

# I modi del costruire

---

di *Maria Letizia Gualandi*

Edizione di riferimento:  
in *Civiltà dei Romani. Il rito e la vita privata*, a cura  
di Salvatore Settis, Electa, Milano 1992

# Indice

I materiali e le tecniche: la pietra	5
L'opera poligonale, l'opera quadrata e l'opera a telaio	7
Le macchine elevatorie	9
Il legno, l'argilla e la terracotta	9
L'opera cementizia	11
La calce	12
I ponteggi	14
I paramenti: l'opera incerta, l'opera reticolata, l'opera mista e l'opera vittata	15
Il paramento di mattoni	17
L'innovazione architettonica	19
Il cantiere: organizzazione ed efficienza	22

Anche quando tra gli studiosi era diffusa la tendenza a considerare l'arte romana un'espressione tarda e decadente di quella greca, a questo giudizio negativo generalmente si sottraeva l'architettura, nelle cui molteplici realizzazioni, sopravvissute nella loro imponenza ad oltre un millennio di abbandono, distruzioni e spoliazioni, era palese tanto l'originalità rispetto ai modelli da cui aveva preso le mosse, che il suo ruolo normativo nei confronti dei successivi sviluppi dell'architettura occidentale. Per secoli infatti – e dal Rinascimento in poi con esplicita programmaticità – i monumenti romani costituirono la palestra per generazioni di architetti, che li studiarono fin nei minimi dettagli per far tesoro della lezione degli antichi. Scriveva Leon Battista Alberti nel VI libro del *De re aedificatoria* (1452): «Tutti gli edifici dell'antichità che potessero avere importanza per qualche rispetto, io li ho esaminati per poterne ricavare elementi utili. Incessantemente ho rovistato, scrutato, misurato, rappresentato con schizzi tutto quello che ho potuto per potermi impadronire e servire di tutti i contributi possibili che l'ingegno e la laboriosità umana mi offrivano». E tre secoli dopo, Giovan Battista Piranesi dedicava molte delle sue tavole ai dettagli tecnici delle costruzioni romane, per sostanziare la sua rivendicazione della superiorità dell'architettura romana su quella greca, esaltata dai seguaci di Winckelmann.

Tuttavia dovettero passare molti secoli prima che sorgessero i grandi monumenti imperiali – la Domus Aurea, i palazzi sul Palatino, i Fori, le terme, gli anfiteatri – che rivoluzionarono la tradizione architettonica dell'antichità; secoli durante i quali i Romani, abbandonate le capanne di frasche e stame di tutti i popoli primitivi, edificarono templi, edifici pubblici e case private con tecniche e tipologie architettoniche non diverse da quelle dei vicini Etruschi e, in seguito, dei Greci. Dalla tradizione greca derivò anche gran parte del lessico architettonico, come dimostra il *De architectura* di Vitruvio Pollione, l'unico trattato giunto per intero fino a noi e pertanto principale fonte delle nostre conoscenze di architettura, ingegneria e tecnica edilizia romana. Ma proprio nel I secolo a.C., fra l'età di Cesare e quella di Augusto, quando Vitruvio riassumeva nei suoi dieci libri il sapere tecnico e teorico del tempo, la pratica del costruire stava esplorando nuove vie, grazie alle straordinarie possibilità offerte dall'opera cementizia, una muratura costituita da un impasto di malta e scaglie di pietra scoperta da oltre un secolo e fino ad allora impiegata esclusivamente come surrogato più economico e resistente dei materiali tradizionali (legno, pietra e argilla). Oltre alla solidità e alla durata nel tempo, che la rendevano ideale per fondazioni ed elevati, l'opera cementizia presentava infatti caratteristiche di elasticità e leggerezza che nessun altro materiale allora poteva offrire e che aprirono la strada alla creazione dei nuovi tipi architettonici dell'età imperiale.

### *I materiali e le tecniche: la pietra*

Quando cominciarono a costruire edifici stabili, nel VII secolo a.C., come tutti i popoli antichi anche i Romani si servirono dei materiali reperibili in loco e

facilmente estraibili e lavorabili: legno, argilla e pietre vulcaniche, come il cappellaccio e il tufo del Campidoglio. Con le conquiste militari, l'incremento dei commerci e il progresso delle tecniche di estrazione e trasporto dei materiali, via via arrivarono a Roma tufi di miglior qualità dalle cave di Fidene, di Grotta Oscura, dell'Aniene e di Monteverde; da Albano fu importato il peperino, da Tivoli il travertino e, più tardi, il marmo da Carrara. Un po' alla volta le banchine del porto sul Tevere si riempirono di pietre pregiate da rivestimento, provenienti da regioni sempre più lontane, come i marmi pentelico e pario, il cipollino, il rosso antico, il portosanta, il serpentino e il verde antico dalla Grecia e dalle isole dell'Egeo, il pavonazzetto e il luculleo dall'Asia Minore, il giallo antico dalla Tunisia, i graniti, il basalto nero e il porfido rosso dall'Egitto. Le cave erano scavate in galleria, come quelle di tufo dell'Aniene, o a giorno, come quelle di marmo nelle Apuane. Servendosi di strumenti non molto diversi da quelli tuttora in uso – doppia ascia, mazzette, punteruoli, cunei, squadre – i cavatori (*lapicidinarii*) incidevano la pietra sia in verticale che in orizzontale, per ricavarne i blocchi che poi, a prezzo di sforzi titanici, erano fatti scivolare fuori della cava su rulli o slitte trainate da uomini e animali e quindi portati a destinazione su pesanti carri o, appena possibile, per via d'acqua, su chiatte e navi appositamente costruite. Le tecniche di estrazione variavano a seconda del tipo di pietra. Per pietre pregiate come il marmo si ricorreva ad una tecnica più lenta e laboriosa, che però garantiva tagli più netti e minor spreco di materiale: l'incisione nella parete era praticata con un'apposita sega (*serra*), che veniva bagnata di continuo con acqua mista a sabbia, perché non si surriscaldasse. Sfregata dalla lama, la sabbia con il suo potere abrasivo facilitava il taglio (Plinio, *N.H.* XXXVI, 51). Per rocce tenere e vulcaniche come i tufi, Vitruvio consiglia l'e-

strazione nei mesi estivi e lo stoccaggio dei blocchi per almeno due anni all'aria aperta, allo scopo di far perdere loro l'umidità e selezionare i migliori. Una volta rifiniti dagli scalpellini (*quadratarii* o *lapidarii*) e, se necessario, levigati, i blocchi erano pronti per essere messi in opera, con tecniche murarie che si distinguono per il diverso taglio e la differente disposizione delle pietre.

*L'opera poligonale, l'opera quadrata e l'opera a telaio*

L'opera poligonale, detta anche ciclopica, pelasgica o *opus siliceum*, è costituita da grossi blocchi di forma irregolare sovrapposti senza malta. La sua struttura massiccia e potente la rendeva particolarmente adatta per le fortificazioni: mura poligonali si trovano infatti già nel mondo miceneo, ma ovviamente non v'è alcun rapporto fra queste, che risalgono al XIII secolo a.C., e quelle che, fra il V e il III secolo a.C., cinsero tutte le principali città dell'Italia centrale, se non il comune desiderio di frapporre un ostacolo possibilmente insuperabile fra sé e i potenziali aggressori. Ebbero bastioni in opera poligonale Segni, Circeii, Ferentino, Cori, Norma, Terracina, Alba Fucens, Arpino, Alatri, Cosa, Palestrina, Spoleto, ma non Roma, che fin dall'epoca del re Servio Tullio, ossia dalla metà del VI secolo a.C., si era dotata di una cinta muraria in opera quadrata di cappellaccio. La particolare robustezza dell'opera poligonale si addiceva anche a costruzioni non militari, come i grandi muti di terrazzamento con cui i Romani modificarono a loro piacimento il profilo naturale di intere colline – ad esempio a Palestrina (III secolo a.C.), per la costruzione del santuario della Fortuna Primigenia, e a Pietrabbondante per la realizzazione del teatro (fine del I secolo a.C.) – o come i muri di contenimento dei terrapieni su cui correavano le grandi strade consolari, come

l'Appia fra Terracina e Formia (fine del V secolo a.C.) e la via Flacca sulla costiera fra Sperlonga e Gaeta (fine del III-inizi II secolo a.C.).

Piú diffusa, sia in Grecia e nell'Italia meridionale che nella Roma repubblicana, è l'opera quadrata, un tipo di muratura costituito di pietre tagliate in forma di parallelepipedo e poste una accanto all'altra in file orizzontali per testa (ovvero mostrando all'esterno la faccia minore), per taglio (esponendo la faccia maggiore) o in modo alternato e con la faccia a vista liscia o «a bugnato». I blocchi erano generalmente fissati l'uno all'altro da grappe di piombo, ferro o bronzo, a «doppia coda di rondine», a «doppia T» o a «P greco», che furono oggetto, come tutti i metalli, di spoglio sistematico dopo l'abbandono degli edifici (di qui i fori regolari tuttora visibili su gran parte dei ruderi).

Un modo completamente diverso di disporre i blocchi di pietra nella muratura è quello dell'opera a telaio o *opus africanum*, diffusa soprattutto nell'Africa settentrionale, ma attestata anche in Sicilia, in Sardegna e nell'Italia meridionale, dove fu introdotta dai Cartaginesi. La struttura portante del muro è formata da pilastri di grandi blocchi squadrati di varie dimensioni, disposti l'uno sull'altro alternativamente per testa e per taglio; ad essi si appoggiano pietre assai piú piccole, murate a secco o con malta.

Presupposto di ogni buona costruzione è la solidità: la *firmitas* è infatti la prima delle tre regole auree dettate da Vitruvio (I, 3, 2; le altre sono l'*utilitas*, ossia la perfetta rispondenza della costruzione allo scopo per cui è progettata, e la *venustas*, l'eleganza e l'armonia delle sue parti). La *firmitas* – su questo punto i precetti di Vitruvio sono molto espliciti – dipende innanzitutto dal modo di fondare l'edificio: una buona fondazione doveva poggiare su terreno solido o reso tale da pali d'ontano o d'olivo induriti dal calore della fiamma (V, 12) ed essere



realizzata senza risparmi sulla quantità e qualità del materiale impiegato.

### *Le macchine elevatorie*

Per porre in opera i blocchi di fondazione era sufficiente farli scivolare su rulli lungo rampe di terra che scendevano nella fossa appositamente scavata. Assai più complicato era issare i blocchi sempre più in alto, man mano che il muro cresceva (si pensi, ad esempio, che un blocco di calcare di 80x60x50 centimetri pesa più di 500 chilogrammi). Si ricorreva allora a macchine diverse (*machinae tractoriae*) in proporzione al carico da sollevare: da semplici carrucole, verricelli e paranchi (*orbiculi, sulae e trochleae*) a congegni più complessi, come l'argano (*rehamus*) descritto da Vitruvio (X, 2, 1) e spesso presente nelle scene di cantiere raffigurate sulle pitture murali o sui rilievi. Aumentando i bracci dell'argano e soprattutto la forza motrice (gli schiavi), la potenza della macchina poteva elevarsi fino a decine di tonnellate: in questi casi i verricelli erano sostituiti da una grande ruota cava (*rota calcatoria*), fatta girare da numerosi schiavi che si arrampicavano al suo interno, come nella macchina elevatoria raffigurata nel rilievo funerario degli Haterii. Per facilitare le operazioni, talvolta si operava in modo da diminuire la dimensione dei blocchi man mano che cresceva l'altezza della costruzione, come vediamo ad esempio nel muro del peribolo del tempio di Bel a Palmira.

### *Il legno, l'argilla e la terracotta*

Anche quando il materiale da costruzione era la pietra, come nelle tecniche edilizie viste finora, molte parti

degli edifici erano realizzate con altri materiali, quali il legno, l'argilla e la terracotta. Utilizzato in origine anche per strutture portanti come colonne, pilastri e architravi, con il passare del tempo il legno rimase fondamentalmente in uso per le coperture di tetti e solai e in genere per tutte le opere di carpenteria, realizzate con travi e travicelli interconnessi e legati con grappe di bronzo, piombo o ferro. Vitruvio (II, 9) ci informa che il legname migliore era quello tagliato in autunno o in inverno, prima cioè che cominciasse a soffiare il Favonio, portando con sé la primavera e la stagione dei germogli: in quel periodo infatti gli alberi effondono le loro energie vitali in foglie e frutti e le fibre si dilatano, perdendo gran parte della loro resistenza.

Qualunque essenza arborea, anche le più forti come la quercia, il castagno o il noce, dura molto più a lungo se è protetta dalle intemperie. Ecco perché fin dall'epoca arcaica le strutture lignee furono coperte con tegole, coppi, antefisse, lastre e gocciolatoi in terracotta, spesso colorati a tinte decise allo scopo di vivacizzare un'architettura ancora estremamente semplice ed austera. L'uso di decorare gli edifici con terrecotte architettoniche dipinte tuttavia continuò anche in seguito, fino all'età imperiale avanzata, e determinò una produzione in serie di pezzi di qualità estremamente varia, dai più semplici, decorati con motivi geometrici e floreali, protomi animali o *gorgoneia*, ai più raffinati, come le lastre o cosiddette Campana (dal nome del loro più famoso collezionista moderno), prodotte a Roma fra il I secolo a.C. e il I d.C. e decorate con scene figurate.

La scoperta che l'argilla cotta in fornace è un materiale inattaccabile dagli agenti atmosferici e praticamente eterno risale ad epoca antichissima, ma ci vollero molti secoli perché la terracotta, oltre che per le coperture, fosse utilizzata come materiale da costruzione sotto forma di mattoni. A lungo infatti nei muri si

continuò ad usare l'argilla cruda, semplicemente pressata all'interno di un'intelaiatura lignea (*pisé*) oppure in pani seccati al sole (mattoni crudi o *lateres*), secondo tecniche edilizie che, nella loro semplicità, si sono mantenute sostanzialmente inalterate fino ai nostri giorni in tutti i paesi del Mediterraneo, dalla Spagna alla Sardegna, dalla Sicilia all'Africa del nord, dai paesi medio-orientali alla Turchia e alla Grecia.

### *L'opera cementizia*

Intorno alla fine del III secolo a.C., un paio di secoli prima che i mattoni cotti in fornace facessero la loro comparsa nell'edilizia romana, gli attivissimi cantieri dell'Urbe cominciarono a sostituire le tecniche edilizie tradizionali a blocchi di pietra con un sistema di muratura assolutamente rivoluzionario per i suoi costi ridotti, la rapidità di esecuzione e le prestazioni in termini di durata e versatilità: l'opera cementizia (Vitruvio la chiama *structura caementorum*), un impasto di malta liquida e scaglie (i *caementa*, da cui prende il nome) di pietra, terracotta o ghiaia che, una volta solidificatosi, diventava estremamente solido e nello stesso tempo leggero ed elastico. È antica almeno quanto quella della ceramica la scoperta che cuocendo determinati tipi di rocce si ottiene la calce, un legante assai più resistente dell'argilla. In Siria, Fenicia, Cipro e Grecia la calce è attestata fin dal V, se non addirittura dal VI secolo a.C., come componente di mastici particolari, usati ad esempio per incollare gemme sui mobili. In Magna Grecia, ad esempio a Pompei, la troviamo già usata nell'edilizia prima dell'arrivo dei Romani; ma a questi ultimi spetta il merito di aver reso sistematico l'uso della calce, studiandone la composizione ottimale nella fabbricazione della malta e quindi di aver messo a punto quell'o-

pera cementizia che è il presupposto indispensabile alla realizzazione di edifici alti e vasti.

### *La calce*

La calce (*calx*) si ottiene cuocendo in fornace la pietra calcarea (ossia composta prevalentemente di carbonato di calcio), che intorno ai 1000°C libera anidride carbonica e si trasforma in ossido di calcio: la cosiddetta calce viva. Immersa nell'acqua, dopo una prima, violenta emissione di calore che può arrivare fino a 300°C, la calce si «spenge» e finalmente può essere usata per ottenere la malta, mescolata con sabbia purissima (*barrena*) o pozzolana (*pulvis puteolanus*), un composto di origine vulcanica che prende nome da Pozzuoli, dove ne esistevano giacimenti di ottima qualità. Per uno di quei curiosi paradossi di cui è costellata la storia, proprio la calce, che come componente del cementizio tanto contribuì al progresso dell'architettura romana, fu anche una delle maggiori responsabili della distruzione di gran parte degli edifici antichi, ridotti in molti casi allo stato di ruderi informi. Per secoli infatti, a partire già dalla tarda antichità e soprattutto nel medioevo, un vero e proprio esercito di predatori spogliò i monumenti romani di tutto ciò che poteva essere riutilizzato, tra cui marmi e travertini.

Quando non furono reimpiegate nella realizzazione di nuove costruzioni, queste pietre ricche di carbonato di calcio e quindi adattissime per fabbricare la calce, furono bruciate in un'infinità di apposite fornaci (denominate calcare), insediatesi come voraci parassiti accanto e talvolta addirittura all'interno dei monumenti che fornivano la materia prima. Famose, ad esempio, furono la calcara di Sant'Adriano, che si alimentava con i marmi dei Fori imperiali, quella dell'Agosta, che si riforniva nel

Mausoleo di Augusto, e quella della Pigna, che sfruttava la «cava» dell'Iseo e delle terme di Agrippa (R. Lanciani, *The Destruction of Ancient Rome*, New York-Londra 1899).

I resti archeologici ci consentono di datare l'invenzione dell'opera cementizia alla fine del III secolo a.C.: la prima attestazione sicura è infatti il tempio della Magna Mater sul Palatino, che risale al 204, seguito pochi anni dopo dalla *porticus Aemilia*, un grande magazzino di stoccaggio nei pressi dell'*Emporium*, il porto di Roma, iniziato probabilmente verso il 193 dagli edili M. Emilio Lepido e M. Emilio Paolo e terminato nel 174 dai censori Q. Fulvio Flacco ed A. Postumio Albino. L'eccellente qualità del cementizio impiegato in queste costruzioni ci autorizza a considerare ormai conclusa in quest'epoca la prima fase di sperimentazione della nuova tecnica edilizia. È stato notato come l'affermarsi di un sistema di costruzione che prevede l'impiego di scaglie di pietra non lavorata e di minute dimensioni – i grandi blocchi quadrati da allora in poi furono riservati esclusivamente alle parti «nobili» degli edifici – corrisponde al periodo delle grandi conquiste militari dei Romani (seconda e terza guerra punica contro i Cartaginesi, vittorie del 197, 190 e 146 su Macedoni e Greci e del 133 sui Celtiberi in Spagna), che segnarono l'arrivo a Roma di una quantità impressionante di schiavi: manodopera poco qualificata, che tuttavia la nuova tecnica edilizia, per la quale non era richiesta un'eccessiva specializzazione, consentiva di impiegare nei cantieri dopo un breve apprendistato. Bastava infatti un capomastro esperto per dirigere un gran numero di operai, il cui compito era in definitiva solo quello di assemblare materiali prefabbricati, prodotti in gran quantità e adattabili a tutti i tipi di costruzione, indipendentemente dalle dimensioni e dalla destinazione. La riduzione dei tempi di lavoro e dei costi che ne derivava si

può facilmente immaginare: se ci volle un secolo per costruire il tempio di Giove Capitolino, che secondo la tradizione fu iniziato da Tarquinio Prisco negli ultimi anni del suo regno, ossia alla fine del VII secolo a.C. (Dionigi di Alicarnasso III, 69, 4-6), terminato da Tarquinio il Superbo e consacrato dal primo console, M. Horatius Pulvillus, nel 509 a.C. (Dionigi di Alicarnasso V, 35, 3; Livio II 8, 4), per costruire il Pantheon occorsero soltanto sette anni e per le gigantesche terme di Caracalla (132.000 metri quadrati di superficie) addirittura appena cinque.

### *I ponteggi*

Le ridotte dimensioni dei materiali da costruzione impiegati per l'opera cementizia certamente risolsero anche molti dei problemi legati al sollevamento dei grandi blocchi di pietra: per innalzare fino ai piani di posa i *caementa*, i pani di calce, i secchi di malta e gli strumenti da lavoro bastavano infatti le braccia degli schiavi e qualche carrucola, con cui si potevano sollevare fino a 30 chilogrammi senza troppi problemi. Cambiò tuttavia radicalmente il modo di tirar su i muri: se per costruire una struttura in opera quadrata gli operai potevano infatti camminare, lavorare e posare i blocchi direttamente sul muro stesso, servendosi tutt'al più di lunghe scale per arrampicarsi fino alla sommità, nel caso delle strutture in opera cementizia i muratori furono obbligati ad innalzare, parallelamente alla costruzione, un'incastratura provvisoria di legno a più piani: il ponteggio o *machina scansoria*. I ponteggi erano strutture leggere, predisposte per sorreggere esclusivamente gli operai, gli attrezzi da lavoro e i materiali minuti, da non confondere pertanto con armature e centine, destinate al contrario a sopportare tutto il peso della costruzione e per-

ciò fabbricate con carpenteria di maggior spessore. Per sicurezza, negli edifici piú alti erano ancorati al muro stesso, man mano che questo cresceva in altezza, per mezzo di traverse infilate in appositi buchi della muratura: quei buchi allineati, posti a distanza regolare che si vedono spesso sui muri antichi, ma che in origine un rivestimento, oggi scomparso, nascondeva alla vista.

*I paramenti: l'opera incerta, l'opera reticolata, l'opera mista e l'opera vittata*

A fronte di tante qualità positive, l'opera cementizia presentava però un inconveniente, uno solo, ma particolarmente grave: era brutta da vedersi. Perfetta per le fondazioni, che rimanevano sotterrate, la sua superficie scabra, dalla quale affioravano in modo irregolare *caementa* di forma, dimensioni e materiali diversi, non poteva essere lasciata in vista nell'alzato degli edifici. Doveva pertanto essere coperta con un paramento che fosse coerente con il nucleo cementizio e che nello stesso tempo avesse un aspetto meno grezzo e tale da essere eventualmente rivestito con materiali nobili oppure intonacato.

Il primo paramento che troviamo associato ai cementizi piú antichi, ad esempio nel tempio della Magna Mater e nella *porticus Aemilia*, fu l'opera incerta (Vitruvio II, 8), costituita sostanzialmente dalle stesse pietre irregolari usate nel nucleo cementizio, disposte però con cura una accanto all'altra, in modo da ridurre al minimo gli interstizi ed esibire una superficie abbastanza omogenea e regolare. Fu negli anni fra il II e il I secolo a.C. che l'opera incerta conobbe il suo massimo sviluppo, con realizzazioni accuratissime – ad esempio nei grandi santuari laziali della Fortuna Primigenia a Palestrina o di Giove Anxur a Terracina – che tuttavia pre-

ludono al suo imminente abbandono, in nome di un'ulteriore standardizzazione dei materiali e delle procedure di lavoro.

Con l'opera reticolata (Vitruvio II, 8), che si affermò intorno alla metà del I secolo a.C., dopo una fase di transizione rappresentata dall'opera «quasi reticolata», il ricorso a blocchetti di pietra tutti assolutamente uguali consentì di eliminare completamente quel lavoro, ancorché minimo, di selezione del materiale a seconda del tratto di muro da eseguire che pure era richiesto dall'opera incerta, riducendo di fatto il compito degli operai ad un mero assemblaggio di pezzi prefabbricati. L'opera reticolata consiste infatti in un tessuto di blocchetti identici, tagliati in forma di tronco di piramide a base quadrata e montati con il vertice all'interno e la base rivolta verso l'esterno del muro. Ne risulta una specie di rete, le cui maglie sono inclinate di  $45^\circ$  per evitare gli allineamenti verticali, lungo i quali più facilmente avrebbero potuto crearsi crepe e fratture.

Il teatro di Pompeo (ultimato nel 55 a.C.) è tradizionalmente considerato il primo edificio pubblico di Roma costruito con un paramento in opera reticolata. Da quel momento, e per tutto il I secolo d.C., il reticolato fu adottato nella stragrande maggioranza delle costruzioni, sia pubbliche che private, dell'Urbe e dell'Italia centrale tirrenica, ma curiosamente non si diffuse al di fuori di quest'area così circoscritta: inesistenti infatti, tranne rarissime eccezioni, le attestazioni a sud della Campania, a nord dell'Appennino e sulla costa Adriatica.

A partire dall'età di Claudio, l'opera reticolata cominciò ad essere associata sempre più spesso ai laterizi, che di norma erano preferiti per gli angoli e le testate dei muri in quanto più regolari, e per gli zoccoli, in quanto ostacolavano la risalita dell'umidità. Ricorsi orizzontali di due o tre file di mattoni, inseriti ad intervalli regola-



ri nella tessitura del reticolato, ne aumentavano inoltre la solidità, grazie ad una ripartizione dei carichi più efficace, oltre a permettere agli operai un controllo costante sull'orizzontalità della muratura.

Questo tipo di paramento, denominato opera mista, ebbe notevole successo fra la fine del I e gli inizi del II secolo d.C., in concomitanza con l'eccezionale attività edilizia di Domiziano, Traiano e Adriano: non a caso è il paramento più diffuso e meglio conservato a Ostia, che proprio a questi tre imperatori deve il suo massimo sviluppo urbanistico.

Talvolta, invece del reticolato, furono associati ai laterizi blocchetti di pietra tutti uguali, a forma di parallelepipedo, disposti con regolarità in file orizzontali: quasi un'opera quadrata in miniatura, che quando è usata indipendentemente dai mattoni prende il nome di opera vittata. Stranamente quest'ultimo tipo di paramento, che a noi appare il più ovvio e convenzionale, fu usato in realtà solo in casi rarissimi prima dell'età augustea e spesso solo per restauri o interventi di ristrutturazione, sia pure importanti, come quelli delle mura sillane di Segni e di Cori, della seconda metà del I secolo a.C. A Roma l'opera vittata non fu praticamente utilizzata prima della metà del II secolo d.C., quando comunque fece la sua comparsa come componente dell'opera mista, e soltanto con l'età di Massenzio e Costantino, nella prima metà del IV secolo, cominciò a diffondersi su larga scala.

### *Il paramento in mattoni*

Fin dal I secolo d.C., dopo un incerto avvio in età augustea, il materiale «vincente» si rivelò il mattone cotto in fornace (*testa*). Non per nulla l'immagine più familiare delle rovine di Roma antica è quella di un uni-

verso di mattoni, nel quale solo sporadicamente fanno capolino resti di tufo, travertino o marmo: si pensi ai Castra Praetoria, alla Domus Aurea, alle imponenti costruzioni delle gradinate del Colosseo, ai mercati di Traiano, ai palazzi imperiali sul Palatino, al Pantheon, alle terme di Tito, Traiano, Caracalla e Diocleziano, alla basilica di Massenzio e alle mura Aureliane, per non parlare di villa Adriana a Tivoli e delle grandi ville suburbane, dei Sette Bassi sulla via Latina e dei Quintilii sull'Appia. Le ragioni del successo dell'opera testacea sono strettamente legate alle esigenze sempre crescenti di pianificazione dei cantieri e standardizzazione dei materiali che, come abbiamo visto, si manifestarono nell'edilizia romana fin dall'età repubblicana. A queste esigenze il mattone rispondeva meglio di ogni altro materiale: poteva essere prodotto rapidamente e con poca spesa in quantità industriali ed essere messo in opera con estrema facilità, grazie alla sua regolarità e alla maggior superficie portante; inoltre era leggero e praticamente inattaccabile dagli agenti atmosferici. Ciò non toglie che di norma i muri di mattoni fossero rivestiti d'intonaco, per proteggerli meglio con uno strato «di sacrificio» periodicamente rinnovabile, o addirittura di pietra (generalmente marmo o travertino) per impreziosire le costruzioni. I ruderi che vediamo oggi tradiscono pertanto l'aspetto originario degli edifici, mostrandone soltanto l'ossatura edilizia privata del tegumento esteriore.

La tipologia dei paramenti in laterizio non presenta grosse variazioni nel corso dei secoli, se non nello spessore dei mattoni e dei letti di malta fra un filare e l'altro, elementi che tuttavia non forniscono di per sé indizi sicuri per la datazione delle strutture. Fondamentali a questo scopo sono invece i bolli, ossia i marchi di fabbrica che le officine erano solite imprimere sui loro prodotti. Accanto al nome del proprietario della manifat-

tura, a partire dall'età di Traiano sui bolli cominciarono a comparire una quantità di altre informazioni preziosissime: il nome del proprietario della cava d'argilla, a volte anche quello dell'operaio che aveva materialmente prodotto i mattoni o del mercante che li commercializzava e spesso anche dei consoli in carica e addirittura l'indicazione del monumento cui erano destinati, senza tralasciare in qualche caso un'acclamazione beneaugurante, del genere *valeat qui fecit*. Generalmente i bolli più antichi sono rettangolari, ma con il passare del tempo fu necessario ricorrere a forme che permettessero l'inserimento di testi più lunghi, ad esempio quella a crescente lunare, che via via si chiuse sempre più, fino a diventare un cerchio. Sono quasi cinquemila i bolli noti che provengono dall'area di Roma, Ostia e Tivoli, sulla cui base non soltanto possiamo datare con sicurezza una quantità di edifici – esemplare, a questo proposito, il caso del Pantheon, a lungo considerato opera di Agrippa, come indica l'iscrizione sul pronao, ma che invece fu ricostruito integralmente da Adriano, come dimostrano i bolli sui mattoni –, ma possiamo anche ripercorrere in buona parte il ciclo produttivo dei laterizi, ricostruire pertanto la storia delle fabbriche di mattoni, gli eventuali passaggi di proprietà per eredità, vendita o confisca, il numero e la condizione sociale degli operai che vi lavoravano, gettando così un po' di luce su realtà produttive sistematicamente dimenticate dalla storia ufficiale.

### *L'innovazione architettonica*

Standardizzazione e produzione industriale dei materiali edilizi, ricorso a eserciti di operai guidati – più che addestrati con lunghi tirocini – a compiere lavori semplici e ripetitivi, pianificazione stupefacente dei cantie-

ri: questi, come abbiamo visto, i primi effetti che l'introduzione del cementizio produsse nella storia dell'edilizia. Ma ancor piú determinanti per gli sviluppi futuri dell'architettura furono gli effetti che si manifestarono con l'andar del tempo, quando la padronanza assoluta della nuova tecnica permise agli architetti romani di avventurarsi sul terreno della ricerca e della sperimentazione di soluzioni architettoniche nuove rispetto al passato. Abbiamo visto infatti come l'opera cementizia, affermata alla fine del III secolo a.C. come surrogato economico e spesso piú funzionale dei materiali tradizionali, ben presto avesse soppiantato completamente le altre tecniche edilizie, ma per almeno due secoli continuasse ad essere impiegata nell'ambito di tipologie architettoniche tradizionali e da tempo collaudate. La tecnica si andava affinando, ma si era ancora lontani dal coglierne tutte le potenzialità, anche sul piano delle soluzioni formali. Fu nel I secolo d.C. che la consapevolezza di queste nuove possibilità cominciò a farsi strada negli architetti romani, stimolandoli a creare architetture non soltanto piú grandiose e funzionali, ma anche profondamente innovative.

L'elemento caratterizzante di tali novità fu principalmente l'uso della volta. Archi e volte a botte in realtà esistevano già prima: una tradizione, peraltro da dimostrare, ne attribuisce l'invenzione agli Etruschi, che a loro volta l'avrebbero trasmessa ai Romani; ma è piú probabile che la scoperta risalga al mondo greco e che quelli etruschi siano soltanto i primi esempi che i Romani incontrarono sulla loro strada. Vero è che essi si impadronirono ben presto della tecnica dell'arco e della volta, diventando maestri insuperabili non soltanto nella scelta dei materiali, ma anche nel calcolo delle spinte, della portata e degli effetti nella statica degli edifici. Dalla seconda metà del II secolo a.C. archi e volte a botte furono abitualmente impiegati in tutti i tipi di architet-

ture, anche con dimensioni ragguardevoli: si pensi, ad esempio, agli oltre 24 metri di portata di ognuna delle due arcate a sesto leggermente ribassato del ponte Fabricio, che dal 62 a.C. unisce l'isola Tiberina con la sponda sinistra del Tevere.

Ma tutt'altra cosa sono le volte in opera cementizia: la loro portata poteva infatti essere dilatata fino a coprire spazi di dimensioni assolutamente inusitate, grazie alla maggiore stabilità di queste strutture, garantita non tanto dall'equilibrio, meccanico delle spinte, quanto piuttosto dalla forza di coesione del legante, che conferiva all'insieme la consistenza di un monolito, e dalla relativa leggerezza del materiale utilizzato: spesso nei cementizi delle volte si ricorreva infatti a scaglie di pietra leggera, come la pomice o la lava, o addirittura ad anfore vuote, come nella volta del Mausoleo di Sant'Elena, chiamato *Tor Pignattara* proprio dalle «pignatte» di cui è realizzata la cupola.

La più antica volta in opera cementizia datata con certezza è quella della sala ottagonale, di oltre 13 metri di diametro, che nel 64 d.C. Nerone fece costruire nella sua fastosa *Domus Aurea*; ma è alla fine del secolo, con Domiziano, che i grandi sistemi voltati diventano l'elemento base della nuova architettura e pochi anni dopo, non senza il concorso di Apollodoro di Damasco, architetto ufficiale dell'imperatore Traiano, troviamo absidi ed esedre, cupole, semicupole e gigantesche volte composite impiegate con grande effetto scenografico in complessi architettonici di particolare prestigio, come le terme costruite sopra la *Domus Aurea* e i mercati alle pendici del Quirinale.

Tuttavia, il monumento che più di ogni altro riassume la sapienza tecnica raggiunta dai Romani agli inizi del II secolo d.C. è il Pantheon, in cui la grandiosa maestà delle proporzioni si fonda sull'estrema semplicità della struttura architettonica: una sfera perfetta, di oltre

43 metri di diametro (la piú grande mai costruita prima dell'avvento del cemento armato), inserita in un cilindro dello stesso diametro e di altezza pari al suo raggio. La grande cupola, progettata in modo che all'esterno se ne veda solo la sommità, fu costruita con un'unica gettata di cementizio al di sopra di una titanica centina in legno. Per alleggerirne il peso, si ricorse a *caementa* di lava anziché di pietra, mentre un complesso sistema di volte minori ed archi di scarico concentrava le spinte nei punti di maggior resistenza della muratura.

A dispetto delle mutilazioni e delle traversie subite nel corso dei secoli e dei terremoti che ne hanno piú volte scosso le fondamenta, il Pantheon non presenta, a quasi duemila anni dalla costruzione, il minimo segno di cedimento, il che è la miglior dimostrazione della straordinaria capacità tecnologica di chi lo ha costruito.

### *Il cantiere: organizzazione ed efficienza*

Per costruire un edificio come il Pantheon in soli sette anni, dal 118 al 125, non sarebbero certamente bastate né la capacità tecnica dei progettisti né la disponibilità economica del committente – che era l'imperatore – senza una prodigiosa organizzazione del cantiere edilizio: nulla doveva essere lasciato al caso, dal coordinamento della manodopera e delle forniture alla programmazione dell'attività. Esemplare, a questo proposito, la costruzione di un altro «gigante» dell'architettura romana, il Colosseo: alto 50 metri e lungo 188, dotato di un'arena vasta un terzo di ettaro e di gradinate capaci di ospitare almeno sessantamila spettatori, per costruirlo ci vollero non meno di 100.000 metri cubi di travertino e di 300 tonnellate di ferro per le grappe di fissaggio. Nulla sappiamo dell'architetto o degli architetti che lo progettaron, ma conosciamo il proce-

dimento che seguirono: utilizzando un sistema simile a quello adottato nelle moderne costruzioni in cemento armato, crearono dapprima una gabbia di strutture portanti, formata da pilastri di travertino collegati, in corrispondenza dei vari piani, da archi in cementizio e muri radiali, nonché da volte rampanti sulle quali avrebbe poggiato la cavea con le sue gradinate. Fu così possibile operare contemporaneamente ai diversi piani dell'edificio, con il vantaggio, per quelli inferiori, di potervi lavorare anche in giorni di maltempo. Per accelerare ulteriormente le operazioni, la costruzione fu suddivisa inoltre in quattro quadranti, la cui realizzazione fu affidata a quattro diversi cantieri in grado di procedere simultaneamente. Come per il Pantheon, il risultato di tanta ingegnosità si è dimostrato capace di uscire vittorioso dalle offese arrecate dal tempo e dagli uomini: per quanto malridotto, semifranato, puntellato in più parti e spolpato come l'immensa carcassa di un animale preistorico, il Colosseo conserva infatti ancora intatto il messaggio di grandiosità, potenza e razionalità che i suoi costruttori impressero indelebilmente nel suo codice genetico.