



eikonocity

Publisher: FeDOA Press- Centro di Ateneo per le Biblioteche dell'Università di Napoli Federico II
Registered in Italy

Publication details, including instructions for authors and subscription information:
<http://www.serena.unina.it/index.php/eikonocity/index>

Il cantiere storico attraverso le fonti iconografiche

Raffaele Amore Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Architettura

To cite this article: Amore, R. (2017). *Il cantiere storico attraverso le fonti iconografiche*: Eikonocity, 2017, anno II, n. 2, 89-105, DOI: 10.6092/2499-1422/5284

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.6092/2499-1422/5284>

FeDOA Press makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the “Content”) contained in the publications on our platform. FeDOA Press, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Versions of published FeDOA Press and Routledge Open articles and FeDOA Press and Routledge Open Select articles posted to institutional or subject repositories or any other third-party website are without warranty from FeDOA Press of any kind, either expressed or implied, including, but not limited to, warranties of merchantability, fitness for a particular purpose, or non-infringement. Any opinions and views expressed in this article are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by FeDOA Press. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. FeDOA Press shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.serena.unina.it>
It is essential that you check the license status of any given Open and Open Select article to confirm conditions of access and use.

Il cantiere storico attraverso le fonti iconografiche

Raffaele Amore

Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Architettura

Abstract

Il contributo prende in considerazione le tipologie delle fonti iconografiche esistenti, al fine dell'interpretazione dell'evoluzione del cantiere edilizio storico, esaminato nelle sue diverse accezioni. Sono esaminate criticamente e in maniera diacronica – a partire dal periodo greco e romano e fino al Settecento – le diverse tipologie di fonti iconografiche utilizzate da studiosi e ricercatori per l'interpretazione di alcune tematiche proprie del cantiere edilizio, evidenziandone il significativo apporto conoscitivo, con riferimento ai diversi momenti storici.

The historic building site surveyed through iconographic sources

The essay analyzes the typologies of existing iconographic sources for the purpose of interpreting the evolution of the historic building site, examined in its various meanings. The different typologies of iconographic sources used by the researchers to interpret some of the themes of the historic building site are critically and diachronically examined – from the Greek to the Roman period and up to the eighteenth century – highlighting the significant cognitive contribution, with reference to at different historical moments.

Keywords: Iconografia urbana, cantiere edilizio storico.

Urban Iconography, historical building site.

Raffaele Amore, architetto e dottore di ricerca in Conservazione dei Beni architettonici, è ricercatore di Restauro presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II. Ha compiuto studi specifici sugli aspetti storici, metodologici e applicativi del restauro architettonico, con particolare attenzione alla storia e alla evoluzione delle tecniche costruttive.

Author: raffaele.amore@unina.it

Received September 30, 2017; accepted November 6, 2017

1 | Introduzione

La parola “cantiere”, dal greco sostegno *κάνθηλιος* «asino da soma» e dal latino *cantherius* «cavallo castrato» o dal nome delle grosse travi su cui venivano appoggiati gli scafi in costruzione, ha un'etimologia che rimanda alla funzione di portare pesi, di sorreggere, di elevare, di spostare, di montare, ovvero si riferisce a tutte quelle attività necessarie per la realizzazione di manufatti di grandi dimensioni. In edilizia il termine è storicamente usato per individuare l'area occupata da una costruzione in fase di realizzazione e lo spazio attrezzato dove le maestranze lavorano e sistemano i materiali e gli attrezzi. Per estensione, lo stesso vocabolo è riferito anche alla struttura in corso d'opera o, con accezione ancora più ampia e che più ci interessa, all'organizzazione del lavoro delle diverse figure che contribuiscono alla costruzione di un edificio e ai mezzi utilizzati. Il termine si riferisce, dunque, a un luogo fisico, ma anche alle procedure con le quali, in quel luogo, si realizza un edificio, connotando una molteplicità di operazioni e di relazioni in divenire.

Dalla fine dell'Ottocento, l'impiego di attrezzature e di tecnologie avanzate nel cantiere edile ha comportato una sempre maggiore specializzazione dei tecnici addetti alla pianificazione delle attività operative e, conseguentemente, alla scissione tra il momento ideativo e quello realizzativo dell'architettura. Nel passato, invece, tali aspetti si fondevano insieme. L'architettura storica è sempre stata il prodotto di fenomeni complessi e articolati, frutto di processi costruttivi, economici, politici, culturali, religiosi, tecnologici, ambientali ed è, a sua volta, uno degli indicatori più importanti delle dinamiche sociali di un contesto storico. È da sempre stata un prodotto collettivo, nato dal convergere delle istanze e delle aspirazioni delle maestranze, dei progettisti

e dei committenti. Il cantiere storico, coerentemente con tali aspetti, è stato un luogo di relazioni e di scambio tecnico, uno spazio di divisione e di condivisione del lavoro, nel quale tutte le risorse disponibili si confrontavano, si sviluppavano e si coordinavano tra loro. Studiare la storia dell'architettura ponendo in primo piano le questioni realizzative sposta inevitabilmente l'attenzione dall'opera finita al suo processo costruttivo. Tale approccio ha consentito alla letteratura critica di evidenziare – a seconda dei casi – diversi aspetti del cantiere storico, come quelli economici e sociali correlati, quelli legati all'organizzazione del lavoro, quelli costruttivi e formali. Gli strumenti a disposizione per approfondire tali indagini e studi sono essenzialmente tre: lo studio diretto delle opere stesse, mediante il rilievo, l'analisi dei materiali e delle tecniche costruttive; lo studio delle fonti documentarie, attraverso l'esame della documentazione d'archivio, delle cronache, dei riferimenti letterari, degli statuti, dei registri di entrate e uscite o di riunioni dei responsabili della costruzione, dei contratti di appalto, ecc.; lo studio delle fonti iconografiche, quali dipinti, bassorilievi, miniature, rilievi, disegni, planimetrie, ecc. Gli approcci di ricerca più innovativi maturati negli ultimi decenni sono stati quelli fondati sulla multi e pluridisciplinarietà, che si sono posti, cioè, l'obiettivo di confrontare e mettere in relazione le conoscenze scaturite dalla ricerca e dalla investigazione delle diverse fonti disponibili, integrate da studi e analisi di tipo chimico-fisico, tipiche della metodologia del restauro architettonico [Tosco 2003²].

Ciò premesso, le presenti note approfondiscono il tema delle tipologie delle fonti iconografiche esistenti sul cantiere edilizio storico, utili all'interpretazione della sua evoluzione, nelle diverse accezioni. Saranno, in sintesi, esaminate – in maniera diacronica a partire dal periodo greco e romano e fino al Settecento – le fonti iconografiche utilizzate da studiosi e ricercatori per l'interpretazione di alcune tematiche proprie del cantiere.

2 | Il periodo greco e romano

Per il periodo greco e romano esiste un'importante tradizione di studi riguardanti la filosofia, la geometria e le scienze umane, mentre sono relativamente pochi quelli relativi alla ricerca scientifica e alle sue applicazioni pratiche. Nello specifico, la meccanica [Ferrari 1984, 227] – scienza corrispondente alla moderna ingegneria – è stata sempre considerata una disciplina subalterna alle altre, soprattutto nella cultura greca. Sebbene con molta probabilità in antichità siano stati scritti numerosi trattati riguardanti le modalità realizzative dell'architettura e l'utilizzo di macchine e presidi di cantiere, le principali fonti letterarie oggi disponibili sono sostanzialmente due: il Libro X del *De architectura* di Vitruvio [Vitruvio, VII, praef., 14; Gross 2009; Portoghesi 1981] e il terzo capitolo della *Meccanica* di Erone di Alessandria [Martines 1998-99, 263]. Si tratta di importantissime testimonianze che si riferiscono, però, a un periodo in cui la gran parte dei congegni descritti, erano già da secoli utilizzati con successo nel cantiere edile e, dunque, non spiegano il loro lungo processo di ideazione e le ripercussioni che essi ebbero nell'evoluzione tecnica e formale dell'architettura. Inoltre, l'opera di Vitruvio ci è pervenuta priva del suo apparato iconografico e, perciò, senza quei disegni esplicativi utili a decifrare al meglio le apparecchiature da lui descritte.

In assenza di documenti e, soprattutto, di testimonianze fisiche della grande quantità di arnesi, macchine e attrezzature varie che caratterizzavano il cantiere antico, la documentazione iconografica è risultata di grande interesse per integrare gli studi e le conoscenze delle modalità costruttive antiche. Esistono varie tipologie di rappresentazione riferibili a tale periodo: per lo più si tratta di rilievi marmorei di lastre tombali e di affreschi. Il più noto rilievo marmoreo

raffigurante una macchina edile in uso presso i romani è quello proveniente dal sepolcro degli Haterii. Su una delle lastre di tale tomba è raffigurato un edificio funerario a forma di tempio; in alto è visibile il catafalco funebre. Sulla sinistra è rappresentata una macchina azionata da una gigantesca ruota con cinque uomini ‘calcanti’ dentro; a terra, altri due operai collaborano con funi al movimento della ruota probabilmente nell’intento di vincere l’inerzia iniziale. Per essere stata rappresentata sulla tomba di famiglia per descrivere le attività e i meriti del defunto, molto probabilmente si trattava di una macchina eccezionale – almeno per dimensioni – tra quelle in uso a Roma in quel periodo.

Giovannoni nel suo volume del 1925 *La tecnica della costruzione presso i romani*, nella tavola XXII propone una foto del rilievo degli Haterii con la seguente didascalia: «Bassorilievo contenuto nella tomba degli Haterii (seconda metà del I sec. d.C.), ora al museo lateranense: rappresentante una tomba a tempio e un apparecchio di sollevamento, costituito da una capra assicurata mediante corde e tiranti, avente una serie di pulegge di rinvio, e azionato da una grande ruota, mossa dagli schiavi che camminano nell’interno e da altri che tirano esternamente delle funi». Va segnalato che Giovannoni aveva già pubblicato questo suo studio nel volume *The Legacy of Rome* (Oxford, 1923) non inserendo, però, tra le sue illustrazioni quella del rilievo marmoreo in esame. Una foto di questo, invece, era stata utilizzata in altri due capitoli del citato volume, senza, peraltro, approfondirne il reale valore e il relativo significato [Singer 1923, 306; Rushforth 1923, 418].

Una macchina analoga è rappresentata in una famosa miniatura tratta dal *Virgilio vaticano* o *Virgilius vaticanus*, manoscritto miniato contenente frammenti dell’*Eneide* e delle *Georgiche* di Virgilio, scritto a Roma intorno all’anno 400, e conservato nella Biblioteca Apostolica Vaticana¹. Vi è raffigurato un grande cantiere: Enea e Acate dall’alto di una collina assistono alla costruzione di una città, probabilmente Cartagine. Al centro della scena è rappresentata una macchina di sollevamento asservita a una ‘ruota calcatoria’, a testimonianza dell’uso di tali macchine almeno fino al V secolo.

Più ricorrente nell’iconologia romana è la rappresentazione di un’altra macchina edile, pure descritta da Vitruvio, il *trivolo* che ritroviamo in un affresco della Casa di Sirico a Pompei², in un rilievo di terracotta ritrovato sulla via Cassia che raffigura la fondazione di Roma³ e in un bassorilievo marmoreo ritrovato a Terracina⁴ [Adam 1988, 55, 46, 47]. Nel suo fortunato e importante volume Adam fa notevole uso delle fonti iconografiche per illustrare gli aspetti realizzativi delle costruzioni romane, alternando foto, con grafici di ricalco dei rilievi in pietra e ricostruzioni grafiche, sulla falsariga di parte della documentazione iconografica già utilizzata dal Lugli [Lugli 1957]. Molto interessante risulta la figura 181 del volume [Adam 1988, 87] che ritrae una pittura rinvenuta nella tomba di Trebius lustus all’inizio della via Latina a Roma, utile per trarre informazioni circa l’utilizzo delle *machinae scansionae* o impalcature in epoca romana.

3 | Il Medioevo

Il Medioevo copre un periodo di più di mille anni, durante il quale l’idea di architettura e dei mezzi con i quali è stata realizzata sono variati e si sono aggiornati a seconda dei contesti sociali, economici e ambientali.

Con la caduta dell’impero romano l’architettura intesa come *scientia*, così come delineata da Vitruvio nel suo trattato, perde progressivamente i suoi caratteri connotativi. Le nuove condizioni socio-politiche, il crollo demografico, lo spopolamento dei centri abitati, la mancanza di una committenza pubblica provocarono il repentino declino dell’industria edilizia, l’abbas-

¹ Cod. Vat. Lat. f. 3225, 13r.

² Regio VIII, 5, 26-57.

³ Roma, Museo Nazionale.

⁴ Roma Museo Nazionale.



Fig. 1: Lastra tombale del sepolcro degli Hateri. Città del Vaticano, Museo Gregoriano.

Il sepolcro degli Haterii, rinvenuto nel 1848 nei pressi della torre di Centocelle, consisteva in un ambiente di pianta quadrata, parzialmente scavato nel tufo, decorato con ricchi rilievi marmorei. Fu realizzato nei primi anni del II secolo sulla via Labicana (via Casilina) a Roma. Apparteneva alla famiglia di Quinto Aterio Thycticus, che aveva partecipato in qualità di appaltatore alla costruzione di importanti monumenti dell'età Flavia, esibiti con orgoglio in uno dei rilievi della tomba in cui sono rappresentati cinque costruzioni. Due sono facilmente riconoscibili: il propileo al santuario di Iside e Serapide nel Campo Marzio e il Colosseo. Gli altri tre sono di più difficile identificazione: probabilmente si tratta, nell'ordine, dell'arco di Tito, di un monumento nella zona del Colosseo e del tempio di Giove Statore sulle pendici del Palatino.

In un altro dei rilievi marmorei della tomba è rappresentata una antenna per sollevare grandi carichi in altezza, costituita da due montanti convergenti uniti da traversi di collegamento (di cui sono chiaramente rappresentate le testate). Le funi portanti della macchina sono otto, quattro per parte. Esse sono agganciate al braccio mediante *sphendónai* e passano attraverso le *scapulæ* delle carrucole sulle cui superfici esterne si contano i due assi di rotazione del *trochilos* e il fermo dell'estremità della corda. I tamburi che consentono il loro controllo non sono rappresentati. La fune traente è agganciata al braccio con una carrucola a tre ruote, come dimostrano i tre assi sulla *scapulæ* (per usare la dizione vitruviana si tratta di un *pentaspaston*) che assicurava la massima demoltiplicazione, accoppiata a quella del tamburo di avvolgimento azionato dalla grande ruota a gradini.

Nel complesso, la macchina rappresentata nel rilievo marmoreo in esame costituiva la versione aggiornata di un *dicolos* greco di grandi dimensioni, capace di movimentare consistenti carichi. Tali apparecchiature sono frutto di un lento processo ideativo e realizzativo che ha origine nei porti delle polis greche dove già dal periodo arcaico erano state realizzate attrezzature capaci di sollevare pesi fino agli attuali 5-6 quintali, chiamate *géranoi*. Sebbene non sia possibile individuare con precisione come e quando tali apparecchiature passarono dalla marineria all'edilizia, nelle città della Magna Grecia furono introdotti alcuni miglioramenti tecnologici che permisero di perfezionarle al punto da poter essere utilizzate per il sollevamento di grandi carichi nel cantiere edile. L'innovazione più significativa riguardò il miglioramento del funzionamento delle carrucole, che la tradizione letteraria vuole inventate da Archytas tarantino, vissuto all'inizio del IV secolo a.C. Più verosimilmente, il pitagorico sistemò e perfezionò un congegno già introdotto e applicato sul piano sperimentale da anni.

Fig. 2: Pittura rinvenuta nel Sepolcro di Trebius Iustus. Roma, via Latina.

Nel timpano della volta dell'ipogeo sono rappresentati cinque operai intenti alla costruzione di un muro in mattoni. Un operaio munito di marra sta impastando la malta, altri due portano a spalla dei materiali: il primo trasporta dei mattoni in una cesta, l'altro sta salendo su una scala con un trogolo pieno di malta. Infine, sul ponteggio montato sulle due facce del costruendo muro, due operai stanno realizzando un muro di mattoni.

Intorno alla fine del III secolo a.C., nei cantieri della città di Roma, si cominciò a usare stabilmente l'opera cementizia (Vitruvio la chiama *structura caementorum*). Le ridotte dimensioni dei materiali da costruzione impiegati, contribuirono in maniera determinante a limitare le problematiche relative all'approvvigionamento e al sollevamento di grandi blocchi di pietra. La nuova tecnica costruttiva, infatti, non necessitava più di movimentare verso l'alto grandi arcotravi o rocchi in pietra di notevole peso, ma di innalzare fino ai piani di lavoro materiali di dimensioni contenute, per i quali erano sufficienti dei tiri, magari asserviti a qualche carrucola. Per realizzare tali operazioni, però, si rendeva indispensabile innalzare, parallelamente alla costruzione, un'incastratura provvisoria di legno a più piani.

Le impalcature utilizzate dai romani potevano essere di due tipi: quelle che poggiavano direttamente a terra, mediante un sistema di ritti e traversi in legno, e quelle che, invece, erano incastrate direttamente nei muri dell'opera in costruzione con elementi lignei a sbalzo [Adam 1988, 87-88].

Tali tipologie di ponteggi sono state in uso con piccole varianti, aggiustamenti e perfezionamenti fino agli inizi del Novecento, quando sono stati sostituiti da strutture di tipo metallico giuntate [Felici 2006].



samento della qualità media delle maestranze, il progressivo abbandono e, dunque, il degrado delle architetture romane rimaste prive di manutenzione. Con il passare dei decenni, si afferma l'idea di una formazione comunitaria delle maestranze professionali che cominciano a operare per gruppi organizzati itineranti. Le associazioni dei magistri, sebbene non ancora delle vere e proprie corporazioni, svolgevano un lavoro collettivo, che non ha favorito l'affermarsi di singole figure artistiche. Nell'Italia del VII secolo esistono ancora maestranze di buon livello: è il caso dei *magistri commacini* (*cum machinis*, ovvero con *machinae*, impalcature) citati in due importanti documenti di età longobarda [*Le leggi dei Longobardi* 2005, 110-114, 314-316]. Con Carlo Magno e la realizzazione del palazzo di Aquisgrana si assistette a un notevole rilancio dell'attività edilizia, con l'impiego di maestranze specializzate di lapicidi e carpentieri, che si arresterà con la crisi dell'impero carolingio. Bisognerà aspettare la seconda metà del X secolo affinché si possa registrare una ripresa edilizia su larga scala, con una costante evoluzione degli apparati murari e delle tecniche costruttive [Tosco 2003, 44-67]. Dalla prima età romanica aumentano le testimonianze documentarie che attestano lo spostamento di squadre di operai, favorito dalla riapertura di antichi tracciati stradali.

A partire dal XIII secolo l'architetto svolgeva le funzioni di progettista e di direttore dei lavori, talvolta anche imprenditore, incaricato di gestire una macchina molto complessa quale era quella delle grandi architetture medioevali. Pertanto, alle capacità tecniche doveva affiancare doti organizzative, tali da consentirgli di seguire tutte le fasi della produzione edilizia e stabilire regole precise per la prefabbricazione dei pezzi seriali. Mentre aumenta in modo costante il volume dell'attività edilizia, i profili professionali nel settore tendono a differenziarsi a seconda del ruolo esercitato: cavatori, sterratori, posatori, muratori, scalpellini, scultori, carpentieri, fabbri, decoratori [Boileau 1879].

Rispetto al periodo romano, per il periodo medioevale esistono molteplici fonti documentarie indirette quali libri di pagamento, verbali di riunioni degli organismi preposti alla fabbrica, regolamenti vari, cronache, contratti, e anche moltissime fonti iconografiche. A queste ultime appartengono sia illustrazioni di tipo tecnico che di tipo artistico divulgativo. Quelle di tipo tecnico giunte fino a noi sono rarissime [Bork 2011], sebbene a partire dall'età gotica si sia diffuso l'impiego del disegno sui cantieri e all'interno delle botteghe, come dimostra il famoso taccuino di Villard de Honnecourt.

Le immagini pittoriche, viceversa, rappresentano una fonte di primaria importanza. La raffigurazione di cantieri in attività si può ritrovare con una certa frequenza nella pittura parietale, nei mosaici, nei rilievi scultorei e nelle vetrate, anche se le testimonianze più ricche sono fornite dalle miniature, in cui il cantiere è un soggetto ricorrente fornendo informazioni utili per ricostruire l'organizzazione delle maestranze, gli strumenti di lavoro, i sistemi di ponteggio e i macchinari utilizzati per il sollevamento dei materiali.

Dal punto di vista della composizione formale, l'immagine del cantiere è collocata in primo piano quando rappresenta il tema centrale della raffigurazione oppure è sullo sfondo, occupando un ruolo secondario, utile comunque a rafforzare e a rendere più esplicito la scena in primo piano. Occorre tener presente la distinzione tra quei documenti iconografici che si riferiscono a una realtà contemporanea all'esecuzione dell'opera, da quelle in cui la rappresentazione della scena di cantiere è parte di un messaggio politico di buona amministrazione e prosperità dello Stato [Baragli 2003]. L'immagine del cantiere era spesso utilizzata anche per illustrare alcuni specifici episodi biblici che offrivano la possibilità di rappresentare diversi momenti della vita quotidiana in cui operavano muratori, manovali, architetti e artisti. In particolare, le scene della

costruzione dell'Arca di Noè, della Torre di Babele o del Tempio di Gerusalemme consentivano agli artisti di ritrarre, rispettivamente, carpentieri e muratori a lavoro.

Nelle animate scene dei cantieri edili medievali spesso un ruolo di primo piano nella composizione è riservato alla raffigurazione dei diversi operatori. Manovali, maestri muratori, carpentieri, architetti e committenti sono facilmente riconoscibili a seconda degli abiti indossati: i maestri sono rappresentati con cappelli e barba e con abiti fino al ginocchio, con calze e scarpe; i muratori si distinguono per un vestiario più semplice; gli addetti alle mansioni più umili, spalatori, trasportatori e facchini, erano rappresentati vestiti con una semplice camicia e a piedi nudi; gli architetti erano raffigurati con abiti lunghi e grandi mantelli; i committenti, spesso regali, con i segni distintivi del loro potere, quali corone, scettri e collane, in sella oppure vicini a un cavallo. Al riguardo esistono sia in Italia che all'estero numerosi studi nei quali le fonti iconografiche hanno assunto un ruolo importante per indagare i diversi aspetti del cantiere edile da quelli più propriamente tecnici a quelli di tipo sociale e organizzativo [Coppola 1999; Tosco 2003; Tosco 2003¹; Tosco 2006; Tragbar 2006; Coppola 2015]. Molto interessanti e non molto diffuse in Italia sono le opere dello studioso tedesco Günther Binding che nel corso della sua lunga attività di ricerca dedicata allo studio dell'architettura gotica si è interessato degli aspetti del 'cantiere' [Binding 1993] letti anche attraverso l'esame della documentazione iconografica esistente. Egli ha catalogato migliaia di disegni, dipinti e miniature raffiguranti scene di cantiere a seconda della tipologia di operaio ritratto, dell'azione che era rappresentata o, ancora, delle macchine e degli utensili utilizzati [Binding 1978, 1993¹, 2001].

Tali rappresentazioni testimoniano oltre al carattere collettivo del cantiere medievale, l'utilizzo di ponteggi lignei e di apparecchiature per il tiro in alto di materiali non dissimili da quelli utilizzati in epoca romana.

Considerato che le cattedrali medioevali si sviluppavano molto in altezza, a partire dal XII secolo si registra sul cantiere la presenza di argani a ruote azionati a mano dalle maestranze, utili per movimentare in altezza i materiali. Tali apparecchiature nel corso dei lavori venivano di volta in volta spostate al procedere della realizzazione delle murature. Ultimate queste, di norma si dava inizio alla realizzazione delle coperture. Ciò consentiva di poter utilizzare l'edificio prima ancora di realizzare il sistema voltato di copertura e, dal punto di vista cantieristico, di poter lavorare per la sua ultimazione al coperto. Gli argani utilizzati per tirar su le strutture del tetto non venivano rimossi, ma sistemati nello spazio tra l'intradosso delle capriate e l'estradosso delle volte da realizzare, garantendo il tiro in alto dei materiali occorrenti all'ultimazione dei lavori. In Europa [Matthies 1992, 510-547] esistono ancora diversi esemplari di argani a ruota nei sottotetti di chiese gotiche: in Italia nella chiesa di Santa Maria Maggiore di Bergamo si conserva la ruota azionata a mano di circa 3,5 ml di diametro utilizzata per i lavori [Angelini 1959; Bernardoni - Neuwahl 2013, 137-141]. Tra il XIII e il XIV secolo agli argani a ruote azionati a mano furono affiancati argani con ruote calcatorie e montacarichi con sbracci semoventi.

4 | Dal Rinascimento all'Illuminismo

I grandi cambiamenti politici e culturali registratisi nel Quattrocento sono rintracciabili anche nella tipologia di testimonianze iconografiche del periodo. Accanto ai disegni e alle classiche rappresentazioni pittoriche che ritraevano scene di cantiere come, a esempio, la *Costruzione di un edificio* di Piero di Cosimo, la *Costruzione della basilica di S. Pietro* (1524) di Pieter Coecke⁶ [Amore 2014, 466] o, ancora, *La grande torre di Babele* di Pieter Bruegel⁷, si fa strada, infatti, una forma nuova di illustrazione, che va inquadrata nell'ambito della trasformazione del ruolo

⁶ Biblioteca Apostolica Vaticana, Gabinetto delle stampe, Collezione disegni Thomas Asby, n. 329.

⁷ Kunsthistorisches Museum, Vienna, olio su tela.

Zäthen, Inhamen, Cratio mundi, Denselungen der sechs Schöpfungsstadien und naturwissenschaftlichen Weltbild im Mittelalter. Burgart 1979, Abb. 284 (= Irtinger Beiträge zur Geschichte und Politik, Bd. 13).



247 a London, British Museum, Add. Ms. 15277, fol. 15r-16r
Altes Testament
Farbig levierte Federzeichnung
Rock, Brustweil, Fläche, Hobel.



249



248 a London, British Museum, Add. Ms. 15692, fol. 29r
Euklid
Dachmalerei (Italien)
Reißbrett, Winkel, Zirkel
Harvey (1975), Abb. 32

um 1495/1500
248 b London, British Museum, Add. 17280, fol. 168r
sog. Stundenbuch Philipps des Schönen und Johannes von Kastilien
Buchmalerei (Wägrige)



333

333 a München, Bayer. Staatsbibl., Cod. gall. 16, fol. 24r
Papher der Königin Isabella von England
Buchmalerei (England)
Brett mit Schallbrett, Fläche, Kelle, Leinwand, Schabkarr, Schallbrett
Schiller, S. 95, Nr. 54, Raschl, S. 67, o. Abb.

1305-08

334 a München, Bayer. Staatsbibl., Cod. germ. 4, fol. 25r
Christ-Herren-Chronik
Buchmalerei (Süddeutschland)
Hammer, Klippel, Lastkran mit Paule, Mörsebottich, Mörsebottichschacke, einseitiger Schemel, Schlagstein, Spitzfläche, Zirkel
B/Nr. 156, Brandt, S. 248, Abb. 335; Harth, Abb. 14; Mikoski, Bild 27; Scholz, S. 19, Fig. 87 (Dreit. Sonnenstein); Vgl. auch Nr. 335



um 1370

335 a München, Bayer. Staatsbibl., Cod. germ. 5, fol. 29r
Mischhandschrift (Christ-Herren-Chronik, Radolf von Emu, Jansen Enikel)
Buchmalerei (Süddeutschland)
Reißbrett, Kelle, Lastkran mit Zange, Mörsebottich, Mörsebottichschacke, einseitiger Schemel, Spitzfläche, Winkel



453 Paris, Bibl. Nationale, Ms. B. 19, fol. 81r
Augustinus-Handschrift
Buchmalerei (Frankreich, Schule von Tours)
Eimer, Gerüst, Kelle, Korb, Lastkran, Leiter, Mühle, Schallbrett, Spitzfläche, Winkel
B/Nr. 148 a; Mikoski, Bild 43.

um 1400
454 Paris, Bibl. Nationale, Ms. B. 23, fol. 87r
Französische Augustinus-Handschrift
Buchmalerei
Gerüst, Kelle, Laufschraub, Meflame, Mühle
B/Nr. 125



um 1390
455 Paris, Bibl. Nationale, Ms. B. 23, fol. 119r
Augustinus-Handschrift
Buchmalerei (Flandern oder Nordfrankreich)

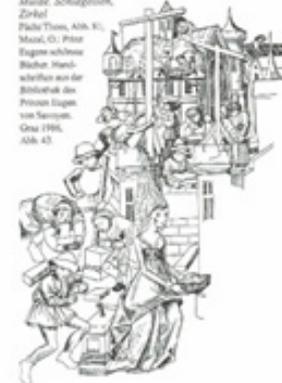
Eimer, Klippel, Lastkran, Spitzfläche
B/Nr. 149; Mikoski, Bild 53.



2. V. 14. B.
627 a Wien, Österr. Nat. Bibl., Cod. 2390 fol. 8r
Sydrus, Livre de la fontaine de toutes sciences
Buchmalerei (Nordfrankreich)
Kelle, Laufschraub, Mörsebottich, Zirkel
B/Nr. 214; Tyllens, Abb. 36; Hansma 2, Taf. 37v; S. 25-23.



um 1470
627 b Wien, Österr. Nat. Bibl., Cod. 2605 fol. 87r
Christine de Pisan, La cité des dames
Buchmalerei
Gerüst, Klippel, Lastkran, Meflame, Mühle, Schlagstein, Zirkel
Puls, Thom, Abb. 81; Meisl, O.; Preis Eugène schöne Buchen, Hand-schriften aus der Bibliothek des Prince Eugène von Savoie, Gené 1906, Abb. 43.



1390-1400
628 Wien, Österr. Nat. Bibl., Cod. 2759, Buch Genesis (= I. Meiss II), fol. 10r
Wasserschiffel

Buchmalerei (Fug)
Gerüst, Kelle, Lastkran mit Treppel und Zange, Leiter, Mörsebottich, Mühle, Schabkarr
B/Nr. 216; Tyllens, Abb. 48; Mikoski, Bild 26; Brandt, S. 251; Abb. 338; Hecht, S. 256, Abb. 65.5 (Umzeichnung Lavagny); Hans, Abb. 90; Martens, Peter u. Fritz Jankowski, Männer haben Frauenbau in Bausenik 1001 Braunschweig 1981, Aust.-Kat. Braunschweig 1981, Abb. 3, S. 136; Philipp, Taf. 34; Weinst. Wbl., Einleitung von Horst Appen, Dortmund 1990 (= Die illustrierten Yachtschiffe 1001), Bd. 5, fol. 10r.



Fig. 3: Scene di cantiere tratte da miniature medievali [Binding 2001, 82, 112, 147, 195].



Fig. 4: Piero di Cosimo, *Costruzione di un edificio*, 1520 ca.
Olio su tavola, cm 82,5 x 199,5. Florida, The John and Mable
Ringling Museum of Art di Sarasota.

Nel dipinto sono rappresentate le diverse tipologie di maestranze che concorrevano alla costruzione di un edificio: carpentieri, scalpellini, muratori, calciaioli, trasportatori e semplici manovali. Al centro del corpo di fabbrica dipinto sulla destra della tavola è rappresentata una gru nell'atto di posizionare l'ultima delle statue che adornano il palazzo. L'antenna poggia su una base di legno, apparentemente un carrello con quattro piccole ruote piene. Il motore è una ruota, solidale all'antenna, manovrata da due operai: uno è in piedi a lato della stessa, l'altro vi sta salendo. Si tratta di una rappresentazione che risente molto dei modelli medioevali attualizzata dal punto di vista compositivo e pittorico.

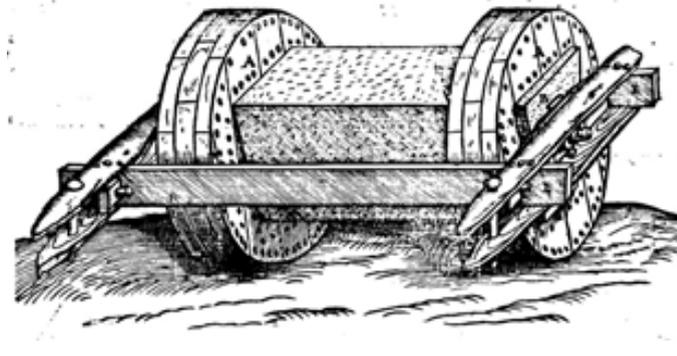
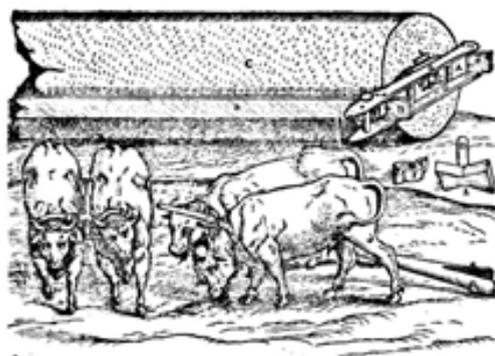
degli architetti nella società rinascimentale. In questa epoca l'architetto esce dall'anonimato per divenire un vero e proprio artista, così come era già accaduto nel periodo romano, divenendo una figura importante dal punto di vista sociale, molto richiesta per le sue competenze dalle diverse corti del tempo. Alla crescita sociale corrispose un importante processo di qualificazione culturale: il costruttore medioevale si evolve in un architetto umanista con una formazione pluridisciplinare, capace di affrontare problematiche estetiche e costruttive dell'architettura che, tra l'altro, comincia a sperimentare una nuova forma letteraria, quella del trattato architettonico, sulla falsa riga di quello vitruviano. Il contributo più originale di tale nuova forma di codificazione del sapere è l'introduzione sistematica di disegni esplicativi nella trattazione delle problematiche dell'architettura e, in relazione al presente studio, delle macchine. La nuova figura di architetto-ingegnere-artista, dedicandosi allo studio della cultura classica attraverso il pensiero umanista del tempo e i viaggi a Roma per apprendere i segreti costruttivi della grande civiltà romana, era l'unica in grado di affrontare con competenza i temi dell'architettura e della meccanica attraverso il disegno. La pubblicazione commentata del *De Architectura* di Vitruvio testimonia la stretta collaborazione tra letterati e architetti che divenne uno dei caratteri distintivi della cultura del Quattrocento.

Brunelleschi fu tra i primi architetti a affermarsi socialmente contribuendo con il suo operato in maniera determinante alla definizione di una nuova identità professionale [Wittkower 1968]. Con la costruzione della cupola di Santa Maria del Fiore [Guasti 1857; Battisti 1976; Bruschi 2006; *Prima di Leonardo* 1991, *Gli ingegneri del Rinascimento* 2005] egli segna un momento di frattura con il passato e l'inizio di un nuovo modo di concepire il lavoro tecnico anche e soprattutto per quanto attiene gli aspetti costruttivi dell'architettura, facendosi carico in prima persona dell'ideazione e dell'organizzazione del cantiere. Purtroppo, non esistono scritti e/o disegni autografi di Brunelleschi sull'argomento; ciononostante l'attenzione posta dai suoi contemporanei alle macchine utilizzate in cantiere, registrata attraverso l'elaborazione di disegni commentati, ben testimonia l'affermarsi dell'utilizzo dell'illustrazione per descrivere macchine e congegni nel periodo rinascimentale.

Le opere degli ingegneri senesi come Mariano di Jacopo detto il Taccola, Francesco di Giorgio Martini e poi, di Leonardo [Portoghesi 1981; *Prima di Leonardo* 1991; *Gli ingegneri del Rinascimento* 2005] testimoniano la maturata consapevolezza della necessità di coniugare continuamente scienza e tecnica, e che non era più sufficiente riscoprire la sapienza antica: occorre sperimentare soluzioni nuove e generalizzarne i principi. Tali opere, dunque, rappresentano l'inizio di un processo che contribuirà, tra l'altro, alla trasformazione della costruzione dell'architettura da un'attività fondata esclusivamente sulla pratica e sull'esperienza, in una disciplina basata su un insieme di premesse teoriche definite e realizzate attraverso metodi rigorosi di calcolo e di misurazione. Per tutto il Seicento e l'inizio del Settecento, però, il mondo delle arti applicate e quello della scienza rimasero sostanzialmente distinti: i maestri artigiani – dal Medioevo organizzati in corporazioni delle arti e dei mestieri – erano gelosi del loro saper fare e del ritorno economico e sociale che ne derivava e, dunque, erano restii al confronto con il mondo della scienza e a rendere noti i loro segreti pratici. Per tale ragione, nonostante gli studi e le sperimentazioni degli ingegneri rinascimentali, stentò a affermarsi una pubblicistica tale da svelare i 'segreti' tecnici relativi alla pratica realizzativa delle architetture e alle macchine impiegate, al di fuori della stretta cerchia degli addetti ai lavori.

Occorrerà attendere l'opera di Nicola Zabaglia, meccanico della Reverenda Fabbrica di San Pietro, per registrare uno straordinario salto di qualità nella rappresentazione del 'cantiere'. Zaba-

Fig. 5: Rappresentazione delle macchine di Chersifrone e di Metagene descritte da Vitruvio nel libro X [Rusconi 1590, 136-137].



Tra le figure elaborate dal Rusconi per illustrare il Trattato di Vitruvio, di sicuro interesse sono quelle relative alle macchine ideate da Chersifrone e Metagene per la costruzione del tempio di Diana a Efeso.

Il sistema di Chersifrone è stato illustrato nella gran parte delle edizioni del trattato vitruviano in modo non sempre preciso. Innanzitutto, va sottolineato che tutte le ricostruzioni grafiche fanno riferimento – almeno nelle proporzioni – ad un fusto di colonna molto slanciato e non a dei rocchi piuttosto tozzi come quelli che con ogni probabilità furono utilizzati per la realizzazione del tempio di Diana da parte Chersifrone. Inoltre, va sottolineato che per poter rotolare secondo il proprio asse i rocchi dovevano essere dei perfetti cilindri e che il piano stradale doveva essere privo di asperità. Per tale ragioni Gullini ipotizza che per far rotolare il rocchio, senza, peraltro, rischiare di provocarne la rottura, si provvedesse a realizzare sulle sue facce piane due cornici di legno a forma

di ruota, che consentivano al rocchio stesso di ruotare su sé stesso in una direzione perpendicolare al suo asse, sollevato, però, da terra [Gullini 1990, 95].

Analogamente, anche la seconda macchina ideata da Metagene per trasportare gli architravi dell'Artemision, è stata per lungo tempo interpretata in maniera imprecisa, anche a causa dell'iconografia vitruviana cinquecentesca. Considerato che gli arcotravi del tempio di Diana ad Efeso, secondo le ricostruzioni più attendibili, dovevano misurare circa sei metri, se – come nelle ricostruzioni grafiche più diffuse della macchina di Metagene – fossero state realizzate solo due ruote poste perpendicolarmente all'asse dell'arcotrave, per il relativo traino sarebbero occorse strade larghe oltre gli otto metri. Inoltre, tutte le asperità presenti lungo le stesse avrebbero potuto provocare anomale sollecitazioni all'elemento in pietra, con il rischio di fratturarlo e, dunque, renderlo inutilizzabile. Per tale ragione sempre Gullini ipotizza che il blocco

marmoreo fosse connesso non a due ma a quattro ruote, due per lato, poste sui lati lunghi, in modo tale che esso potesse essere trascinato nella direzione del suo asse maggiore, riducendo fortemente gli urti e le sollecitazioni [Gullini 1990, 84, figg. 118-119]. Inoltre, se consideriamo che per porre al di sopra delle colonne i citati architravi fu utilizzato il sistema del terrapieno, l'apparecchio di Metagene così come storicamente rappresentato nell'iconografia classica, sarebbe stato inservibile a meno che di non costruire una rampa terrapieno perpendicolare alla facciata del tempio con una sezione superiore a quella dell'intercolonnio. Viceversa, se il traino del blocco avveniva nella direzione della sua lunghezza, il terrapieno poteva essere disposto con una rampa parallela alla fronte del colonnato. In tal modo il blocco poteva essere trasportato in alto secondo un piano verticale parallelo a quello della sua definitiva collocazione e a poca distanza da essa [Gullini 1990, 88].

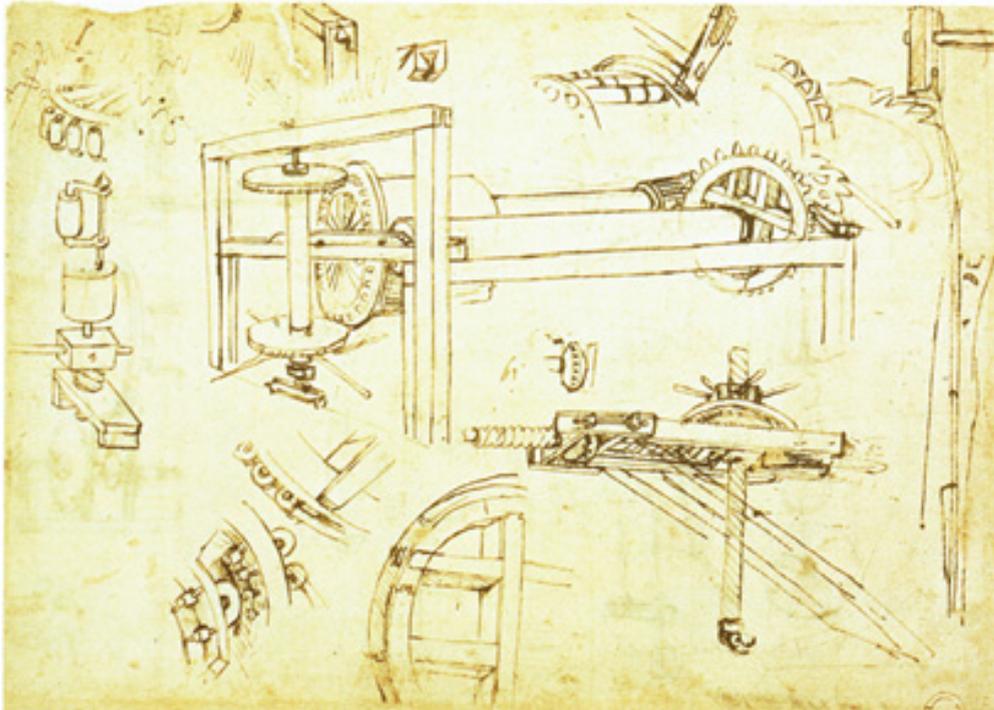


Fig. 6: Leonardo da Vinci, Argano a tre velocità di Brunelleschi, Milano. Codice Atlantico, Biblioteca Ambrosiana, c. 1083v.

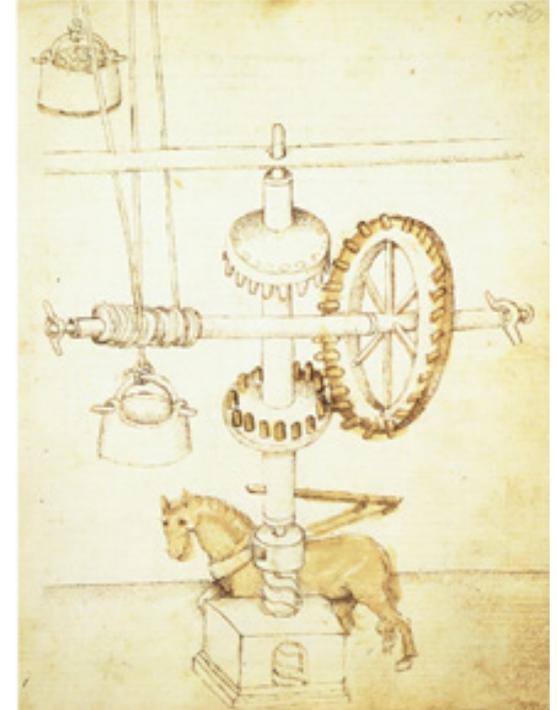


Fig. 7: Mariano di Jacopo detto il Taccola, De ingeneis, Libri III-IV. *L'argano brunelleschiano reversibile*. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Palatino 766 (BNCF), c. 11r.

Grazie ad una documentazione molto ricca, le principali macchine concepite o perfezionate da Brunelleschi e utilizzate nelle diverse fasi di costruzione della cupola di Santa Maria del Fiore sono state oggetto di molteplici pubblicazioni e di ricostruzioni al vero. Rispetto all'argano realizzato da Brunelleschi, la versione disegnata dal Taccola non consente la variazione della velocità. La cosiddetta colla grande, il gigantesco sollevatore di pesi che operava da terra e che da solo garantiva l'approvvigionamento dei materiali in quota, era una macchina particolarmente robusta, potente e soprattutto versatile, garantendo tre diverse velocità di sollevamento. Poteva, inoltre, lavorare sia in discesa che in salita senza bisogno di staccare dal giogo e riattaccare in senso contrario la coppia di buoi che erogava la forza motrice, grazie ad un ingegnoso dispositivo che consentiva l'inversione della rotazione degli alberi.

Di sicuro interesse furono anche le impalcature lignee ideate e costruite da Brunelleschi alla quota dell'imposta della cupola per la sua realizzazione e, successivamente, per della posa in opera della lanterna [Battisti 1976, 139, 262; Bruschi 2006, 39].

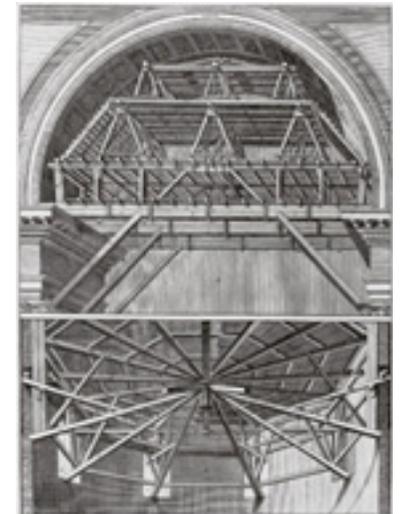
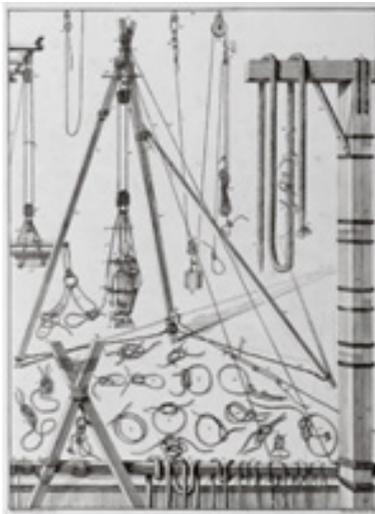
glia lavorò per tutta la vita costruendo macchine e ponteggi con straordinaria perizia e ingegno. A quasi cinquant'anni, nel 1714, sollecitato dalla Congregazione, decise di pubblicare il volume *Castelli e Ponti* che sarà stampato solo nel 1743. Successivamente, nel 1824, fu pubblicata una seconda edizione, con l'introduzione di Filippo Maria Renazzi, corredata con una biografia dello Zabaglia. Il volume e l'opera del sampietrino, oggetto di molti recenti studi [*Sapere e saper fare* 2001; D'Amelio 2006; Marconi 2006, 2015], a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti, risulta di grande interesse per diversi motivi. Innanzitutto, egli fa riferimento alla necessità di utilizzare ponti e impalcature comode e sicure per gli operai, sottolineando che la realizzazione di buone impalcature sia condizione essenziale per la riuscita dell'opera, osservazione ribadita in seguito da Viollet-le-Duc nella voce «echafaud» del suo *Dizionario* [Viollet-le-Duc 1861]. Ancora più interessante, dal nostro punto di vista, è la precisione con la quale sono disegnate nelle tavole del suo volume le attrezzature da lavoro, le funi, le giunzioni delle travi lignee, le macchine di sollevamento, le impalcature ecc., nonché le lunghe didascalie a corredo e spiegazione delle tavole. Ciò testimonia l'intento di 'svelare' i segreti della categoria di artigiani a cui apparteneva, fino a allora tramandati solo oralmente, in un contesto sociale e culturale in veloce trasformazione. Non a caso tra fine Settecento e inizio Ottocento si assisterà a un nuovo cambiamento della figura dell'architetto costruttore, dopo quella dell'epoca romana, medioevale e rinascimentale, che vedrà la nascita dell'ingegnere modernamente inteso, con le istituzioni delle prime scuole di ingegneria fondate proprio sullo studio della meccanica e dell'idraulica. Testimonianza di tale ulteriore trasformazione è la pubblicitica sette-ottocentesca. Per tutti basti ricordare le illustrazioni delle opere di Jean-Baptiste Rondelet e di Viollet-le-Duc.

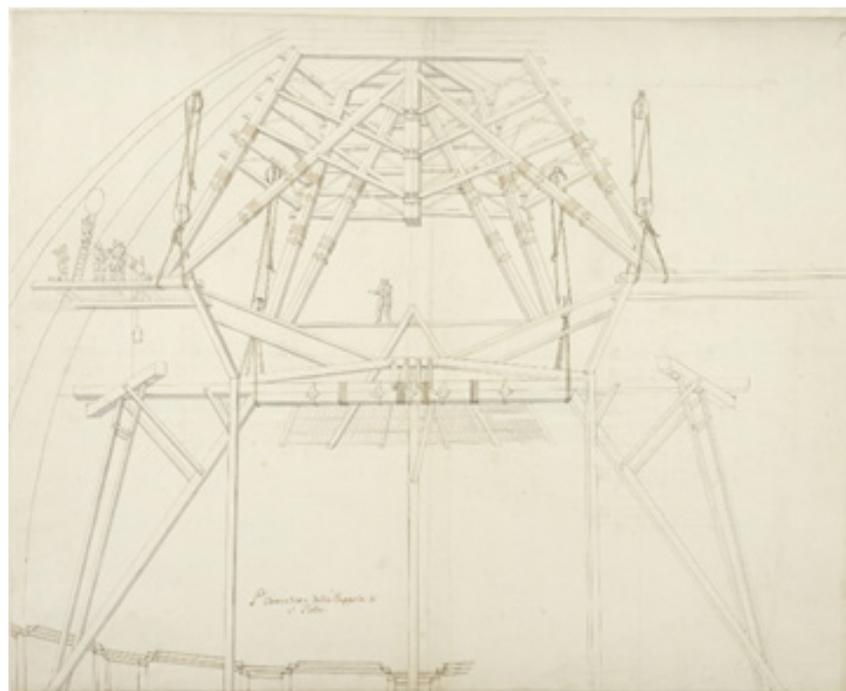
5 | Conclusioni

L'esame delle diverse fonti iconografiche sugli aspetti realizzativi e cantieristici dell'architettura storica compiuta testimonia una ricchezza e pluralità di questioni che solo parzialmente è stato possibile specificare in questa sede.

Nel periodo romano tali fonti sono di natura simbolica e evocativa. La rappresentazione di utensili, tipologie di lavoratori, macchine e scene di cantiere vere e proprie è parte di un discorso

Fig. 8: Nicola Zabaglia, *Castelli e Ponti di Maestro Niccola Zabaglia con alcune ingegnose pratiche e con la descrizione del trasporto dell'Obelisco Vaticano e di altri del cavaliere Domenico Fontana*, Pagliarini, Roma, 1743. Tavv. II, V, XVI e XXVIII.





102 Fig. 9: Nicodemus Tessin il giovane, *Scaffolding for a Dome with explanatory text in Italian, Scaffolding in the Dome of St. Peter's Church, Rome*, Stoccolma, National Museum, NMH CC 749, NMH CC 2253 recto.

Le illustrazioni di Tessin testimoniano l'interesse anche degli architetti stranieri per le opere provvisorie realizzate dallo Zabaglia. In particolare, l'architetto svedese fu a Roma tra il 1673 ed il 1678, dove completò la sua formazione ed ebbe modo di conoscere Gian Lorenzo Bernini e Carlo Fontana.

celebrativo più ampio, tendente a esaltare le imprese e le virtù di imperatori e/o di uomini che si erano distinti per le loro opere. I rilievi marmorei realizzati per tombe e sarcofagi che rappresentano la maggior parte dei documenti a disposizione ben evidenziano tale aspetto.

La tipologia di rappresentazioni medioevali pervenuteci è già più ricca benché eterogena, in quanto costituita da un insieme di immagini realizzate con molteplici finalità. Ciò impone che per una corretta interpretazione si debba tener conto dell'ambiente culturale in cui furono prodotte e degli obiettivi perseguiti dai relativi autori, nonché dell'eventuale uso di canoni convenzionali. Occorre, dunque, distinguere i casi in cui sono stati riproposti elementi di repertorio, a esempio in funzione simbolica o celebrativa, da quelli il cui intento documentario era preminente. Spesso pittori e miniaturisti riproducevano apparati tecnologici convenzionali, frutto di modelli rappresentativi canonici che si ripetevano quasi invariati nei secoli. In taluni casi, soprattutto nelle raffigurazioni di attività lavorative, la figura è più il frutto di una cultura tradizionale dell'immagine che non il prodotto dell'osservazione del dato tecnico reale. In molte altre miniature, invece, si registra un sostanziale contrasto fra la verosimiglianza della rappresentazione degli strumenti di lavoro, quali gli arnesi, le impalcature o le macchine per sollevare carichi, e il contesto in cui si svolge l'azione, che rimane spesso una riproduzione immaginaria, ricostruita mentalmente dall'artista anche se basata su dati reali, di un evento più volte osservato.

A partire dal Rinascimento, accanto alle fonti pittoriche che rimangono importanti elementi di riferimento, si affiancano altri tipi di rappresentazione più 'tecniche'. Si tratta delle illustrazioni delle riproduzioni del trattato di Vitruvio, con speciale riguardo al libro X, e di tutti quei trattati riconducibili alla tradizione di studi degli ingegneri senesi del XVI secolo e dello stesso Leonardo da Vinci che, sulla scorta delle invenzioni brunelleschiane, si interessarono, tra l'altro, delle macchine da utilizzare in edilizia.

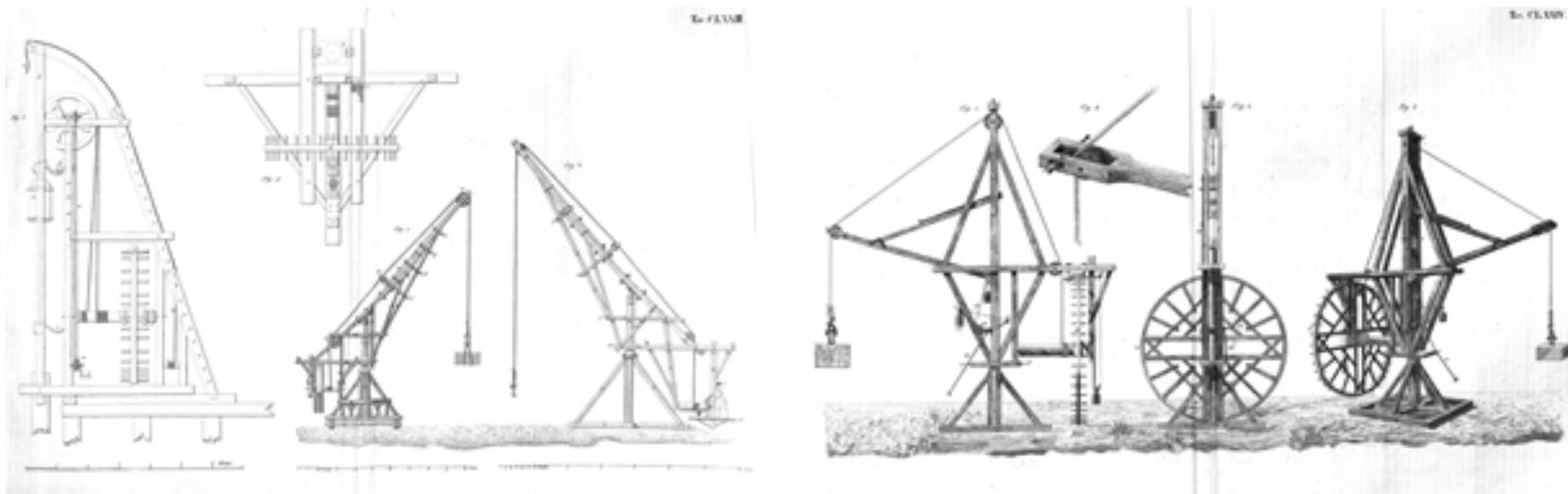


Fig. 10: Jean-Baptiste Rondelet, 1831, *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare, prima traduzione italiana sulla sesta edizione originale con note e giunte importantissime per cura di Basilio Soresina*. Mantova: Società editrice L. Caranenti. Tav. CLXXIII; Tav. CLXXIV. Nuova gru a volata mobile e grande ruota a cavicchie, impiegata per la costruzione della cupola della chiesa di Sainte-Geneviève, progettata e messa in opera da Rondelet nel 1785.

Per tutto il Seicento e parte del Settecento, non si registrano significativi cambiamenti nella tipologia di illustrazioni riferibili agli aspetti realizzativi dell'architettura. Nel Settecento illuminista le corporazioni edili, tanto gelose dei loro segreti professionali che tramandavano le loro conoscenze di generazione in generazione, cedettero il passo a nuovi modelli di formazione che, nel campo dell'architettura, si sostanziarono nella nascita delle moderne scuole di Ingegneria in cui gli aspetti realizzativi e cantieristici assunsero una propria autonomia anche disciplinare. Tale processo è identificabile anche nell'affermazione di un nuovo modello di iconografia fondato su basi scientifiche e tecniche che si pone l'obiettivo primario di fornire conoscenze a un vasto pubblico, anche nell'ambito più specifico delle attrezzature del cantiere e della sua gestione. L'opera di Nicolò Zabaglia, meccanico della Reverenda Fabbrica di San Pietro, risulta in questo senso di straordinaria importanza e aprirà la strada a tutta quella manualistica tecnica che si svilupperà a partire dall'Ottocento, in cui la rappresentazione dell'architettura e degli aspetti costruttivi della stessa assumerà un valore soprattutto tecnico-scientifico.

Bibliografia

- ADAM, J.P. (1988). *L'arte di costruire presso i romani*, Milano, Longanesi.
- AMORE, R. (2014). *Organizzazione e questioni di sicurezza nel cantiere edilizio pre-industriale*, in *History of Engineering, Storia dell'Ingegneria*, Atti del 5° Convegno Nazionale (Naples, 2014 May 19th - 20th), volume I, a cura di S. D'Agostino, G. Fabricatore, Napoli, Cuzzolin.
- ANGELINI, S. (1959). *Santa Maria Maggiore in Bergamo*, Bergamo, Istituto italiano arti grafiche.
- AVETA, A. (1987). *Materiali e tecniche tradizionali nel napoletano*, Napoli, Arte Tipografica.
- BARAGLI, S. (2003). *L'iconografia del cantiere come propaganda politica*, in *Pouvoir et édilité*, studi in onore di E. Crouzet-Pavan, Rome, Ecole française de Rome.
- BATTISTI, E. (1976). *Filippo Brunelleschi*, Milano, Electa.
- BERNARDONI, A., NEUWAHL, A. (2013). *Tirari e alzari, macchine da cantiere*, Figline Valdarno, Artes Mechanicae.
- BINDING, G., NUSSBAUM, N. (1978). *Der mittelalterliche Baubetrieb nördlich der Alpen in zeitgenössischen Darstellungen*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- BINDING, G. (1993). *Baubetrieb in mittelalter*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- BINDING, G. (1993¹). Voce *Cantiere*, in *Enciclopedia dell'Arte Medioevale*, Roma, Treccani, consultabile online (http://www.treccani.it/enciclopedia/cantiere_%28Enciclopedia-dell%27-Arte-Medioevale%29/).
- BINDING, G. (2001). *Der Mittelalterliche baubetrieb in zeitgenössischen abbildungen*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- R. BORK, R. (2011). *The Geometry of Creation. Architectural Drawing and the Dynamics of Gothic Design*, Farnham, Ashgate.
- BOILEAU, E. (1879). *Les métiers et corporations de la ville de Paris, le livre des métiers*, Parigi, Imprimerie nationale.
- BRUSCHI, A. (2006). *Filippo Brunelleschi*, Milano, Electa.
- Castel Capuano. La cittadella della Cultura giuridica e della Legalità. Restauro e valorizzazione* (2013), a cura di A. Aveta, Napoli, Elio De Rosa Editore.
- Castel Nuovo in Napoli. Ricerche integrate e conoscenza critica per il progetto di restauro e di valorizzazione* (2017), a cura di A. Aveta, Napoli, Artstudiopaparo.
- COPPOLA, G. (1999). *La costruzione nel Medio evo*, Avellino, Elio Sellino editore.
- COPPOLA, G. (2015). *L'edilizia nel Medioevo*, Roma, Carocci.
- D'AMELIO, M.G. (2006). *Building materials, tools and machinery belonging to the Reverenda Fabbrica di San Pietro, used for building Rome thee late 16th to the late 19th century*, in *Practice an Science in Early Modern Italian Building. Towards an Epistemic History of Architecture*, Milano, Electa, pp. 125-136.
- Diagnostica e conservazione: l'insula 14 del Rione Terra* (2008), a cura di A. Aveta, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane.
- DI STEFANO, R. (1963). *La cupola di San Pietro*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane.
- FELICI, A. (2006). *Le impalcature nell'arte e per l'arte*, Firenze, Nardini.
- FERRARI, G.A. (1984). *Meccanica allargata*, in *La Scienza Ellenistica*. Atti delle tre giornate di studio (Pavia, 14-16 aprile 1982), a cura di G. Giannantoni, M. Vegetti, Pavia, Bibliopolis.
- GIOVANNONI, G. (1923). *Building and Engineering*, in *The Legacy of Rome*, Oxford, Oxford University press, pp. 429-474.
- GIOVANNONI, G. (1925). *La tecnica della costruzione presso i romani*, Roma, Bardi.
- Gli ingegneri del Rinascimento da Brunelleschi a Leonardo da Vinci*, a cura di P. Galluzzi, catalogo della mostra (Firenze, Palazzo Strozzi, 22 giugno 1996 - 6 gennaio 1997), Firenze, Giunti.

- GROSS, P. (2009). *Vitruvio e la sua opera teorica*, in *Storia dell'architettura italiana. Architettura Romana i grandi Monumenti di Roma*, a cura di H. von Hesberg, P. Zanker, Milano, Electa.
- GUASTI, C. (1857). *La cupola di Santa Maria del Fiore*, Firenze, Babera, Bianchi e Corugo.
- GULLINI, G. (1990). *Ingegneria e artigianato industriale*, in *Magna Grecia. Arte e artigianato*, a cura di G. Pugliese Carratelli, Milano, Electa.
- Le leggi dei Longobardi. Storia, memoria e diritto di un popolo germanico* (2005), a cura di C. Azzara, S. Gasparri, Roma, Viella.
- LUGLI, G. (1957). *La tecnica edilizia romana, con particolare riguardo a Roma e Lazio*, Roma, Eredi dott. Bardi.
- MARCONI, N. (2006). *Tradition and technological innovation on Roman building sites from the 16th to the 18th: construction machines, building practice and the diffusion of technical knowledge*, in *Practice an Science in Early Modern Italian Building. Towards an Epistemic History of Architecture*, Milano, Electa, pp. 137-152.
- MARCONI, N. (2015). *Castelli e ponti. Apparati per il restauro nell'opera di mastro Nicola Zabaglia per la Fabbrica di San Pietro in Vaticano*, Foligno, Il Formichiere.
- MARTINES, G. (1988-1999). *Macchine da cantiere per il sollevamento dei pesi, nell'antichità, nel Medioevo, nei sec. XV e XVI*, in «Annali di architettura», nn.10-11, pp. 261-275.
- MATTHIES, A.L. (1992). *Medieval treadwheels: Artists' Views of Building construction*, in «Technology and Culture», XXXIII, pp. 510-547.
- Prima di Leonardo. Cultura delle macchine a Siena nel Rinascimento*. (1991), a cura di P. Galluzzi, catalogo della mostra (Siena, Magazzini del Sale, 9 giugno - 30 settembre 1991), Milano, Electa.
- RONDELET, J.-B. (1831). *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, prima traduzione italiana sulla sesta edizione originale con note e giunte importantissime per cura di B. Soresina, Mantova, Società editrice L. Caranenti.
- RUSHFORTH, G. McN. (1923). *Architecture and Art*, in *The Legacy of Rome*, Oxford, Oxford University press, pp. 385-428.
- Roberto Di Stefano. Filosofia della conservazione e prassi del restauro* (2013), a cura di A. Aveta, M. Di Stefano, Napoli, Arte Tipografica.
- RUSCONI, G.A. (1590). *Della architettura di Gio. Antonio Rusconi, con centosessanta figure dissegnate dal medesimo, secondo i precetti di Vitruvio, e con chiarezza, e breuità dichiarate libri dieci*, Venetia, Gioliti.
- Sapere e saper fare nella fabbrica di San Pietro. «Castelli e ponti» di maestro Nicola Zabaglia 1743* (2001), a cura di A. Marino, Roma, Gangemi.
- SINGER, C. (1923). *Science*, in *Architecture and Art in The Legacy of Rome*, Oxford, Oxford University press, pp. 265-324.
- TOSCO, C. (2003). *Gli architetti e le maestranze*, in *Arti e storia del Medioevo*, a cura di E. Castelnuovo, G. Sergio, vol. II, Torino, Einaudi.
- TOSCO, C. (2003¹). *Il castello, la casa, la chiesa. Architettura e società nel medioevo*, Torino, Einaudi.
- TOSCO, C. (2006). *Architettura*, in *Arti e tecniche del Medioevo*, a cura di F. Crivello, Torino, Einaudi, pp. 14-34.
- TRAGBAR, K. (2006). *Italian mediaeval building practice in contemporary visual representations*, in *Practice an Science in Early Modern Italian Building. Towards an Epistemic History of Architecture*, Milano, Electa, pp. 17-30.
- VIOUET-LE-DUC, E.E. (1861). Voce «échafaud», in *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*, Paris, B. Bange, vol. IV.
- WITTKOWER, R. e M. (1968). *Nati sotto Saturno*, Torino, Einaudi (traduzione di F. Salvatorelli).
- VITRUVIO (1997). *De Architectura*, a cura di P. Gross, traduzione e commento di A. Corso, E. Romano, Torino, Einaudi.