

Arte e tecnica dei ponti romani in pietra

a cura di
Carlo Inglese e Leonardo Paris



Collana Materiali e documenti 58

Arte e tecnica dei ponti romani in pietra

a cura di
Carlo Inglese e Leonardo Paris



SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

2020

Il presente volume è stato pubblicato grazie al finanziamento
Progetto di Università Medio - Anno: 2015 - prot. C26A15SRLR

Gli elaborati grafici, le cui dimensioni e alta risoluzione
non sono compatibili con il formato della presente pubblicazione,
sono reperibili al seguente link: <http://www.editricesapienza.it/node/7935>

Copyright © 2020

Sapienza Università Editrice

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it

editrice.sapienza@uniroma1.it

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

ISBN 978-88-9377-150-4

DOI 10.13133/9788893771504

Pubblicato a luglio 2020



Quest'opera è distribuita
con licenza Creative Commons 3.0
diffusa in modalità *open access*.

Cura redazionale: Monica Filippa

Impaginazione/layout a cura di: Carlo Inglese, Leonardo Paris, Monica Filippa

In copertina: Il Ponte di Augusto a Narni (elaborazione grafica di Leonardo Paris)

*L'eurythmia o armonia è quella bellezza
dell'insieme che risulta dal perfetto accordo
delle parti.*

*Si ottiene quando tutti i dettagli dell'opera
si corrispondono simmetricamente
in altezza, larghezza e lunghezza.*

MARCO VITRUVIO POLLIONE
De Architectura, Libro I, cap. II

Indice

Presentazione	1
<i>Carlo Bianchini</i>	
I ponti lapidei di epoca romana. Ricerca e sperimentazione interdisciplinare	3
<i>Carlo Inglese, Leonardo Paris</i>	
Prima parte	
Rilievo e modellazione digitale: acquisizione, elaborazione, interpretazione	15
<i>Carlo Inglese, Leonardo Paris</i>	
Fonti iconografiche per lo studio dei ponti di Roma: il Ponte Emilio e il Ponte Fabricio	29
<i>Paola Quattrini, Monica Filippa</i>	
Rappresentazione multimediale e interattiva per i ponti romani	59
<i>Tommaso Empler, Adriana Caldarone</i>	
La raccolta dati in ambiente QGIS per un modello territoriale nazionale dei ponti antichi	77
<i>Francesca Pierdominici</i>	
Analisi formale, costruttiva e dimensionale dei ponti romani lapidei	101
<i>Carlo Inglese, Leonardo Paris</i>	

Seconda parte

Ponte Emilio a Roma	117
<i>Giulia Umana</i>	
Ponte Fabricio a Roma	137
<i>Carlo Inglese, Daniele Maiorino</i>	
Ponte di Augusto a Narni	153
<i>Maria Laura Rossi</i>	
Ponte romano a Rieti	173
<i>Leonardo Paris</i>	
Ponte romano ad Alcántara in Spagna	189
<i>Carlo Inglese, Antonio Pizzzo, Roberto Barni</i>	
Bibliografia generale	205
Autori	215

I ponti lapidei di epoca romana. Ricerca e sperimentazione interdisciplinare

Carlo Inglese, Leonardo Paris

1. Introduzione

I resti di un antico ponte sono la rappresentazione tangibile di un affascinante rapporto tra forze contrastanti: da un lato quelle naturali, riferite a contesti ambientali spesso impervi, dall'altro quelle antropiche tese a risolvere, grazie alla tecnica, problemi di gestione e sfruttamento del territorio. Seppure in alcuni casi il contesto ambientale risulta essere fortemente trasformato, questo delicato rapporto, questa tensione tra forze è ancora oggi percepibile non essendo mutati i principali elementi costitutivi.

La valenza archeologica dei resti di un antico ponte viene accentuata da specificità di diverso tipo: considerazioni di carattere costruttivo che rimandano in primo luogo all'evoluzione della tecnica di costruzione di infrastrutture di notevoli dimensioni; valutazioni legate agli aspetti orografici che ne hanno condizionato l'ubicazione, la realizzazione e le fasi di utilizzo; aspetti di natura estetica per cui strutture di questo tipo sono considerate delle vere e proprie opere d'arte (Fig. 1). Si tratta della sintesi estrema di quella triade vitruviana, basata sulla *firmitas, utilitas e venustas*, che i Romani hanno prima di tutto sperimentato, poi teorizzato e conseguentemente diffuso in gran parte dei territori da loro governati in un arco temporale molto ristretto.

2. Ricerca scientifica

Lo studio dei ponti antichi – in particolare dei ponti lapidei dell'Impero Romano – è da molti anni oggetto di interesse da parte di ricercatori di diversi settori scientifico disciplinari; tra questi alcuni studiosi della Sapienza Università di Roma, afferenti al Dipartimento di Storia, Disegno, Restauro dell'Architettura hanno condiviso un



Fig. 1. Il ponte di Augusto a Narni (foto di Leonardo Paris).

progetto, finanziato nel 2016, dal titolo “Il rilievo digitale integrato, la ricostruzione e la divulgazione virtuale quale forma di conoscenza degli antichi ponti romani in pietra a Roma e nelle province”¹.

La ricerca si è posta l’obiettivo di fornire, sulla base dei casi di studio analizzati inerenti alcuni dei più noti ponti lapidei di epoca romana, un possibile quadro metodologico per l’implementazione

di una piattaforma informativa multidisciplinare e multiscalare condivisa dall'intera comunità scientifica e, a differenti gradi di approfondimento, dalle comunità locali di riferimento. Il rilievo digitale e la modellazione tridimensionale rappresentano a nostro avviso il necessario punto di partenza per la definizione di un modello di conoscenza che non può prescindere dal dato metrico ma che al tempo stesso deve riguardare tutti gli altri livelli di approfondimento settoriale, da quello archeologico a quello storico documentale, da quello urbanistico a quello strutturale.

Un primo aspetto fondamentale è non solo l'individuazione dei ponti dal punto di vista topografico ma soprattutto la loro caratterizzazione e catalogazione sulla base di valutazioni di carattere storico, architettonico, archeologico, attraverso la compilazione di un elenco ragionato basato sulle fonti storico-bibliografiche, documentarie e archivistiche. Ciò ha consentito di elaborare un primo censimento ragionato dei ponti antichi (Fig. 2), classificabili in un database e mediante una scheda riassuntiva delle caratteristiche storiche, costruttive, tipologiche, sullo stato di conservazione, sulle condizioni ambientali al contorno, sui riferimenti bibliografici e documentali reperibili.

Un altro aspetto, specifico del tema di studio, riguarda sia la lettura architettonica e archeologica delle fasi di cantiere, delle tecniche e delle procedure utilizzate, sia anche le analisi geometrico-proporzionali per la definizione delle tipologie ricorrenti e delle varianti costruttive, anche attraverso l'individuazione di moduli nelle diverse aree geografiche.

Queste ultime considerazioni sono scaturite da un'analisi accurata di alcuni casi studio ritenuti particolarmente significativi in relazione alle loro specifiche caratteristiche. Partendo come detto dal rilievo, un primo obiettivo è stato quello di ottimizzare la fase di acquisizione metrica e morfologica individuando una metodologia operativa che potesse essere estesa al maggior numero di esempi e che tenesse conto, oltre che della natura degli elementi da rilevare, delle specificità strumentali e dei diversi metodi di rilevamento.

I casi di studio sono stati: i ponti Emilio (ponte originario in legno risalente al 179 a.C.; restauri del ponte lapideo voluti da Augusto nel 12 a.C.) e Fabricio (risalente al 62 a.C.) a Roma, il ponte di Augusto a Narni (probabilmente realizzato durante le ristrutturazioni volute da Augusto nel 27 a.C.), il ponte romano di Rieti (ponte originario del III a.C., restauro o rifacimento nel I d.C. attribuibile all'imperatore Claudio), il ponte di Alconetar e di Alcántara (en-

La ricerca ha riguardato anche un'attività di interscambio culturale con alcuni progetti internazionali che si occupano, a diversi livelli, di architettura di epoca romana, delle soluzioni costruttive, e in generale dell'archeologia della costruzione. Tra di essi il progetto scientifico "Análisis de soluciones técnico-constructivas, modelos arquitectónicos y urbanísticos de la arquitectura romana de la Lusitania: Orígenes y transformación de una cultura arquitectónica"² nel quale sono già stati sviluppati diversi sistemi per la catalogazione e la documentazione degli elementi tecnici legati allo studio dei grandi cantieri edili di epoca imperiale romana. In questo senso questo studio può essere inserito in un contesto di riflessione multidisciplinare che ha per oggetto gli aspetti costruttivi del mondo romano, dalla storia delle tecniche e della diffusione dei modelli architettonici fino all'analisi della trasmissione delle conoscenze e dei saperi architettonici. Tali argomenti presentano attualmente una consolidata tradizione scientifica legata a un gruppo di ricerca internazionale che, negli ultimi anni, ha analizzato sistematicamente una serie di concetti nell'ambito della produzione architettonica di epoca romana³.

I risultati della ricerca riguardano pertanto valutazioni di carattere generale che, sulla base di alcune sperimentazioni, intendono definire possibili percorsi metodologici su temi specifici disciplinari e interdisciplinari. Tra questi, il ruolo del rilievo digitale e la conseguente elaborazione dei modelli interpretativi, ruolo accresciuto esponenzialmente negli ultimi decenni grazie alla diffusione di strumenti e metodi che seppure già ampiamente sperimentati e consolidati hanno richiesto, nel caso specifico, l'applicazione di particolari accorgimenti operativi⁴.

Un altro tema riguarda le modalità di lettura critica e di interpretazione della documentazione storico-archivistica, spesso arricchita da immagini che oltre al loro valore iconografico possono in alcuni casi fornire un apporto significativo alla ricostruzione degli eventi storici e delle stratificazioni temporali. Al tempo stesso quelle stesse immagini, se non opportunamente filtrate, contestualizzate e codificate, possono anche ingenerare equivoci⁵.

Un ambito innovativo e di grande interesse è quello della comunicazione dei Beni Culturali, soprattutto se basata su nuove modalità di accesso multimediale integrate da possibili esperienze di realtà virtuale, molto efficaci nel momento in cui si vogliono abbinare

contenuti informativi riferiti a epoche diverse oppure prefigurare possibili scenari di ricostruzione temporale o, ancora, offrire approfondimenti rivolti a studiosi ed esperti⁶.

L'uso delle piattaforme multimediali nei sistemi informativi territoriali rappresenta un altro importante tema di approfondimento (sperimentato in questa ricerca) collegato alla possibilità di geolocalizzare in un unico sistema di riferimento a scala nazionale tutti i ponti antichi, di mettere a sistema le differenti informazioni *open data*, di definire un contenitore implementabile con tutte le informazioni attualmente disponibili (o disponibili in futuro) e interrogabile dalla collettività o da chiunque ne avesse necessità, per scopi non solo divulgativi ma anche scientifici⁷.

Non si deve infine sottovalutare, in una ricerca di questo tipo, la possibilità di prospettare possibili chiavi di lettura alternative a quelle già in uso, analizzando e interpretando la mole di informazioni digitali acquisite. Occorre pertanto combinare le informazioni metriche estrapolate (attraverso opportune interrogazioni) dal dato grezzo rappresentato dalla nuvola di punti con le immagini fotografiche (rese metricamente affidabili) che rappresentano la principale fonte di lettura dei più minuti dettagli costruttivi. La combinazione di queste informazioni consente di approfondire (anche per comparazione) molteplici aspetti legati ai ponti antichi, di natura costruttiva, di utilizzo e riutilizzo dei materiali, di gestione delle fasi di cantiere, ma anche di conoscenza delle principali strategie di progettazione tra teoria e pratica⁸.

3. Sperimentazioni

Tutti questi aspetti combinati insieme rappresentano il filo conduttore delle indagini riferite a casi di studio ritenuti tra i più significativi nel panorama nazionale e internazionale⁹.

Ovviamente i casi di studio non esauriscono l'infinità di sfaccettature che contraddistinguono, di fatto, un ponte che è inevitabilmente un "pezzo unico". È però altresì innegabile che, trattandosi di un'opera prevalentemente strutturale, il ponte antico "deve" essere anche visto come prodotto di una cultura tecnica che fonda evidentemente le sue ragioni sull'applicazioni di criteri di standardizzazione e di ottimizzazione delle fasi costruttive. C'è pertanto, in ogni esempio studiato, la volontà di individuare quel grado di relazione tra l'*unicum* dovuto alle molteplici variabili (tecniche, logi-



Fig. 3. Ponte Emilio e Ponte Fabricio all'Isola Tiberina (foto di Giulia Umana).

stiche, orografiche, ecc.) e lo standard consolidatosi sulla base delle competenze maturate attraverso l'esperienza (in questo senso diventata fondamentale la lettura comparata).

La ricerca si è concentrata su cinque ponti di epoca romana, di cui tre urbani e due extraurbani. Tra i primi sono stati analizzati i due ponti più significativi nel cuore della Capitale, il Ponte Emilio e il Ponte Fabricio, così vicini eppure così diversi per storia, caratteristiche costruttive, conformazioni geometriche (Fig. 3). Già il semplice confronto visivo tra le due arcate del ponte Fabricio – che hanno conservato intatta la loro integrità per più di duemila anni garantendone ancora oggi la funzionalità di collegamento con l'Isola Tiberina – e l'arcata supersite delle sei originarie del Ponte Emilio a valle dell'isola, realizzato pochi anni dopo il primo (il Fabricio è considerato il ponte lapideo più antico di cui si ha conoscenza) consente di ricavare molte informazioni sull'arte e la tecnica di costruzione dei ponti lapidei messa a punto dai Romani nel I secolo a.C. Ma se il Ponte Fabricio è in qualche modo facilmente leggibile avendo subito poche modifiche nel tempo, cosa ben diversa è riuscire a cogliere nei resti del Ponte Emilio l'imponenza della sua configurazione originaria, la sua travagliata storia, fatta di crolli e ricostruzioni, trasformazioni anche architettoniche (si pensi alla sua monumentalizzazione in epoca rinascimentale), adeguamenti strut-



Fig. 4. I resti del ponte romano di Rieti nel fiume Velino (foto di Leonardo Paris).

turali per cercare strenuamente di mantenerne la sua funzionalità, fino all'epilogo di fine Ottocento, scontato ma pur sempre sorprendente, legato alla realizzazione dei muraglioni e alla costruzione del nuovo Ponte Palatino.

Storia ben diversa è quella del ponte romano di Rieti, anch'essa sorprendente per il suo epilogo risalente addirittura al 1930 e i cui resti, quasi completamente immersi delle limpide acque del fiume Velino, configurano un'affascinante quanto unica inversione semantica nella quale il ponte da elemento strutturale progettato per sovrastare il fiume ne è diventato parte integrante, semplice simulacro (Fig. 4).

Molto interessante è l'analisi e il confronto tra i due ponti extraurbani di Narni e di Alcántara che spiccano entrambi per la loro grandiosità e imponenza al cospetto di un contesto ambientale molto caratteristico e suggestivo (Fig. 5). Il loro stato di conservazione sembra ricalcare quanto già evidenziato nel confronto tra il Ponte Fabricio e il Ponte Emilio, se si considera che il Ponte di Alcántara ha mantenuto intatta, nonostante crolli e ricostruzioni, la sua conformazione e integrità mentre il Ponte di Augusto a Narni ha subito crolli, ricostruzioni, ulteriori crolli fino all'attuale cristallizzazione dei suoi resti in l'unica campata superstite. Ma è in questi due ponti



Fig. 5. Il ponte romano di Alcántara e il ponte di Augusto a Narni (foto di Carlo Inglese e Leonardo Paris).

e nelle loro arcate monumentali che emerge con tutta evidenza la profonda conoscenza tecnica e ingegneristica raggiunta dai Romani nei secoli a cavallo tra il I secolo a.C. e il II secolo d.C., soprattutto se si pensa a quanto questi ponti siano così distanti topograficamente ma così simili per dimensioni, accorgimenti tecnici nell'uso dei materiali e nel taglio della pietra, nel ruolo strategico infrastrutturale che hanno assunto durante i secoli.

4. Conclusioni

I singoli casi di studio oggetto di sperimentazione si basano su un'attività di rilievo digitale, di ricerca storico-documentale, ma soprattutto di analisi critica e di approfondimento tecnico-costruttivo sulle caratteristiche principali del progetto, della sua realizzazione e della sua trasformazione nel corso di ben due millenni di storia. La minuziosa lettura dei resti attuali – alla ricerca di indizi spesso non facilmente visibili ad occhio nudo – integrata da un'accurata analisi e interpretazione delle fonti storiche – scritte e iconografiche – diventa così l'occasione per intraprendere un affascinante viaggio nel tempo attraverso cui tuffarsi con l'immaginazione nel pieno di un periodo, quello dell'Impero Romano, così affascinante, intrigante e a volte misterioso.

¹ Si fa riferimento alla Ricerca di Ateneo 2016 della Sapienza Università di Roma, il cui gruppo è composto da: Tommaso Empler, Carlo Inglese, Leonardo Paris, Paola Quattrini e da Marco Di Giovanni, responsabile tecnico del Liralab Sapienza. Hanno collaborato: Wissam Wahbeh, Maria Laura Rossi, Adriana Caldarone, Francesca Pierdominici, Emiliano Della Bella, Michela Armiento, Giulia Umana, Daniele Maiorino. Al gruppo di ricerca afferisce anche Antonio Pizzo, scientifico titolare Instituto de Arqueología-Mérida, CSIC - Spagna. Alcune attività di rilievo si sono avvalse della strumentazione messa a disposizione dal Critevat Centro di Ricerca Interdipartimentale Sapienza.

² Progetto scientifico finanziato dal “Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno Español” nel quadro del “VI Plan de Investigación Científica y Tecnológica” (HAR2012-36963-C05-05), responsabile Antonio Pizzo. Queste ricerche sono legate a un programma scientifico internazionale intrapreso da diversi dipartimenti dell'École Normale Supérieure de Paris, finanziato nell'ambito di un Labex TransferS (S1 – C1).

³ I risultati di queste ricerche che rientrano nell'ambito di quella che è stata definita “archeologia della costruzione” sono stati ampiamente discussi in cinque congressi organizzati, negli ultimi anni, a Mérida (Spagna), Siena e Parigi, Padova e Oxford con l'obiettivo di creare un protocollo comune per lo studio dei cantieri nel mondo antico. I risultati scientifici sono stati pubblicati nella prestigiosa serie “Anejos de Archivo Español de Arqueología”.

⁴ Per approfondimenti si rimanda al capitolo di questo volume “Rilievo e modellazione digitale: acquisizione, elaborazione, interpretazione” di Carlo Inglese e Leonardo Paris.

⁵ Per approfondimenti si rimanda al capitolo di questo volume “Fonti iconografiche per lo studio dei ponti di Roma: il Ponte Emilio e il Ponte Fabricio” di Paola Quattrini e Monica Filippa.

⁶ Per approfondimenti si rimanda al capitolo di questo volume “Rappresentazione multimediale e interattiva per i ponti romani” di Tommaso Empler e Adriana Caldarone.

⁷ Per approfondimenti si rimanda al capitolo di questo volume “La raccolta dati in ambiente QGIS per un modello territoriale nazionale dei ponti antichi” di Francesca Pierdominici.

⁸ Per approfondimenti si rimanda al capitolo di questo volume “Analisi formale, costruttiva e dimensionale dei ponti romani lapidei” di Carlo Inglese e Leonardo Paris.

⁹ Per approfondimenti sui singoli casi studio si rimanda alla seconda parte di questo volume.

Bibliografia generale

ALVINO, Lezzi 2014: GIOVANNA ALVINO, FRANCESCA LEZZI. Reate/Rieti. Archeologia Urbana. 27-29 marzo 2012). Roma: Quasar Edizioni, 2014, pp. 145-150.

ALIPERTA, GIRA 2015: ANDREA ALIPERTA, CARLO GIRA. The Church of Meryemana in Göreme, Cappadocia. New life in prototyping and augmented reality. In *Proceedings of the 19th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies* (Vienna, Austria, 3-5 novembre 2014). Vienna: Museen der Stadt Wien - Stadtarchäologie, 2015, pp. 1-16.

AMADEI 1948: EMMA AMADEI. *I ponti di Roma*. Roma: Fratelli Palombi Editori, 1948.

BERTOLESI, MILANI, LOPANE, ACITO 2017: ELISA BERTOLESI, GABRIELE MILANI, FULVIO DOMENICO LOPANE, MAURIZIO ACITO. Augustus Bridge in Narni (Italy): Seismic Vulnerability Assessment of the Sill Standing Part, Possible Causes of Collapse, and Importance of the Roman concrete Infill in the Seismic-Resistant Behavior. *International Journal of Architectural Heritage*, 2007, vol. 11, n. 5, pp. 717-746. DOI: 10.1080/15583058.2017.1300712.

BETOCCHI 1900: ALESSANDRO BETOCCHI. *L'Isola Tiberina e i lavori del Tevere*. Roma: Tipo-litografia del Genio Civile, 1900.

BEVILACQUA, FAGIOLO 2012: MARIO BEVILACQUA, MARCELLO FAGIOLO (a cura di). *Piante di Roma dal Rinascimento ai Catasti*. Roma: Artemide 2012.

BIANCHINI 2001: CARLO BIANCHINI. Modelli discreti e modelli continui nel rilievo e rappresentazione informatizzata dell'architettura. *Disegnare. Idee Immagini*, 22, 2001, pp. 51-60.

BIANCHINI ET AL. 2016A: CARLO BIANCHINI, CARLO INGLESE, ALFONSO IPPOLITO. The role of BIM (Building Information Modeling) for representation and managing of built and historic artifacts. *DisegnareCon*, 9, 16, 2016, pp. 10.1-10.9.

BIANCHINI ET AL. 2016B: CARLO BIANCHINI, CARLO INGLESE, ALFONSO IPPOLITO. *I teatri antichi del Mediterraneo come esperienza di rilievo integrato. The Ancient Theatres of the Mediterranean as integrated survey experience*. Roma: Sapienza Università Editrice, 2016.

BIFOLCO, RONCA 2018: STEFANO BIFOLCO, FABRIZIO RONCA. *Cartografia rara italiana: XVI secolo. L'Italia e i suoi territori*. Catalogo ragionato delle carte a stampa. Roma: Antiquarius Edizioni, 2018.

BONATZ, LEONHARDT 1956: BONATZ PAUL, LEONHARDT FRITZ. 1956. *Brücken*. Königstein im Taunus (Germany): Karl Robert Langewiesche Verlag, 1956.

BORGHINI, CARLANI 2011: STEFANO BORGHINI, RAFFAELE CARLANI. La restituzione virtuale dell'architettura antica come strumento di ricerca e comunicazione dei beni culturali: ricerca estetica e gestione delle fonti. In ELENA IPPOLITI, ALESSANDRA MESCHINI (a cura di). *Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*. *DisegnareCon*, 4, 8, 2011, pp. 71-79.

BROWN 1993: DAVID J. BROWN. *Bridges*. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.

CAIROLI GIULIANI 1997: FULVIO GIULIANI CAIROLI. *L'edilizia nell'antichità*. Roma: NIS, 1997.

CAIROLI GIULIANI 2018: FULVIO GIULIANI CAIROLI. *L'edilizia nell'antichità*. Roma: Carocci editore, 2018.

CAMPANELLA 1928: GIUSEPPE CAMPANELLA. *Ponti in muratura*. Milano: Vallardi, 1928.

CALABI, CONFORTI 2002: DONATELLA CALABI, CLAUDIA CONFORTI. *I ponti delle capitali d'Europa. Dal Corno d'oro alla Senna*. Milano: Electa Editore, 2002.

CAMERIERI, DE SANTIS 2009: PAOLO CAMERIERI, ANDREA DE SANTIS. La Via Curia. In FILIPPO COARELLI, ANDREA DE SANTIS (a cura di). *Reate e l'Ager Reatinus. Vespasiano e la Sabina: dalle origini all'impero*. Collana DIVUS VESPASIANUS, il Bimillenario dei Flavi. Roma: Edizioni Quasar, 2009. pp. 59-61.

CAMPANELLA 1928: GIUSEPPE. CAMPANELLA. *Ponti in muratura*. Milano: Vallardi, 1928.

CARANDINI 2012: ANDREA CARANDINI. *Atlante di Roma antica: biografia e ritratti della città*. Vol. I: Testi e immagini. Vol. II: Tavole e indici. Milano: Electa Editore, 2012.

CARBONI 2007: LUCA CARBONI. *I ponti di Roma*. Roma: Aracne, 2007.

CASCAVILLA 2005: RAFFAELE CASCAVILLA. *Una mutevole permanenza: Ponte Rotto a Roma*. *Palladio*, 36, 2005, pp. 53-66.

CATELLI ISOLA, BELTRAME QUATTROCCHI 1975: MARIA CATELLI ISOLA, ENRICHETTA BELTRAME QUATTROCCHI. *I ponti di Roma dalle Collezioni del Gabinetto Nazionale delle Stampe*. Catalogo di mostra. Roma: De Luca editore: 1975.

CECCHI 2003: ALBERTO CECCHI. Il Ponte di Augusto a Narni: metodi informativi per il rilievo delle rovine, la ricostruzione virtuale, la modellazione solida con il metodo degli elementi finiti. *Quaderni di Leonardo*, n. 2/2003.

COZZA 1907: LUIGI COZZA. *La riattivazione del ramo del Tevere a sinistra dell'Isola di S. Bartolomeo e le riparazioni dei danni arrecati ai Muraglioni dalla piena del 2 dicembre 1900*. Roma: Stabilimento tipo-litografico del Genio Civile, 1907.

CORSI, RAGIONIERI 2018: STEFANO CORSI, PINA RAGIONIERI (a cura di). *Speculum Romanae Magnificentiae, Roma nell'incisione del Cinquecento*. Catalogo di mostra (Firenze, Casa Buonarroti, 6 giugno-26 agosto 2018).

CRUZ 2002-2003: MARIA CRUZ VILLALÒWN. EL PUENTE DE ALCÁNTARA EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII. NOTICIAS SOBRE SU ESTADO Y PLANTEAMIENTO DE RESTAURACIÓN. NORBA-ARTE, VOL. XXII-XXIII, 2002-2003, pp. 89-99.

D'AMELIO, LO BRUTTO 2009: SALVATORE D'AMELIO, MAURO LO BRUTTO. Analisi e comparazione di modelli di superficie di reperti archeologici realizzati tramite laser scanner e fotogrammetria. In *Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA* (Bari 1-4 dicembre 2009). Bari 2009, pp. 841-846.

D'ONOFRIO 1970: CESARE D'ONOFRIO. *Il Tevere e Roma*. Roma: Ugo Bozzi Editore, 1970.

D'ONOFRIO 1980: CESARE D'ONOFRIO. *Il Tevere. L'Isola tiberina, le inondazioni, i molini, i porti, le rive, i muraglioni, i ponti di Roma*. Roma: Romana Società Editrice, 1980.

DE BENEDETTIS, CAIAZZA 2011: GIANFRANCO DE BENEDETTIS, DOMENICO CAIAZZA (a cura di). *La provincia Samnii e la viabilità romana. Cervo al Volturno (IS)*: Volturnia Edizioni, 2011.

DE FELICE 2016: GIULIANO DE FELICE. The New Trend of 3D Archaeology is... Going 2D!. In *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (Siena, 3 aprile 2015). Siena: Università di Siena 1240, 2016, pp. 363-368.

DEMETRESCU 2011: EMANUEL DEMETRESCU. Modellazione 3d, visualizzazione scientifica e realtà virtuale. In *Archeologia virtuale, la metodologia prima del software*. Atti del Seminario di Archeologia Virtuale (Roma, 5-6 aprile 2011). Roma: Edizioni Espera, 2011, pp. 149-155.

DI ROCCO 2009: GABRIELLA DI ROCCO. *Castelli e borghi murati della contea di Molise (secoli X-XIV)*, collana: Quaderni di archeologia medievale, Editore: All'Insegna del Giglio, 2009.

DURÁN FUENTES 2005: MANUEL DURÁN FUENTES. *La construcción de puentes romanos en Hispania*. Santiago de Compostela: Xunta De Galicia 2005.

EMPLER TOMMASO. 2017. *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*. Roma: dei, 2017.

FERDANI, FORLANI, PALOMBINI, PIETRONI, RUFA 2016. DANIELE FERDANI, MASSIMILIANO FORLANI, AUGUSTO PALOMBINI, EVA PIETRONI, CLAUDIO RUFA. Lucus Feroniae and Tiber Valley Virtual Museum: from Documentation and 3d reconstruction, up to a novel approach in storytelling, combining Virtual Reality, theatrical and cinematographic rules, gesture-based interaction and augmented perception of the archaeological context. In *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (Siena, 3 aprile 2015). Siena: Università di Siena 1240, 2016, pp. 51-57.

FERNÁNDEZ CASADO 2005: CARLOS FERNANDEZ CASADO. *La arquitectura del ingeniero*. 2nd edition, Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid: Canales y Puertos, 2005 (spec. pp. 369-396).

FERNÁNDEZ CASADO 2008: CARLOS FERNANDEZ CASADO. *Historia del puente en Hispania: Los puentes romanos*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2008.

FORNASIERO 2012: PAOLA FORNASIERO. *Itinerari nella Roma pittoresca di Ettore Roesler Franz – Journey into picturesque Rome of Ettore Roesler Franz*. Roma: Palombi Editore - Zetema Progetto Cultura, 2012.

FRUTAZ 1962. AMATO PIETRO FRUTAZ. *Le piante di Roma*. Vol. I e II. Roma: Istituto Studi Romani, 1962.

GALLIAZZO 1994: VITTORIO GALLIAZZO. *I ponti romani. Catalogo generale*, Bd. 2. Treviso: Edizioni Canova, 1994.

GALLIAZZO 1995: VITTORIO GALLIAZZO. *I ponti romani*. 2 voll. Treviso: Canova Editore, 1995.

GALLIAZZO 2004: VITTORIO GALLIAZZO. I ponti romani. In Raúl Alba, Isaac Moreno Gallo, Ricardo Gabriel Rodríguez (eds). *Elementos de ingeniería romana. Congreso europeo "Las Obras Publicas romana"* (Tarragona 3-6 noviembre 2004). Madrid: Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Publicas, 2004, pp. 9-23.

GAZZOLA 1963: PIERO GAZZOLA. *Ponti romani: contributo ad un indice sistematico con studio critico bibliografico*. Firenze: Leo S. Olschki, 1963.

GAZZOLA, BASCIÀ 2002: LUIGI GAZZOLA, LUCIANA BASCIÀ. *La testata etrusca di Ponte Emilio in Trastevere. Rilievo murario, documentazione d'archivio e processo di formazione del tessuto*. Roma: Officina Edizioni, 2002.

GIOVANNONI 1969: GUSTAVO GIOVANNONI. *La tecnica della costruzione presso i romani*. Roma: Bardi, 1969.

GILOTTE 2006: SOPHIE GILOTTE. Al-Mu'tadd y el puente de Alcántara (Cáceres). *Mélanges de la Casa de Velázquez* n 36-2, 2006, pp. 211-231.

GIRALDI 2008: ALESSANDRO GIRALDI. *Ponti di Roma*. Roma: GimaFoto, 2008.

GRAF 2002: BERNHARD GRAF. *Bridges that Changed the World*. Munich: Prestel, 2002.

JANNATTONI 1988: LIVIO JANNATTONI. *Roma sparita negli acquerelli di Ettore Roesler Franz*. Roma: Newton Compton Editori, 1988.

LANCIANI 1826: PIETRO LANCIANI. *Del ponte Senatorio ora Ponte Rotto. Osservazioni, e parere dell'architetto Pietro Lanciani romano*. Roma, 1826.

LANCIANI 1893-1901: RODOLFO LANCIANI. *Forma Urbis Romae*. Roma: Edizioni Quasar, 1893-1901.

LANCIANI. 1995: RODOLFO LANCIANI. *Rovine e scavi di Roma antica*, Roma, 1995.

LAPAINÉ, USERY 2016: MILJENKO LAPAINÉ, E. LYNN USERY. Map projection aspects. *International Journal of Cartography*, 2, 2016 - Issue 1, pp. 38-58.

LEONI 2008. BRUNO LEONI. *Il Ponte Emilio. Dal Pons Aemilius al Ponte Rotto, la storia del più antico ponte in muratura di Roma*. www.ilmiolibro.it, 2008.

LEONI 2015: BRUNO LEONI. *Roma sparita. La capitale com'era e com'è. 120 anni dopo gli acquerelli di Ettore Roesler Franz*. Roma: Edizioni Intra Moenia, 2015.

LIZ 1988: JESÚS LIZ GUIRAL, J. *El puente de Alcántara. Historia y Arqueología*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1988.

LORENZETTI 2013: ROBERTO LORENZETTI. Rieti e il Velino. L'evoluzione di un lungo rapporto. In CARLO CELLAMARE (a cura di). *La Città e il fiume*. Gorizia: EdicomEdizioni, 2013, pp. 75-94.

LUGLI 1934: GIUSEPPE LUGLI. *I monumenti antichi di Roma e suburbio*, II. Roma: G. Bardi, 1934.

LUGLI 1939: GIUSEPPE LUGLI. *Acque urbane in Roma Antica. Fonti - Sorgenti - Acque - Strutture*. A cura di M. E. GARCIA BARRACCO. Roma: Scienze e lettere, 2009.

LUGLI 1957: GIUSEPPE LUGLI. *La tecnica edilizia romana con particolare riguardo a Roma e Lazio*, I. Roma: G. Bardi, 1957.

MACERA 2016: MARCELLA MACERA. *I ponti dell'Isola Tiberina, Documentazione, rappresentazione e comunicazione di un patrimonio architettonico urbano*. Tesi di Dottorato di Ricerca. Ciclo XXVIII, I sessione 2016. Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura. Dottorato di Ricerca in Scienze della Rappresentazione e del Rilievo - Settore Disciplinare ICAR 17.

MALIZIA 1994: GIULIANO MALIZIA. *I Ponti di Roma antichi e moderni, esistenti e scomparsi*. Roma: Tascabili economici Newton, 1994.

MALIZIA 1995: GIULIANO MALIZIA. *I ponti di Roma antichi e moderni, esistenti e scomparsi*. Roma: Newton Compton, 1995.

MALIZIA 1997: GIULIANO MALIZIA. *I ponti di Roma*, Roma: Newton Compton, 1997.

MARSIC, MEDL, FLANAGAN 2000: IVAN MARSIC, ATTILA MEDL, JAMES FLANAGAN. *Natural communication with information systems*. Piscataway: Rutgers Univ., 2000.

MARTA 1989: ROBERTO MARTA. *Tecnica costruttiva romana*. Roma: Edizioni Kappa, 1989.

MESCHINI 2011: ALESSANDRA MESCHINI. Tecnologie digitali e comunicazione dei beni culturali. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo. In ELENA IPPOLITI, ALESSANDRA MESCHINI (a cura di). *Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*. DisegnareCon, 4, 8, 2011, pp. 14-24.

MICHELI 1995: GIUSEPPE MICHELI. *L'Isola Tiberina e i Fatebenefratelli: la storia dell'insula inter duos pontes*. Milano: CENS, 1995.

MIGLIARI 2008: RICCARDO MIGLIARI. *Prospettiva dinamica interattiva. La tecnologia dei videogiochi per l'esplorazione dei modelli 3d di architettura*. Roma: Edizioni Kappa, 2008.

MORELLI 1980: GIORGIO MORELLI. *Il Tevere e i suoi ponti*. Roma: Edizioni Kappa, 1980.

NIBBY 1942: ANTONIO NIBBY. *Tivoli e le sue vicinanze*, Sezione della R. Deputazione Romana di Storia Patria Valle D'este, 1942-XX.

NORMAN 1998: DONALD A. NORMAN. *The design of everyday things*. Cambridge: MIT PRESS, 1998.

NORMAN 1999: DONALD A. NORMAN. *The invisible computer*. Cambridge: MIT PRESS, 1999.

O'CONNOR 1993: COLIN O'CONNOR. *Roman Bridges*. Cambridge University Press, 1993 (spec. pp. 109-111).

ORLANDI 2008: SILVIA ORLANDI. Le iscrizioni del ponte Fabricio viste da vicino. In *Epigrafia 2006*. Atti della XIV Rencontre sur l'épigraphie in onore di Silvio Panciera, con altri contributi di colleghi, allievi e collaboratori. A cura di Maria Letizia Caldelli, Gian Luca Gregori, Silvia Orlandi.. Roma: Edizioni Quasar, 2008, pp. 177-186.

PANZA 2012: PIERLUIGI PANZA. *Piranesi architetto. Immaginazione, materia, memoria*. Milano: Guerini, 2012 (II edizione);

PARIS 2010: LEONARDO PARIS. Quantità e qualità nell'utilizzo dello scanner laser 3D per il rilievo dell'architettura. In *New lines of research in Building Engineering*. APEGA 2010. X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación (Alicante, 2, 3, 4 dicembre 2010). Alicante: editorial Marfil: 2010, vol. 1, pp. 279-289.

PARIS 2014: LEONARDO PARIS. Ponti antichi tra passato e futuro: il ponte romano a Rieti. In PAOLO BELARDI ET AL. (a cura di). *Idee per la rappresentazione 6. Impronte*. Roma: Artegrafica, 2014, pp. 281-291.

PARIS 2015: LEONARDO PARIS. Shape and Geometry in the Integrated Digital Survey. In STEFANO BRUSPAORCI (ed.). *Handbook of research on emerging Digital tools for architectural Surveying, Modeling and representation*. IGI Global 2015, pp. 214-238.

PARIS ET AL. 2012: LEONARDO PARIS, DANIELA LIBERATORE, WISSAM WAHBEH. Digital Representation of Archeological Sites. Recent Excavation at Alba Fucens. In CARMINE GAMBARDELLA (ed).

Less More Architecture Design Landscape. Napoli: La Scuola di Pitagora 2012, pp. 295-304.

PARIS ET AL. 2017: LEONARDO PARIS, MICHELE CALVANO, CARLA NARDINOCCHI. Web spherical panorama for cultural heritage 3D modeling. In MARCO CECCARELLI, MICHELA CIGOLA, GIUSEPPE RECINTO (eds.). *New activities for cultural heritage*. Cham: Springer, 2017, pp.182-189.

PARIS, INGLESE, WAHBEH 2014: LEONARDO PARIS, CARLO INGLESE, WISSAM WAHBEH. Modelli digitali per la conoscenza delle stratificazioni urbane nel centro storico di Narni. In PAOLO GIANDEBIAGGI, CHIARA VERNIZZI (a cura di). *Italian survey & International experience*. Roma: Gangemi Editore, 2015, pp. 439-448.

PASQUALI PASSERI 1983: GIUSEPPE PASQUALI, ALBERTO PASSERI. *La nave di pietra: storia, architettura e archeologia dell'Isola Tiberina*. Milano: Electa, 1983.

PESCARIN, FANINI, LUCCI BALDASSARRI, FERDANI, CALORI 2011: SOFIA PESCARIN, BRUNO FANINI, GUIDO LUCCI BALDASSARRI, DANIELE FERDANI, LUIGI CALORI. Archeologia virtuale, realismo, interattività e performance: dalla ricostruzione alla fruizione on line. In ELENA IPPOLITI, ALESSANDRA MESCHINI (a cura di). *Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*. DisegnareCon, 4, 8, 2011, pp. 62-70.

PIZZO 2016: ANTONIO PIZZO. El puente romano de Alcántara: nueva documentación arqueológica y evidencias constructivas previas. *Arqueología de la Arquitectura* 13, 2016, pp. 1-22. DOI: <<http://dx.doi.org/10.3989/arqarqt.2016.i13>>.

PUPILLO 1998: MARCO PUPILLO. *S. Bartolomeo all'Isola Tiberina: mille anni di storia e di arte*. Milano: A. Guerini, 1998.

QUILICI, QUILICI GIGLI 1995: LORENZO QUILICI, STEFANIA QUILICI GIGLI. *Opere di assetto territoriale ed urban*. Collana Atlante tematico di topografia antica. Roma: L'Erma di Bretschneider 1995.

QUILICI, QUILICI GIGLI 2015: LORENZO QUILICI, STEFANIA QUILICI GIGLI. *Atlante tematico di topografia antica. Roma, strade e infrastrutture, città e monumenti*. ATTA 25 - 0215. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2015.

RAMIERI 2003: ANNAMARIA RAMIERI. *I Ponti di Roma*. Roma: Editore Colombo, 2003.

RICHIELLO 2001: MARIA RICHIELLO. *S. Bartolomeo all'Isola: storia e restauro*. Roma: Bonsignori, 2001 (stampa 2002).

RODRÍGUEZ PULGAR 1992: MA DEL CARMEN RODRÍGUEZ PULGA. *El puente romano de Alcantara: reconstrucción en el siglo XIX*. Salamanca 1992.

RUSSO, GUIDI 2011: MICHELE RUSSO, GABRIELE GUIDI. La modellazione digitale reality-based ed interpretativa per la valorizzazione del patrimonio culturale. In *La ricerca nel disegno di design*. Atti della giornata di studio (20 ottobre 2010). Santangelo di Romagna: Maggioli Editore, 2010, pp. 202-211

SAFFER 2006: DAN SAFFER. *Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices*. San Francisco: Peachpit Press, 2006.

SALADINO, SOMMA 1993: LAURA SALADINO, MARIA CARLA SOMMA. Elementi per una topografia di Rieti in età tardoantica ed altomedievale. *Mélanges de l'École française de Rome. Moyen-Âge*, tome 105, 1, 1993, pp. 23-122.

SEGARRA LAGUNES 2004: MARIA MARGARITA SEGARRA LAGUNES. *Il Tevere e Roma. Storia di una simbiosi*. Roma: Gangemi Editore, 2004.

TAGLIAFERRI, VARRIALE 2007: ALBERTO TAGLIAFERRI, VALERIO VARRIALE. *I ponti di Roma*. Roma: Newton Compton, 2007.

TATTOLI, TATTOLI 2000: MICHELE TATTOLI, PAOLO TATTOLI. *Narni, un ponte nella storia degli antichi viaggiatori, raccolta di incisioni (1676/1927)*. Narni: Citta di Narni, 2000.

TEDESCHI 2010: ARTURO TEDESCHI. *Architettura parametrica. Introduzione a Grasshopper*. Potenza: Edizioni Le Penseur, 2010 (II edizione). 208 p. ISBN 978-88-95315-08-9.

TOSTO 2010. DOMENICO TOSTO. Piattaforma multimediale e interattiva, per la conoscenza e la salvaguardia del patrimonio Ambientale ed Architettonico in area Mediterranea con particolare riferimento alla regione del Maghreb. In CRISTIANA BARTOLOMEI (a cura di). *La comunicazione dei beni culturali*. DisegnareCon, 3, 6, 2010, pp. 105-110.

VECCHIETTI 2004: ERIKA VECCHIETTI. *La viabilità di Forlimpopoli nell'antichità. I ponti*, in «Forlimpopoli. Documenti e Studi» XV, 2004.

VESPIGNANI 1692: CARLO VESPIGNANI. *Discorso di monsignor Gio: Carlo Vespignani sopra la facile riuscita di restaurare il Ponte Senatorio, hoggi detto Ponte Rotto*. Roma, 1692.

I Romani furono maestri nell'edificazione dei ponti in pietra a partire soprattutto dall'età augustea. Il nostro territorio è costellato da numerose presenze archeologiche riconducibili a ponti lapidei romani, alcuni dei quali ancora funzionanti, nonostante le modificazioni susseguitesesi nei secoli; tra questi il ponte augusteo di Narni rappresenta ancora oggi una delle opere di ingegneria più imponenti. Numerosi esempi si trovano anche nelle Province dell'Impero, segni tangibili di un approccio culturale fondato anche sulla diffusione dell'arte e della tecnica delle costruzioni.

Il volume raccoglie gli esiti di una ricerca finalizzata alla definizione di un quadro metodologico per l'implementazione di una piattaforma informativa multidisciplinare e multiscalare condivisa. I cinque casi di studio – i ponti Emilio e Fabricio a Roma e di Augusto a Narni, i ponti romani di Rieti e di Alcántara (Spagna) – si basano su un'attività di rilievo digitale e di ricerca storico-documentale e soprattutto di analisi critica e di approfondimento tecnico-costruttivo sulle caratteristiche principali del progetto, della sua realizzazione e della sua trasformazione nel corso di ben due millenni di storia.

Il volume diventa così l'occasione per intraprendere un affascinante viaggio nel tempo, per immergersi con l'immaginazione nel pieno di un periodo, quello dell'Impero Romano, sempre affascinante, coinvolgente e a volte misterioso.

Carlo Inglese, architetto, PhD, professore associato della Sapienza Università di Roma. Si occupa delle discipline della rappresentazione e rilievo in ambito architettonico e archeologico, attraverso l'applicazione delle nuove tecnologie informatiche al rilievo integrato complesso. Ha realizzato numerose campagne di rilievo ed è autore di pubblicazioni inerenti il *Cultural Heritage*.

Leonardo Paris, architetto, PhD, professore associato della Sapienza Università di Roma. La sua attività di ricerca è incentrata sullo studio della forma e della geometria nell'architettura, nell'ingegneria e nel design. Si occupa da anni di rilievo digitale integrato e modellazione tridimensionale. Ha curato numerosi rilievi nell'ambito dei Beni Culturali.

ISBN 978-88-9377-150-4



9 788893 771504

