

NOTE E RECENSIONI

Archeologia e Calcolatori
32.1, 2021, 489-492
<https://doi.org/10.19282/ac.32.1.2021.27>

Diritto d'autore, copyright e licenze Creative Commons

Per mantenere un alto livello di standard di pubblicazione, le riviste ad accesso aperto devono necessariamente confrontarsi con alcuni criteri inerenti l'accesso, l'apertura e la ricercabilità dei contenuti digitali, nonché il rispetto dei diritti degli autori. Nella presente nota, si intende portare l'attenzione su alcuni aspetti relativi a questa ultima tematica, oggetto di specifica riflessione in tempi recenti considerando che l'avvento della tecnologia digitale di massa e la diffusione di Internet su scala globale hanno necessariamente spinto il dibattito sui nuovi criteri da adottare in rapporto all'accesso universale ai dati. Come sottolinea S. ALIPRANDI (2013) «Il copyright è stato creato molto prima della nascita di Internet, e – così com'è – può rendere difficile svolgere legalmente le azioni che in rete diamo ormai per scontate: copiare, incollare, modificare un contenuto, e postarlo sul web. L'impostazione di default del diritto d'autore richiede che per fare tutte queste azioni si ottenga un permesso esplicito e concesso in anticipo, al di là che tu sia un artista, un insegnante, uno scienziato, un bibliotecario, un dirigente, o solo un semplice utente privato». La sempre maggiore disponibilità di dati digitali ha portato quindi necessariamente con sé un ripensamento, in chiave più elastica, del copyright tradizionale, fondato sul concetto di “tutti i diritti riservati” e la conseguente ricerca di un altro modello di gestione dei diritti d'autore, attuato tramite l'applicazione di nuove licenze d'uso.

Da una idea di Lawrence Lessig, giurista della Stanford University, è nata nel 2001 l'organizzazione non-profit Creative Commons. Il 16 dicembre 2002 sono stati lanciati i primi modelli di copyright “flessibile”, espressione di un nuovo modo di pensare i diritti d'autore per la rete, che permettesse agli autori di “aprire” le loro opere mantenendo riservati solo alcuni diritti (<https://creativecommons.org/>). Le licenze Creative Commons sono state pensate per le opere creative che per legge sono considerate tutelabili e tendono ad accentuare il profilo di protezione dei diritti morali, piuttosto che quello di sfruttamento commerciale dell'opera, essendo mirate soprattutto a diffondere l'opera con un riconoscimento della paternità e senza modificazioni. Esse sono dirette agli artisti, giornalisti, docenti, studiosi, istituzioni e creatori che vogliono condividere le loro opere in modo più ampio, secondo il modello “alcuni diritti riservati”.

Le licenze Creative Commons, originariamente in lingua inglese, sono state tradotte e adattate alle giurisdizioni di oltre 50 paesi da team di volontari, al fine di renderle sia più accessibili sia più solide in caso di controversia legale; oggi le licenze sono giunte alla versione 4, la prima a non avere differenti varianti nazionali: di essa infatti esiste unicamente una tipologia chiamata “international”.

Le licenze Creative Commons si avvalgono dei seguenti termini-chiave:

1. Attribution (BY): si tratta della forma più semplice e liberale, che permette di utilizzare, modificare, adattare, includere il materiale pubblicato, purché venga rispettata l'attribuzione originale;
2. Share Alike (SA): consente la circolazione dell'opera che, se trasformata o sviluppata, deve mantenere sempre la stessa licenza del materiale originario. Insieme alla licenza CC BY è quella che permette la maggiore libertà nell'uso del materiale pubblicato, il quale quindi può essere riutilizzato in modo pieno, illimitato, creativo e trasformativo.
3. No Commercial (NC): la licenza non consente lo sfruttamento dell'opera da parte dell'utente per fini commerciali o compenso monetario;
4. No derivatives (ND): la licenza non consente modifiche o alterazioni dell'opera, né un suo uso finalizzato alla creazione di una simile. Queste due ultime licenze costituiscono dunque un modello più restrittivo: la prima degli scopi di utilizzo, la seconda delle modalità.

Le combinazioni delle scelte sopraindicate generano le licenze CC elencate di seguito a partire da quella maggiormente permissiva. Come si può notare, l'elemento BY è sempre presente, e, data l'incompatibilità tra ND e SA, sono sei le differenti varianti di associazione risultanti (Fig. 1):

1. CC BY
2. CC BY-SA
3. CC BY-ND
4. CC BY-NC
5. CC BY-NC-ND
6. CC BY-NC-SA.

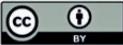
Le licenze Creative Commons			
	si può	non si può	si deve
	usare modificare distribuire		citare l'autore indicare le modifiche
	usare modificare distribuire		citare l'autore indicare le modifiche usare la stessa licenza
	usare distribuire	modificare	citare l'autore
	usare modificare distribuire	usare a fini commerciali	citare l'autore indicare le modifiche
	usare modificare distribuire	usare a fini commerciali	citare l'autore indicare le modifiche usare la stessa licenza
	usare distribuire	modificare usare a fini commerciali	citare l'autore

Fig. 1 – I sei tipi di licenze Creative Commons (da <https://susannaruffato.it/licenze-creative-commons/>).

Ogni licenza si compone di tre livelli, che sono distinti nella forma, ma coincidenti nella sostanza: il Legal Code, il Commons Deed e il Digital Code. Il primo è la licenza vera e propria, il documento esteso e giuridicamente vincolante tra le parti, che, scritto in modo tecnico, può risultare poco chiaro ai non esperti; il Commons Deed (lett. “atto per persone comuni”) costituisce invece la versione accessibile e sintetica del documento legale, di cui esprime i concetti chiave in poche righe, in modo da essere chiaro e comprensibile a tutti. Il terzo livello della licenza, il Digital Code, riguarda tutti i metadati che rendono la licenza facilmente rintracciabile dai motori di ricerca, così che le informazioni che la riguardano possono essere identificate e catalogate in modo automatico. Ogni licenza ha una sua versione grafica resa attraverso una rappresentazione simbolica che consente una immediata comprensione dei diritti anche ai non esperti. Il sito di Creative Commons offre anche un tool che guida l’utente nella scelta della licenza, fino ad arrivare a scaricare il codice HTML con il link alla stessa.

Oltre a queste sei tipologie di combinazioni esiste in realtà anche una settima possibilità, che è la cosiddetta CC0, la “waiver” (“atto di rinuncia”) in inglese. Si tratta del solo “strumento” che di fatto indica che un’opera è stata rilasciata in regime di pubblico dominio e che è quindi utilizzabile senza necessità di chiedere alcun permesso; con esso dunque l’autore libera l’opera da ogni vincolo, prima che avvenga la naturale scadenza dei 70 anni dalla morte (art. 25, L. 635/1941 come modificato da art. 17, L. 52/1996).

Le due licenze CC BY e CC BY-SA, insieme naturalmente alla CC0 di cui ora si è detto, sono quelle che si accordano appieno con la definizione di opera culturale libera, “free cultural work”, tanto che dal 2008 esiste anche un marchio specifico che sigilla questa condizione (Approved for free cultural works); queste tre stesse licenze, inoltre, nel 2014 sono state approvate dalla Open Knowledge Foundation come conformi alla Open Definition, che indica così la conoscenza aperta: «Open means anyone can freely access, use, modify, and share for any purpose (subject, at most, to requirements that preserve provenance and openness» (<http://opendefinition.org/>).

Per quanto riguarda le riviste open access, la Directory of Open Access Journal (DOAJ, <https://doaj.org/>) offre una serie di indicazioni relative alle licenze Creative Commons. DOAJ è un portale che raccoglie e offre accesso a oltre 10.000 riviste on-line open access, con un’ampia copertura sia in termini di discipline che di lingue e paesi di pubblicazione, con l’obiettivo di individuare e indicizzare i journal scientifici e accademici open access che utilizzano un sistema di controllo della qualità, a garanzia dei contenuti pubblicati. DOAJ raccomanda agli editori ad accesso aperto l’uso delle licenze Creative Commons come best practice, poiché si tratta di licenze gratuite create su misura per soddisfare le esigenze dell’open access. Dal marzo 2014, insieme ai nuovi criteri di inclusione resi necessari dal gran numero di riviste interessate ad essere inserite nella Directory, è stato creato anche il “sigillo di DOAJ”, che “premia” quelle riviste che rispettano, sotto molteplici aspetti, un alto standard di pubblicazione open, indipendentemente dal fatto che esse chiedano o meno agli autori una quota per le spese di pubblicazione (Article Processing Charge, APC). Per quanto riguarda le licenze, quelle che consentono la possibilità di avere il sigillo sono la CC BY, la CC BY-SA, che come abbiamo visto sono quelle che garantiscono un più ampio riuso dei materiali pubblicati, ma anche la CC BY-NC è permessa.

Se si fa riferimento al settore archeologico, tra le 126 riviste incluse nella Directory, la tipologia delle licenze appare piuttosto varia. La maggior parte (47) ha scelto la più libera CC BY, ma molte (33) anche la più restrittiva CC BY-NC-ND, che è quella che comunque offre la maggiore tutela agli autori e al contempo agli editori, che possono produrre anche opere a stampa contemporaneamente alle edizioni digitali. Quasi equivalenti i numeri per CC BY-NC-SA (19) e CC BY-NC (17), mentre decisamente meno numerose sono quelle con licenza CC BY-SA (9) e CC BY-ND (1). Nell'ambito della comune politica open access, le riviste scientifiche mantengono dunque una certa autonomia nella scelta di come rendere condivisi e fruibili i contenuti pubblicati in un momento storico in cui la diffusione del pensiero e del sapere avviene sempre più per via telematica.

ALESSANDRA CARVALE

Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale – CNR
alessandra.caravale@cnr.it

BIBLIOGRAFIA

- ALIPRANDI S. 2013, *Creative Commons. Manuale operativo*, Lecce, Sum Edizioni (<http://www.didatticaduepuntozero.it/d20/books/creativecommons.pdf>).
- ALIPRANDI S. 2017, *Fare Open Access*, Milano, Ledizioni (<https://books.openedition.org/ledizioni/5161>).
- MORANDO F. 2017, *Conoscenza aperta. L'utilizzo delle licenze Creative Commons nell'ambito dei Beni Culturali*, «IBC», 25 (<http://rivista.ibc.regione.emilia-romagna.it/xw-201701/xw-201701-a0001>).
- PIANA C. 2018, *Open source, software libero e altre libertà*, Milano, Ledizioni (<https://books.openedition.org/ledizioni/5642?lang=it>).

Archeologia e Calcolatori

32.1, 2021, 492-496

<https://doi.org/10.19282/ac.32.1.2021.28>

A. DEL BIMBO *et al.* (eds.), *Pattern Recognition. ICPR International Workshops and Challenges Virtual Event, January 10-15, 2021, Proceedings, Part VII, 2nd International Workshop on Pattern Recognition for Cultural Heritage* (LNCS, vol. 12667), Springer 2021.

Dal 10 al 15 Gennaio 2021 si è tenuto, in forma virtuale e ricalendarizzato a causa delle restrizioni pandemiche, l'IPCR2020 (25th International Conference of Pattern Recognition). I 416 articoli, selezionati fra circa 700 proposte, sono stati pubblicati in 8 volumi¹ per Springer, nel 2021, nella serie Lecture Notes in Computer Science Series (LNCS). Gli Atti sono organizzati in specifici cluster tematici, in parte

¹ A cura di Alberto Del Bimbo, Rita Cucchiara, Stan Sclaroff, Giovanni Maria Farinella, Tao Mei, Marco Bertini, Hugo Jair Escalante, Roberto Vezzani. Piano dell'opera e indice dei volume al link <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-68790-8#volumes>.

derivanti dalla Conferenza principale e in parte da 46 workshop ad essa collegati. La varietà di tali nuclei illustra efficacemente l'interesse trasversale per il tema dell'apprendimento automatico, spaziando dal Machine Learning (ML) alla Computer Vision, dalla robotica alla biometrica e all'egovision, ai sistemi di tracciamento intelligente, all'elaborazione di immagini e segnali, con innumerevoli applicazioni nel campo delle scienze mediche, sociali, giuridiche, dell'ambiente, dell'alimentazione e del patrimonio culturale.

A quest'ultimo ambito, in particolare, è dedicata gran parte del volume VII degli Atti, che ospitano i risultati del 2nd *International Workshop on Pattern Recognition for Cultural Heritage*². Il workshop è stato finalizzato alla discussione dello sviluppo di tecnologie e soluzioni di PR/AI per l'analisi, la ricostruzione e la conoscenza di dati digitali relativi al patrimonio culturale e già esistenti (scansioni di documenti e manufatti, mappe, musica digitale, etc.), intesi come punto d'avvio per lo sviluppo di metodologie innovative per la creazione di ulteriori materiali digitali come modelli matematici di apprendimento, applicazioni robotiche, realtà aumentata, serious game.

Innovazione tecnologica e digitale sono tra i principali contenuti dell'azione del CNR, anche specificamente rivolta a queste tematiche. Tra le istituzioni di afferenza dei membri del Comitato organizzatore di PatReCH2020 figura, infatti, anche il CNR-ISTI (Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"), alcune delle cui linee di ricerca sono indirizzate alle tecnologie visuali (Segnali e Immagini; Visual Computing) e all'intelligenza artificiale, con particolare riguardo alle applicazioni ai Beni Culturali.

Gli Atti del workshop costituiscono un interessante strumento di riflessione e aggiornamento sulle sfide specifiche che i Beni Culturali pongono all'apprendimento automatico. Gli argomenti dei contributi consentono di enucleare efficacemente i temi attualmente al centro del dibattito scientifico intorno all'uso dell'Intelligenza Artificiale (IA) in questo ambito, i quali spesso si sovrappongono e si intrecciano all'interno dei singoli lavori, riguardando, appunto, challenge comuni e intrinseche ai materiali storici.

In una recentissima ricognizione delle applicazioni di Machine Learning ai Beni Culturali nell'ultimo quinquennio³, Marco Fiorucci *et al.* hanno indicato nel numero limitato di training dataset disponibili uno degli ostacoli principali per la diffusione di tali metodi rispetto ad altri ambiti, come quello delle bioimmagini. Questo tema, indubbiamente centrale e a monte sia della clusterizzazione dei dati sia dei processi di apprendimento, è affrontato in diversi contributi degli Atti, come per esempio quello di C. Kiourt e V. Evangelidis (*AnCoins: image-based automated identification of ancient coins through transfer learning approaches*, 54-67) dedicato alla costituzione di dataset numismatici, dai metodi di acquisizione digitale, alle *identification features* specifiche per le monete. Fanno eccezione i dataset relativi a fonti di tipo testuale, a cui è dedicato il maggior numero dei contributi degli Atti, data anche la

² <https://doi.org/10.1007/978-3-030-68787-8>. Ringrazio il prof. Filippo Stanco, tra gli organizzatori del workshop e membro del Chair Committee, e il dott. Dario Allegra, dell'Università degli Studi di Catania, per il pronto e amichevole supporto nel consentirmi la lettura degli Atti per la recensione.

³ FIORUCCI M. *et al.* 2020, *Machine Learning for Cultural Heritage: A survey*, «Pattern Recognition Letters», 133, 102-108, <https://doi.org/10.1016/J.PATREC.2020.02.017>.

lunga tradizione di metodi di analisi statistica nell'ambito linguistico e la vitalità della comunità scientifica internazionale, che dispone di specifiche occasioni di incontro sui temi degli Atti, come l'ICDAR, International Conference on Document Analysis and Recognition.

La paleografia digitale fa oggi un largo uso del ML, affrontando difficoltà specifiche della disciplina: S. Brenner e R. Sablatng (*Subjective Assessments of Legibility in Ancient Manuscript. Images – The SALAMI Dataset*, 68-82) si concentrano sul tema molto attuale dei testi manoscritti, non solo lacunosi perché fisicamente degradati, ma esposti ad una variabile soggettiva nell'interpretazione che necessita di passaggi peculiari ai fini dell'automatizzazione dei processi di riconoscimento. M.O. Tamrin *et al.* (*Simultaneous detection of regular patterns in ancient manuscripts using GAN-based deep unsupervised segmentation*, 279-291; *A two-stage unsupervised deep learning framework for degradation removal in ancient documents*, 293-303) presentano un modello non supervisionato GAN-based per la segmentazione di manoscritti e l'eliminazione di "rumori" in supporti degradati. Il superamento delle difficoltà derivanti dal deterioramento è un obiettivo presente in molti altri contributi, come anche quello di N.D. Cilia *et al.* (*PapyRow: a dataset of row images from ancient Greek papyri for writers identification*, 223-234), che presenta un dataset di papiri del VI secolo a.C. ritornando sull'importanza di dataset ben popolati, e si focalizza sulle tecniche di ottimizzazione delle immagini e segmentazione delle linee testuali, volti a minimizzare l'impatto del degrado dei materiali.

Le competenze spesso estremamente specialistiche necessarie a questo tipo di studi determinano talvolta la paradossale inaccessibilità dei suoi propri materiali allo studioso di formazione umanistica. Tale fenomeno ha stimolato lo sviluppo di strumenti visual programming based centrati sull'utente, con interfacce intuitive che consentano l'analisi di feature nei documentati testuali, come l'Advanced Manuscript Analysis Portal (AMAP), destinato a utilizzatori non esperti in programmazione e presentato nell'articolo di P.S. Pandey *et al.* (*Analysis of ancient documents: the case of magical signs in Jewish manuscripts*, 156-170) sui segni magici nei manoscritti giudaici.

La creazione di uno strumento software interattivo e di dataset interrogabili a partire da opere a stampa di ampio respiro non indicizzate è presentata nell'articolo di C. Rouillet *et al.* (*Transfer learning methods for extracting, classifying and searching large collection of historical images and their captions*, 185-199) che, nell'ambito del Virtual Pompeii Project, utilizza il caso studio degli 11 volumi di *Pompei: Pitture e Mosaici*, contenente oltre 20.000 immagini storiche annotate. Utilità di classificazione e di estrazione secondo similarità tra immagini e tra didascalie sono tra le possibilità offerte dal tool presentato.

Decisamente più rari sono i repository di dati 3D relativi ai Beni Culturali, sebbene nuovi strumenti applicativi come ArchAIDE abbiano molto sensibilizzato alcuni ambiti come l'archeologia sull'uso del ML, in particolare in ceramologia, e la diffusione della Structure from Motion (SfM) come tecnica di rilievo low cost e user friendly abbia reso comunemente accessibile la creazione di documentazione digitale tridimensionale. Problemi di accuratezza e risoluzione in rapporto agli obiettivi e alle tecniche di post-processing, di registrazione di numerose nuvole di punti, di gestibilità di modelli complessi rimangono oggetto di dibattito. Questi temi sono affrontati in alcuni articoli degli Atti, talora con proposte sperimentali come quella di T. Pribanić

et al. (*Can OpenPose be used as a 3D registration method for 3D scans of Cultural Heritage artifacts*, 83-96), che hanno utilizzato il modello di deep learning OpenPose, dedicato al riconoscimento della figura umana in differenti pose e scenari per la registrazioni di nuvole di punti di manufatti archeologici.

L'articolo di G. Gallo *et al.* (*Abstracting stone walls for visualization and analysis*, 215-222), a cui ha partecipato anche chi scrive, e che è dedicato all'analisi quantitativa delle architetture antiche da modelli 3D fotogrammetrici, si confronta con alcune sfide peculiari quali l'estrema esiguità di dataset tridimensionali relativi a questa classe di manufatti archeologici, nonché di vocabolari standard relativi alle tecniche murarie e i materiali edilizi, soprattutto in contesti e cronologie specifici; la segmentazione automatica di modelli 3D; il clustering gerarchico di oggetti secondo concetti simili a quelli del BIM, ma riferito ad elementi particolarmente irregolari e dunque scarsamente predittivi, che richiedono un approccio di apprendimento rigorosamente supervisionato.

Questo tema dell'irregolarità degli oggetti, in particolare, rappresenta una difficoltà che riguarda più ampiamente gli studiosi del patrimonio culturale che vogliano occuparsi di ML e cioè la classificazione e l'analisi dei propri materiali rispetto a quelli per i quali i modelli teorici di riferimento sono stati generati. Così, per esempio, anche il contributo di C. Ostertag e M. Beurton-Aimar (*Using graph neural networks to reconstruct ancient documents*, 39-53) sull'uso di reti neurali artificiali nella ricostruzione di documenti frammentari antichi (epigrafi, papiri, ceramica), dove la già nota *puzzle resolution*⁴ deve essere adattata a frammenti non indicativi della forma dell'oggetto, in quanto aventi margini consunti e modificati nel tempo. Piuttosto che un intero dataset di immagini, lo studio prende in esame ogni singola coppia di tale insieme e interpreta la ricostruzione di immagini da frammenti come una questione di classificazione dei margini (*edge classification*), in cui ogni margine è rappresentato come il nodo di un grafo e parte di un Graph Neural Network (GNN). Attraverso tale sistema un modello di AssemblyGraphNet è stato proposto, con una performance superiore rispetto agli studi precedenti.

Gli Atti "fotografano" efficacemente come, mentre la riflessione sui processi di segmentazione possiede già un robusto corpo teorico nelle applicazioni ai dati e materiali testuali (papiri, pergamene, manoscritti in genere, epigrafi, testi a stampa, etc.), il problema della segmentazione delle architetture cominci solo adesso ad imporsi all'attenzione degli studiosi dei Beni Culturali che utilizzano l'IA⁵. Soprattutto le finalità di monitoraggio e conservazione del patrimonio culturale outdoor spingono attualmente in questa direzione, come sottolineato da alcuni contributi, tra cui quello di K. Idjaton *et al.* (*Stone-by-stone segmentation for monitoring large historical monuments using deep neural networks*, 235-248) che si focalizza poi su alcune criticità in termini ergonomici,

⁴ KLEBER F., SABLATNIG R. 2009, *A survey of techniques for document and archaeology artefact reconstruction*, in *Proceedings of 10th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*, 26-29 July 2009, 1061-1065, <https://doi.org/10.1109/ICDAR.2009.154>.

⁵ Su questi temi vedi: GRILLI E., DININNO D., PETRUCCI G., REMONDINO F. 2018, *From 2D to 3D supervised segmentation and classification for cultural heritage applications*, «International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», 42, 2, 399-406, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-399-2018>.

quale la segmentazione manuale “pietra per pietra” delle architetture, e presenta alcuni algoritmi che ne consentono l’automazione per l’analisi di ortomosaici 2D.

Da un altro canto, i dataset tridimensionali possono risultare disallineati rispetto ai principi FAIR e in particolare a quello della riusabilità. Questo interessante punto di vista emerge dal contributo di A. Frisky *et al.* (*MCCNet: multi-color cascade network with weight transfer for single image depth prediction on outdoor relief images*, 263-278), che sottolineano come i dati sorgente dei modelli virtuali fotogrammetrici, cioè le singole fotografie di partenza, siano quasi sempre non disponibili rispetto all’elaborato finale, impedendone altre forme di processamento e utilizzo. È il caso delle immagini 2.5D, elaborate da singole posizioni di ripresa o singole fotografie secondo il metodo SIR (Single Image Reconstruction) e attraverso la stima delle mappe di profondità (Single Image Depth Prediction), utili nel caso di oggetti di cui non sia richiesta la documentazione del retro, come per esempio le decorazioni architettoniche a rilievo.

Il problema della ricerca aperta è esplicitamente affrontato nell’articolo di G. Skifas *et al.* (*Quaternion generative adversarial networks for inscription detection in Byzantine monuments*, 171-184), che si muove in un’ottica completamente open source e che mette a disposizione il link al codice sorgente per l’utilizzo di una variante dei GAN (Generative Adversarial Networks) nell’analisi delle epigrafi e, in generale, per lo studio di immagini multicanale. Anche il riconoscimento automatico di altri tipi di immagine, e cioè, quelle iperspettrali sta registrando un crescente interesse nell’ambito dei Beni Culturali, in passato legato soprattutto agli usi nel remote sensing.

Meno rappresentato negli Atti è, invece, il grande comparto della valorizzazione e fruizione del patrimonio culturale. Da nuovi Sistemi di raccomandazione per lo storytelling digitale (M. Casillo *et al.*, *Recommender system for digital storytelling: a novel approach to enhance cultural heritage*, 304-317), a nuove piattaforme di orchestrazione dei servizi (F. Clarizia *et al.*, *A contextual approach for coastal tourism and Cultural Heritage enhancing*, 318-325), i contributi dedicati al turismo 2.0, basato sulle ICT, mostrano come la valorizzazione contemporanea si ispiri al paradigma smart city, con l’ambizione di creare un discorso partecipato tra gli attori generatori di contenuti (istituzioni, musei, comunità, aziende e individui) e l’utente finale.

Il contributo del digitale a questi scopi è al centro del lavoro di D. Tanasi, S. Hassam e K. Kingsland (*Underground archaeology: photogrammetry and terrestrial laser scanning of the Hypogeum of Crispia Salvia (Marsala, Italy)*, 353-367) che chiude gli Atti e presenta il rilievo dell’Ipogeo di Crispia Salvia a Marsala, realizzato sia con tecnica SfM, sia attraverso scansione laser, nell’ambito di un più vasto progetto di acquisizione digitale di strutture ipogee in Sicilia. Oltre che sulle tecniche e gli strumenti utilizzati, il lavoro si sofferma sulle potenzialità della documentazione tridimensionale di queste architetture in negativo, nella direzione sia della fruizione e della disseminazione, sia degli ulteriori utilizzi delle basi documentali. Tra questi, si segnala l’anastilosi virtuale degli affreschi decorativi attraverso l’uso del ML e della pattern recognition. Un’utile ricognizione bibliografica dei più recenti studi di ML in archeologia è proposta nell’introduzione.

FRANCESCA BUSCEMI

Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale – CNR
francesca.busce mi@cnr.it

Archeologia e Calcolatori
 32.1, 2021, 497-500
<https://doi.org/10.19282/ac.32.1.2021.29>

R. VECCHIATTINI (ed.), *La datazione delle malte in architettura tra archeologia e archeometria*, «Archeologia dell'Architettura», 24, 2019, 1-119.

Nel numero 24 della rivista «Archeologia dell'Architettura», Supplemento della rivista «Archeologia Medievale», è stata pubblicata a cura di R. Vecchiattini una monografia sui metodi archeologici e archeometrici di datazione delle malte storiche. Come osserva la stessa Vecchiattini nell'intervento introduttivo, pubblicato sia in italiano sia in inglese (*Datate la malta. Alcuni metodi e applicazioni a confronto/ Mortar dating. A comparison of some methods and applications*), il tema della datazione di edifici antichi è di estrema rilevanza sia dal punto di vista archeologico che architettonico. Il concetto principale del volume è sinteticamente espresso dall'autrice «Se l'analisi stratigrafica aiuta a studiare gli edifici formando una sequenza ordinata di parti e attività costruttive, è solo l'applicazione dei molteplici metodi di datazione, archeologici e archeometrici, che riesce a fissare dei punti nella linea del tempo e consente di calare gli oggetti nel tempo storico».

Infatti, l'impiego di metodi analitici per la caratterizzazione dei materiali del costruito storico permette di interpretare la tecnica di costruzione e conseguentemente di determinarne la datazione. Tra i materiali, in particolare la malta risulta il migliore indicatore cronologico in quanto è funzionale alla costruzione di un edificio, non può essere riciclata come può avvenire per altre parti e, una volta fatta presa e completato il processo di carbonatazione, la sua messa in opera è estremamente durevole. Inoltre, la composizione principalmente di calcite (CaCO_3) e di altri carbonati, ad esempio dolomite, consente di ottenere una datazione assoluta attendibile che deriva dalla misurazione dell'anidride carbonica assorbita durante la fase di carbonatazione.

Il volume ha un'impostazione prevalentemente metodologica destinata agli addetti ai lavori; vengono infatti presentati diversi metodi di datazione al radiocarbonio della calce aerea o idraulica, mentre per il legante si propone la tecnica della termoluminescenza. Tutti i metodi applicati sono illustrati attraverso specifici casi di studio.

Il volume si apre con il contributo di un team interdisciplinare di studiosi danesi e finlandesi (A. Lindroos, J. Heinemeier, Å. Ringbom, *Radiocarbon dating of lime mortars. The sequential dissolution method*), che propongono un metodo di dissoluzione sequenziale parziale in acido ortofosforico dei carbonati presenti nelle malte per poter separare le diverse frazioni di CO_2 che consentono la datazione al ^{14}C in date storiche assolute, ovvero anni BP. L'articolo di G. Pesce (*Radiocarbon dating of lime lumps: current and future challenges*) fa poi un excursus sulla tecnica di datazione, indicando l'impiego dei soli grumi di calce pura, composti generalmente da calcite cristallina, presenti nella matrice della malta e non contaminati da aggregati di sabbia né da altre impurità silicee, come il quarzo. Essi sono riconoscibili nell'impasto della malta perché si presentano bianchi e compatti e, una volta separati, possono essere datati al ^{14}C . Tuttavia, l'autore sottolinea come le malte impiegate per gli allettamenti contengano raramente i grumi, che sono invece presenti nei nuclei cementizi. Inoltre, in caso di calce magnesiacca il metodo proposto non funziona, quindi si conclude come sia necessaria una caratterizzazione preliminare

dei carbonati per poter effettuare datazioni affidabili e che la tecnica con grumi di calce è complementare e non sostitutiva di quella della datazione al radiocarbonio di interi campioni di malta.

Proprio sull'impiego dei grumi di calce torna anche R. Vecchiattini (*Precisione ed esattezza della tecnica di datazione del radiocarbonio applicata ai "grumi di calce" contenuti nelle malte storiche. Una ricerca in corso*), ricordando come in Italia la tecnica di datazione al radiocarbonio dei grumi di calce si sia sviluppata a partire da un'intuizione di T. Mannoni, il quale in un articolo del 2002 identificò e analizzò un grumo di calce e carboni di legno all'interno di una muratura del sito fortificato di Castello Aghinolfi (Massa Carrara). Tra il 2008 e il 2019, l'analisi dei grumi combinata con la Spettrometria di Massa con Acceleratore-AMS è stata applicata sia a siti archeologici e complessi monumentali, quali, ad esempio, il Colosseo, sia a chiese e castelli. L'autrice discute la natura di tali grumi e sostiene l'ipotesi che siano grumi di calce spenta (idrossido di calcio) che si sono carbonatati durante la permanenza in fossa, cioè prima della messa in opera. Quindi, si sostiene che, proprio partendo dal presupposto che la calce venisse spenta immediatamente prima dell'impiego, si potrebbe addirittura arrivare alla datazione del lasso di tempo intercorso tra il cantiere con la preparazione della calce e la posa nella muratura. Tuttavia, si sottolinea come sussista il problema della caratterizzazione che è efficace su grumi formati da calcite pura, mentre risulta più complessa nel momento in cui questi contengano sia calcite che magnesite, quando sono state impiegate come legante della calce dolomitica e magnesiaca. La datazione al radiocarbonio di questi ultimi grumi può, comunque, essere condotta, ma sarebbe opportuno verificarne i risultati con la termoluminescenza sui mattoni, legati dalle malte in oggetto e integrati da analisi stratigrafica, associata allo studio cronotipologico delle malte e delle murature.

S. Roascio, A. Decri e S. Scrivano (*Il sito di San Calocero di Albenga (SV). Approcci integrati di Archeologia dell'Architettura: dalle indagini minero-petrografiche alla datazione radiocarbonica dei "grumi di calce"*) presentano la metodologia precedentemente descritta applicata al sito di San Calocero di Albenga, con analisi archeometriche su legante e aggregati nelle malte. I risultati su murature e pavimenti con datazione archeologica attesa tra III e V secolo d.C. sono in gran parte compatibili, ma gli autori sottolineano come le analisi al radiocarbonio possano essere effettuate solo su pochi campioni e come questi non sempre si rivelino adatti. Importante anche il contributo di A. Boato e R. Vecchiattini (*Le fasi costruttive medievali della chiesa di Sant'Ampelio a Bordighera (IM). Una nuova proposta di ricostruzione storica in accordo con le datazioni ^{14}C delle malte*) sulle fasi costruttive medievali della chiesa di Sant'Ampelio a Bordighera, il quale giunge a simili conclusioni sulle interessanti possibilità fornite dalle datazioni al radiocarbonio che però presentano alcuni aspetti problematici non del tutto risolti, quali la raccolta di campioni significativi, le alterazioni chimiche a cui sono sottoposte le malte esposte alle acque atmosferiche e le difficoltà di lettura stratigrafica.

P. Ricci, C. Germinario e C. Lubritto (*Mortar Radiocarbon Dating: Cryo2Sonic sample preparation procedure. Method and applications*) presentano la procedura Cryo2Sonic sempre su grani di calce, che consiste in un protocollo standardizzato per la preparazione dei campioni di malte archeologiche per la datazione al ^{14}C , con esempi di applicazione a Modena, nella basilica di Ponte della Lama a Canosa di Puglia

e in tre castelli medievali in Andalusia (Spagna). Segue il contributo di F. Marzaioli *et al.* (*Investigation of pre-screening and cost-effective tools for Mortar dating at CIRCE and CIRCe: data from the usage of ^{13}C in the framework synthetic samples*), nell'ambito delle ricerche congiunte del progetto Mortar Dating Intercomparison Study (MODIS) dei laboratori CIRCE (Università della Campania "Luigi Vanvitelli") e CIRCe (Università di Padova), in cui si presenta un modello di datazione di malte basato sui rapporti isotopici del radiocarbonio, testato su malte sintetiche prodotte in laboratorio e funzionale come attività pre-screening all'analisi di malte storiche. Un diverso metodo di datazione delle malte è proposto da P. Urbanová (*Luminescence dating of mortars by "single grain" procedure and its potential for building archaeology*); tale metodo consiste nell'analisi a termoluminescenza con la tecnica a "grano singolo" (SG-OL) dei grani di quarzo, che l'autrice suggerisce di combinare con la stessa analisi ai mattoni per ottenere datazioni più accurate di strutture antiche.

Tale metodologia viene poi applicata nel contributo di J.-B. Javel, P. Urbanová, P. Guibert, H. Gaillard (*Chronological study of the Saint-Jean-Baptiste de la Cité chapel in Périgueux, France: the contribution of mortar luminescence dating to the history of local Christianity*) alla cappella di Saint-Jean-Baptiste, costruita su strutture romane della fine del III secolo d.C. nella chiesa medievale di Saint-Etienne a Périgueux in Dordogna. Per ottenere risultati con la termoluminescenza con metodo "a grano singolo", gli autori sottolineano l'importanza del campionamento di malte che non siano state esposte alla luce. L'ultimo contributo metodologico di R. Ricci (*L'uso dell'analisi mineralogico-petrografica dell'aggregato per lo studio e la datazione delle malte storiche*) indica come sia fondamentale la fase di studio delle malte e la loro caratterizzazione mineralogica-petrografica prima dell'applicazione di ogni altro metodo di datazione; queste analisi, infatti, consentono di determinare le caratteristiche meccaniche delle malte e il loro comportamento chimico-fisico verso gli agenti di degrado. Rifacendosi alle ricerche di Mannoni, l'autore presenta i risultati su campioni di malte provenienti da Genova, Chiavari e Savona.

In conclusione, la monografia raccoglie i più recenti contributi metodologici sul tema cruciale, in ambito archeologico, della datazione delle malte tramite analisi a radiocarbonio e termoluminescenza, metodologie con protocolli ormai consolidati nella ricerca archeologica e storica, ma che richiedono competenze e laboratori altamente specializzati. Il valore del volume risiede proprio nel presentare l'evoluzione della ricerca sulle datazioni perché, generalmente, nella letteratura scientifica le malte romane e medievali sono state oggetto di numerosi studi archeometrici volti solamente a determinarne composizione, tecnologia di produzione, provenienza delle materie prime. I casi di studio presentati, però, dimostrano anche i limiti delle tecniche di datazione al radiocarbonio che possono essere influenzate dal campionamento, il che rende imprescindibile un preliminare, attento studio stratigrafico della muratura. Inoltre, un altro aspetto della tecnica da tenere in considerazione è quello della sensibilità dello strumento che, nonostante la calibrazione, basata su complessi algoritmi matematico-statistici, fornisce un'attendibilità intorno al 90% in un range cronologico di un paio secoli, tali limiti però possono essere migliorati con una tecnica avanzata di calibrazione basata su un approccio statistico bayesiano che combina le informazioni ottenute dalla datazione con ipotesi note sulla datazione dei campioni, dal punto di vista archeologico.

Come dimostrato in diversi contributi, lo studio crono-tipologico delle malte e delle murature costituisce, infatti, il punto di partenza ed un supporto fondamentale alle tecniche per la loro datazione. Sarebbe, quindi, interessante, alla luce dei risultati presentati in questo volume, poter implementare anche analisi archeometriche e datazioni al radiocarbonio all'interno di banche dati per l'archeologia dell'architettura antica e medievale, che sono strumenti importanti di supporto alla ricerca. Per il mondo romano è fondamentale il progetto ACOR database (*Atlas of Roman construction techniques*) che costituisce un corpus di tecniche, identificate secondo i principali elementi caratterizzanti delle singole strutture murarie, posizionate all'interno degli edifici e dei siti di appartenenza, quindi, oltre ai moduli di ricerca testuale è possibile consultare la banca dati partendo anche dalla cartografia. Per il mondo medievale si segnala *L'Abaco delle Murature* (<https://www.abacomurature.it/index.php>), un database online contenente lo studio di edifici georeferenziati in Toscana, con anche i risultati di analisi di malte e prove sperimentali su pannelli murari.

LETIZIA CECCARELLI

Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"

Politecnico di Milano

letizia.ceccarelli@polimi.it

