CAPITOLO

16

Roma: architettura, tecniche e ingegneria

«Si vantò, a buon diritto, di lasciare di marmo una città che aveva ricevuto di mattoni.» Svetonio, Vita di Augusto, 28 (traduzione nostra)

OBIETTIVI

1. Collocare nel tempo le fasi della storia di Roma e spiegare la triade di Vitruvio: *firmitas, utilitas, venustas*.
2. Descrivere l'opera cementizia e riconoscere i principali paramenti murari romani.
3. Nominare gli elementi dell'arco e spiegare come funzionano arco, volta a botte, volta a crociera e cupola.
4. Riconoscere gli ordini tuscanico e composito, gli ordini sovrapposti e il fornice inquadrato.
5. Descrivere strade, ponti, acquedotti e fognature come sistemi di ingegneria.
6. Leggere piante e sezioni dei principali edifici romani: foro, basilica, terme, anfiteatro, Pantheon, domus.

INDICE DEL CAPITOLO

16.1 Roma, una civiltà di costruttori 2
16.2 Materiali e tecniche murarie 4
16.3 Arco, volta e cupola 6
16.4 Gli ordini romani e il fornice inquadrato 9
16.5 Strade, ponti e acquedotti: l'ingegneria 11
16.6 La città e i suoi edifici 15

Disegno e Storia dell'arte 1 · Parte V · Etruschi e Romani · versione 1.0
Capitolo 16: Roma: architettura, tecniche e ingegneria · pagine 419–444 del volume completo · estratto per lo studio

Se cammini oggi per Roma, per Rimini o per Verona, oppure attraversi un ponte in una valle della Provenza, puoi ancora toccare opere costruite duemila anni fa. Nessun'altra civiltà antica ha lasciato in Europa una traccia così fitta e così concreta. I Greci, che hai studiato nella parte IV, avevano costruito soprattutto templi e teatri; i Romani costruirono anche le infrastrutture di un impero: strade, acquedotti, porti, fognature, città intere.

In questo capitolo studieremo l'architettura romana come un insieme di **tecniche**, prima ancora che di stili. Vedrai come un nuovo materiale, l'opera cementizia, e una forma strutturale, l'arco, abbiano permesso di coprire spazi enormi senza colonne interne. Ritroverai le costruzioni geometriche dei capitoli 2, 4 e 6: l'arco a tutto sesto è una semicirconferenza, la cupola del Pantheon è una semisfera posata su un cilindro. Nel capitolo 17 studieremo invece il ritratto, il rilievo storico e la pittura romana.

16.1 Roma, una civiltà di costruttori

16.1.1 Dalla città dei re all'impero

Secondo la tradizione, Roma fu fondata nel **753 a.C.** sul colle Palatino, presso un guado del Tevere. La data è leggendaria, ma gli scavi confermano che tra IX e VIII secolo a.C. sui colli sorgevano villaggi di capanne. Nel VI secolo a.C. Roma fu governata da re di origine etrusca, i Tarquini: a loro la tradizione attribuisce il primo grande tempio sul Campidoglio e le prime opere di bonifica della valle del Foro (cap. 15). Nel **509 a.C.** la cacciata dell'ultimo re aprì l'età della **repubblica**, governata da magistrati eletti, i consoli, e dal senato. In tre secoli Roma conquistò l'Italia e poi, con le guerre contro Cartagine e contro i regni ellenistici, gran parte del Mediterraneo.

Le guerre civili del I secolo a.C. si conclusero con la vittoria di Ottaviano, che nel **27 a.C.** ricevette dal senato il titolo di *Augusto*: è l'inizio dell'**impero**. Nei due secoli seguenti, l'età della *pax romana*, l'impero raggiunse la sua massima estensione sotto Traiano (117 d.C.) e si riempì di città costruite secondo il modello romano. Dopo la crisi del III secolo e le riforme di Diocleziano e Costantino, la parte occidentale dell'impero si indebolì. Nel **476 d.C.** l'ultimo imperatore d'Occidente, Romolo Augustolo, fu deposto da Odoacre: è la data che convenzionalmente chiude l'età antica (Tabella 16.1).

Tabella 16.1 Le fasi della storia di Roma e alcune opere studiate in questo capitolo. Le date dell'età regia sono quelle della tradizione.

Fase	Date	Eventi	Opere (cap. 16)
Età regia	753 – 509 a.C.	sette re secondo la tradizione; dominio etrusco nel VI secolo	prima sistemazione del Foro; Cloaca Massima (secondo la tradizione)
Repubblica	509 – 27 a.C.	conquista dell'Italia e del Mediterraneo; guerre civili	via Appia e Aqua Appia (312 a.C.); Ponte Milvio (109 a.C.); Tabularium (78 a.C.)
Alto impero	27 a.C. – 192 d.C.	Augusto; dinastie giulio-claudia, flavia, degli Antonini; massima estensione con Traiano	Teatro di Marcello; Colosseo (80 d.C.); Foro di Traiano (112 d.C.); Pantheon (c. 118–125 d.C.)
Tardo impero	193 – 476 d.C.	Severi; crisi del III secolo; Diocleziano, Costantino; fine dell'impero d'Occidente	Terme di Caracalla (212–216 d.C.); Terme di Diocleziano

16.1.2 Un'arte dalle molte radici

L'architettura romana nasce dall'incontro di tradizioni diverse. Dagli **Etruschi** i Romani presero il tempio su alto podio con scalinata frontale, l'ordine tuscanico, l'abitudine di tracciare le città con riti precisi e, soprattutto, l'arco in pietra (cap. 15). Dai **Greci**, conosciuti prima nelle colonie della Magna Grecia e poi in Grecia stessa, presero gli ordini architettonici, il gusto per le proporzioni, i modelli della scultura e della pittura (cap. 12–14). Dopo la presa di Corinto (146 a.C.) opere e artisti greci arrivarono a Roma in gran numero (cap. 14).

Ciò che i Romani aggiunsero di proprio fu soprattutto uno spirito pratico e organizzativo. Lo Stato costruiva per amministrare e controllare un territorio sempre più vasto. Per questo le opere più caratteristiche di Roma sono gli edifici pubblici e le infrastrutture.

16.1.3 Vitruvio e le tre qualità dell'architettura

Conosciamo il pensiero dei Romani sull'architettura grazie a **Vitruvio**, un architetto e ingegnere militare vissuto nel I secolo a.C. Verso il 30–20 a.C. dedicò ad Augusto il *De architectura*, un trattato in dieci libri: è l'unico trattato di architettura dell'antichità giunto fino a noi. Vi tratta dei materiali, dei templi, delle case, dell'acqua e delle macchine. Nel primo libro scrive che ogni edificio deve essere fatto in modo che «si tenga conto della solidità, dell'utilità e della bellezza».

Solidità, utilità e bellezza (*firmitas, utilitas, venustas*) formano la **triade vitruviana**, e le tre qualità non vanno pensate separate. Ancora oggi molti architetti usano le tre parole di Vitruvio come un promemoria: un edificio riuscito tiene insieme struttura, funzione e forma.

IN SINTESI

La triade vitruviana (*De architectura*, I, 3, 2): «*Haec autem ita fieri debent, ut habeatur ratio firmitatis, utilitatis, venustatis*», cioè «Queste opere devono essere fatte in modo da tener conto della solidità, dell'utilità e della bellezza».

Firmitas = solidità: fondazioni sicure e materiali scelti con cura. *Utilitas* = utilità: gli ambienti funzionano per lo scopo dell'edificio. *Venustas* = bellezza: l'aspetto è gradevole e le parti sono in giusta proporzione tra loro.

16.2 Materiali e tecniche murarie

16.2.1 Calce, pozzolana e opera cementizia

La grande innovazione tecnica dei Romani è l'**opera cementizia** (*opus caementicium*). È un impasto di **malta** e di **pietrame** di piccole dimensioni, i *caementa* (da cui il nome): frammenti di tufo, di pietra, di mattone. La malta si otteneva mescolando calce spenta, sabbia e acqua. Gettato a strati tra due pareti, l'impasto faceva presa e diventava un blocco unico, resistente e privo di giunti. L'opera cementizia si diffuse a Roma tra il III e il II secolo a.C.

Il segreto della sua durata stava in una sabbia speciale, la **pozzolana**, una cenere vulcanica che prende il nome da Pozzuoli (*Puteoli*), vicino a Napoli, ed è abbondante anche nei dintorni di Roma. Vitruvio osserva con stupore che la malta fatta con questa «polvere» indurisce perfino sott'acqua. Per questo i Romani poterono costruire moli e pilastri di ponti direttamente in mare o nei fiumi. Una malta che fa presa anche immersa nell'acqua si dice *idraulica*.

COLLEGAMENTI

Scienze: perché la pozzolana indurisce sott'acqua. La calce spenta (idrossido di calcio) da sola indurisce lentamente reagendo con l'anidride carbonica dell'aria: per questo non fa presa sott'acqua. La cenere vulcanica, invece, contiene silice e allumina in forma molto reattiva. In presenza di acqua queste sostanze reagiscono con la calce e formano composti nuovi (silicati e alluminati di calcio idrati) che cristallizzano e legano tutto l'impasto. È la stessa famiglia di reazioni che fa indurire i cementi moderni.

L'opera cementizia cambiò il modo di costruire. Un muro in blocchi di pietra richiede cave, trasporti pesanti e scalpellini esperti; un muro in cementizio si alza con materiali poveri e manodopera non specializzata. Soprattutto, il cementizio si può **modellare**: gettato su un'armatura di legno curva, prende la forma di una volta o di una cupola e la conserva quando l'armatura viene tolta.

ERRORE FREQUENTE

Il calcestruzzo romano non è il cemento armato. Il nostro calcestruzzo è fatto con cemento Portland, un prodotto industriale dell'Ottocento, e quasi sempre contiene barre d'acciaio (il cemento armato) che resistono alla trazione. Il cementizio romano usava calce e pozzolana e non aveva armature metalliche: resisteva bene alla compressione, poco alla trazione. Per questo i Romani lo usavano in forme che lavorano compresse, come muri spessi, archi, volte e cupole.

16.2.2 Il paramento: la «pelle» del muro

Un muro romano in opera cementizia ha di solito due parti (Figura 16.1a). All'interno c'è il **nucleo** di cementizio; all'esterno, sulle due facce, c'è il **paramento**, un rivestimento di pietre o di mattoni messo in opera mentre si gettava il nucleo. Il paramento serviva da cassaforma permanente, proteggeva il nucleo e dava al muro una superficie regolare. Gli archeologi distinguono diversi tipi di paramento, che aiutano a datare un edificio (Figura 16.1 e Tavola C.1 in appendice):

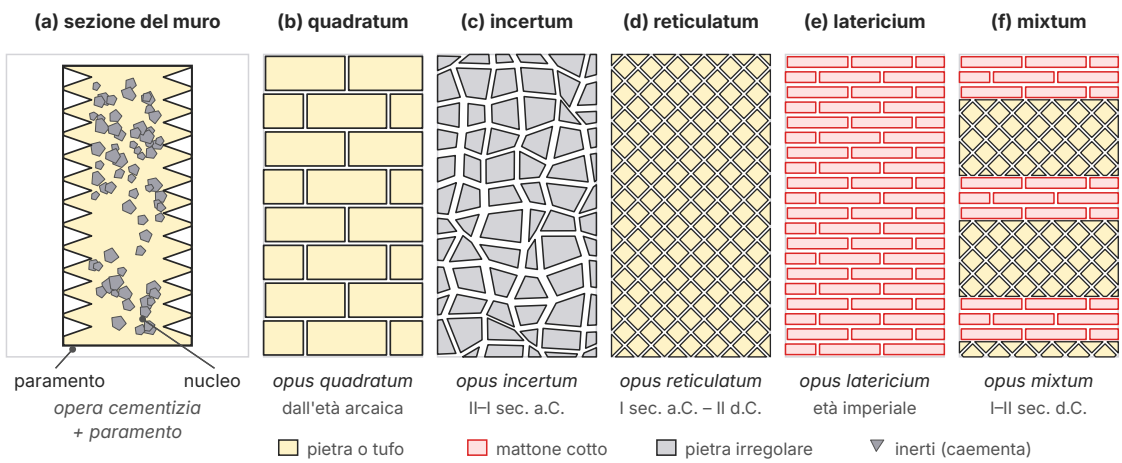


Figura 16.1 Le tecniche murarie romane. (a) Sezione di un muro in opera cementizia: il nucleo di malta e pietrame è racchiuso tra due paramenti di blocchetti piramidali. (b–f) Alzati schematici dei cinque principali paramenti, con le date indicative di diffusione (vedi anche Tavola C.1).

- *opus quadratum*: blocchi squadrati di pietra disposti a filari regolari, spesso senza malta; è la tecnica più antica, usata anche da Etruschi e Greci;
- *opus incertum*: piccole pietre irregolari affogate nella malta (II–I sec. a.C.);
- **opus reticulatum**: blocchetti di tufo a base quadrata, a forma di piccola piramide, infilati nel nucleo con la punta e disposti con le diagonali verticali, così che la superficie sembra una rete (dal I sec. a.C. al II d.C.);

- *opus latericium* (o *testaceum*): mattoni cotti, tipici dell'età imperiale;
- *opus mixtum*: specchiature in reticolato alternate a fasce e angolari in mattoni (I–II sec. d.C.).

16.2.3 Mattoni, bolli e marmi

In età imperiale il mattone cotto divenne il materiale più usato a Roma. Le fornaci producevano mattoni in serie, di misure standard legate al piede romano (circa 29,6 cm). Molti mattoni portano impresso un **bollo**, un timbro con il nome della fornace, del proprietario e talvolta dei consoli dell'anno. Per gli archeologi i **bolli laterizi** sono preziosissimi: grazie a essi sappiamo, per esempio, che il Pantheon attuale fu costruito sotto Adriano e non al tempo di Agrippa, il cui nome si legge sulla facciata (§ 16.6.5).

Mattoni e cementizio, però, raramente restavano a vista. Le pareti erano intonacate e dipinte (cap. 17) oppure rivestite di **lastre di marmo**. Dal I secolo a.C. si aprirono le cave di Luni, presso l'odierna Carrara, che fornivano un marmo bianco, detto *lunense*; altri marmi colorati arrivavano dalla Grecia, dall'Asia Minore, dall'Africa e dall'Egitto. Quando Augusto si vantava di aver trasformato Roma da città di mattoni in città di marmo, parlava proprio di questi rivestimenti: sotto il marmo, la struttura restava spesso in cementizio e laterizio.

16.3 Arco, volta e cupola

16.3.1 Come funziona un arco

L'arco non è un'invenzione romana: lo conoscevano già i Mesopotamici, che lo costruivano in mattoni (cap. 9), e gli Etruschi, che lo usavano nelle porte delle città (cap. 15). Furono però i Romani a farne il fondamento di tutta la loro architettura. Nel capitolo 4 hai imparato a disegnarne la forma; qui ne studiamo la struttura e il lessico tecnico (Figura 16.2).

L'arco è formato da blocchi a forma di cuneo, i **conci**, disposti a raggiera intorno a un centro. Il concio più alto, che chiude l'arco, è la **chiave di volta**. Le parti laterali dell'arco, tra la chiave e la base, si chiamano *reni*. L'arco poggia su due sostegni verticali, i **piedritti** (pilastri o muri). Il piano orizzontale da cui l'arco parte è il **piano d'imposta**. La superficie interna, concava, dell'arco è l'**intradosso**; quella esterna l'**estradosso**. La distanza tra i piedritti è la **luce**; l'altezza dell'arco misurata dal piano d'imposta all'intradosso della chiave è la **freccia**. Nell'**arco a tutto sesto**, l'arco romano per eccellenza, l'intradosso è una semicirconferenza: la freccia è perciò uguale alla metà della luce.

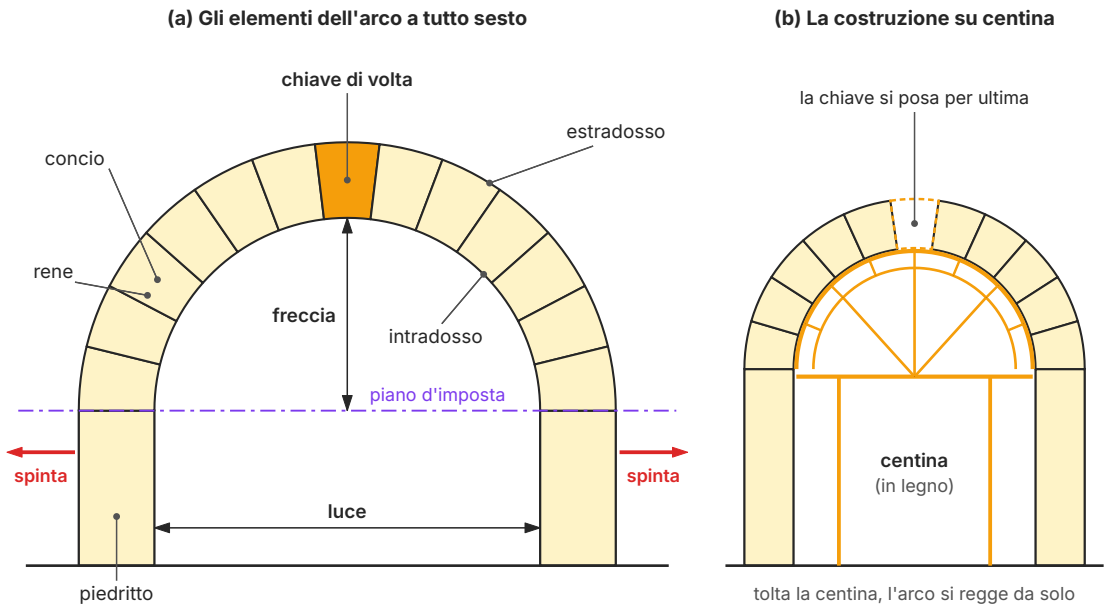


Figura 16.2 L'arco e la centina. (a) Gli elementi dell'arco: i conci lavorano a compressione e trasmettono ai piedritti una spinta orizzontale (frecce rosse). (b) Durante la costruzione i conci poggiano su una centina di legno; la chiave si inserisce per ultima.

Perché l'arco regge? Ogni concio è spinto verso il basso dal proprio peso e dal carico che sta sopra. Per la sua forma a cuneo, però, non può scivolare verso il basso senza allontanare i conci vicini: così ogni concio **preme** sui due adiacenti, e le forze passano da un concio all'altro lungo la curva fino ai piedritti. Tutti i conci lavorano a **compressione**, cioè vengono schiacciati e non tirati. È proprio il tipo di sforzo che la pietra, il mattone e il cementizio sopportano meglio. Un architrave di pietra, invece, sotto il carico si flette: la sua faccia inferiore viene tirata e, se la luce è grande, si spezza. Per questo i templi greci avevano le colonne così vicine (cap. 12), mentre un arco può superare luci molto più ampie.

L'arco, però, ha un prezzo: le forze non arrivano ai piedritti in verticale, ma inclinate verso l'esterno. La componente orizzontale di queste forze, che tende ad allargare i piedritti e a farli ribaltare, si chiama **spinta**. Se i sostegni non sono abbastanza robusti, l'arco si apre e crolla. Per contrastare la spinta si possono rendere molto spessi i piedritti, appoggiarli a un terreno o a un muro, oppure affiancare più archi uno all'altro: in una fila di archi (un'*arcata*) le spinte di due archi vicini sul pilastro comune si bilanciano, e solo gli archi alle estremità hanno bisogno di un appoggio robusto. I muri o pilastri aggiunti all'esterno per assorbire la spinta si chiamano **contrafforti**.

Un arco regge soltanto quando è completo. Durante la costruzione i conci venivano posati su un'armatura provvisoria di legno, la **centina**, che riproduceva la curva dell'intradosso (Figura

16.2b). Si procedeva dai due lati verso l'alto e per ultima si inseriva la chiave; poi la centina veniva abbassata e smontata, e la si riutilizzava per l'arco successivo.

ESEMPIO SVOLTO

Un arco a tutto sesto di 6 m di luce. Quanto misura la freccia? Quanto è lungo l'intradosso? Se l'arco è formato da 15 conci uguali, quale angolo abbraccia ciascuno?

Soluzione. Nell'arco a tutto sesto la freccia è uguale al raggio, cioè a metà della luce: $f = 6 : 2 = 3$ m. L'intradosso è mezza circonferenza di raggio 3 m: $L = \pi \cdot 3 \approx 9{,}42$ m. I 15 conci si dividono 180°: ogni concio abbraccia $180° : 15 = 12°$, e sull'intradosso occupa circa $9{,}42 : 15 \approx 0{,}63$ m. Il numero di conci è dispari: così esiste un concio centrale, la chiave. Per disegnarlo, si divide la semicirconferenza in 15 parti uguali e si tracciano i giunti lungo i raggi (cap. 3).

16.3.2 Volte e cupole

Se un arco viene «prolungato» in profondità, si ottiene una **volta a botte**: una superficie semicilindrica che copre un ambiente rettangolare (Figura 16.3). La volta a botte scarica il suo peso e la sua spinta in modo continuo sui due muri lunghi, che devono perciò essere spessi e non possono avere grandi aperture. Copre corridoi, magazzini e le gallerie sotto le gradinate di teatri e anfiteatri.

Se due volte a botte uguali si incrociano ad angolo retto, si ottiene una **volta a crociera**. Le superfici delle due volte si intersecano lungo due curve che, viste in pianta, sono le diagonali del quadrato: gli *spigoli* della crociera. Il vantaggio è grande: il peso e la spinta non si distribuiscono più lungo muri continui, ma si concentrano sui **quattro angoli**. I lati della campata possono così restare aperti, con grandi finestre o passaggi. Le volte a crociera coprivano le aule delle terme, la Grande Aula dei Mercati di Traiano e, all'inizio del IV secolo, la navata centrale della Basilica di Massenzio a Roma.

Facendo ruotare un arco intorno al suo asse verticale si ottiene infine la **cupola**, una volta a forma di calotta sferica che copre un ambiente circolare. La cupola poggia su un muro cilindrico continuo, il **tamburo**, e spinge verso l'esterno lungo tutta la circonferenza; per contrastare questa spinta il tamburo deve essere molto spesso. Una delle prime grandi cupole in cementizio è quella della Sala Ottagona della **Domus Aurea**, la reggia di Nerone costruita dopo l'incendio del 64 d.C.: copre un ambiente a pianta ottagonale (cap. 3) e ha al centro un'apertura circolare. Il capolavoro di questa tecnica è il Pantheon (§ 16.6.5).

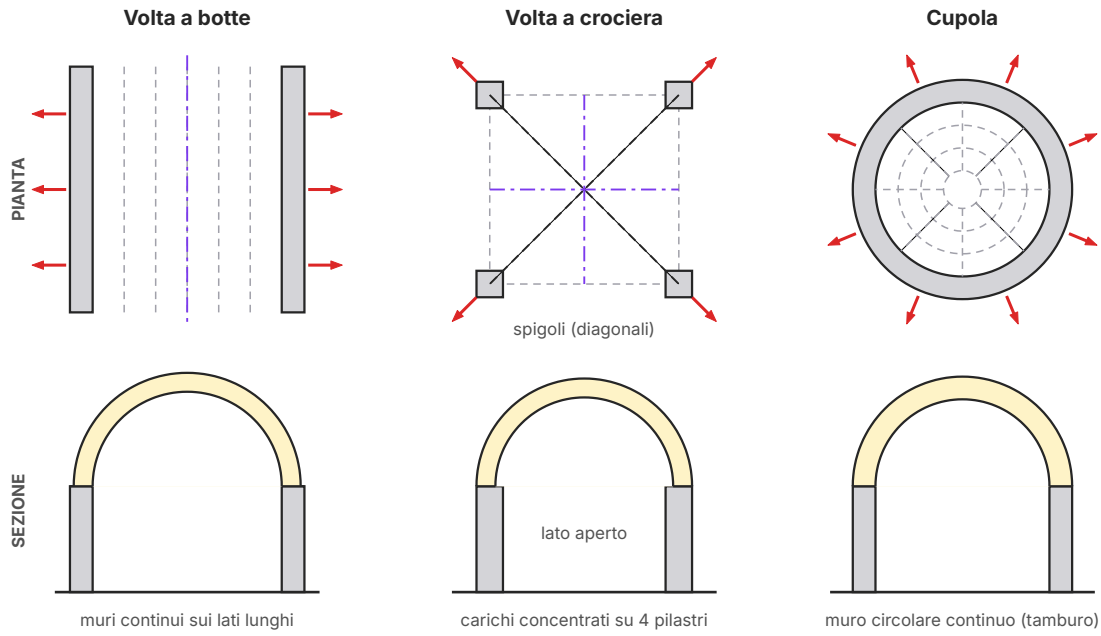


Figura 16.3 Volte e cupola. Le tre coperture in pianta (le linee tratteggiate indicano la volta, che sta sopra il piano di sezione) e in sezione. Le frecce rosse indicano la direzione delle spinte: lungo due muri continui, sui quattro pilastri d'angolo, lungo tutto il tamburo circolare.

ERRORE FREQUENTE

Falsa cupola e vera cupola. La tholos micenea (cap. 11) e il nuraghe sardo (cap. 8) hanno coperture a forma di cupola, ma sono *false cupole*: i filari di pietra sono orizzontali e ognuno sporge un po' su quello sottostante, finché la sommità si chiude con una lastra. Nella vera cupola romana i conci sono disposti a raggiera, oppure il cementizio forma un guscio unico che lavora a compressione e spinge verso l'esterno. La forma esterna è simile; il funzionamento statico è del tutto diverso.

16.4 Gli ordini romani e il fornice inquadrato

16.4.1 Tuscanico, composito e il tempio romano

I Romani adottarono gli ordini greci (cap. 12), ma li usarono a modo loro. Il loro preferito fu il **corinzio**, l'ordine dei grandi templi imperiali. Accanto agli ordini greci se ne aggiunsero altri due. L'**ordine tuscanico**, di origine etrusca e descritto da Vitruvio, ha una colonna con base semplice, fusto liscio senza scanalature e capitello formato da echino e abaco; la sua trabeazione è liscia. Per Vitruvio la colonna è alta circa sette volte il suo diametro alla base. L'**ordine**

composito, nato in età imperiale, unisce in un solo capitello le volute dell'ionico e le foglie d'acanto del corinzio. Ne è uno dei primi esempi datati l'Arco di Tito a Roma, costruito dopo l'81 d.C. (cap. 17).

Anche il **tempio romano** è diverso da quello greco. Come quello etrusco sorge su un alto *podio*, ha una sola scalinata sulla fronte e un pronao profondo: è pensato per essere visto di fronte (cap. 15). Talvolta i lati e il retro della cella sono ornati da semicolonne addossate al muro: è il tempio *pseudoperiptero*, che imita la peristasi greca senza averla. Due esempi ben conservati sono il Tempio di Portuno nel Foro Boario a Roma, ionico, della fine del II o dell'inizio del I sec. a.C., e la cosiddetta Maison Carrée di Nîmes, in Francia, corinzia, di età augustea.

16.4.2 Ordini sovrapposti e fornice inquadrato

Nel tempio greco la colonna regge davvero la trabeazione. Negli edifici romani ad archi, invece, la struttura portante è fatta di pilastri e archi in pietra o in cementizio; gli ordini vengono applicati sulla facciata come una decorazione che dà ritmo e misura. Lo schema più tipico è il **fornice inquadrato**: un arco (*fornice*) aperto tra due pilastri, davanti ai quali sono addossate due **semicolonne** o due lesene che sembrano sostenere una trabeazione orizzontale. L'arco è «inquadrato» dall'ordine come un quadro dalla sua cornice. Uno dei primi esempi è il **Tabularium**, l'archivio di Stato costruito nel 78 a.C. sul fianco del Campidoglio verso il Foro.

Negli edifici a più piani i fornici inquadrati si sovrappongono e ogni piano riceve un ordine diverso. La regola è passare dall'ordine più robusto e semplice, in basso, a quello più slanciato e ornato, in alto: sono gli **ordini sovrapposti**. Il **Teatro di Marcello**, iniziato da Cesare e inaugurato da Augusto tra il 13 e l'11 a.C., ne conserva due piani. L'esempio più celebre è il **Colosseo** (Figura 16.4): semicolonne tuscaniche al primo piano, ioniche al secondo, corinzie al terzo; il quarto piano, l'*attico*, è una parete chiusa ritmata da lesene corinzie e da piccole finestre. Ognuno dei tre piani di arcate ha 80 fornici.

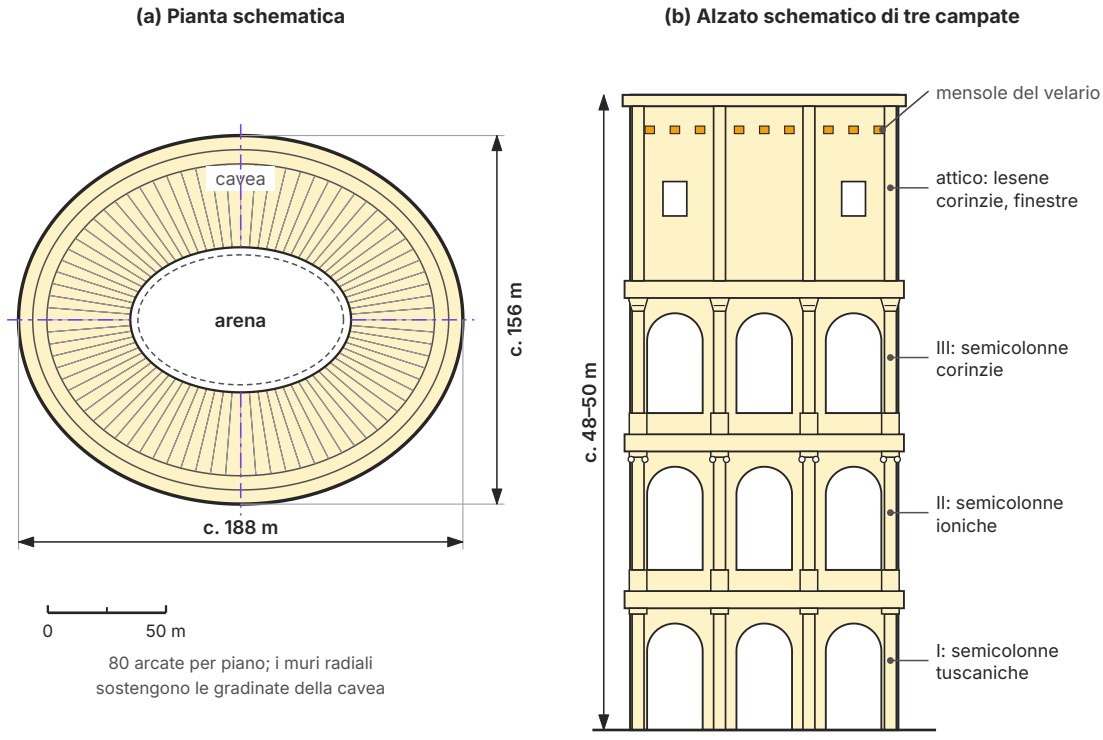


Figura 16.4 Il Colosseo. Anfiteatro Flavio, Roma, inaugurato nell'80 d.C. (a) Pianta schematica: ellisse di c. 188 × 156 m, con i muri radiali che sostengono la cavea. (b) Alzato schematico di tre campate della facciata con gli ordini sovrapposti; le proporzioni tra i piani sono indicative.

DA RICORDARE

Struttura e decorazione. Nel tempio greco la colonna è struttura: se la togli, la trabeazione cade. Nel fornice inquadrato romano la semicolonna è soprattutto decorazione: il peso scende lungo i pilastri e gli archi. L'ordine diventa così un sistema di misura della facciata, applicabile a edifici di qualsiasi altezza e lunghezza. Questo uso degli ordini sarà ripreso dagli architetti del Rinascimento, che lo studiarono proprio sul Colosseo e sul Teatro di Marcello.

16.5 Strade, ponti e acquedotti: l'ingegneria

16.5.1 Le strade

Per controllare l'Italia e poi l'impero, Roma aveva bisogno di spostare rapidamente eserciti, magistrati, messaggi e merci. Nacque così una rete di strade lastricate che alla fine collegava Roma

con la Britannia, la Spagna, l'Africa e l'Oriente. La prima grande strada fu la **via Appia**, voluta nel **312 a.C.** dal censore **Appio Claudio**, detto il Cieco: collegava Roma con Capua e fu prolungata nei decenni successivi fino a Brindisi, il porto per la Grecia. Il poeta Stazio, nel I secolo d.C., la chiamò *regina viarum*, «regina delle strade».

Le grandi strade che partivano da Roma prendevano di solito il nome del magistrato che le aveva fatte costruire: sono le **vie consolari** (Figura 16.5a e Tabella 16.2). La **via Flaminia** (220 a.C., dal censore Gaio Flaminio) attraversava l'Appennino fino a Fano e Rimini. Da Rimini la **via Emilia** (187 a.C., dal console Marco Emilio Lepido) correva in linea quasi retta fino a Piacenza, sul Po. La **via Aurelia**, costruita nel III secolo a.C., seguiva la costa tirrenica verso Pisa e fu poi prolungata lungo la Liguria.

Tabella 16.2 Alcune grandi opere pubbliche romane citate nel capitolo.

Opera	Data	Committente o costruttore	Dati principali
Via Appia	312 a.C.	Appio Claudio (censore)	Roma – Capua, poi prolungata fino a Brindisi
Aqua Appia	312 a.C.	Appio Claudio (censore)	primo acquedotto di Roma, c. 16 km, quasi tutto sotterraneo
Via Flaminia	220 a.C.	Gaio Flaminio (censore)	Roma – Fano – Rimini
Via Emilia	187 a.C.	Marco Emilio Lepido (console)	Rimini – Piacenza
Ponte Milvio	109 a.C. (in pietra)	Marco Emilio Scauro (censore)	sul Tevere, a nord di Roma
Ponte di Tiberio, Rimini	14 – 21 d.C.	iniziato sotto Augusto, finito sotto Tiberio	cinque arcate in pietra d'Istria; ancora in uso
Pont du Gard (Francia)	I sec. d.C.	acquedotto di Nîmes	tre ordini di arcate; altezza c. 49 m

Una strada romana importante era costruita come un muro sdraiato. Lo schema classico, ricostruito dagli studiosi moderni, prevede uno scavo profondo riempito da più strati (Figura 16.5b). Sul fondo c'era lo *statumen*, di grosse pietre; poi il *rudus*, pietrisco legato con calce; poi il *nucleus*, uno strato più fine di malta e ghiaia o coccio. In superficie stava il *pavimentum*: grandi lastre poligonali di pietra dura, i **basoli**, spesso di lava basaltica, accostate con cura. La superficie era leggermente convessa, «a schiena d'asino», perché l'acqua piovana scolasse ai lati. I nomi degli strati vengono dal passo in cui Vitruvio descrive i pavimenti degli edifici; nelle strade reali spessori e materiali cambiavano molto secondo il terreno e l'importanza della via. Ai lati della carreggiata, larga di solito intorno ai 4 m sulle vie principali, correvano cordoli di pietra e marciapiedi per i pedoni. Ogni mille passi, cioè ogni miglio romano (circa 1480 m), un **miliario**, una colonnina di pietra, indicava la distanza da Roma o dalla città più vicina.

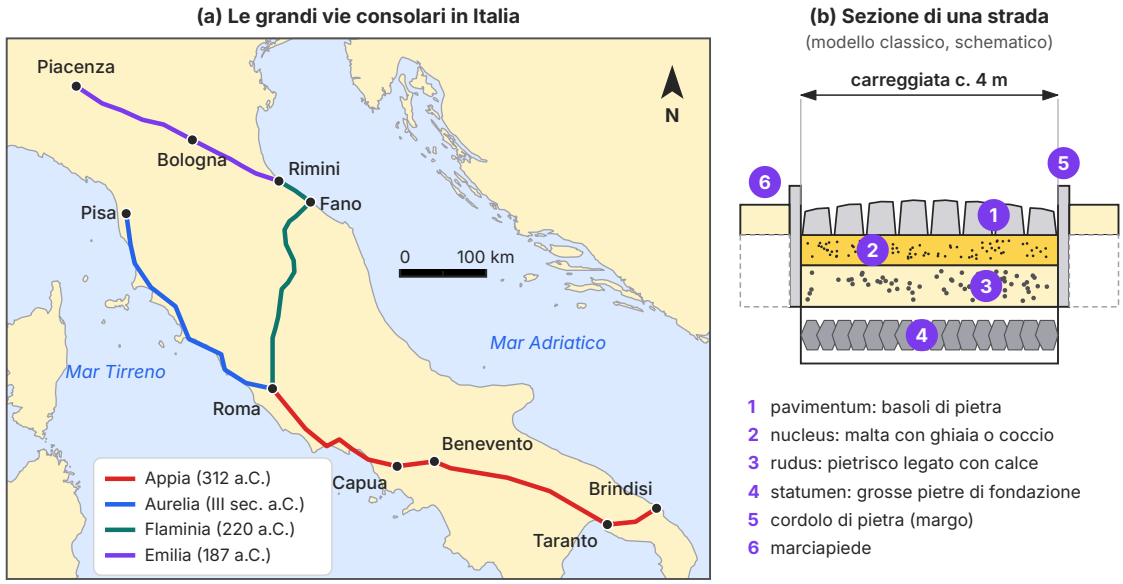


Figura 16.5 Le vie consolari e la sezione stradale. (a) Le quattro vie consolari citate nel capitolo, con tracciati semplificati; la via Aurelia proseguiva oltre Pisa lungo la costa ligure. (b) Sezione di una strada secondo il modello classico ricostruito dagli studiosi: spessori e materiali variavano molto da un luogo all'altro.

COLLEGAMENTI

Geografia: le strade nei nomi dei luoghi. La rete stradale romana vive ancora nella geografia italiana. La regione Emilia prende il nome dalla via Emilia, lungo la quale si allineano quasi tutti i suoi capoluoghi, da Piacenza a Rimini. Forlì era *Forum Livii*, Fano *Fanum Fortunae*, il «santuario della Fortuna» sulla via Flaminia. Molte statali moderne ripercorrono le antiche consolari e ne conservano il nome: la statale 7 si chiama ancora «Appia», la 1 «Aurelia», la 3 «Flaminia», la 9 «Emilia».

16.5.2 I ponti

Per superare i fiumi i Romani costruirono ponti in pietra ad arcate, con i piloni fondati nell'alveo grazie alla malta idraulica. A Roma il **Ponte Milvio**, ricostruito in pietra nel 109 a.C., porta ancora la via Flaminia sul Tevere. Il **Ponte di Tiberio** a Rimini, iniziato sotto Augusto nel 14 d.C. e finito sotto Tiberio nel 21 d.C., ha cinque arcate in pietra d'Istria ed è aperto al traffico da duemila anni.

16.5.3 Gli acquedotti

Le città romane consumavano enormi quantità d'acqua, che gli **acquedotti** portavano da sorgenti lontane. Il principio è semplice: l'acqua scorre per **gravità** dentro un canale coperto, lo *specus*, che scende con una pendenza lieve e costante dalla sorgente alla città. Per mantenere la pendenza per decine di chilometri il canale corre per lo più sotto terra, seguendo le curve di livello delle colline. Solo dove il terreno si abbassa, in una valle o in pianura, il canale viene sostenuto da file di arcate.

Il primo acquedotto di Roma fu l'**Aqua Appia**, costruito nel 312 a.C. dallo stesso Appio Claudio della via Appia: era lungo circa 16 km e quasi interamente sotterraneo. Nei secoli successivi se ne aggiunsero molti altri, fino a undici nel III secolo d.C. Intorno al 97 d.C. il senatore Sesto Giulio **Frontino**, nominato sovrintendente agli acquedotti (*curator aquarum*), scrisse un trattato sulla loro storia e gestione che ci è giunto per intero. In città l'acqua arrivava a serbatoi di distribuzione, i *castella aquae*, e da lì, in tubi di piombo, a fontane, terme e case.

Gli acquedotti più spettacolari sono fuori d'Italia. Il **Pont du Gard**, nel sud della Francia, è il ponte che portava l'acquedotto di Nîmes sopra il fiume Gardon. Costruito nel I secolo d.C. in grandi blocchi di pietra posati a secco, è alto circa 49 m e ha **tre ordini di arcate** sovrapposte: 6 arcate grandi in basso, 11 al livello intermedio e, in alto, una fila di arcatelle più piccole (oggi ne restano 35) che sostiene il canale. A Segovia, in Spagna, un acquedotto di età imperiale attraversa ancora la città su arcate di blocchi di granito messi in opera senza malta.

ESEMPIO SVOLTO

Una pendenza quasi invisibile. L'acquedotto di Nîmes, di cui il Pont du Gard fa parte, è lungo circa 50 km e, secondo le misure dei moderni, tra la sorgente e la città scende in tutto di circa 12,6 m. Qual è la pendenza media?

Soluzione. La pendenza è il rapporto tra dislivello e lunghezza: 12,6 m : 50 000 m ≈ 0,000 25, cioè circa 0,025 %. In altre parole il canale scende in media di circa 25 cm ogni chilometro, 2,5 mm ogni 10 m. Per tracciare pendenze così piccole gli ingegneri romani usavano strumenti di livellazione ad acqua o a filo a piombo, come il *chorobates* descritto da Vitruvio.

16.5.4 Fognature e porti

L'acqua, dopo l'uso, doveva essere portata via. La più antica fogna di Roma è la **Cloaca Massima** (*Cloaca Maxima*), che la tradizione attribuisce ai re etruschi del VI secolo a.C. All'inizio era probabilmente un canale scoperto per drenare la valle paludosa del Foro; più tardi fu coperta da una volta in pietra. Il suo sbocco nel Tevere, con un arco a tutto sesto, è ancora visibile vicino al Ponte Palatino.

Roma riceveva per mare il grano dall'Egitto e dall'Africa. Il porto antico era **Ostia**, alla foce del Tevere, ma la foce si insabbiava di continuo. L'imperatore Claudio fece scavare un nuovo

grande porto a nord della foce e, all'inizio del II secolo d.C., Traiano vi aggiunse un bacino interno a forma di **esagono regolare** (cap. 3), di cui si riconosce ancora il disegno vicino all'aeroporto di Fiumicino.

16.6 La città e i suoi edifici

16.6.1 Castrum e centuriazione

Quando fondavano una colonia, i Romani la tracciavano spesso secondo lo schema dell'accampamento militare, il **castrum**: un recinto rettangolare con quattro porte, attraversato da due strade principali perpendicolari. Nelle città queste strade si chiamano **cardo** e **decumano** massimo; il cardo era spesso orientato all'incirca nord-sud e il decumano est-ovest, ma l'orientamento poteva variare secondo il terreno. Nel loro incrocio, o vicino, sorgeva il foro. Le altre strade, parallele alle due principali, dividevano lo spazio in isolati regolari. È uno schema simile alla griglia di Ippodamo di Mileto (cap. 12), ma organizzato intorno a due assi. Il reticolo romano si legge ancora nelle piante di Torino (*Augusta Taurinorum*), di Aosta (*Augusta Praetoria*, fondata nel 25 a.C.) e del centro di Firenze.

Lo stesso metodo veniva usato per dividere le campagne tra i coloni: è la **centuriazione**. I geometri romani, gli agrimensori, tracciavano con uno strumento a traguardi chiamato *groma* un reticolo di strade e canali perpendicolari che divideva il terreno in quadrati, le *centurie*. Il lato di una centuria misurava di solito 20 *actus*, cioè 2400 piedi romani. In molte zone della pianura padana, per esempio in Romagna e intorno a Padova, strade, fossi e confini dei campi seguono ancora oggi quel reticolo.

ESEMPIO SVOLTO

Quanto è grande una centuria? Il piede romano misura circa 0,296 m; un *actus* vale 120 piedi. Calcola il lato e l'area di una centuria di 20 × 20 *actus*.

Soluzione. Un *actus* = 120 · 0,296 ≈ 35,5 m. Lato = 20 · 35,52 ≈ 710 m. Area ≈ 710,4 m · 710,4 m ≈ 504 700 m², cioè circa 50 ettari (0,5 km²). Su una carta in scala 1:25 000 il lato di una centuria misura 710 400 mm : 25 000 ≈ 28 mm: un quadrato facile da riconoscere sulle carte topografiche.

16.6.2 Il foro e la basilica

Il **foro** era la piazza principale della città: lì si trovavano i templi più importanti, gli edifici del governo, i tribunali, i negozi, i monumenti onorari. A Roma il **Foro Romano**, nella valle tra Palatino e Campidoglio, crebbe per secoli senza un disegno unitario. Quando divenne troppo piccolo, Cesare e poi gli imperatori costruirono accanto nuove piazze regolari, i **Fori Imperiali**: il Foro di Cesare, quello di Augusto con il tempio di Marte Ultore, il Tempio della Pace di Vespasiano, il Foro di Nerva e infine il più grande, il **Foro di Traiano**, progettato da **Apollodoro di Da-**

masco e inaugurato nel 112 d.C. Accanto sorgevano la Colonna Traiana (cap. 17) e i Mercati di Traiano, negozi e uffici su più piani addossati al Quirinale.

Sul lato di fondo del Foro di Traiano si trovava la Basilica Ulpia. La **basilica** romana era una grande aula coperta, di pianta rettangolare, divisa all'interno da file di colonne in una navata centrale e in navate laterali più basse. Spesso una o due estremità si chiudevano con un'*abside* semicircolare, dove sedevano i magistrati. La navata centrale, più alta, riceveva luce da finestre aperte sopra i tetti delle navate laterali. Vi si amministrava la giustizia e si trattavano affari.

> **DA RICORDARE**
>
> **La basilica romana non è una chiesa.** Per i Romani la basilica è un edificio civile: tribunale, borsa, luogo d'incontro. Solo dal IV secolo, quando il cristianesimo diventò religione ammessa e poi ufficiale, i cristiani adottarono questa forma per le loro grandi chiese, perché era adatta ad accogliere molte persone. Lo studierai il prossimo anno.

16.6.3 Le terme

Le **terme** erano bagni pubblici, ma anche palestre, biblioteche, giardini e luoghi di incontro, aperti a tutti per un prezzo modestissimo. Il percorso classico portava dallo spogliatoio (*apodyterium*) al *tepidarium*, ambiente tiepido, al *calidarium*, con vasche di acqua calda, e infine al *frigidarium*, con la vasca fredda; spesso c'erano anche una piscina scoperta (*natatio*) e una palestra all'aperto. Gli ambienti caldi erano riscaldati dall'**ipocausto**: il pavimento poggiava su piccoli pilastri di mattoni (*suspensurae*), e nell'intercapedine circolava l'aria calda prodotta da un forno (*praefurnium*); tubi di terracotta inseriti nelle pareti portavano il calore anche ai muri.

Le grandi terme imperiali di Roma sono tra gli edifici più vasti dell'antichità. Le **Terme di Caracalla** (212–216 d.C.) seguono un impianto rigorosamente simmetrico: gli ambienti principali stanno lungo l'asse centrale, quelli di servizio si ripetono uguali ai due lati. Delle **Terme di Diocleziano** (fine III – inizio IV sec. d.C.) sopravvivono parti che hanno avuto una seconda vita: nel Cinquecento Michelangelo trasformò la grande aula centrale nella chiesa di Santa Maria degli Angeli, e altri ambienti ospitano oggi una sede del Museo Nazionale Romano.

16.6.4 Teatri e anfiteatri: il Colosseo

Il teatro romano deriva da quello greco (cap. 12), con alcune differenze importanti. Non sfrutta il pendio di una collina, ma sorge in piano, sostenuto da muri radiali e da volte; l'orchestra è semicircolare; la cavea e l'alto edificio della scena sono collegati in un unico blocco chiuso. L'**anfiteatro** è invece una creazione romana: è come due teatri uniti per la cavea, con le gradinate tutto intorno a un'arena di forma ellittica o ovale. Vi si svolgevano combattimenti di gladiatori e cacce. Il più antico anfiteatro in pietra che si conservi è quello di Pompei, del 70 a.C. circa; in Italia sono famosi anche l'Arena di Verona, del I secolo d.C., e l'Anfiteatro Campano di Santa Maria Capua Vetere.

Il più grande di tutti è l'**Anfiteatro Flavio**, il **Colosseo** (Roma, c. 70–80 d.C.; travertino, tufo, laterizio e cementizio). Fu iniziato da Vespasiano verso il 70–72 d.C. nell'area dove sorgeva il lago artificiale della Domus Aurea di Nerone e fu inaugurato da suo figlio Tito nell'**80 d.C.** con giochi durati cento giorni; Domiziano lo completò. La pianta è un'ellisse, o forse un ovale policentrico (cap. 4), di circa **188 × 156 m**, e l'altezza della facciata è di circa 48–50 m (Figura 16.4). Ottanta muri radiali, collegati da corridoi anulari voltati a botte, sostenevano le gradinate. Gli spettatori entravano dagli 80 fornici numerati del piano terra e raggiungevano in fretta il proprio settore. Le stime sulla capienza vanno da circa 50 000 a circa 70 000 persone.

Sotto l'arena correvano gli *ipogei*, un labirinto di corridoi e locali di servizio con montacarichi che facevano apparire in scena animali e scenografie. Sopra la cavea, un grande telone, il *velarium*, proteggeva il pubblico dal sole: era sostenuto da pali di legno infilati nelle mensole che sporgono ancora dall'attico. La facciata esterna è in blocchi di travertino, tenuti insieme da grappe di ferro; nel Medioevo le grappe furono strappate per recuperare il metallo, ed è per questo che la pietra è oggi crivellata di buchi.

APPROFONDIMENTO

Perché «Colosseo»? Il nome antico era *Amphitheatrum Flavium*, dalla famiglia dei Flavi. Il nome «Colosseo» compare soltanto nel Medioevo e deriva probabilmente dal *Colosso*, una gigantesca statua di bronzo di Nerone che sorgeva lì vicino. Dopo la fine dei giochi l'edificio fu usato come fortezza, come abitazione e, per secoli, come cava di pietra: con il suo travertino furono costruiti palazzi e chiese di Roma.

16.6.5 Il Pantheon

Il **Pantheon** (Roma, c. 118–125 d.C.; cementizio, laterizio, marmi e granito) è il tempio di «tutti gli dèi» ed è l'edificio antico meglio conservato di Roma. Sulla trabeazione della facciata si legge un'iscrizione in bronzo: *M·AGRIPPA·L·F·COS·TERTIVM·FECIT*, cioè «Marco Agrippa, figlio di Lucio, console per la terza volta, fece». Agrippa, genero di Augusto, aveva costruito il primo Pantheon tra il 27 e il 25 a.C., ma quell'edificio fu distrutto da incendi. Quello che vediamo è una **ricostruzione di età adrianea**: lo provano i bolli dei mattoni. Adriano fece rimettere sulla facciata il nome del primo costruttore.

L'edificio unisce due parti molto diverse (Figura 16.6). Davanti c'è un **pronao** rettangolare, profondo, con otto colonne corinzie sulla fronte (ottastilo) e sedici in tutto, dai fusti monolitici di granito egiziano, sotto un frontone triangolare: per chi arriva dalla piazza sembra la facciata di un tempio tradizionale. Un corpo intermedio, l'*avancorpo*, conduce alla **rotonda**, un grande cilindro coperto da una cupola.

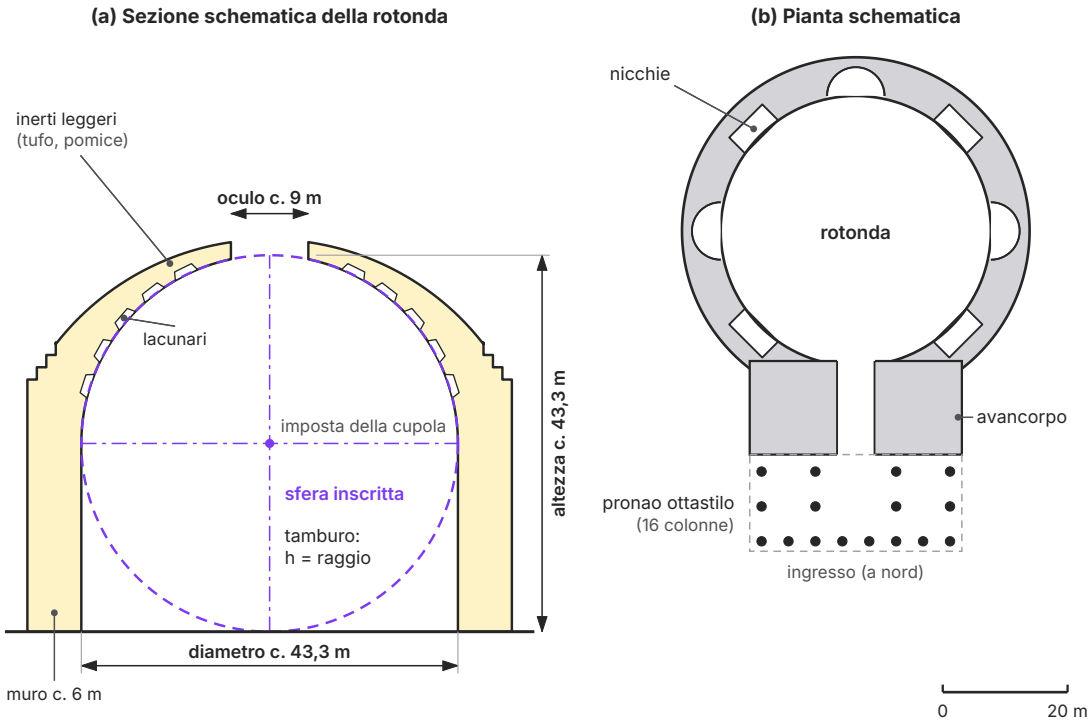


Figura 16.6 Il Pantheon di Roma. Ricostruzione schematica dell'edificio di età adrianea (c. 118–125 d.C.). (a) Sezione della rotonda: diametro e altezza misurano entrambi c. 43,3 m, e lo spazio interno contiene una sfera che tocca il pavimento. (b) Pianta: pronao ottastilo con 16 colonne, avancorpo e rotonda con le nicchie nello spessore del muro.

La geometria della rotonda è semplice e perfetta. Il diametro interno misura circa **43,3 m** e l'altezza dal pavimento alla sommità della cupola è uguale al diametro: nello spazio interno si potrebbe inscrivere una **sfera** che tocca il pavimento. Il tamburo cilindrico è alto quanto il raggio e su di esso poggia la cupola, una semisfera. La luce entra soltanto dall'**oculo**, l'apertura circolare di circa 9 m di diametro al centro della cupola. L'intradosso della cupola è scavato da cinque file di 28 **lacunari**, riquadri incassati che alleggeriscono la struttura e scandiscono la superficie.

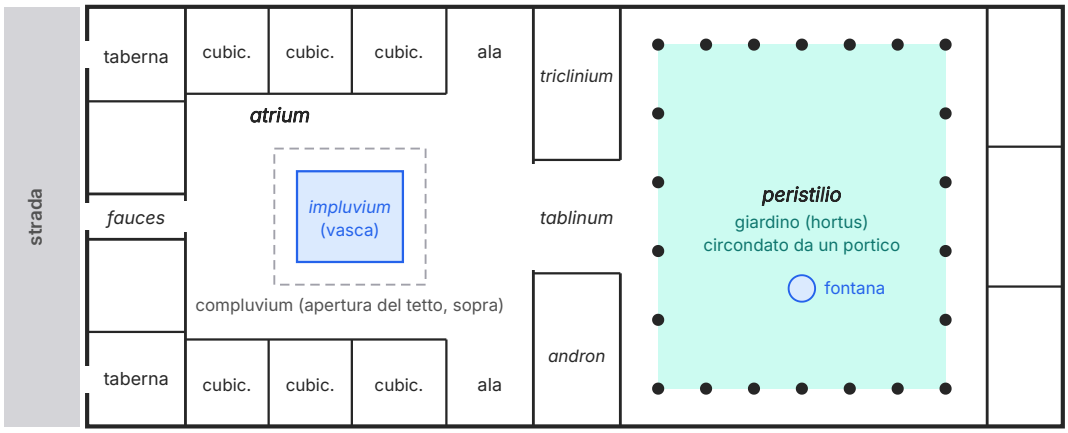
La cupola è in opera cementizia e rappresenta il punto più alto della tecnica romana. Per ridurre il peso, i costruttori la resero più sottile verso l'alto e usarono inerti sempre più leggeri: materiali pesanti come il travertino e i frammenti di mattone nelle fondazioni e nelle parti basse, tufo e poi pietra pomice, una lava leggera e porosa, verso la sommità. All'esterno, anelli a gradini caricano la base della cupola e aiutano a contenerne la spinta. Il Pantheon si è conservato perché nel 609 d.C. fu trasformato in chiesa, Santa Maria ad Martyres; nel Rinascimento vi fu sepolto Raffaello (1520) e oggi vi riposano anche i primi re d'Italia.

COLLEGAMENTI

Disegno: il Pantheon come composizione di solidi. Nel capitolo 6 hai disegnato in proiezioni ortogonali cilindri, coni e semisfere. La rotonda del Pantheon è un cilindro di raggio $r \approx 21{,}65$ m e altezza r, sormontato da una semisfera dello stesso raggio. In prospetto e in sezione la cupola appare come una semicirconferenza; in pianta, come una circonferenza. La sfera inscritta ha il centro sul piano d'imposta della cupola: per disegnarla basta puntare il compasso nel centro della sezione, all'altezza dell'imposta, con raggio uguale al raggio interno.

16.6.6 Abitare: domus, insula, villa

Le famiglie ricche vivevano nella **domus**, una casa a un solo piano o a due piani, chiusa verso la strada e aperta verso l'interno (Figura 16.7). Ai lati dell'ingresso c'erano spesso botteghe, le *tabernae*, affittate a commercianti. Uno stretto corridoio, le *fauces*, conduceva all'**atrio** (*atrium*), il cuore della parte pubblica della casa, dove il padrone riceveva i suoi clienti. Il tetto dell'atrio era aperto al centro: dall'apertura, il *compluvium*, l'acqua piovana cadeva in una vasca sottostante, l'**impluvium**, e da lì in una cisterna. Intorno all'atrio si aprivano le stanze da letto (*cubicula*) e due ambienti aperti, le *alae*; sul fondo, il *tablinum*, studio e ufficio del padrone di casa, e la sala da pranzo (*triclinium*).



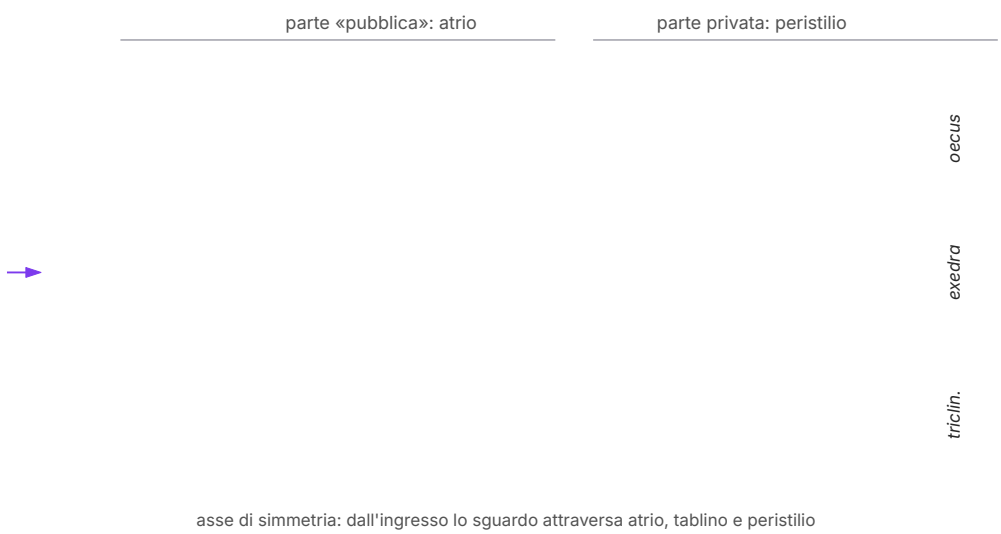


Figura 16.7 La domus romana. Pianta schematica di una domus ad atrio e peristilio, secondo un modello generico (non in scala). L'asse d'ingresso attraversa fauces, atrio, tablino e peristilio; ai lati della porta si aprono le botteghe verso la strada.

Dal II secolo a.C., per influsso greco, le case più ricche si ingrandirono con un **peristilio**: un giardino circondato da un portico di colonne, con fontane e statue, intorno al quale si disponevano sale da pranzo e di soggiorno. Ingresso, atrio, tablino e peristilio stanno spesso sullo stesso asse. A Pompei la Casa del Fauno, che ha due atri e due peristili, e la Casa dei Vettii sono esempi celebri (cap. 17).

La maggior parte degli abitanti di Roma, però, viveva in affitto nelle **insulae**, caseggiati a più piani con botteghe al pianterreno e appartamenti sopra. Spesso costruite male, rischiavano crolli e incendi; secondo il geografo Strabone, Augusto ne limitò l'altezza a 70 piedi, circa 20 m. Le insulae meglio conservate si trovano a Ostia antica. All'estremo opposto c'era la **villa**, residenza di campagna o di villeggiatura dei ricchi. La più grandiosa è **Villa Adriana** a Tivoli (c. 118–138 d.C.), patrimonio UNESCO dal 1999: una piccola città di palazzi, terme, giardini e specchi d'acqua.

SINTESI

- Roma fu monarchia (753–509 a.C., secondo la tradizione), repubblica (509–27 a.C.) e impero (27 a.C. – 476 d.C. in Occidente). Le sue opere più tipiche sono edifici pubblici e infrastrutture.
- Vitruvio, nel *De architectura* dedicato ad Augusto, indica le tre qualità dell'architettura: *firmitas*, *utilitas*, *venustas* (solidità, utilità, bellezza).
- L'opera cementizia (malta di calce e pozzolana con pietrame) è resistente, economica e modellabile; fa presa anche sott'acqua. È rivestita da paramenti: *quadratum, incertum, reticulatum, latericium, mixtum*.
- L'arco è formato da conci a raggiera chiusi dalla chiave; lavora a compressione e produce una spinta orizzontale sui piedritti. Si costruisce su una centina di legno.
- La volta a botte scarica su due muri continui, la volta a crociera su quattro punti, la cupola su un tamburo circolare.
- I Romani aggiunsero agli ordini greci il tuscanico e il composito, e li usarono come decorazione nel fornice inquadrato e negli ordini sovrapposti (Tabularium, Teatro di Marcello, Colosseo).
- Strade lastricate (via Appia, 312 a.C.), ponti in pietra, acquedotti a gravità (Aqua Appia; Pont du Gard, c. 49 m) e fognature (Cloaca Massima) formano una rete di infrastrutture senza precedenti.
- Le città nuove seguono lo schema del *castrum*, con cardo e decumano; le campagne sono divise dalla centuriazione in quadrati di circa 710 m di lato.
- Foro, basilica, terme con ipocausto, teatro e anfiteatro sono i principali edifici pubblici. Il Colosseo (inaugurato nell'80 d.C., c. 188 × 156 m) ha tre ordini di arcate e un attico.
- Il Pantheon di Adriano (c. 118–125 d.C.) unisce un pronao ottastilo e una rotonda di 43,3 m di diametro e di altezza, coperta da una cupola in cementizio con oculo di c. 9 m.
- La domus si organizza intorno ad atrio e peristilio; la maggior parte dei Romani viveva nelle insulae; Villa Adriana è la villa imperiale più grandiosa.

ESERCIZI

Comprendere e ricordare

1. ● Nella triade di Vitruvio, le parole *firmitas, utilitas, venustas* significano:
   - **A.** tuscanico, ionico, corinzio
   - **B.** solidità, utilità, bellezza
   - **C.** pietra, mattone, cementizio
   - **D.** pianta, prospetto, sezione

2. ● La pozzolana è:
   - **A.** una pietra da taglio usata per i basoli
   - **B.** un tipo di mattone cotto con bollo
   - **C.** un marmo bianco delle cave di Luni
   - **D.** una cenere vulcanica che rende la malta capace di indurire anche sott'acqua

3. ● L'*opus reticulatum* è un paramento formato da:
   - **A.** blocchetti di tufo a base quadrata disposti con le diagonali verticali
   - **B.** grandi blocchi squadrati a filari regolari, senza malta
   - **C.** soli mattoni cotti
   - **D.** pietre irregolari affogate nella malta

4. ● La chiave di volta è:
   - **A.** il sostegno verticale su cui poggia l'arco
   - **B.** il piano orizzontale da cui parte l'arco
   - **C.** il concio più alto, che chiude l'arco
   - **D.** l'armatura di legno che sostiene l'arco durante la costruzione

5. ●● La volta a crociera:
   - **A.** è un arco prolungato in profondità che scarica su due muri continui
   - **B.** nasce dall'incrocio di due volte a botte e concentra i carichi su quattro appoggi
   - **C.** è una calotta sferica posata su un tamburo cilindrico
   - **D.** è formata da filari orizzontali di pietre sporgenti

6. ●● Nella facciata del Colosseo, dal basso verso l'alto, si trovano:
   - **A.** semicolonne tuscaniche, ioniche, corinzie; poi un attico con lesene corinzie
   - **B.** semicolonne corinzie, ioniche, doriche; poi un frontone
   - **C.** quattro piani di arcate tutte con semicolonne corinzie
   - **D.** colonne ioniche libere che sostengono un architrave

7. ●● Il fornice inquadrato è:
   - **A.** un arco a sesto acuto incorniciato da una ghiera
   - **B.** una finestra quadrata aperta in un attico
   - **C.** una porta coperta da un architrave e da un triangolo di scarico
   - **D.** un arco aperto tra due pilastri, inquadrato da semicolonne o lesene che reggono una trabeazione

8. ●● Quale affermazione sul Pantheon è corretta?
   - **A.** È l'edificio costruito da Agrippa nel 27–25 a.C. e mai più rifatto.
   - **B.** La cupola ha un diametro di circa 30 m e una lanterna in vetro.
   - **C.** Il diametro interno e l'altezza della rotonda misurano entrambi circa 43,3 m.
   - **D.** La cupola è in mattoni pieni, uguali dalla base alla sommità.

9. ●● La via Appia:
   - **A.** fu costruita nel 187 a.C. tra Rimini e Piacenza
   - **B.** fu voluta nel 312 a.C. dal censore Appio Claudio e collegava Roma a Capua
   - **C.** attraversava l'Appennino fino a Fano e Rimini
   - **D.** era il primo acquedotto di Roma

10. ●●● In un acquedotto romano l'acqua:
    - **A.** veniva sollevata da pompe a vapore fino ai serbatoi
    - **B.** correva sempre su arcate, dalla sorgente fino alla città
    - **C.** scorreva in tubi di legno lungo il fondo delle valli
    - **D.** scorreva per gravità in un canale con pendenza lieve e costante, per lo più sotterraneo

Lessico dell'arte

11. ● Definisci in una o due righe ciascuno di questi termini: *opera cementizia*, *paramento*, *centina*, *contrafforte*, *miliario*, *ipocausto*.

12. ● Completa: «L'arco è formato da blocchi a cuneo detti _____ ; quello centrale si chiama _____ . L'arco poggia su due _____ e parte dal piano d' _____ . La distanza tra i sostegni è la _____ ; l'altezza dell'arco è la _____ , che nell'arco a tutto sesto è uguale a _____ della luce. La superficie interna è l' _____ , quella esterna l' _____ .»

13. ● Abbina ogni ambiente delle terme alla sua funzione. 1) *apodyterium*; 2) *tepidarium*; 3) *calidarium*; 4) *frigidarium*; 5) *natatio*; 6) *praefurnium*. a) sala con vasche di acqua calda; b) piscina scoperta; c) spogliatoio; d) forno che produce l'aria calda dell'ipocausto; e) sala con vasca fredda; f) ambiente tiepido di passaggio.

14. ●● Vero o falso? Correggi le affermazioni false. a) L'opera cementizia romana conteneva barre di ferro come il cemento armato. b) In una fila di archi le spinte di due archi vicini sul pilastro comune si bilanciano. c) L'ordine tuscanico ha il fusto scanalato e il capitello a volute. d) La basilica romana era un edificio per i tribunali e gli affari. e) Le centurie avevano di solito un lato di circa 710 m.

15. ●● Per ciascuna descrizione scrivi il nome latino del paramento: a) mattoni cotti; b) pietre irregolari; c) blocchetti a base quadrata disposti «a rete»; d) blocchi squadrati a filari regolari; e) specchiature a rete alternate a fasce di mattoni. Quale dei cinque è il più antico? Quale è tipico dell'età imperiale?

16. ●● Completa la descrizione della domus: «Dalla strada si entra per le _____ e si arriva all' _____ , al cui centro una vasca, l' _____ , raccoglie l'acqua piovana che cade dall'apertura del tetto, il _____ . Sul fondo si apre il _____ , l'ufficio del padrone; più all'interno un giardino porticato, il _____ .»

Collocare nel tempo e nello spazio

17. ● Metti in ordine cronologico: Colosseo inaugurato; via Appia; Pantheon di Adriano; Tabularium; Terme di Caracalla; via Emilia; Ponte di Tiberio a Rimini. Scrivi accanto a ciascuno la data.

18. ● Abbina l'opera alla città o al luogo in cui si trova: 1) Pont du Gard; 2) Ponte di Tiberio; 3) Villa Adriana; 4) Teatro di Marcello; 5) Maison Carrée; 6) anfiteatro più antico in pietra. a) Rimini; b) Nîmes; c) presso Nîmes, sul fiume Gardon; d) Pompei; e) Roma; f) Tivoli.

19. ●● Osserva la Figura 16.5a. a) Quale via collega Roma con Brindisi e quali città attraversa tra quelle segnate? b) Da quale città parte la via Emilia e dove arriva? c) Quale via segue la costa tirrenica? d) Con la scala grafica, stima la distanza in linea d'aria tra Rimini e Piacenza.

20. ●● Abbina ciascuna opera all'imperatore o al personaggio sotto cui fu costruita: 1) Foro di Traiano; 2) Colosseo; 3) Pantheon attuale; 4) Teatro di Marcello; 5) Sala Ottagona della Domus Aurea; 6) Aqua Appia. a) Vespasiano e Tito; b) Adriano; c) Nerone; d) Augusto; e) Appio Claudio; f) Traiano, su progetto di Apollodoro di Damasco.

Leggere l'opera

21. ●● Compila la scheda del Colosseo: denominazione antica; luogo; datazione e committenti; materiali; forma e misure della pianta; altezza; ordini della facciata; funzione; elementi tecnici (muri radiali, ipogei, velario); destino nei secoli.

22. ●● Compila la scheda del Pantheon: luogo; datazione e committente; iscrizione e suo significato; parti dell'edificio; misure della rotonda; illuminazione; tecnica costruttiva della cupola; perché si è conservato.

23. ●● Descrivi il Pont du Gard (Tabella 16.2) secondo lo schema: funzione; luogo; datazione; materiale; struttura (quanti ordini di arcate e quante arcate per ordine); altezza; perché il canale è nell'ordine più alto.

24. ●● Osserva la Figura 16.7. a) Elenca gli ambienti nell'ordine in cui li attraversa chi entra dalla strada lungo l'asse. b) Quali ambienti sono rivolti verso la strada e perché? c) Da dove ricevono luce e aria le stanze intorno all'atrio?

25. ●●● Osserva la Figura 16.3. Spiega perché un ambiente coperto da volte a crociera può avere grandi finestre su tutti i lati, mentre uno coperto da una volta a botte può averle solo sui lati corti. Dove andranno messi i contrafforti nei due casi?

Collegare e confrontare

26. ●● Confronta la falsa cupola del «Tesoro di Atreo» (cap. 11) con la cupola del Pantheon: disposizione del materiale, modo in cui scaricano il peso, dimensioni, illuminazione.

27. ●● Confronta il tempio greco periptero (cap. 12), il tempio etrusco (cap. 15) e il tempio romano: basamento, scalinata, colonnato, punto di vista privilegiato.

28. ●●● Matematica. Approssima il perimetro esterno del Colosseo con la formula di Ramanujan per l'ellisse, $P \approx \pi\,[3(a+b) - \sqrt{((3a+b)(a+3b))}]$, con semiassi $a = 94$ m e $b = 78$ m. Quanto misura in media una campata, se il perimetro è diviso in 80 campate?

29. ●●● Disegno. a) Su un foglio A4 squadrato disegna la pianta del Colosseo in scala 1:1000 come ovale policentrico di assi 188 mm e 156 mm (cap. 4). b) Disegna la sezione schematica della rotonda del Pantheon in scala 1:500: quanto misurano sul foglio il diametro, l'altezza e l'oculo?

Verso la verifica

30. ●●● In 10–15 righe spiega perché l'arco e l'opera cementizia hanno permesso ai Romani di creare spazi interni più grandi di quelli dei Greci. Usa almeno due esempi.

31. ●●● In 10–15 righe descrivi le infrastrutture romane (strade, ponti, acquedotti, fognature) come un sistema al servizio dello Stato e dei cittadini, con esempi e date.

32. ●●● In 10–15 righe applica la triade di Vitruvio a un edificio a tua scelta tra Colosseo, Pantheon e Terme di Caracalla: in che cosa consistono la sua *firmitas*, la sua *utilitas* e la sua *venustas*?

PER APPROFONDIRE

- [VIT] Vitruvio, *De architectura*: libro I (la triade e la formazione dell'architetto), libro II (i materiali e la pozzolana), libro V (teatri e terme), libro VIII (le acque e gli acquedotti).
- [BBR] R. Bianchi Bandinelli, *Roma. L'arte romana nel centro del potere*: i grandi complessi urbani della Roma imperiale.
- [GOM] E. H. Gombrich, *La storia dell'arte*: il capitolo sul mondo romano, per una lettura introduttiva del Colosseo e del Pantheon.
- **Visitare.** A Roma il Parco archeologico del Colosseo (Colosseo, Foro Romano, Palatino), il Pantheon, i Mercati di Traiano – Museo dei Fori Imperiali, il Parco archeologico dell'Appia Antica e il Museo Nazionale Romano – Terme di Diocleziano; nei dintorni, il Parco archeologico di Ostia antica e Villa Adriana a Tivoli; a Rimini, il Ponte di Tiberio.

Glossario del capitolo

Anfiteatro
Edificio romano per spettacoli a pianta ellittica o ovale, con gradinate intorno a un'arena; il maggiore è il Colosseo.

Basilica (romana)
Grande aula civile coperta, divisa da colonne in navate, spesso con abside; sede di tribunali e affari.

Cardo e decumano
Le due strade principali, perpendicolari tra loro, dell'accampamento militare (castrum) e delle città romane di nuova fondazione.

Centina
Armatura provvisoria di legno, con la forma dell'intradosso, su cui si posano i conci di un arco o si getta una volta.

Centuriazione
Divisione romana delle campagne in quadrati regolari (centurie), di solito di 20 × 20 actus, cioè circa 710 m di lato.

Contrafforte
Muro o pilastro addossato all'esterno di una struttura per contrastare la spinta di archi e volte.

Fornice inquadrato
Arco aperto tra due pilastri e inquadrato da semicolonne o lesene che reggono una trabeazione (Tabularium, Teatro di Marcello, Colosseo).

Impluvium
Vasca al centro dell'atrio della domus che raccoglie l'acqua piovana caduta dall'apertura del tetto (compluvium).

Insula
Caseggiato romano d'affitto a più piani, con botteghe al pianterreno e appartamenti ai piani superiori.

Ipocausto
Sistema di riscaldamento delle terme: aria calda prodotta da un forno circola sotto un pavimento sollevato su pilastrini e nelle pareti.

Miliario
Colonnina di pietra posta ogni miglio romano (c. 1480 m) lungo le strade, con l'indicazione della distanza.

Oculo
Apertura circolare al centro di una cupola; nel Pantheon misura circa 9 m ed è l'unica fonte di luce.

Opera cementizia (opus caementicium)
Tecnica muraria romana: getto di malta di calce, sabbia (spesso pozzolana) e pietrame (*caementa*) che indurisce in un blocco unico; si diffonde dal III–II sec. a.C.

Opus reticulatum
Paramento di blocchetti di tufo a base quadrata disposti con le diagonali verticali, come una rete (I sec. a.C. – II d.C.).

Ordine composito
Ordine romano di età imperiale il cui capitello unisce le volute ioniche e le foglie d'acanto corinzie.

Ordini sovrapposti
Successione di ordini diversi sui piani di una facciata, dal più semplice in basso al più ornato in alto (tuscanico, ionico, corinzio).

Paramento
Rivestimento esterno di un muro in opera cementizia (pietre o mattoni) che fa da cassaforma e protegge il nucleo.

Pozzolana
Cenere vulcanica (da Pozzuoli) che, mescolata alla calce, dà una malta idraulica, capace di indurire anche sott'acqua.

Spinta
Componente orizzontale delle forze che un arco, una volta o una cupola trasmette ai sostegni, tendendo ad allargarli.

Volta a crociera
Volta formata dall'intersezione ad angolo retto di due volte a botte; scarica il peso su quattro punti d'appoggio.

Soluzioni

1. B. *Firmitas, utilitas, venustas* = solidità, utilità, bellezza (Vitruvio, *De architectura*, I, 3, 2).

2. D. La pozzolana è una cenere vulcanica (da Pozzuoli) che, unita alla calce, dà una malta idraulica. Il marmo di Luni è il lunense; i basoli sono di pietra dura, spesso lava.

3. A. Il reticolato è fatto di blocchetti di tufo a base quadrata con le diagonali verticali; B è il *quadratum*, C il *latericium*, D l'*incertum*.

4. C. La chiave è il concio centrale più alto; A è il piedritto, B il piano d'imposta, D la centina.

5. B. La crociera nasce dall'incrocio ad angolo retto di due botti e scarica sui quattro angoli; A descrive la volta a botte, C la cupola, D la falsa cupola.

6. A. Semicolonne tuscaniche, ioniche e corinzie nei tre piani di arcate; attico chiuso con lesene corinzie, finestre e mensole per il velario.

7. D. Il fornice inquadrato è un arco tra pilastri incorniciato da semicolonne o lesene con trabeazione (primo esempio noto: Tabularium, 78 a.C.).

8. C. Diametro interno e altezza misurano entrambi c. 43,3 m. L'edificio attuale è adrianeo (c. 118–125 d.C.); l'oculo è aperto e misura c. 9 m; la cupola è in cementizio con inerti sempre più leggeri verso l'alto.

9. B. Via Appia, 312 a.C., censore Appio Claudio, Roma–Capua (poi prolungata fino a Brindisi). A è la via Emilia, C la Flaminia, D confonde la via con l'Aqua Appia.

10. D. L'acqua scorre per gravità nello *specus*, con pendenza lieve e costante; il canale è per lo più sotterraneo e passa su arcate solo nelle valli.

11. *Opera cementizia*: getto di malta di calce, sabbia (pozzolana) e pietrame che indurisce in un blocco unico. *Paramento*: rivestimento esterno del muro cementizio, in pietre o mattoni. *Centina*: armatura provvisoria di legno su cui si costruisce un arco o una volta. *Contrafforte*: muro o pilastro esterno che contrasta la spinta. *Miliario*: colonnina di pietra posta ogni miglio (c. 1480 m) lungo le strade. *Ipocausto*: riscaldamento a pavimento con aria calda che circola sotto il pavimento sollevato e nelle pareti.

12. conci; chiave di volta; piedritti; imposta; luce; freccia; metà; intradosso; estradosso.

13. 1-c; 2-f; 3-a; 4-e; 5-b; 6-d.

14. a) F: non aveva armature metalliche, resisteva bene solo alla compressione. b) V. c) F: il tuscanico ha fusto liscio e capitello con echino e abaco; le volute sono dell'ionico. d) V. e) V (20 actus = 2400 piedi ≈ 710 m).

15. a) *opus latericium* (o *testaceum*); b) *opus incertum*; c) *opus reticulatum*; d) *opus quadratum*; e) *opus mixtum*. Il più antico è il *quadratum*; tipico dell'età imperiale è il *latericium* (e il *mixtum*, I–II sec. d.C.).

16. fauces; atrio (*atrium*); *impluvium*; *compluvium*; *tablinum*; peristilio.

17. Via Appia (312 a.C.) → via Emilia (187 a.C.) → Tabularium (78 a.C.) → Ponte di Tiberio (14–21 d.C.) → Colosseo inaugurato (80 d.C.) → Pantheon di Adriano (c. 118–125 d.C.) → Terme di Caracalla (212–216 d.C.).

18. 1-c; 2-a; 3-f; 4-e; 5-b; 6-d.

19. a) La via Appia; tra le città segnate attraversa Capua, Benevento e Taranto prima di Brindisi. b) Parte da Rimini e arriva a Piacenza, passando per Bologna. c) La via Aurelia. d) In linea d'aria Rimini e Piacenza distano circa 250 km (accettabili stime tra 230 e 270 km con la scala grafica).

20. 1-f; 2-a; 3-b; 4-d; 5-c; 6-e.

21. Traccia: *Amphitheatrum Flavium*; Roma, nella valle tra Palatino, Esquilino e Celio, sul sito del lago della Domus Aurea; iniziato da Vespasiano c. 70–72 d.C., inaugurato da Tito nell'80 d.C. (cento giorni di giochi), completato da Domiziano; travertino all'e-

sterno, tufo, laterizio e cementizio all'interno; pianta ellittica (o ovale) di c. 188 × 156 m; altezza c. 48–50 m; tre piani di 80 fornici con semicolonne tuscaniche, ioniche e corinzie e attico con lesene corinzie; spettacoli di gladiatori e cacce; 80 muri radiali e corridoi anulari voltati, ipogei con montacarichi, velario sostenuto da pali nelle mensole; nel Medioevo fortezza e cava di pietra, grappe di ferro asportate.

22. Traccia: Roma, Campo Marzio; ricostruito sotto Adriano, c. 118–125 d.C. (bolli laterizi); l'iscrizione «M. Agrippa L. f. cos. tertium fecit» ricorda il primo Pantheon di Agrippa (27–25 a.C.); pronao ottastilo corinzio (16 colonne di granito), avancorpo, rotonda; diametro interno = altezza ≈ 43,3 m, tamburo alto quanto il raggio, cupola emisferica, sfera inscritta; luce solo dall'oculo di c. 9 m; cupola in cementizio con lacunari, spessore decrescente e inerti sempre più leggeri (fino alla pomice), anelli a gradini all'esterno; conservato perché trasformato in chiesa nel 609 d.C.

23. Traccia: ponte-acquedotto che portava l'acqua a Nîmes superando il fiume Gardon; Francia meridionale; I sec. d.C.; grandi blocchi di pietra posati a secco; tre ordini di arcate: 6 grandi in basso, 11 al centro, una fila di arcatelle in alto (oggi 35); altezza c. 49 m; il canale sta in cima perché deve mantenere la quota e la pendenza costante dell'acquedotto anche attraversando la valle.

24. a) *Fauces*, atrio (con *impluvium*), tablino, peristilio con giardino, ambienti di fondo (oecus, exedra). b) Le *tabernae*: botteghe affittate che sfruttano il passaggio sulla strada, mentre la casa resta chiusa verso l'esterno. c) Dall'atrio stesso, che riceve luce e aria dall'apertura del tetto (*compluvium*): la domus prende luce dall'interno, non da finestre sulla strada.

25. La volta a botte scarica peso e spinta lungo tutta la lunghezza dei due muri lunghi, che devono restare pieni e spessi; finestre ampie sono possibili solo nei lati corti (le testate), che non portano la volta. La crociera concentra carichi e spinte sui quattro angoli: i lati della campata non portano nulla e possono essere aperti. I contrafforti vanno lungo i muri lunghi nella botte, agli angoli (in direzione delle diagonali) nella crociera.

26. Traccia: nella tholos micenea (c. 1250 a.C.) i filari di pietra sono orizzontali e aggettanti, ogni filare sporge sul precedente; nel Pantheon il cementizio forma un guscio continuo (o, negli archi, i conci sono a raggiera) che lavora a compressione e spinge verso l'esterno. Diametro c. 14,5 m nel «Tesoro di Atreo» contro c. 43,3 m nel Pantheon. La tholos era una tomba buia, coperta di terra; il Pantheon riceve luce dall'oculo.

27. Traccia: il tempio greco periptero sorge su un crepidoma a gradini accessibile da tutti i lati, con colonnato tutto intorno, ed è pensato per essere visto e girato da ogni lato; quello etrusco ha alto podio, scalinata solo frontale, pronao profondo, colonne solo davanti (tre celle); il tempio romano riprende podio, scalinata frontale e pronao profondo dagli Etruschi e gli ordini dai Greci, talvolta con semicolonne sulla cella (pseudoperiptero): punto di vista frontale, spesso in fondo a una piazza.

28. $3(a + b) = 516$; $(3a + b)(a + 3b) = 360 \cdot 328 = 118\,080$, $\sqrt{} \approx 343{,}6$; $P \approx \pi \cdot (516 - 343{,}6) \approx \pi \cdot 172{,}4 \approx 541{,}5$ m. Una campata in media: $541{,}5 : 80 \approx 6{,}8$ m.

29. a) In scala 1:1000 gli assi misurano 188 mm e 156 mm: l'ovale entra nell'area utile di un A4 (190 × 277 mm); conviene disporre l'asse maggiore lungo il lato lungo del foglio, perché sul lato corto resterebbe solo 1 mm di margine per parte; si costruisce con il metodo dell'ovale dati i due assi (cap. 4). b) In scala 1:500: diametro 43 300 : 500 ≈ 86,6 mm; altezza ugualmente ≈ 86,6 mm; oculo 9000 : 500 = 18 mm (c. 17,8 mm con 8,9 m); il tamburo è alto ≈ 43,3 mm (il raggio).

30. Traccia: l'architrave lavora a flessione e la pietra si spezza se la luce è grande, quindi i Greci dovevano avvicinare le colonne; l'arco lavora a compressione e supera luci maggiori; prolungato o ruotato genera volte e cupole che coprono grandi spazi senza sostegni interni; l'opera cementizia, economica e modellabile su centine, permette di gettare volte e cupole in un pezzo unico. Esempi: volte a crociera delle Terme di Caracalla o della Basilica di Massenzio; cupola del Pantheon (c. 43,3 m); corri-

doi voltati del Colosseo. Limite: le spinte richiedono muri spessi o contrafforti.

31. Traccia: le strade (Appia 312 a.C., Flaminia 220 a.C., Emilia 187 a.C.) servono a muovere eserciti, magistrati, merci; costruite a strati, con miliari; i ponti in pietra (Ponte Milvio 109 a.C., Ponte di Tiberio 14–21 d.C.) superano i fiumi grazie a malta idraulica e archi; gli acquedotti (Aqua Appia 312 a.C.; Pont du Gard, I sec. d.C.) portano acqua per gravità a fontane, terme e case; le fognature (Cloaca Massima) e i porti (Ostia, porto di Traiano) completano il sistema. Sono opere pubbliche dello Stato, che ne affida la gestione a magistrati (es. il *curator aquarum* Frontino).

32. Traccia (es. Colosseo): *firmitas* = fondazioni ad anello, 80 muri radiali, volte a botte, materiali scelti (travertino per la facciata, laterizio e tufo all'interno); *utilitas* = decine di migliaia di spettatori che entrano ed escono rapidamente dagli 80 fornici numerati, ipogei per gli spettacoli, velario contro il sole; *venustas* = facciata ritmata dalla ripetizione dei fornici inquadrati e dagli ordini sovrapposti, dal tuscanico al corinzio.