empatica e soprattutto consapevole del pubblico a cui si rivolge, senza pretendere da questi una adeguata specializzazione e/o competenza in materie storiche, artistiche o archeologiche, considerando quindi la cultura in maniera elitaria. Troppo spesso, infatti, le aree archeologiche appaiono al visitatore come luoghi esclusivi, destinati a cultori della materia che, con il compito di custodire e proteggere in maniera immutabile nel tempo quei luoghi, impediscono una piena fruizione, ricorrendo troppo spesso a metodologie incomprensibili ai fruitori (MANACORDA 2014, 359).

### *1.1 Conoscenza e divulgazione del patrimonio culturale: un problema di linguaggi*

Un progetto archeologico, volto alla conoscenza di un territorio e alla conseguente valorizzazione e divulgazione, ha senso solo se al centro del progetto c'è la comunità alla quale quel territorio appartiene. L'archeologia italiana da diversi anni sta riflettendo in maniera approfondita sul momento di criticità che sta vivendo da un punto di vista comunicativo, non riuscendo a trasformare le proprie competenze scientifiche in una prospettiva pubblica, capace di valorizzare sufficientemente il territorio indagato (VALENTI 2018, 7) e costruire un sano senso di orgoglio identitario. Questa incapacità comunicativa è probabilmente frutto di un ritardo culturale che affligge l'archeologia italiana da diversi decenni, a causa di un'idea elitaria della disciplina, che ancora oggi considera la divulgazione un'attività estremamente marginale rispetto alla ricerca scientifica (VOLPE, DE FELICE 2014, 402). Questo ritardo culturale, spesso, è frutto di una sostanziale impreparazione tecnica e metodologica per affrontare la comunicazione in maniera matura e adeguata da parte degli archeologi, scadendo spesso in un esibizionismo narcisistico e presenzialismo mediatico.



Fig. 1 – Esempi di partecipazione attiva ai risultati delle indagini archeologiche dell'Università dell'Aquila.

## 1.2 *I progetti archeologici dell'Ateneo aquilano*

Alla luce di questi problemi, il progetto, quindi, punta a superare il divario tra visitatori e sito archeologico, soprattutto nei confronti di chi si sente intimorito e spaventato per una mancanza di conoscenza tecnica. È ferma convinzione dell'Ateneo aquilano rendere i siti archeologici di suo interesse luoghi visitabili da tutti, dove chiunque dovrebbe sentirsi a proprio agio, essere partecipe e parte integrante della storia, del conoscere e appassionarsi al punto da uscirne con la voglia di scoprire nuovi siti e luoghi di cultura (DAL MASO 2018, 18-19) (Fig. 1). La comunicazione e la divulgazione di siti come quelli interessati dal progetto dovrebbero finalmente essere considerate un tema di straordinaria portata strategica, non solo per la valorizzazione del patrimonio culturale e paesaggistico, ma anche per contribuire alla sua salvaguardia e, di certo, per creare nuove opportunità occupazionali a esso legate (VOLPE, DE FELICE 2014, 402).

Risulta fondamentale, quindi, recuperare un rapporto vivo con il pubblico, inserendolo in situazioni reali e renderlo attivamente partecipe alla storia del territorio (VALENTI 2018, 15). La tecnica migliore per raggiungere lo scopo consiste nel “sedurre” (DAL MASO 2018, 79) il visitatore a tal punto da farlo sentire a proprio agio e partecipe della Storia, ma allo stesso tempo portarlo a confrontarsi con nuove conoscenze: lo storytelling, l'arte di raccontare la

storia. Allo stesso tempo, però, il pubblico non va considerato «un'unica massa informe, ma diversi pubblici, con bisogni diversi e interessi diversi» (BORACCHI 2018, 204). Bisogna pertanto creare diversi canali di divulgazione tanti quanti i target che si vogliono raggiungere.

### 1.3 Il progetto Amiternum, un laboratorio multidisciplinare di ricerca scientifica

L'investimento dell'Ateneo aquilano in tal senso, nel 2019 è sfociato nell'acquisto dei terreni<sup>2</sup> sui quali sorgono le rovine dell'antica cattedrale di *Amiternum*, nel cuore della città romana alle porte dell'Aquila. Le dodici campagne di scavo condotte dall'équipe di Archeologia Medievale del Dipartimento di Scienze Umane, in località "Campo Santa Maria" ad *Amiternum*, avviate nel 2012, hanno riportato alla luce i resti monumentali di quella che con ogni probabilità fu la prima cattedrale della diocesi amiternina (una sintesi dei risultati delle indagini archeologiche in FORGIONE, SAVINI 2019).

Come già accennato in precedenza, per valorizzare l'intera area e renderla un valido esempio di divulgazione scientifica, è risultata indispensabile una approfondita conoscenza del sito e a tal proposito il progetto è stato inserito nel Piano Strategico di Ateneo 2020-2025<sup>3</sup>, creando una apposita Struttura organizzativa e un Gruppo di ricerca<sup>4</sup> costituito da 15 docenti strutturati presso l'Ateneo aquilano e 7 esperti esterni appartenenti a Soprintendenze, mondo del professionismo e istituti di ricerca stranieri. Ovviamente le professionalità coinvolte non riguardano solo il campo umanistico (che vede la collaborazione di storici, museologi e archeologi), ma anche quello di ambiti scientifici e di nuove tecnologie applicate ai beni culturali: archeozoologi, architetti, chimici, ingegneri industriali, topografi, cartografi, ingegneri delle telecomunicazioni, informatici, biologi, genetisti, ingegneri dei materiali, etc. Per rendere il progetto completo e maggiormente integrato sul territorio, inoltre, sono state attivate apposite convenzioni di ricerca e di collaborazione con diversi enti, proprio per ampliare il ventaglio di conoscenze e tecnologie da applicare al progetto<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> Si tratta di 5 particelle catastali (263, 439, 218, 353 e 278 del Foglio 104 del Comune dell'Aquila) di circa 1 ettaro di superficie, acquistate alla fine del 2019 ed entrate a far parte del patrimonio immobiliare dell'Università degli Studi dell'Aquila.

<sup>3</sup> Sezione "Cultura e territorio", progetto denominato «*Amiternum* e la sua cattedrale»: <https://www.univaq.it/include/utilities/blob.php?item=file&table=allegato&id=4971>.

<sup>4</sup> La Struttura organizzativa e il Gruppo di ricerca sono stati istituiti con apposito Decreto Rettorale: D.R. 588 del 14/05/2021.

<sup>5</sup> Accordo Quadro per la "Collaborazione nell'attività istituzionale riguardante lo studio, la valorizzazione e la promozione culturale e scientifica del sito di Loc. Campo Santa Maria ad *Amiternum* (AQ)" tra Università dell'Aquila e Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per la città dell'Aquila e i comuni del cratere (12/09/2019); Accordo di collaborazione "Progetto carte archeologiche dei comuni aquilani" tra Dipartimento di Scienze Umane dell'Università dell'Aquila e Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio per la città dell'Aquila e i comuni del cratere (29/06/2021).

Quanto esposto ha avuto come obiettivo la creazione di supporti scientifici utili a realizzare nell'immediato futuro visite immersive e innovative al sito archeologico in oggetto. Ai tradizionali supporti didattici (pannelli divulgativi) sono stati associati strumenti altamente innovativi, quali ricostruzioni tridimensionali, realtà aumentata e realtà virtuale, al fine di rendere ulteriormente immersiva la visita ed estremamente coinvolgente, trasformando l'area archeologica in un forte stimolo per la comunità locale, al fine di renderla maggiormente attiva e partecipe alle diverse iniziative che di volta in volta verrebbero organizzate sul sito.

Il pericolo di eccessivo distacco che questo tipo di supporti potrebbe causare, dovuto a un errato utilizzo della virtualità o di contenuti aumentati a settici, con i quali l'utente che si avvicina ai beni culturali troppo spesso viene investito, può essere limitato solo mettendo sempre la persona al centro della comunicazione, senza necessariamente rincorrere la spettacolarizzazione effimera della storia, considerando il visitatore, il turista o l'abitante del luogo legato al suo territorio, l'obiettivo principale della ricerca e non un semplice "consumatore". Allo stesso tempo, però, un corretto uso delle ICT (Information and Communication Technology), come il progetto si auspica e come verrà descritto in seguito (MONTAGNETTI *infra*), può apportare un contributo determinante nell'individuare modalità di comunicazione valide ed efficaci, al fine di ottenere un effetto di cultural addiction. A tal proposito basti pensare alla mole di reperti rinvenuti nel sito e conservati altrove<sup>6</sup>: questa tecnologia permetterebbe al visitatore di contestualizzare il reperto (in attesa di visitare il museo che lo ospita) e osservarne dettagli, caratteristiche e informazioni, grazie alla Virtual Reality, senza per questo banalizzare o svilire le ricerche scientifiche e quindi i contenuti da mostrare al pubblico (MAGNELLI 2018, 190-191). Così facendo il visitatore potrà avere una visione storico-archeologica più completa, potendo ammirare e conoscere anche quei ritrovamenti "scartati" dalle esposizioni per motivi di spazio o di costi oppure le volumetrie originali dei ruderi a vista, oltre a particolari (arredi, decorazioni, etc.) non più visibili o celati da protezioni. Infine, particolare attenzione è stata posta nei confronti di quella fascia che più difficilmente gioisce nel dover andare a visitare i musei e i siti archeologici: i bambini e gli adolescenti. L'insegnamento video-ludico è stato affrontato tramite la progettazione di un videogioco didattico sulla storia e l'evoluzione della città di *Amiternum* fino alla fondazione dell'Aquila.

<sup>6</sup> Nello specifico, si tratta di oltre 30 mila frammenti ceramici, circa 230 frammenti architettonici di epoca classica, 21 frammenti di arredo liturgico altomedievale, 107 monete (di cui solo 65 chiaramente leggibili), 900 frammenti vitrei (di cui solo 200 sono stati ricondotti a forme di certa attribuzione), e numerosi reperti metallici di incerta attribuzione, tra cui alcuni ascrivibili all'abbigliamento e capaci di restituire utili informazioni circa le mode altomedievali.

Lo scopo del progetto consiste nel realizzare un utile strumento didattico per studenti delle scuole elementari e medie, utilizzando le caratteristiche della gamification (l'utilizzo delle tecniche e linguaggi del game design per veicolare conoscenze al di fuori di contesti videoludici) per incrementare e approfondire la conoscenza della storia del territorio sfruttando le potenzialità educative e divulgative di un linguaggio grafico attrattivo e interattivo come quello del videogioco. Il gioco, inoltre, "costringerà" l'utente a visitare il sito archeologico per superare determinati livelli, attraverso appositi Qr-code posizionati in prossimità delle emergenze archeologiche. L'aspetto più rilevante del progetto aquilano consiste nella promozione di una partecipazione attiva dei cittadini nella valorizzazione del territorio in un esercizio di auto-rappresentazione identitaria, delle peculiarità del proprio patrimonio e della propria cultura. L'archeologia, assieme alle altre discipline umanistiche, ricopre in questo campo un ruolo fondamentale, contribuendo all'arricchimento della "memoria sociale" (MANACORDA 2008) e alla costruzione di un "progetto locale", solo attraverso una approfondita conoscenza e registrazione del record archeologico, come verrà dettagliatamente descritto in seguito.

A.F.

## 2. TECNOLOGIE E METODOLOGIE PER L'ACQUISIZIONE, LA GESTIONE E L'IMPLEMENTAZIONE DEI DATI DI SCAVO NEI PROGETTI ARCHEOLOGICI DELL'UNIVAQ

Nell'ambito dei progetti archeologici, l'acquisizione, la gestione e l'implementazione dei dati di scavo sono cruciali per il successo delle ricerche e la comprensione accurata del contesto storico e culturale dei siti che si stanno indagando. L'acquisizione dei dati sul campo, in particolar modo, è il primo passo obbligato in ogni progetto di ricerca archeologica. Le moderne tecniche di rilevamento, come la fotogrammetria, la scansione laser 3D e i droni, le stesse di cui ci si avvale negli studi archeologici portati avanti dal Dipartimento di Scienze Umane dell'Università dell'Aquila, oggetto di questo contributo, consentono di ottenere rilievi dettagliati e accurati dei siti di indagine in modo rapido e non invasivo. Queste tecnologie restituiscono raster ad alta risoluzione (Ortofoto e DSM o DTM), modelli tridimensionali e mappe digitali dei contesti investigati, agevolando la documentazione topografica dei siti con un'accuratezza senza precedenti.

Nello specifico, la strumentazione di acquisizione a disposizione consiste in un laser scanner per immagini portatile Leica BLK2GO, strumento che combina sensori LiDAR (Light Detection and Ranging), tre fotocamere panoramiche e tracciamento SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) per la mappatura mobile di ambienti e strutture. Questo dispositivo consente dunque di creare mappe tridimensionali di ambienti in tempo reale

determinando simultaneamente la posizione del dispositivo di rilevamento all'interno dello stesso ambiente rilevato<sup>7</sup>; un drone modello Mavic 2 Pro e un'asta fotogrammetrica robotizzata, quest'ultima in grado di montare differenti tipi di camere, per l'acquisizione fotogrammetrica rispettivamente aerea e da terra. Completano la dotazione strumentale un GNSS Trimble Catalyst DA2<sup>8</sup> e una Stazione Totale utilizzati per il posizionamento topografico.

In ogni lavoro svolto, la scelta di adottare una tecnica di acquisizione, tra quelle citate, rispetto ad un'altra o di combinarle insieme è dipesa dalle caratteristiche geomorfologiche e ambientali del sito o della struttura da rilevare e dalle finalità che si volevano ottenere in seguito al processo di acquisizione. Tendenzialmente, in ambito archeologico, si cerca sempre di ricorrere all'utilizzo della fotogrammetria, sia terrestre che aerea tramite drone, la quale garantisce, rispetto, ad esempio, alle scansioni laser, generalmente una qualità nettamente migliore delle textures su cui operare la digitalizzazione in ambiente GIS o CAD. Tuttavia, molto spesso, questa tecnologia non è utilizzabile a causa di ostacoli che ne impediscono la fattibilità o nei casi di strutture ipogee particolarmente strette ed anguste dove diventa praticamente impossibile poter scattare foto adatte ad essere utilizzate attraverso gli algoritmi di Structure from Motion (ÖZYEŞİL *et al.* 2017, 305-364).

Nel caso specifico dei contesti aquilani su cui si è operato, si è deciso di ricorrere alla fotogrammetria per il rilievo delle varie fasi di scavo dei siti archeologici di *Amiternum* - Campo S. Maria (per un approfondimento sulle ricerche condotte in questo sito vedi FORGIONE, SAVINI 2019) e del Castello di Preturo<sup>9</sup>, dove le condizioni di tali cantieri consentono di poter effettuare, con una certa facilità, l'acquisizione fotografica sia da drone che da asta. Al contrario, per il rilievo della cosiddetta "Villa B" di Coppito - L'Aquila (AQ) (per un approfondimento su questo insediamento si rimanda a ALBERINI 2020, 422-423) si è dovuto ricorrere necessariamente all'utilizzo del Leica BLK2GO, il quale ha consentito, in tempi decisamente rapidi (circa 15 minuti di acquisizione), un rilievo molto dettagliato delle rovine ancora *in situ*. Ciò che si conserva di questa struttura, infatti, è interamente inglobato all'interno del seminterrato di una moderna palazzina della Guardia di Finanza con i solai dei piani superiori dell'odierna costruzione che chiudono, ad un'altezza massima di 2,5 m da terra, le strutture archeologiche superstiti, impedendone la rilevazione tridimensionale attraverso altri sistemi.

<sup>7</sup> <https://shop.leica-geosystems.com/it/it-IT/leica-blk/blk2go/overview>.

<sup>8</sup> <https://geospatial.trimble.com/en/products/hardware/trimble-da2>.

<sup>9</sup> Il sito è indagato solamente a partire dal 2022, pertanto i dati preliminari raccolti durante lo scavo non sono stati ancora pubblicati.

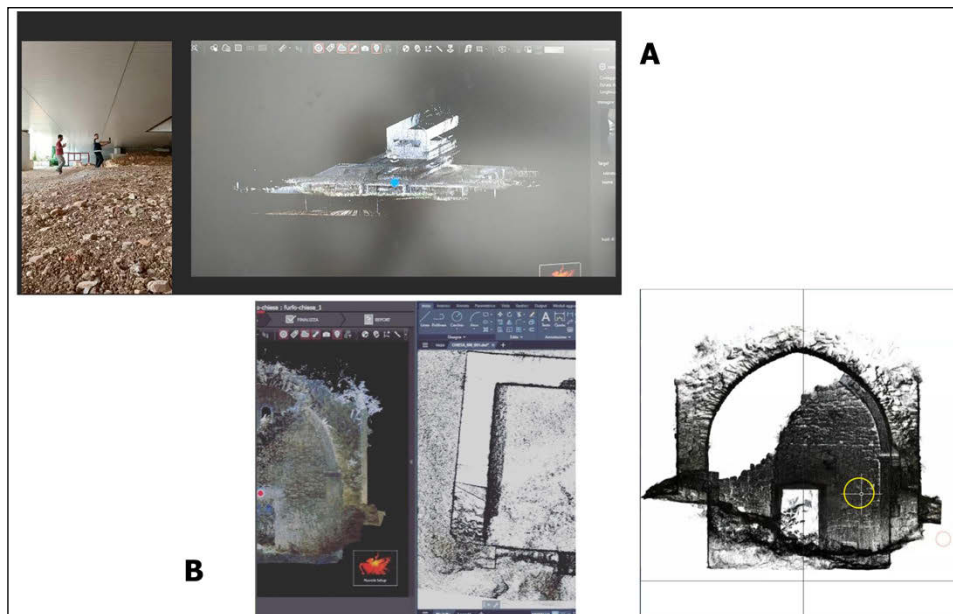


Fig. 2 – Esempi di rilievo tridimensionale mediante Leica BLK2GO: A) “Villa B” di Coppito (AQ); B) chiesa di S. Maria di Forfona nel sito di Furfo - Barisciano (AQ).

La medesima strategia è stata ritenuta la più idonea anche per il rilievo della cosiddetta “fontana monumentale” e per quello della chiesa di S. Maria di Forfona nel sito di Furfo - Barisciano (AQ) (GIZZI, SPANU, VALENTI 1996, 26-31). Nel primo caso, si tratta di una struttura quasi completamente chiusa e ipogea, di cui l’unico vano attualmente accessibile presenta dimensioni molto ristrette; nel secondo caso, invece, di un edificio circondato e invaso, anche internamente, dalla vegetazione; circostanze dunque che non consentivano una tecnica di rilevamento tridimensionale diversa da quella del Leica BLK2GO che, proprio per le sue piccole dimensioni e la capacità di acquisizione in movimento, senza dover necessariamente stazionare in punti strategici dell’ambito da rilevare per acquisire dati da diverse angolazioni, si è dimostrata particolarmente efficace se non l’unica soluzione possibile in questo tipo di situazioni (Fig. 2).

Discorso diverso, infine, è quello relativo al rilevamento tridimensionale delle rovine del castello di Ocre, che ha integrato il rilievo delle parti basse, ottenuto attraverso il Leica BLK2GO, con le acquisizioni delle parti più alte del complesso architettonico mediante rilievo aerofotogrammetrico da drone (cfr. FORGIONE, PUGLIESE in questo volume).

In tutti i casi citati i rilievi effettuati sono stati georiferiti sulla base di mire (GCP - Ground Control Points) fissate temporaneamente a terra prima di eseguire le acquisizioni, la cui posizione topografica è stata registrata attraverso il GNSS<sup>10</sup>.

Nei rilievi "indoor", dove non è disponibile la ricezione satellitare, quali quello della "Villa B" di Coppito, della "fontana monumentale" e dell'interno della chiesa di S. Maria di Forfona a Furfo, è stato necessario adottare un approccio alternativo: inizialmente, sono stati rilevati alcuni punti esterni utilizzando il GNSS; successivamente, uno di questi punti è stato scelto come "punto stazione" e un altro quale invece punto su cui impostare "l'allineamento" per effettuare il rilievo tramite stazione totale. Tuttavia, sia il punto stazione che quello utilizzato per l'allineamento non sono stati registrati in coordinate locali xyz, bensì sono state assegnate loro le rispettive coordinate geografiche espresse in forma decimale battute dal GNSS. In questo modo è stato possibile portare altri punti fino all'interno dei vari ambienti. Questi ultimi, utilizzati come GCP per la georeferenziazione del rilievo tridimensionale, grazie a questa procedura, sono infatti agganciati alla rete di punti esterna del GNSS e acquisiti direttamente in coordinate geografiche decimali.

Gli elaborati grafici ottenuti, quali principalmente ortofoto, DTM e DSM, in seguito al processamento dei dati acquisiti, effettuato mediante specifici programmi per la visualizzazione, l'analisi e il trattamento dei dati 3D<sup>11</sup>, vengono utilizzati per la digitalizzazione in ambiente GIS (Fig. 3). Il processo di vettorializzazione indubbiamente facilita la gestione, l'organizzazione e l'analisi dei dati archeologici nonché la loro condivisione. Le geometrie vettoriali, infatti, all'interno del GIS, possono essere facilmente modificate e integrate con altre fonti di informazioni, quali quelle archiviate all'interno dei database ad esse interconnesse e che supportano la ricerca e l'analisi dei dati raccolti. Questa capacità di gestire grandi quantità di dati molto differenti tra loro in modo efficiente è particolarmente importante in archeologia, dove la registrazione dettagliata delle informazioni è essenziale per comprendere i contesti archeologici e trarre conclusioni significative (per un approfondimento

<sup>10</sup> Il GNSS utilizzato è quello a cui si faceva cenno in precedenza, vale a dire il Trimble Catalyst DA2, il quale è collegato alla Rete di Stazioni Permanenti GNSS della Regione Abruzzo mediante protocollo NTRIP e consente una precisione nel posizionamento dei vari punti registrati entro un margine di circa un centimetro. Tuttavia, tale accuratezza può variare a seconda di vari fattori, quali la presenza di ostacoli o interferenze nella linea di vista dei satelliti, l'effetto di riflessioni o *multipath* e altri fattori ambientali.

<sup>11</sup> Principalmente i programmi utilizzati per l'elaborazione dei dati acquisiti sono stati Cyclone Register 360 per i rilievi eseguiti tramite Leica BLK2GO (<https://leica-geosystems.com/it-it/products/laser-scanners/software/leica-cyclone/leica-cyclone-register-360>) e WebODM (<https://www.opendronemap.org/>, ultima visualizzazione 15/10) e CloudCompare (<https://www.cloudcompare.org/>, ultima visualizzazione 15/10) per i rilievi fotogrammetrici.

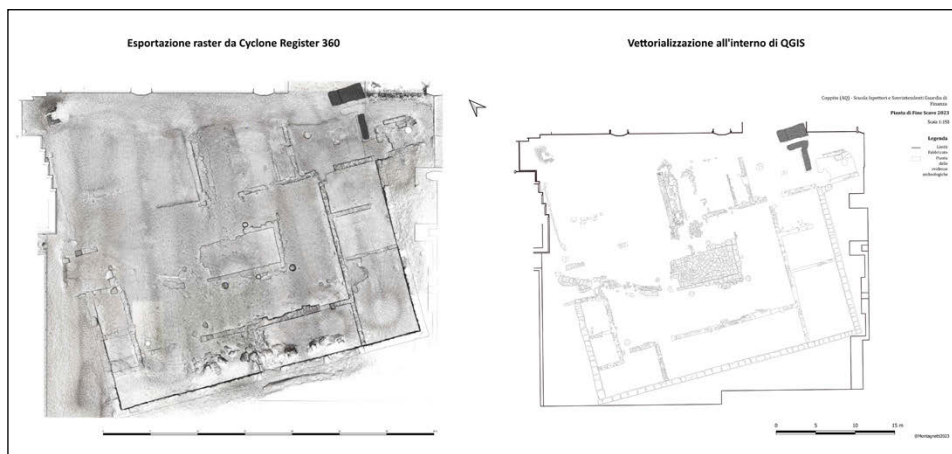


Fig. 3 – “Villa B” di Coppito (AQ): restituzione in pianta del rilievo tridimensionale eseguito tramite Leica BLK2GO (a sinistra); vettorializzazione in ambiente GIS (a destra).

su questi aspetti e sull’importanza della vettorializzazione dei dati in ambiente GIS si rimanda a: FRANCOVICH 1990, 15-27; FRANCOVICH, VALENTI 2000, 14-20; FORTE 2002; FRONZA 2003, 629-632; MONTAGNETTI 2014, 155-161; MONTAGNETTI, ROSATI 2019, 463-466).

Nello specifico l’architettura progettata per rispondere a queste esigenze si avvale dell’utilizzo di un server all’interno del quale sono installati QGIS<sup>12</sup> e PostgreSQL<sup>13</sup> e a cui si collegano diversi clients. I vari clients, infatti, attraverso l’interfaccia di connessione del QGIS installato su ognuno di essi, stabiliscono il collegamento all’estensione PostGIS<sup>14</sup> di PostgreSQL dell’host, specificando l’indirizzo IP del server che ospita il database per accedere ai dati già presenti al suo interno e utilizzarli nel progetto GIS del singolo dispositivo.

Questo sistema ottimizza e velocizza notevolmente il lavoro di data entry permettendo a più utenti di lavorare contemporaneamente sugli stessi dati. Più nel dettaglio, in questa fase del lavoro si ricorre all’utilizzo del plug-in di QGIS pyArchInit<sup>15</sup>, una libreria Python progettata appositamente da archeologi per facilitare l’archiviazione, la gestione e l’analisi dei dati archeologici. Il plug-in, infatti, installando automaticamente un database di tipo PostgreSQL/PostGIS all’interno del PostgreSQL già installato nel server, fornisce una serie di layers e tabelle predisposti, necessari alla

<sup>12</sup> <https://www.qgis.org/it/site/>.

<sup>13</sup> <https://www.postgresql.org/>.

<sup>14</sup> Per maggiori approfondimenti su PostGIS si rimanda a <https://postgis.net/>.

<sup>15</sup> <https://sites.google.com/site/pyarchinit/>.

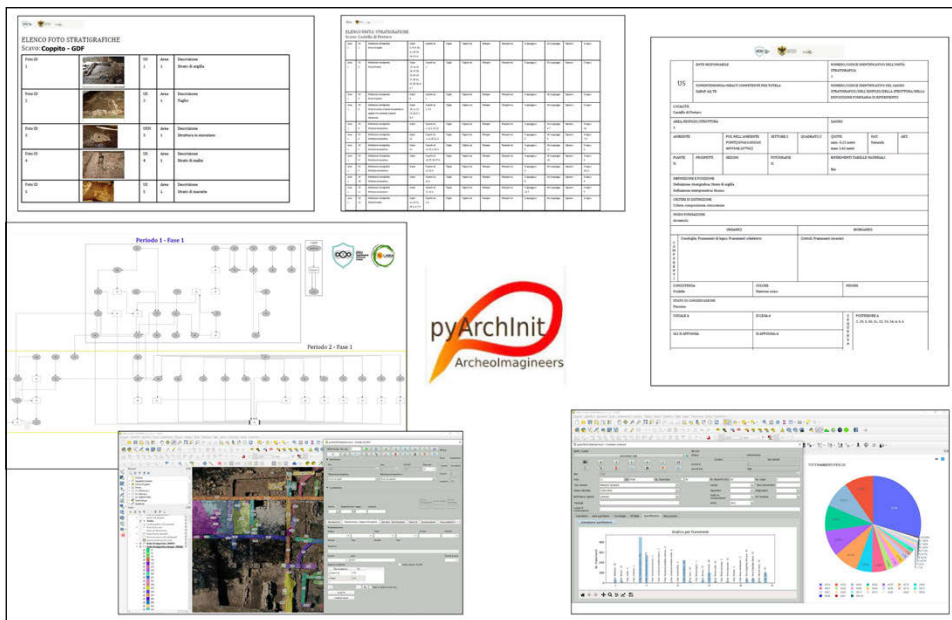


Fig. 4 – L'utilizzo di pyArchInit nei contesti di ricerca indagati: alcuni esempi di funzioni automatizzate del plug-in.

documentazione archeologica di scavo, che interagiscono tra loro attraverso il sistema delle views<sup>16</sup>. Tale documentazione è costituita tanto da dati grafici che alfanumerici quali, in quest'ultimo caso, quelli derivanti dalla digitalizzazione delle varie schede ministeriali come, ad esempio, le schede US/USM, l'inventario dei materiali, le schede di documentazione tafonomica ed altre ancora, quanto dalla documentazione fotografica prodotta in cantiere. Infine, pyArchInit mette a disposizione tutta una serie di automatizzazioni che semplificano il lavoro degli archeologi e dei ricercatori, come l'esportazione del matrix di Harris o l'esportazione in PDF delle varie schede di documentazione archeologica, ma anche una gamma di strumenti che permettono il ricontrollo sulla validità dei dati immessi; tra queste funzioni la correzione automatica della reciprocità delle relazioni stratigrafiche fra le varie US/USM registrate nel database (per ulteriori approfondimenti sul plug-in pyArchInit si rimanda a: MANDOLESI 2009, 209-222; COCCA 2015; MANDOLESI, MONTAGNETTI, PICKEL 2022, 93-112) (Fig. 4).

<sup>16</sup> Per un maggior approfondimento delle views all'interno di QGIS si rimanda a <https://www.qgis.org/> ultima visualizzazione 15/10.

In definitiva questo sistema server-clients basato sull'utilizzo di QGIS e del plug-in pyArchInit e su quello di PostgreSQL/PostGIS consente di produrre, gestire e analizzare i dati archeologici in modo rapido, accurato e integrato. Tale architettura, inoltre, offre la possibilità di sfruttare algoritmi avanzati e analisi statistiche, forniti dal software QGIS e dai suoi numerosi plugins, per ottenere un ulteriore incremento e comprensione delle informazioni raccolte durante le attività di ricerca sul campo. Questo approccio non solo consente di estrapolare insight significativi dalla vasta quantità di dati, ma facilita anche la collaborazione e la condivisione degli stessi tra tutti coloro che partecipano alla ricerca. Ciò porta ad un miglioramento dell'efficienza complessiva del processo di lavoro. Del resto, le vettorializzazioni effettuate vengono poi riutilizzate nel processo di modellazione 3D, il che contribuisce agli obiettivi di divulgazione, valorizzazione e promozione turistica dei siti archeologici oggetto delle ricerche (cfr. FORGIONE, *supra*).

In conclusione, le tecnologie digitali stanno rivoluzionando il modo in cui gli archeologi acquisiscono, gestiscono, analizzano, conservano e valorizzano i dati archeologici, consentendo, al contempo, agli stessi di interpretare e comunicare i risultati della ricerca in modi innovativi ed efficienti. Con ulteriori sviluppi e applicazioni, ci si può aspettare che tali risorse continueranno a giocare un ruolo sempre più importante nella ricerca archeologica del futuro, soprattutto in vista di un ricorso sempre maggiore, anche in questo settore, all'intelligenza artificiale.

R.M.

ALFONSO FORGIONE

Dipartimento di Scienze Umane  
Università degli Studi dell'Aquila  
alfonso.forgione@univaq.it

ROBERTO MONTAGNETTI

Laboratorio Multimediale  
Università degli Studi dell'Aquila  
roberto.montagnetti@univaq.it

## BIBLIOGRAFIA

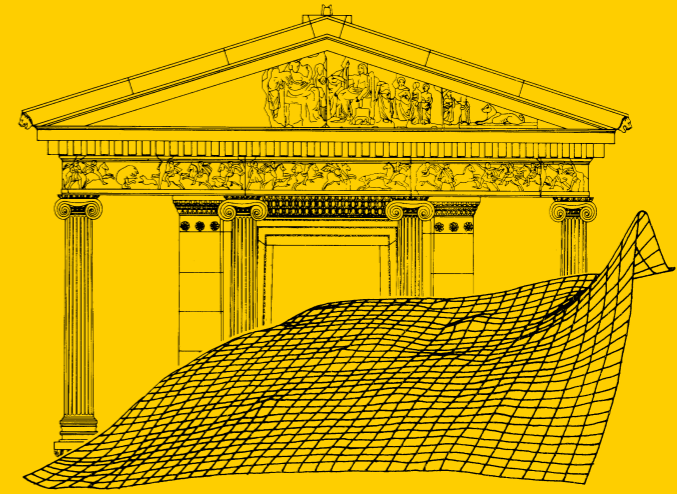
- ALBERINI F. 2020, *Gli insediamenti nel territorio amitermano. Dall'età romana all'Alto Medioevo*, Roma, Aracne Editrice, 422-423.
- BORACCHI C. 2018, *Lo storytelling e le dure leggi del web*, in C. DAL MASO (ed.), *Racconti da Museo. Storytelling d'autore per il museo 4.0*, Bari, Edipuglia, 201-216.
- COCCA E. 2015, *Il GIS nell'ambito di sistemi innovativi per la gestione del dato archeologico. Sviluppo e implementazione di un sistema gestionale e analitico con strumenti open source di banche dati archeologiche. Caso studio Grotta di Fumane*, Phd Thesis, Università di Ferrara.

- DAL MASO C. (ed.) 2018a, *Racconti da museo. Storytelling d'autore per il museo 4.0*, Bari, Edipuglia.
- DAL MASO C. 2018b, *Non solo narrativa*, in DAL MASO 2018a, 69-84.
- FORGIONE A., SAVINI F. 2019, *Amiternum (AQ), Campo Santa Maria: dinamiche insediative e fasi sepolcrali di un nuovo polo di potere. Nuova sintesi delle ricerche in corso*, «Archeologia Medievale», 46, 197-232.
- FORTE M. 2002, *I Sistemi Informativi Geografici in archeologia*, Roma, MondoGis (<https://doi.org/10.13140/2.1.4243.5207>).
- FRANCOVICH R. 1990, *Dalla teoria alla ricerca sul campo: il contributo dell'informatica all'archeologia medievale*, «Archeologia e Calcolatori», 1, 15-27 (<https://www.archcalc.cnr.it/journal/articles/5>).
- FRANCOVICH R., VALENTI M. 2000, *La piattaforma G.I.S. dello scavo ed il suo utilizzo: l'esperienza di Poggibonsi*, in G.P. BROGIOLO (ed.), *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Brescia 2000)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 14-20.
- FRONZA V. 2003, *Principi di database management in archeologia: l'esperienza senese*, in R. FIORILLO, P. PEDUTO (eds.), *III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Salerno 2003)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 629-632.
- FRONZA V., NARDINI A., VALENTI M. 2009, *Informatica e archeologia medievale. L'esperienza senese*, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- GIZZI E., SPANU M., VALENTI M. 1996, *Risultati preliminari della ricognizione archeologica nell'area dell'antica Furfo*, in A. CAMPANELLI (ed.), *Peltuinum, antica città sul tratturo*, Pescara, Carsa Edizioni, 26-31.
- MAGNELLI A. 2018, *Innovazione, tecnologia e storytelling. Nuove forme di narrazione per il patrimonio culturale*, in DAL MASO 2018a, 187-200.
- MANACORDA D. 2008, *Lezioni di archeologia*, Bari, Editori Laterza.
- MANACORDA D. 2014, *L'Italia agli Italiani. Istruzioni e ostruzioni per il patrimonio culturale*, Bari, Edipuglia.
- MANDOLESI L. 2009, *pyArchInIt-python, QGIS e PostgreSQL per la gestione dei dati di scavo*, in P. CIGNONI, S. PALOMBINI, S. PESCARIN (eds.), *ArcheoFOSS Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del IV Workshop (Roma 2009)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 2, 209-222 (<https://www.archcalc.cnr.it/supplements/articles/549>).
- MANDOLESI L., MONTAGNETTI R., PICKEL D.G. 2022, *Come nasce una base GIS per l'archeologia open source, sviluppata da archeologi per gli archeologi: lo scavo di Poggio Gramignano, Lugnano in Teverina (TR)*, «Archeologia e Calcolatori», 33.1, 93-112 (<https://doi.org/10.19282/ac.33.1.2022.06>).
- MONTAGNETTI R. 2014, *Il GIS della Carta Archeologica di Ferento*, in G. ROMAGNOLI (ed.), *Ferento. La città e il suo suburbio tra antichità e medioevo*, Ariccia, Aracne Editrice, 155-161.
- MONTAGNETTI R., ROSATI P. 2019, *Georiferire la stratigrafia archeologica*, «Archeologia e Calcolatori», 30, 463-466 (<https://doi.org/10.19282/ac.30.2019.30>).
- ÖZYEŞİL O., VORONINSKI V., BASRI R., SINGER A. 2017, *A survey of Structure from Motion*, «Acta Numerica», 33, 305-364.
- VALENTI M. 2018, *Problemi e prospettive*, in M. VALENTI, S. RICCI, V. FRONZA (eds.), *Dalle fonti alla narrazione. Ricostruzione storica per il racconto della quotidianità*, Firenze, All'Insegna del Giglio 7-46.
- VOLPE G. 2018, *Custodire il passato per raccontarlo agli uomini di oggi*, in DAL MASO 2018a, 5-10.
- VOLPE G., DE FELICE G. 2014, *Comunicazione e progetto culturale, archeologia e società*, «Post Classical Archaeologies», 4, 401-420.

## ABSTRACT

In archaeological projects, the acquisition, management, and implementation of excavation data are crucial to the success of the research and the accurate understanding of the historical and cultural context of the sites investigated. Field data acquisition, especially, is the first step in any archaeological research project. This paper will describe the main technologies and methodologies for three-dimensional surveys of archaeological sites and digitization of data acquired in research projects led by the Department of Human Sciences at the University of L'Aquila. The same vector data are used as well in 3D modeling and virtual reality projects in order to make the results of archaeological research understandable even to a non-expert audience.

NEXT-GEN ARCHAEOLOGY



# NEXT-GEN ARCHAEOLOGY

INNOVAZIONI E TRADIZIONI TECNOLOGICHE  
PER LO STUDIO DEL PASSATO

Atti delle Giornate di Studio  
“Archeologia e Nuove Tecnologie:  
dalla teoria ai protocolli esecutivi”  
(Siena, 25-27 ottobre 2023)

a cura di  
Stefano Bertoldi e Luca Luppino

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI  
Supplemento 13, 2025

*All'Insegna del Giglio*

€ 50,00  
ISSN 2385-202X  
ISBN 978-88-9285-308-9  
e-ISBN 978-88-9285-309-6



ACSUPPL-13

ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI  
Supplemento 13, 2025