SECONDA PARTE

PROGETTARE E COSTRUIRE AI TEMPI DI TRAIANO: IL CASO DEI "MERCATI TRAIANEI"

FABRIZIO CANTELMI

Questa seconda parte dell'articolo – che segue la prima pubblicata sul n. 79/18 – evidenzia come, allo stato attuale delle conoscenze, ben poco resta della tradizionale interpretazione dell'opera in chiave commerciale e l'immagine che emerge è quella di edifici con funzioni diverse, ma in qualche modo correlate, serviti al loro interno e soprattutto all'esterno da un modernissimo sistema di collegamenti a più livelli. Gli studi e i restauri di questi ultimi decenni hanno confermato come il cantiere dei Mercati di Traiano rappresentò l'occasione per sperimentare soluzioni innovative nella planimetrica strutturazione dei corpi di fabbrica, nella copertura degli spazi, e nella "tecnologia dei materiali", sottolineando l'indiscussa competenza dei costruttori romani, i quali, con alcune scelte mirate, realizzarono un'opera ardita e sperimentale.

IL PROGETTO ARCHITETTONICO E COSTRUTTIVO

Allo stato attuale delle conoscenze, ben poco resta della tradizionale interpretazione in chiave commerciale. È evidente la diversificazione funzionale dei vari edifici che compongono i Mercati di Traiano, con la scelta di associare la parte inferiore ad attività connesse con il Foro, mentre la parte superiore era dedicata a quelle gestionali e amministrative. La Grande Aula appare funzionale a un uso genericamente pubblico. L'edificio, indipendente dal Corpo Centrale, ma collegato con le altre fabbriche dei Mercati Traianei, per la sua tipologia architettonica potrebbe aver costituito una struttura di servizio del Foro destinata ad archivi oppure a cerimonie ufficiali. Il percorso della via Biberatica con le annesse "tabernae" sembra idoneo ad attività commerciali, tenendo presente comunque che si tratta solo di una strada pedonale. L'immagine complessiva che emerge è quella di edifici con funzioni diverse, ma in qualche modo correlate, serviti al loro interno e soprattutto all'esterno da un modernissimo sistema di collegamenti a più livelli. Dal punto di

6. Sezioni di carotaggi dell'opera cementizia impiegata nella costruzione dei Mercati Traianei

vista architettonico e costruttivo, il progetto, oltre alla necessità di risolvere il problema ingegneristico del contenimento delle pendici collinari con un terrazzamento, fa tesoro di una consolidata tradizione romana nell'uso del conglomerato cementizio e nell'applicazione delle volte, sia di una notevole perizia nell'utilizzare il paramento laterizio come elemento decorativo, che però assume carattere funzionale. Sulla paternità del progetto sono state avanzate suggestive ipotesi: quella maggiormente accreditata lo attribuisce ad Apollodoro di Damasco, di origine nabatea, e quindi individuando nella realizzazione dei Mercati di Traiano un evidente riflesso della cultura "barocca" di Petra (Giordania).

Il complesso traianeo rappresenta, dunque, un coagulo di esperienza e di progettualità degno di un'alta espressione dell'architettura antica che non trova confronti nella panoramica del mondo romano. L'impiego di diverse squadre di operai e anche di diverse ditte è ben attestato nei Mercati di Traiano, dove è possibile riconoscere in più punti la giunzione tra due differenti squadre poiché i ricorsi dei mattoni presentano quote differenti e sulla cortina laterizia è ben marcata una linea verticale. Altre tracce legate alla vita del cantiere sono alcune aperture che, sebbene previste nel progetto traianeo, furono chiuse nell'ambito dello stesso cantiere. Si tratta probabilmente di passaggi utilizzati per necessità di cantiere che, una volta concluso, furono tamponati in quanto non destinati alla normale fruizione dell'edificio.

Sono interessanti le scoperte derivate dalle analisi sulle malte e sui conglomerati cementizi conseguite nell'ambito di un programma di ricerca congiunto con la Northern Arizona University (Fig. 6). In tale maniera sono stati acquisiti da una parte dati interessanti sulla composizione e le proprietà della malta romana e degli inerti impiegati nella Grande Aula, dall'altra le prove di compressione e di trazione hanno fornito dati che sono stati impiegati per l'elaborazione di modelli matematici degli elementi finiti per il calcolo della vulnerabilità sismica. Per i calcoli statici, infatti, è fondamentale inserire parametri che corrispondano effettivamente alle caratteristiche del conglomerato cementizio romano dei Mercati di Traiano e che non derivino da misurazioni eseguite su cementizi di altri monumenti romani, o addirittura sul cemento moderno. I romani utilizzarono nelle malte nuclei di pozzolana rossa con scorie rossastre e grigio-scuro, mentre nel cementizio della volta della Grande Aula impiegarono pozzolana rossa con scorie grigio-scure e pomici grigio-chiare: la funzione di queste ultime è fondamentale per l'alleggerimento del peso della volta stessa. Le analisi chimiche, inoltre, hanno condotto per la prima volta all'individuazione, nel calcestruzzo delle murature della Grande Aula della Strätlingite, componente cristallina, un cemento idrato oggi ben noto perché dà buona resistenza alla compressione nei cementi moderni, ma che non era stato mai rilevato nelle malte antiche. Si è potuto osservare, inoltre, che la gettata cementizia delle sei volte a crociera a copertura della Grande

7. Vista della Grande Aula (dal corridoio del primo piano), stato attuale

8. Ricostruzione 3D della Grande Aula in epoca romana

Aula (Fig. 7 e 8) ha una composizione differenziata: infatti, in corrispondenza dei pilastri da cui spiccano le volte e presso le ghiere degli archi delle lunette sono presenti, in quantità notevole, frammenti laterizi, che invece mancano del tutto al cervello delle volte, dove gli inerti sono costituiti esclusivamente da tufi gialli.

Questa diversificazione di materiali risponde alle diverse esigenze statiche, con un conglomerato più resistente ai carichi e quindi alla compressione, in corrispondenza dei pilastri, e uno più leggero alla sommità. Anche i pilastri sono stati oggetto di un rilievo dettagliato, allo scopo di documentarne il quadro fessurativo; si è così constatato che presentano alloggi per grappe "a coda di rondine" (Fig. 9 e 10). Non sappiamo se si trattasse di grappe metalliche o lignee, ma sicuramente l'intervento fu eseguito dopo la realizzazione dei pilastri, in quanto sarebbe stato logico che, se previste inizialmente, le grappe fossero poste, come usualmente accade negli edifici romani, all'interno dei blocchi e quindi non a vista. La disposizione e l'efficacia limitata di queste grappe nel contrastare il movimento tra i due blocchi di travertino hanno fatto ipotizzare che esse fossero collegate a cerchiature metalliche. Al momento, però, non vi sono elementi sufficienti per provarne l'esistenza, e si può solo asserire che gli ingegneri romani sentirono la necessità di assicurare un maggiore vincolo tra i blocchi di travertino quando la volta era già stata gettata.

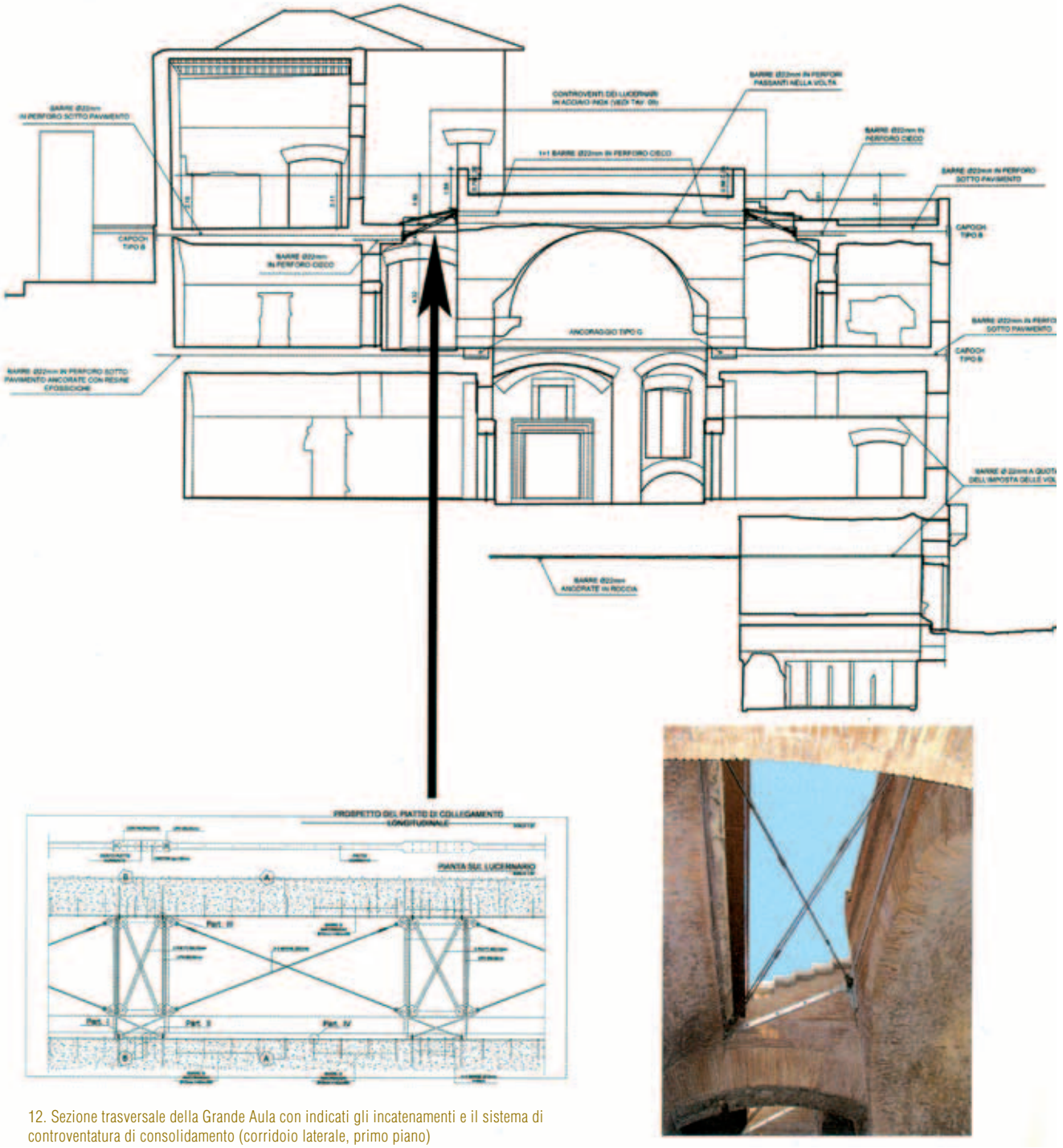
9. Immagine di un pilastro della volta della Grande Aula
10. Rilievo di un pilastro della volta della Grande Aula (alloggiamento delle grappe a coda di rondine e quadro fessurativo)

11. Archi di contrasto tra la volta e gli ambienti prospicienti un corridoio laterale della Grande Aula (primo piano)

I LAVORI DI CONSOLIDAMENTO STATICO IN FUNZIONE ANTISISMICA

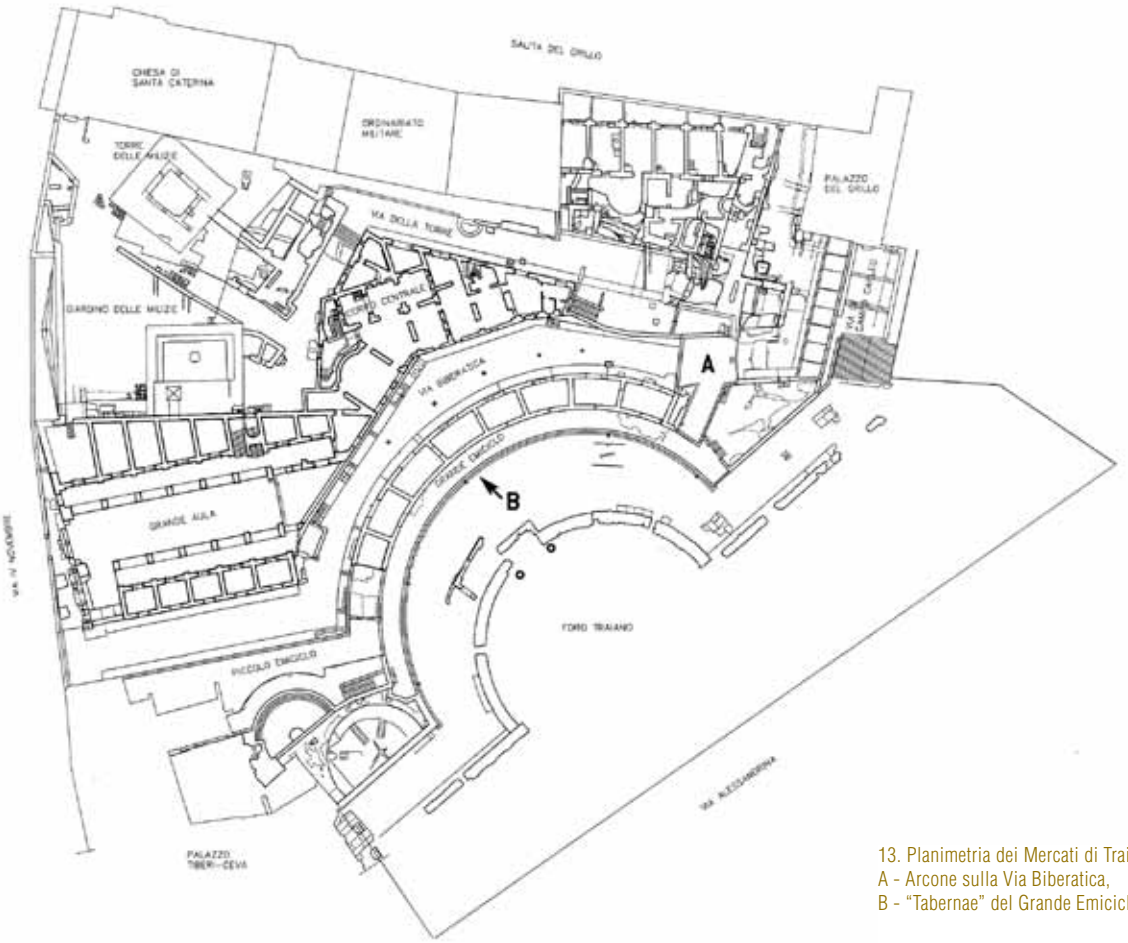
Le indagini volte ad accertare la compatibilità statica dell'allestimento museale con le strutture del monumento hanno evidenziato la necessità di estesi interventi conservativi e di consolidamento statico. L'occasione ha offerto l'opportunità di effettuare l'analisi strutturale della Grande Aula, per determinare la funzione svolta dagli archi di contrasto posti ai suoi lati e per verificare il comportamento della Grande Aula in caso di sisma. Qual era la funzione degli archi di contrasto? Applicando due metodologie d'analisi differenti, ossia quella dei poligoni funicolari da una parte e il modello agli elementi finiti di tipo statico dall'altra, si è dimostrato che non avevano una funzione statica, ma probabilmente entravano in esercizio solo in caso di sisma. Quindi i Romani, sebbene non avessero a disposizione procedure di calcolo elaborate come le attuali, erano stati capaci di prevedere gli stati tensionali che si creavano nel caso di un terremoto e di elaborare un sistema di assorbimento efficace. La bontà della progettazione, la qualità dei materiali impiegati e l'accuratezza nella realizzazione della copertura della Grande Aula sono testimoniate dal fatto che questa è riuscita a giungere fino ai giorni nostri, nonostante le mutilazioni e i terremoti cui è stata sottoposta nei secoli. Tuttavia, il modello matematico appositamente realizzato ha mostrato la possibilità di un crollo della Grande Aula in caso di onda d'urto sismica orientata in senso nord-sud. Allo scopo di rendere più solida l'intera struttura in caso di sisma, è stato quindi necessario prevedere un irrigidimento del corpo di fabbrica, ottenuto mediante incatenamenti sui quattro livelli in cui si articola la Grande Aula e l'inserimento di controventature metalliche sopra i corridoi del primo piano che legano la grande volta dello spazio centrale alle strutture degli ambienti laterali (Fig. 11 e 12). È curioso notare come le controventature moderne svolgano la stessa funzione statica delle piccole volte realizzate sopra i corridoi nel Seicento, all'epoca dell'occupazione del convento di Santa Caterina. Sebbene le volte secentesche avessero lo scopo di ricavare semplicemente nuovi spazi abitabili, furono probabilmente queste a consentire alla Grande Aula di superare indenne il disastroso terremoto del 1703, che danneggiò persino il Colosseo. I lavori di consolidamento statico in funzione antisismica hanno riguardato anche il Corpo Centrale, dove ugualmente si è reso necessario l'incatenamento degli ambienti su tutti i livelli. Inoltre anche le coperture di questa parte del complesso, costituite da tetti a capriata realizzati durante i lavori del 1926-1934, sono state adeguate alla nuova normativa antisismica. L'inserimento delle catene è avvenuto per lo più all'interno dei conglomerati delle volte limitando al massimo l'impatto visivo. Anche per i capochiavi ci si è posto il problema di evitare un'alterazione dell'immagine del monumento ormai storicizzata, soprattutto sulle facciate principali, e per tale motivo si è deciso di inserire la maggior parte dei capochiavi nella muratura.

Gli interventi di consolidamento e modifica delle falde del tetto del Corpo Centrale hanno riportato alla luce le coperture romane di tre ambienti. Quella in migliore stato di conservazione e di più facile accesso è la copertura della cosiddetta Sala Zuc-



12. Sezione trasversale della Grande Aula con indicati gli incatenamenti e il sistema di controventatura di consolidamento (corridoio laterale, primo piano)

cari. Si tratta di un piccolo ambiente rettangolare, la cui volta a botte fu affrescata nel XVI secolo con pitture riconducibili alla scuola dei fratelli Taddeo e Federico Zuccari. L'estradosso della volta fu messo in luce nel 1933, quando furono demoliti gli ambienti di un ulteriore piano, permettendo di individuare parte della copertura costituita da tegole e coppi. Il rilievo dei resti ha permesso di stabilire che la copertura era costituita da tegole che erano coperte nei punti di contatto da coppi; alle estremità vi era un canale in cocciopesto per la raccolta delle acque. L'acqua piovana raccolta dalle canalette laterali era convogliata su una canalizzazione a cielo aperto, rivestita anch'essa in cocciopesto, che scaricava le acque in un discendente che correva probabilmente all'interno dei muri perimetrali dell'edificio. La possibilità di esaminare e documentare nuovamente questa copertura ha permesso di stabilire con certezza che non esisteva in epoca romana un altro piano



13. Planimetria dei Mercati di Traiano con indicati:
A - Arcone sulla Via Biberatica,
B - "Tabernae" del Grande Emiciclo

e suggerisce di considerare seriamente la possibilità che tutte le coperture dei Mercati di Traiano fossero realizzate con volte ricoperte di tegole e coppi, anziché con capriate lignee.

I MERCATI DI TRAIANO: UN'OPERA ARDITA E SPERIMENTALE

Il taglio profondo delle pendici del Quirinale sicuramente provocò un considerevole dissesto idrogeologico. Abbiamo qualche indicatore dei problemi sorti almeno in due punti: uno in corrispondenza dell'arcone che scavalca la via Biberatica verso la via Salita del Grillo e l'altro nelle "tabernae" del Grande Emiciclo che si affacciano sulla strada basolata che le divide dal Foro di Traiano (Fig. 13). Le indagini archeologiche eseguite nel 2002 hanno appurato che l'arcone fu realizzato in un secondo momento probabilmente per porre riparo a un problema statico verificatosi sull'estremità meridionale del Corpo Centrale. La debolezza di questo settore dei Mercati di Traiano è provata anche dal fatto che essa costituisce l'unica parte del complesso andata perduta e mai più ricostruita. L'altro inconveniente, che persiste tutt'ora, è la presenza di acqua sorgiva soprattutto nel settore inferiore del complesso. In epoca romana il problema fu risolto con la creazione in alcune "tabernae" del Grande Emiciclo di un'intercapedine sul muro di fondo costituita da tegole provviste di quattro distanziatori agli angoli che impedivano l'infiltrazione dell'umidità sulla parete affrescata. In definitiva, il cantiere dei Mercati di Traiano rappresentò l'occasione per sperimentare soluzioni innovative nella planimetrica strutturazione dei corpi di fabbrica, nella copertura degli spazi, e per quanto concerne la "tecnologia dei materiali", sottolineando l'alta competenza dei costruttori romani, i quali, con alcune scelte mirate, realizzarono un'opera ardita e sperimentale.