

# **Standard e interoperabilità degli archivi digitali archeologici: il progetto ARIADNE**

Franco Niccolucci

(Università degli Studi di Firenze, Italia)

**Abstract** The increasing use of digital documentation has created an uncontrolled growth of archaeological datasets, determining a fragmentation that makes data reuse difficult. Starting from this consideration, the European project ARIADNE has undertaken a research of methods and tools to overcome linguistic, administrative and data organisation barriers that prevent the integration of datasets related on location, period or subject. Such research aims at creating a registry of online accessible archaeological resources, enabling resource discovery via a unified portal. Such research functionality will enable facet queries, i.e. by theme, period or location. Moreover, the project is producing a number of services that improve data access, for example the visualisation of graphical information (images, 3D models), and develop specific documentation standards based on international standards such as the CIDOC CRM.

**Sommario** 1 Introduzione. – 2 ARIADNE: ambito di azione e obiettivi. – 3 La Resource Discovery in ARIADNE. – 4 La standardizzazione. – 5 L'interoperabilità dei database. – 6 L'applicazione delle tecniche di data mining. – 7 Prospettive e problemi. – 8 Riconoscimento.

**Keywords** Archaeology. Research infrastructure. Resource discovery. Integration. Standards.

## **1 Introduzione**

Il progetto ARIADNE (*Advanced Research Infrastructure for Archaeological Data Networking in Europe*, cf. ARIADNE 2015) fa parte del gruppo numeroso di progetti finanziati dall'Unione Europea per costituire infrastrutture di ricerca, cioè sistemi integrati di risorse umane e tecnologiche che operano in tutti i campi scientifici, offrendo ai ricercatori servizi avanzati e collegando, integrandoli fra loro, analoghi sistemi esistenti a livello nazionale o regionale. Si tratta di progetti sostanzialmente diversi da quelli tradizionali, in cui i partecipanti collaborano per il raggiungimento di un obiettivo specifico di ricerca. Nel caso delle infrastrutture di ricerca, invece, l'obiettivo del progetto è generale e di base, correlato all'ambito disciplinare ma svincolato da un tema circoscritto e determinato. Se quindi la caratteristica di un progetto di ricerca è la sua temporaneità - una

volta raggiunto il risultato, o terminato il tempo a disposizione, il progetto termina - un'infrastruttura di ricerca ha l'ambizione di essere durevole, continuando a funzionare anche oltre il periodo del finanziamento, che serve soltanto per metterla in piedi a livello europeo.

Simili sistemi sono caratteristici delle scienze fisiche e naturali, dove sono spesso necessarie strumentazioni complesse e di grandi dimensioni oppure è auspicabile realizzare sistemi complementari compatibili, e in cui la condivisione dei risultati e il lavoro di équipe sono strumenti indispensabili per l'avanzamento della conoscenza. Sembrerebbero invece meno congeniali al modo tradizionale di lavorare nelle scienze umane, basato sulla ricerca individuale del singolo ricercatore. Tuttavia, la presenza sempre più diffusa di metodologie basate sull'informatica e la disponibilità di corpora digitali rendono anche le discipline umanistiche candidate idonee alla creazione di infrastrutture di ambito europeo. Infatti, il meccanismo previsto dall'Unione Europea prevede l'individuazione delle tematiche e delle relative comunità di ricercatori ormai mature per sperimentare la creazione di un'infrastruttura europea, in genere partendo da sistemi già esistenti a livello nazionale. Un ciclo di quattro anni, spesso ripetuto con un'ulteriore prosecuzione di altri quattro, porta queste comunità all'integrazione e, successivamente, all'autosufficienza. Da questo punto in poi l'infrastruttura dovrà essere un soggetto autonomo con proprie risorse. Un certo numero di tematiche vengono periodicamente individuate come prioritarie dall'ESFRI (*European Strategy Forum on Research Infrastructures*, un comitato di esperti nominati dagli stati membri), sia per la loro importanza che per la disponibilità di gruppi di stati a finanziarle in modo permanente. Le infrastrutture corrispondenti si costituiscono in enti di diritto europeo chiamati ERIC (*European Research Infrastructure Consortium*) di solito partecipati e con un contributo annuo da parte dei ministeri nazionali della ricerca degli stati che vi partecipano. Nel campo delle scienze umane esiste, ad oggi, un solo ERIC, denominato DARIAH (*Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities*), che ha come oggetto sociale «migliorare e supportare la ricerca e l'insegnamento basati sul digitale in tutte le scienze umane e le arti». Esistono invece varie infrastrutture di ricerca nel campo delle scienze umane, una delle quali è appunto ARIADNE.

## **2 ARIADNE: ambito di azione e obiettivi**

ARIADNE nasce dal riconoscimento da parte della Commissione Europea dell'importanza crescente per la ricerca archeologica degli archivi digitali. Inserita nel 2012 in una *'long list'* di circa trenta nuove tematiche potenziali soggetti di finanziamento, dall'ambiente marino all'astrofisica, poste in concorrenza fra di loro a prescindere dall'ambito disciplinare,

l'archeologia digitale è riuscita ad affermarsi in questa forte competizione che ha visto solo pochissime delle proposte conseguire il successo. Il progetto è quindi iniziato nel Febbraio 2013 con un finanziamento quadriennale di circa 8 milioni di euro. Vi partecipano 24 partner da 15 paesi europei, in genere centri di importanza nazionale come le Accademie delle Scienze, i Consigli Nazionali delle Ricerche e centri accademici di livello internazionale. Per l'Italia sono presenti il PIN - Polo Universitario di Prato (coordinatore), il CNR e il Ministero dei Beni e Attività Culturali e del Turismo, oltre all'AIAC, Associazione Internazionale di Archeologia Classica con sede a Roma ma operante in tutta l'area mediterranea. Come risulta dal nome del progetto, l'obiettivo principale è l'integrazione degli archivi archeologici digitali.

La necessità di un progetto d'integrazione nasce dalla constatazione (Niccolucci 2013) del ruolo e dell'importanza crescente assunta dalla documentazione digitale negli ultimi venti anni. Se negli anni '90 la creazione di un database di scavo era ancora un caso raro e spesso il soggetto di una pubblicazione scientifica, questo tipo di attività è ormai diventata una pratica comune e non fa più notizia: fa anzi scalpore la sua mancanza in un'indagine archeologica. Ciò ha prodotto una grande quantità di dati organizzati in modo estremamente eterogeneo, e a sistemi spesso incompatibili tra di loro. L'uso esteso della fotografia digitale e, in tempi più recenti, delle immagini tridimensionali ha prodotto (Niccolucci, Richards 2013) un aumento esponenziale della dimensione media degli archivi e quindi difficoltà di gestione in mancanza di idonei strumenti software. Tralasciando gli archivi di proprietà e accesso esclusivo di ricercatori ed enti di ricerca, è sempre più presente la pubblicazione online dei dati, nello spirito di condividere i risultati delle proprie ricerche, finanziate con risorse pubbliche e quindi non di proprietà esclusiva di un ricercatore o di un ente. Sull'accesso pubblico a tali archivi con sistemi online si è da tempo aperto un dibattito sui limiti della proprietà intellettuale di tali dati, favorito anche da taluni eccessi nella protezione che hanno visto ritardarne la pubblicazione a lungo, e in qualche caso estremo anche per sempre. Perché costretti dalle clausole del finanziamento del progetto di ricerca, per convinzione personale o per seguire un filone sempre crescente, moltissimi ricercatori hanno comunque reso disponibili i propri dati su Internet, facilitati anche dalla semplificazione tecnica ormai raggiunta dai meccanismi di pubblicazione online di database. Ciò corrisponde allo scopo della Dichiarazione di Berlino sull'Accesso Libero alla Conoscenza nelle Scienze e nelle Discipline Umanistiche (cf. Berlin-Declaration 2015), sottoscritta sin dal 2005 da tutti gli atenei italiani e successivamente anche dal CNR e dagli altri enti pubblici di ricerca, che impegna gli enti sottoscrittori (e di conseguenza anche il loro personale) a rendere disponibili i risultati delle ricerche prodotti in qualunque forma, siano essi articoli scientifici, dati grezzi e relativi metadati, fonti, rappresentazioni digitali

di materiali grafici e multimediali, e così via. Tali risultati dovranno essere resi disponibili online con diritto di copia, distribuzione e rielaborazione, con il solo obbligo di citazione della fonte. In sintesi, ogni ricercatore italiano (e, in generale, europeo) deve rendere disponibili online e senza limitazioni d'uso i risultati della propria ricerca e i dati grezzi utilizzati o prodotti nel corso di questa. Per quanto riguarda gli archivi amministrativi, considerazioni di privacy e di sicurezza ne potrebbero limitare l'accesso, ma ciò riguarderebbe solo una frazione ristrettissima d'informazioni, peraltro spesso prive d'importanza scientifica. Queste limitazioni possono essere facilmente implementate in sistemi informatici senza pregiudicare l'accessibilità alla stragrande maggioranza delle altre informazioni. Questo elimina anche la scusa principale per mantenere non accessibili gli archivi, fino a non molto tempo fa diffusa tra funzionari tanto conservatori quanto ignoranti delle funzionalità della tecnologia informatica.

Dunque il panorama che si offre al ricercatore vede un gran numero di archivi accessibili online, però eterogenei e con strutture e organizzazione incompatibili, e spesso di dimensioni significative: si tratta del lavoro accumulato da ricercatori, équipe e istituzioni che hanno generato dati sia come risultati di ricerca che a seguito di attività di gestione amministrativa. Ciò costituisce il terreno ideale per proporre l'integrazione

Occorre precisare il significato da attribuire a quest'ultimo termine. Ci si potrebbe infatti chiedere che senso abbia allineare archivi che riguardano, per esempio, sepolture dell'Età del Ferro in Norvegia e insediamenti fenici in Spagna. Ovviamente la domanda ha un senso, e risposta negativa, in esempi estremi come il precedente. Integrazione significa, invece, rendere compatibili archivi digitali che già lo sono riguardo al contenuto, per i quali cioè l'integrazione ha un senso prima di tutto archeologico, per pertinenza di argomento, di periodo o di copertura geografica. Integrazione non significa in ogni caso creare un super-archivio in cui far confluire tutti quelli esistenti, che devono essere mantenuti dove si trovano ma devono essere collegati da un sistema comune di schedatura e accesso. Si deve dunque raccoglierne le informazioni descrittive essenziali, i metadati, con cui creare un elenco intelligente, un 'pubblico registro'. Questo dovrà contenere informazioni sul loro contenuto e la loro organizzazione, e, soprattutto, permettere di accedere direttamente al loro contenuto là dove questo è conservato. Dunque la creazione di questo catalogo intelligente è il primo obiettivo da perseguire. A questo riguardo, ARIADNE ha sviluppato un proprio *Registry* dove sono censiti gli archivi archeologici europei, partendo, in una prima fase, da quelli dei partner del progetto, che costituiscono comunque una percentuale molto elevata, per non dire la quasi totalità di tutti quelli esistenti. È previsto in un secondo momento di aprire il Registro a tutti i produttori di dati in modo da arrivare nel medio periodo a un'anagrafe totale. L'apertura al pubblico del Registry all'inizio del 2016 ha realizzato il primo obiettivo del progetto: integrazione degli

archivi in un unico registro europeo. Oltre ai partner dei quindici paesi partecipanti si sono aggregati al progetto istituzioni nazionali di altre cinque nazioni ottenendo una copertura quasi completa dell'Europa. Il Registro ha così realizzato il primo dei servizi programmati: la *Resource Discovery* o Individuazione delle Risorse.

### 3 La *Resource Discovery* in ARIADNE

Il servizio di *Resource Discovery* permette di ricercare un archivio archeologico fra quelli censiti nel *Registry*. Attualmente il *Registry* comprende i metadati di circa 2.000.000 archivi, assai eterogenei fra di loro. Si tratta infatti di singoli file, cartelle con file di testo, immagini e altri dati, database strutturati e così via. Come già detto, si tratta soltanto di una parte (quasi completa) dei metadati degli archivi gestiti dai partner. A fronte di queste dimensioni, il semplice censimento non risolve però i problemi del ricercatore interessato a una specifica questione. ARIADNE fornisce gli strumenti per individuare nel *Registry* le risorse pertinenti all'interesse del ricercatore che vi accede. Questa ricerca può essere fatta per parole chiave sulla descrizione dell'archivio oppure per *facets*, cioè basata su una classificazione degli archivi secondo soggetti predeterminati che nel caso specifico sono il periodo di riferimento, l'area geografica e la tipologia dei contenuti. In questo modo è possibile ricercare, ad esempio, gli archivi che contengono dati relativi al VI secolo a.C., oppure relativi all'area mediterranea o, infine, i soli archivi relativi a necropoli; oppure incrociare fra di loro tali criteri di selezione. È previsto anche l'uso di una *time line*, cioè di un asse temporale che individua visivamente l'intervallo temporale desiderato. È, infine, possibile visualizzare su una mappa gli archivi relativi a un'area specifica; in questa modalità, tuttavia, si potrebbero trascurare archivi che coprono un'area più vasta, come quelli nazionali, perché questa selezione su base geografica è significativa quando l'archivio riguarda un'area ristretta, mentre per archivi che coprono aree vaste, come ad esempio quello del MIBACT che copre tutto il territorio nazionale, tale informazione è invece rilevante solo a livello di record o di gruppi di record.

### 4 La standardizzazione

Un aspetto importante di ARIADNE riguarda la standardizzazione dei sistemi di documentazione archeologica. È infatti questo un passaggio preliminare all'integrazione e ancor di più all'interoperabilità, cioè alla 'fusione' virtuale del contenuto di archivi digitali distinti, che richiedono di essere ricondotti a una struttura comune. Per questo scopo è stato individuato il sistema CIDOC CRM (CIDOC-CRM 2015), un modello concettuale che

definisce una struttura formale per descrivere i concetti impliciti ed espliciti e le relazioni usati nella documentazione del patrimonio culturale. Si tratta dello standard ISO 21127:2014 ormai generalmente accettato come 'lo' standard e adottato da prestigiose istituzioni come il British Museum, l'Istituto Archeologico Germanico e molte altre.

A seguito della crescita spontanea dei sistemi di archiviazione digitale dei dati archeologici, sono stati utilizzati nel tempo sistemi diversi e incompatibili fra di loro per strutturare le informazioni. Anche quando è stato sviluppato nei primi anni 2000 il CIDOC CRM su iniziativa del CIDOC (Comitato Internazionale per la Documentazione di ICOM), l'associazione internazionale dei musei, la sua adozione è stata assai faticosa. Si è a lungo sostenuto (e ancora oggi talvolta accade) che fosse inutilmente complicato e di difficile applicazione. Ma, come per i compiti dei cattivi studenti, la difficoltà stava solo nella pigrizia mentale e nell'ignoranza di chi doveva utilizzarlo e non nelle qualità del sistema, che si è progressivamente affermato per il suo rigoroso apparato logico e formale.

Il CRM è alla base della costruzione di collegamenti fra sistemi di organizzazione dei dati diversi fra loro, che vengono 'mappati' sul CRM per stabilirne le corrispondenze. Un gruppo di ricercatori all'interno del progetto ha sviluppato uno standard per la gestione dei dati archeologici che è stato chiamato CRM<sub>Archeo</sub>. Questa estensione del CRM aggiunge categorie e relazioni specifiche del campo archeologico, ad esempio il concetto di 'unità stratigrafica' di uso corrente nella documentazione di scavo e non presente nella versione originale del CRM. Ulteriori specializzazioni sono in corso di realizzazione per casi particolari quali ad esempio i risultati di analisi scientifiche (il noto sistema di datazione basato sulla concentrazione dell'isotopo carbonio 14 nei reperti organici ne è un esempio) usati nel campo della ricerca archeologica, che producono sia informazioni precise sui reperti che collezioni di riferimento di fondamentale importanza per la loro classificazione. Oltre al già ricordato <sup>14</sup>C, vi sono molte tecnologie che permettono di caratterizzare i materiali e la loro provenienza, e tecniche come l'analisi del DNA che forniscono preziose informazioni sui resti umani e animali. Tutte queste tecniche si basano su repertori di riferimento, che vengono arricchiti dai risultati di ciascuna nuova analisi. Si tratta quindi di un settore in cui la disponibilità e la condivisione dei dati è, se possibile, ancora più importante

## **5 L'interoperabilità dei database**

ARIADNE intende integrare anche i sistemi più complessi presenti in alcuni dei paesi che vi partecipano o prodotti da ricerche archeologiche. Si tratta di database che è necessario prima di tutto standardizzare, cioè allineare con un sistema standard di organizzazione dei dati che ARIADNE

ha individuato nella specializzazione del CIDOC CRM per i dati archeologici sopra descritta. Tale operazione è attualmente testata su alcuni casi relativamente più semplici per procedere successivamente a quelli di maggiore complessità. Sono infatti già stati integrati, a livello appunto sperimentale, dei database numismatici forniti da varie nazioni, creando un unico punto di accesso per le ricerche su un database distribuito. In questo caso un'ulteriore difficoltà si presenta a livello linguistico perché gli archivi sono realizzati, naturalmente, nelle varie lingue nazionali. Se questo non costituisce un problema per la *Resource Discovery*, in quanto la descrizione dell'intero archivio è compilata appositamente per il *Registry* in lingua inglese, le chiavi di ricerca in un archivio integrato multilingue devono essere formulate in una qualunque delle lingue presenti (e preferibilmente anche in altre) e automaticamente risolte in tutte le lingue, utilizzando dei thesauri multilingue. La disponibilità di un thesaurus multilingue per la numismatica, creato in un progetto precedente, ha perciò favorito la scelta di questo settore. Per gli altri si procederà gradualmente all'armonizzazione dei thesauri disponibili, restringendo la scelta dei parametri di ricerca ai termini presenti in questi.

Il rilascio dello standard definitivo proposto per la documentazione archeologica e la creazione dei primi sistemi interoperabili, avvenuti nel corso dell'ultimo anno del progetto, costituiscono un'attività da continuare in un'eventuale prosecuzione del progetto stesso.

## 6 L'applicazione delle tecniche di *data mining*

Molti degli archivi censiti in ARIADNE sono documenti di testo: rapporti di scavo, relazioni di interventi, documentazione testuale in generale. Per questo tipo di dati l'unica informazione strutturata disponibile è la breve descrizione fornita insieme all'archivio stesso contenuta nel *Registry*. Si tratta comunque di un'informazione limitata, quindi a livello sperimentale si è attivata una ricerca basata sul *data mining*, cioè sull'indicizzazione dei testi mediante l'individuazione di termini specifici contenuti in thesauri o liste di termini. Questo tipo di applicazione è in stato di sviluppo avanzato per la lingua inglese, in cui sono scritti circa il 30% dei testi presenti negli archivi censiti, e per l'olandese, che fornisce una quota di testi di poco minore. Un'applicazione analoga viene sviluppata per l'italiano all'interno di un altro progetto europeo. Il problema è meno rilevante per il tedesco, in quanto in questi paese il sistema di archiviazione è organizzato in database e non come file 'sciolti' di testo, e quindi rientrano nel caso esaminato in precedenza. Si tratta comunque anche in questo caso di un'attività che si estende oltre la durata del progetto che ne vedrà solo una realizzazione a livello sperimentale, da completare anch'essa in un'eventuale prosecuzione.

## 7 Prospettive e problemi

Allo stato attuale, cioè fine 2017, ARIADNE ha realizzato completamente il *Registry* e il servizio di *Resource Discovery*, che quindi sono posti a disposizione della comunità di ricerca. Anche lo standard per la documentazione archeologica è in corso di pubblicazione con il necessario corredo di supporto (manuali, esempi, e così via). L'integrazione dei database, il *data mining* e altri servizi complementari sono invece disponibili solo a livello sperimentale, con una possibilità di completamento se il progetto verrà proseguito. A questo punto sarà disponibile un sistema che coprirà l'intera Europa permettendo l'accesso online a una vastissima mole di informazioni archeologiche e realizzando così un'infrastruttura digitale di dati corredata di idonei servizi di ricerca di informazioni, primo e fondamentale nucleo di un ecosistema su cui costruire un ambiente virtuale di ricerca come già esistono nel campo delle scienze biologiche, fisiche e chimiche. Si tratterà di uno strumento unico nel suo genere, di grande valore sia per la ricerca che, potenzialmente, per la conservazione, la gestione e la valorizzazione del patrimonio archeologico (Niccolucci 2015; Meghini et al. 2017).

Gli ostacoli che si frappongono al conseguimento di quest'obiettivo non sono insuperabili. A parte il reperimento delle risorse finanziarie necessarie che non sono così elevate come per altre discipline, aspetto su cui sembra inoltre esserci una sensibilità precisa nella Commissione Europea, vi sono una serie di passi che la comunità scientifica deve compiere.

La mentalità di condividere i propri dati e di favorirne il riuso è ormai un fatto consolidato e, come si è detto, un obbligo per tutti i ricercatori che appartengono alle istituzioni firmatarie della Dichiarazione di Berlino. È ormai sempre più ridotto il numero di quanti sostengono un improponibile diritto di autore a tutela dei dati prodotti dalla propria ricerca scientifica, ed è sempre più vasta l'accettazione dell'obbligo di garantirne l'accesso libero.

Si tratta quindi da un lato di rendere fluidi l'arricchimento di questa infrastruttura digitale e il suo accesso. Ciò comporta in primo luogo la creazione, dove già non esistono come nel Regno Unito, di reti nazionali di supporto per la creazione di sistemi di *hosting* degli archivi creati da singoli ricercatori o gruppi di ricerca, cui poter conferire gli archivi creati nel corso delle attività scientifiche. Per questo si devono definire procedure e politiche che da un lato ne facilitino l'integrazione, promuovendo l'uso di standard condivisi; dall'altro forniscano una 'remunerazione' in termini accademici per la creazione di tali archivi, da valutare come pubblicazioni scientifiche a tutti gli effetti. Questi sistemi di deposito dei dati potranno ovviare alle difficoltà che ancora s'incontrano a livello periferico/decentrato per pubblicare i propri database di ricerca, garantendone la qualità e la conservazione nel tempo. È sottinteso che si presuppone un livello di cultura interdisciplinare forse ancora solo parzialmente presente nel nostro paese, dove la formazione di esperti con competenze umanistiche

e informatiche è lasciata alla buona volontà dei singoli e considerata irrilevante a livello accademico, quando non dannosa per la carriera. Una volta superata la frammentazione degli archivi archeologici attraverso la loro integrazione nell'infrastruttura europea, sarà poi necessario superare la frammentazione dei meccanismi di accesso. Ancora oggi in ARIADNE, una volta individuato l'archivio che interessa tramite il servizio di *Resource Discovery*, per accedere ai dati effettivi presso il detentore degli archivi è necessario essere registrati e identificarsi con i consueti meccanismi di login. Per accedere ad archivi distribuiti, come nel nostro caso, occorre dunque in linea di principio essere registrati con tutti i fornitori di dati ed effettuare i diversi login, con una sarabanda di username e password potenzialmente diversi fra di loro e comunque frustranti. È perciò in corso di studio un'iniziativa che permetta un'unica identificazione con il sistema centrale (ad esempio quello di ARIADNE) il quale si farà carico di negoziare l'accesso con i vari sistemi che lo compongono, sul modello ormai consolidato di eduroam, la rete internazionale per il roaming dell'accesso a internet che consente agli appartenenti ai sistemi associati - in pratica a tutti i ricercatori accademici e degli enti di ricerca - di connettersi a internet in qualunque sede affiliata si trovino. Il sistema allo studio per le scienze umane, compresa l'archeologia, prevede di accogliere anche ricercatori *homeless*, ormai sempre più frequenti nel sistema della ricerca per la vasta presenza di figure non strutturate nel mondo della ricerca accademica. Aspetti quali il controllo di qualità dei dati, soluzioni per l'accesso unificato come quella sopra descritta, politiche per la gestione dei registri e per la standardizzazione della documentazione sono affrontati in un altro progetto europeo, PARTHENOS (*Pooling Activities, Resources and Tools for Heritage e-Research Networking, Optimization and Synergies*, cf. PARTHENOS 2015), che li considera nel quadro più generale delle scienze umane.

Lo scenario che si profila da qui a dieci anni è quello di una comunità collaborativa di ricercatori che integra le indispensabili ricerche sul campo e in laboratorio con l'accesso a biblioteche digitali specializzate aperte, riutilizzando i dati prodotti da altri ricercatori prima di loro. I sistemi integrati di dati saranno quello che sono state fino ad oggi le biblioteche, fonte di scambio di conoscenza e informazioni e di accesso al sapere sviluppato da altri, realizzando così in modo sempre aggiornato l'indicazione fornita quasi 200 anni fa da Gerhard: «nell'archeologia [...] gli sforzi di uno solo non possono conseguire veri progressi senza l'aiuto continuato e reciproco di molti altri, che mantenendo fra loro le più attive comunicazioni, facciano copia gli uni agli altri de' loro lumi e cognizioni» (Gerhard 1829, 3).

## 8 Riconoscimento

Il presente lavoro è stato supportato dal progetto ARIADNE, finanziato dalla Commissione Europea (contratto 313193) nel contesto del VII Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo, bando INFRA-2012-1.1.3. Le opinioni dell'autore non riflettono necessariamente quelle della Commissione Europea.

### Bibliografia

- ARIADNE (2015). URL <http://www.ariadne-infrastructure.eu> (2015-08-31).
- CIDOC-CRM (2015). URL <http://www.cidoc-crm.org> (2015-08-31).
- Gerhard, Friedrich W.E. (1829). «Osservazioni preliminari». *Annali dell'Istituto di Corrispondenza Archeologica*, 1, 3.
- Meghini, Carlo et al. (2017). «ARIADNE. A Research Infrastructure for Archaeology». De Santo, Massimo; Niccolucci, Franco; Richards, Julian D. (eds.), «Special Issue on Digital Infrastructure for Cultural Heritage», special issue, *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 10(2), issue 3, August 2017.
- Niccolucci, Franco (2013). «Un'infrastruttura di ricerca per l'archeologia. Il progetto ARIADNE». *Digitalia*, 2, 154-61.
- Niccolucci, Franco (2015). «Digital Archaeological Archives of Europe. Opportunities and Challenges». Schut, Peter A.C.; Scharff, Djurra; de Wit, Leonard C. (eds.), *Setting the Agenda. Giving New Meaning to the European Archaeological Heritage*. Budapest: Archaeolingua, 111-18.
- Niccolucci, Franco; Richards, Julian D. (2013). «ARIADNE. Advanced Research Infrastructures For Archaeological Dataset Networking in Europe». *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 7(1-2), 70-88.
- PARTHENOS (2015). URL <http://www.parthenos-project.eu> (2015-08-31).