

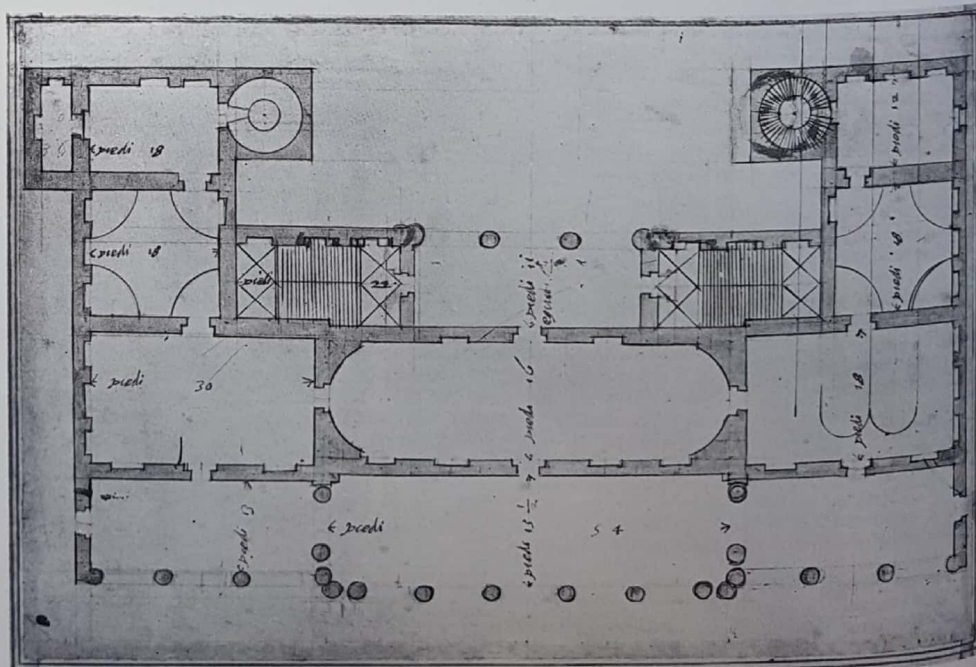
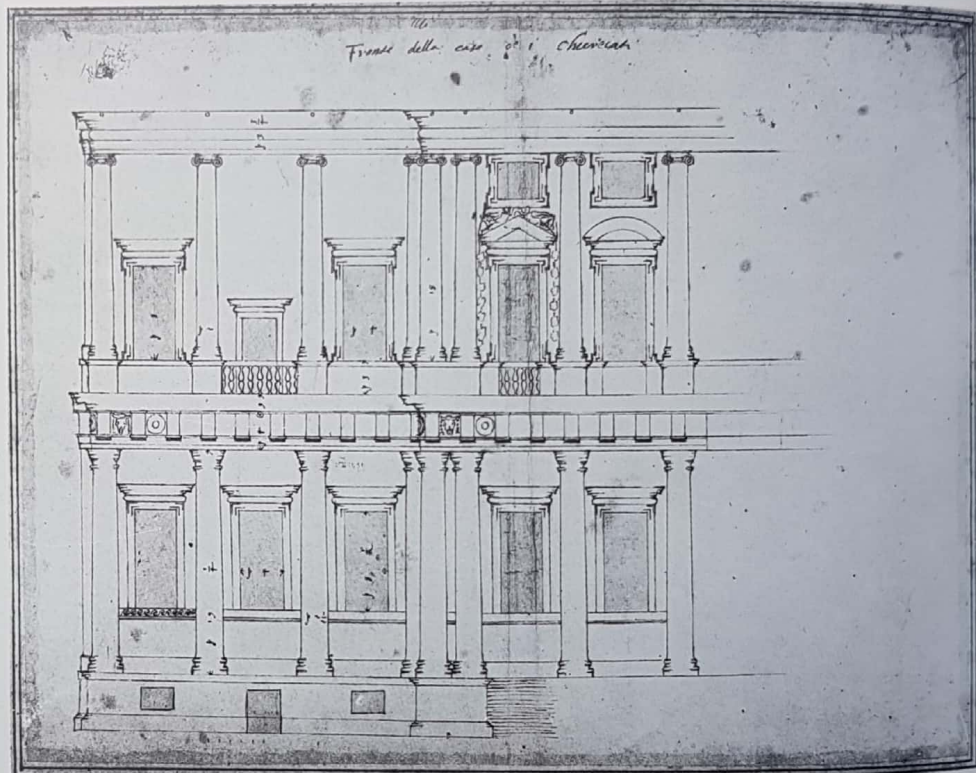
1- 20 A buon diritto, io stimo, è lecito affermare (ma la convinzione deve essere suffragata, e tenteremo di farlo) che l'impiego del modello — inteso come oggetto, preferibilmente ligneo, capace di anticipare la compiuta realtà costruttiva di una architettura e il suo "effetto", valendo, al tempo stesso, quale referenza di controllo, messa a disposizione del cantiere, della correttezza del processo esecutivo — è tutt'affatto escluso dal metodo progettuale di Palladio. Con un'eccezione, agevolmente esplicabile (e sulla quale, si intende, anche ci soffermeremo). Il rifiuto, d'altronde, di un simile strumento di lavoro non meraviglia, e spetta alla stessa mentalità e cultura degli architetti veneti nei secoli XV e XVI, i quali, lungi dal ritenerlo episodio conclusivo per il suo significato di compiuta specificazione plastica e tridimensionale dell'"idea" fissata nei disegni, ne avvertivano, in rapporto al momento grafico, una sorta di ingannevole e fuorviante riduzione. Vincenzo Scamozzi è, al riguardo, eloquente.

I modelli — egli scrive nell'*Idea dell'architettura universale* (1615) — sono a simiglianza di piccoli uccelli, i quali per [sé stessi] non si discernono bene se sono maschi o femmine, ma poi fatti grandicelli si conoscono per aquile o per corvi, e perciò è anco assai facile cosa che i padroni siano ingannati sotto coperta di modelli.

La nozione di modello di esaurisce pertanto, nel veneto quattrocentesco, *tout-court*, in quella di disegno "in pulito" definito a capo di una preliminare accanita ricerca pur sempre grafica, e approvato dal committente. I documenti, al riguardo, sono espliciti: "modello over disegno"; "modellum seu designum"; ecc.: laddove le espressioni *over* e *seu*, contestualmente, hanno il valore inequivocabile di una specificazione e non già di una contrapposizione o alternativa tra cose diverse.

Il disegno "in pulito" veniva corredato di istruzioni solitamente affidate ad un testo di "aricordo", in quanto promemoria circostanziato per le maestranze impegnate nel cantiere e, anzitutto, per il loro sovrastante ("proto") che, di regola, si identifica nello stesso progettista. Si tratta del caso, troppo spesso trascurato o sottovalutato, di Palladio, la cui pratica professionale rispecchia appieno il ruolo definito da una sentenza pronunciata già sul finire del Quattrocento dalla Giustizia civile padovana a vantaggio di Pietro Lombardo, per riconoscerne, tra l'altro, la condizione liberale e intellettuale, superiore ed esterna ai vincoli delle corporazioni di mestiere.

Costume e usanze de i proti — vi si avverte — è quando prehendono a far una fabbrica e che hano fato modelo over disegno lo porta a la fabbrica, et li murari, taglia-pria e marangoni seguitano lavorar secondo el modelo e l'ordine che ahora per ora li dà el proto, et detto proto comanda a tutti et è obedito [...]; et sempre [...] li

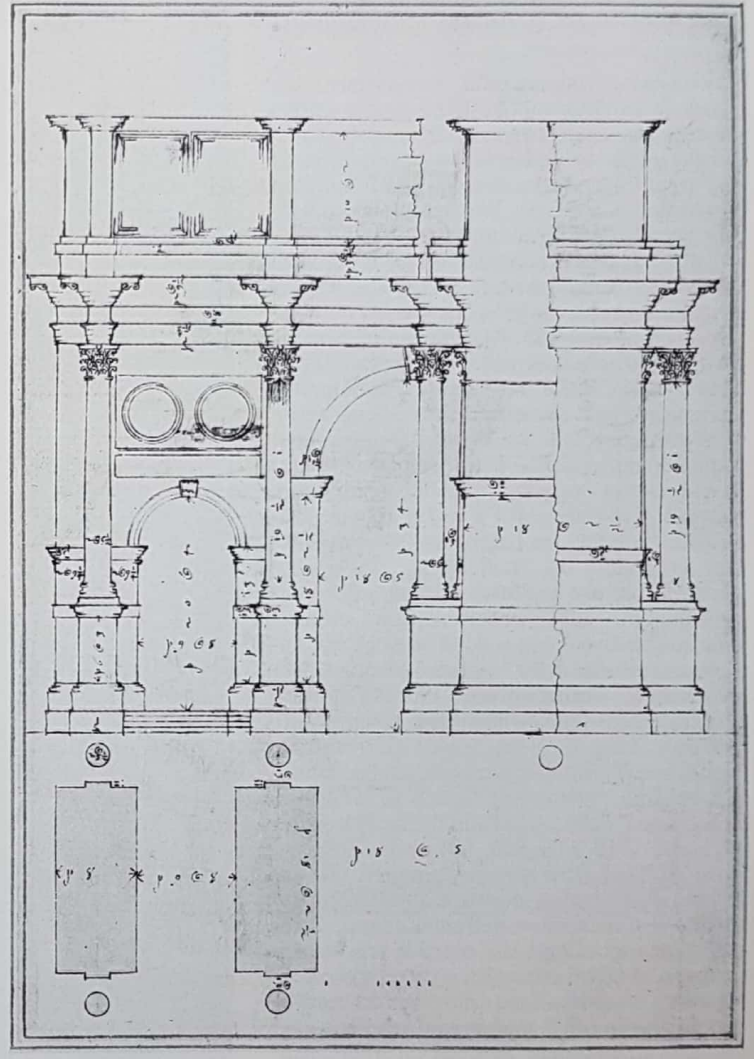
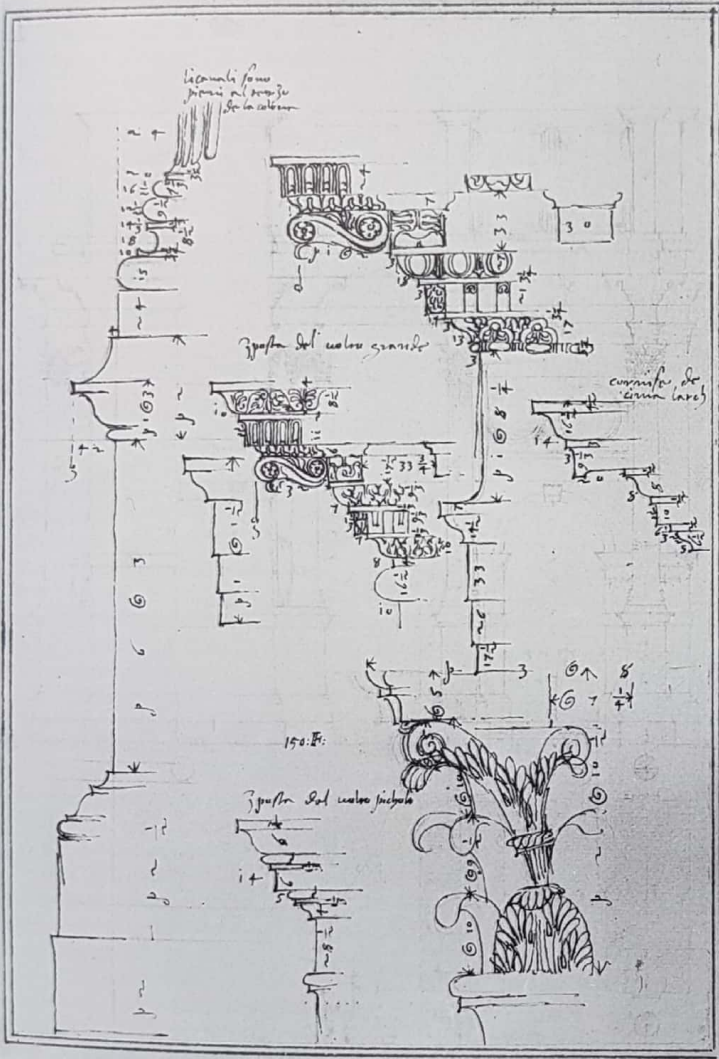


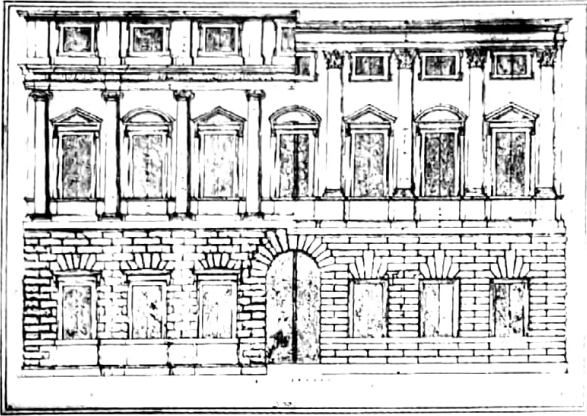
1. Andrea Palladio, alzato frontale per Palazzo Chiericati a Vicenza. Andrea Palladio, *frontal elevation for Palazzo Chiericati in Vicenza*. Royal Institute of British Architects (RIBA), London, XVII, 5.

2. Palladio, planimetria terrena per Palazzo Chiericati a Vicenza. Nei due disegni sono da identificare le carte "de la fasada" e de "la pianta" consegnate, in quanto "modelli", da "maistro Andrea Palladio architect" a Girolamo Chiericati. Si farà caso alle indicazioni di misura di cui sono corredate. Palladio, *ground-level planimetry for Palazzo Chiericati in Vicenza*. The plans "de la fasada" and "la pianta" may be identified in the two drawings. As "models", they were given by "maistro Andrea Palladio architect" to Girolamo Chiericati. The indicative measurements on the drawings are interesting to note. RIBA, XVII, 8.

3. Palladio, rilievi di basi, capitelli e cornici dell'Arco di Costantino a Roma. Palladio, *reliefs of the bases, capitals and cornices of the Arch of Constantine in Rome*. RIBA, XII, 5v.

4. Palladio, rilievo dell'Arco di Costantino a Roma. L'accanimento e l'insistenza nella registrazione e nella misurazione dei particolari del reperto antico, financo corredate di annotazioni, è condizione necessaria, secondo un procedimento che appartiene alla stessa prassi progettuale dell'architetto, della proposta grafica integrale del monumento. Palladio, *relief of the Arch of Constantine in Rome*. The perseverance and insistence in the recording and measurement of the details of the old section (including annotations) is a necessary condition of the integral graphic proposal of the monument, according to a procedure which was part of the architect's design praxis. RIBA, XII, 5r.





5. Palladio, ipotesi alternative per la facciata del Palazzo di Iseppo da Porto a Vicenza.
Palladio, alternative proposals for the façade of the Palazzo di Iseppo da Porto in Vicenza.
 RIBA, XVII, 9r.

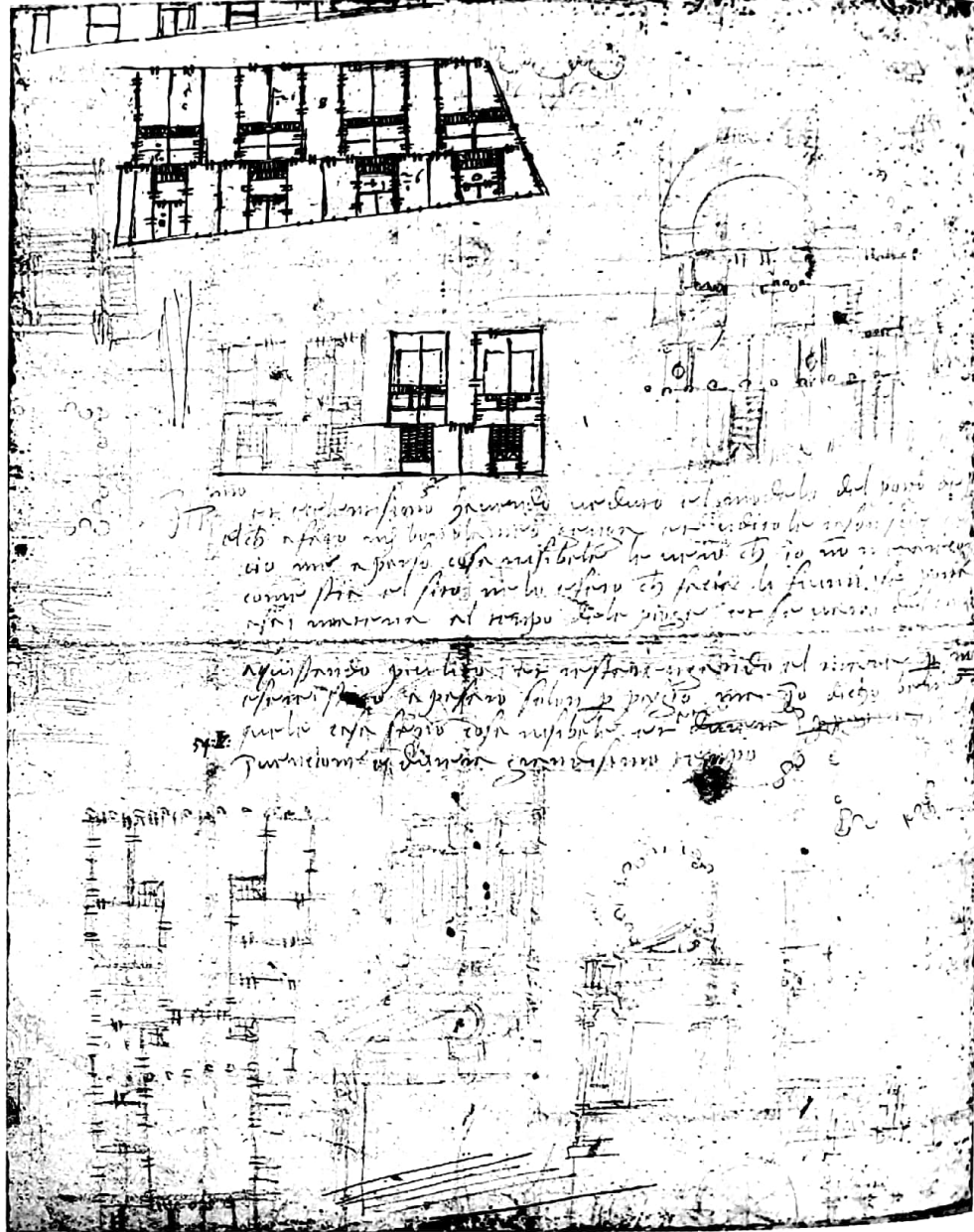
6. Palladio, schizzi di ricerca planimetrica per un palazzo (a Venezia?), per una villa (?) e per altre "invenzioni".
Palladio, sketches for planimetric possibilities for a palazzo (in Venice?), a villa (?) and for other "inventions".
 RIBA, XIV, 9v bis.

prothi havevano el cargo del comandar, misurar et compartir tutto quello che bisogna su una fabrica et dar misure, sagome, etc.

Non è il caso, in questa sede, di sviscerare e postillare le implicazioni del singolare dispositivo che anticipano la definizione dell'architetto ("giudicio et intelletto") enunciata sebbene in forma più perentoria e sistematica da Daniele Barbaro in margine a Vitruvio. Basterà prendere atto della sanzione giuridica di riconoscimento di un compito il quale, nel momento in cui vien sottesa inscindibile complementarità tra stesura del progetto e sua messa in opera, vale il coordinamento ed il controllo ("comandar, misurar et compartir"), nella fase esecutiva, di specializzazioni tecniche differenti ("murari, tagliapria e marangoni") collaudate dalla pratica e garantite dalla affiliazione alle fraglie depositarie del patrimonio "meccanico": e, però, in modi attivi e tali da ammettere un coinvolgimento, per dir così, manuale. Non solo infatti si tratta di "dar misure" (che vuol dire, tra l'altro, verificare nel cantiere la validità del "modelo over disegno", e adattarlo, per uso anzitutto dei "murari", all'imprevedibilità e all'imponderabilità dei percorsi della sua traduzione in solidità statica), ma, anche e soprattutto, di far "sagome" (ritagliate, verisimilmente su carta e di scala 1:1 e da rimettere ai tagliapietra) degli elementi decorativi: stipti, architravi, fusti di colonne, piedestalli, capitelli, cornici, ecc. Però, all'occorrenza, anche di più.

A Palladio, riconosciuto "architetto" e "protho de la fabrica" delle logge della Basilica vicentina nell'aprile 1549 in seguito all'affermazione nel "concorso" (un altro termine, peraltro, che andrebbe storicamente messo a fuoco corretto) bandito il 6 settembre dell'anno avanti, verrà corrisposto un salario che copre sì una sovrintendenza ai lavori concepita e pretesa come sistematica organizzazione e direzione del cantiere ("far lo acordo con li spezapreda" ma pure, e ad esempio, un materiale "mesurar [...] prede", o, financo, personalmente, "comprar una cagna de fero azolado per tiner su le prede"). Val la pena però soffermarsi su codesta tappa centrale della carriera di Andrea in quanto possa fornir spunti ulteriori di riflessione sul problema che ci riguarda.

Com'è noto, Palladio, insieme con Giovanni di Giacomo da Porlezza della cui bottega era allora socio, aveva avanzato, d'iniziativa propria, una proposta per risolvere l'annosa, e sospesa, questione del rivestimento di logge del quattrocentesco palazzo "della Ragione", sin dal marzo 1546, esibendo all'uopo un "designum". Ora, la delibera del civico Consiglio che la accoglie contiene una clausola sorprendente e alla quale non sono in grado, per adesso, di trovare riscontri (salva la collocazione in opera e a titolo di prova di alcuni lacunari ["capsoni"] nella sala dell'Aiace



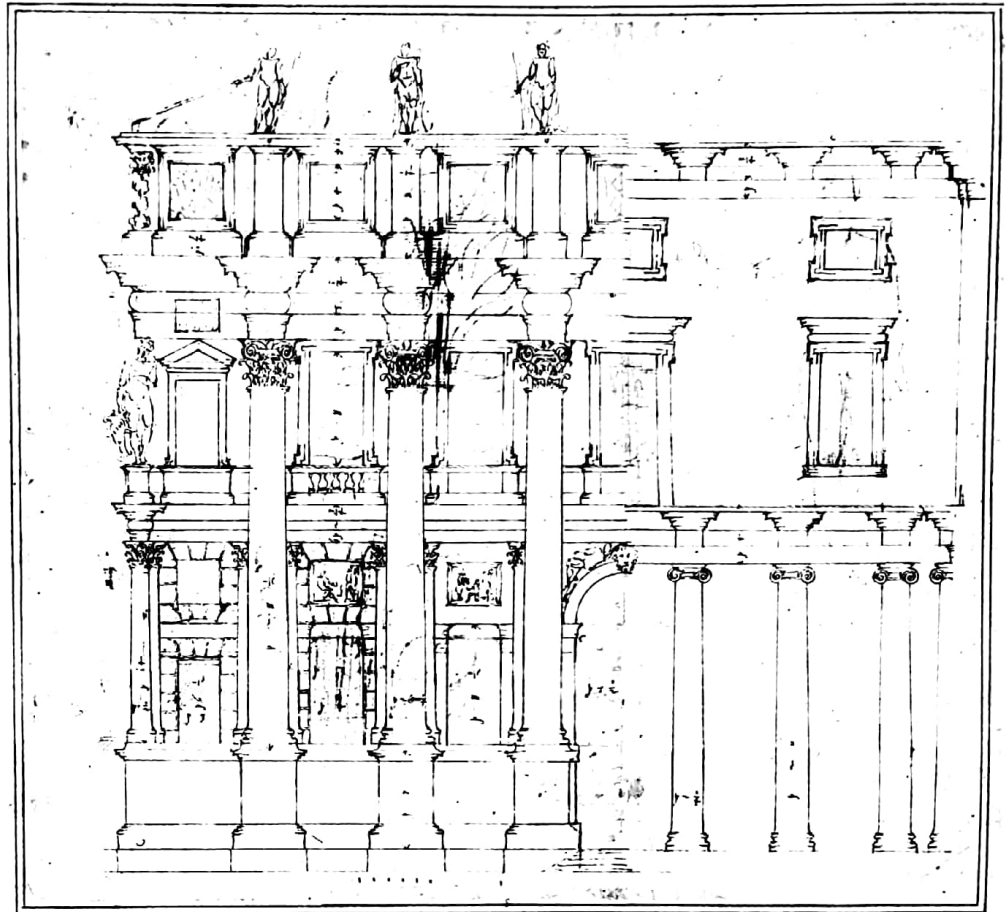
6

7. Palladio, progetto definitivo per la facciata sulla strada e per il prospetto sul cortile di Palazzo Valmarana a Vicenza. I tre fogli, sebbene relativi ad opere diverse, esemplificano il metodo progettuale palladiano nelle sue tappe, puntigliose e necessarie, dalle "prove" e "riprove" di assetto planimetrico o frontale possibili, sino alla definizione del "modello" destinato all'approvazione del committente e a "testo" di riferimento per il cantiere.

Palladio, definitive plan for the façade facing the street and the one on the courtyard, Palazzo Valmarana in Vicenza. Although the three drawings refer to different works, they illustrate Palladio's design method in its various obstinate and necessary steps, including the "testing" and "retesting" of planimetric arrangement or possible façades, definition of the "model" for the client's approval and reference "texts" for the building site.
RIBA, XVII, 4r.

a Udine, nel 1576); poiché la rappresentazione meramente grafica dell'idea non permette di prevedere e valutare l'effetto della sua trasposizione in "presenza" spaziale ("quia picturae non usque quaque credendum est, quae oculos fallere possent"), si decide di trarne un arco in legno, a scala reale, per poggiarlo all'edificio e studiarne la convenienza ("si talis forma videbitur convenire"). Resta che la diffidenza per la maquette, come eventuale ultima fase espressiva dell'iter progettuale, appare implicitamente e clamorosamente ribadita. D'altronde, al succitato concorso saranno esibiti, per l'appunto, "designa sive modella" (il mandato di pagamento al Palladio per quattro elaborati predisposti allude, anzi, semplicemente a "dessigna"): che se, poi, all'indomani della proclamazione dell'esito, un "maestro Martin marangon" sarà incaricato di realizzare un "modello" (questo sì ligneo: autentica maquette) "del palazzo", dubito assai trattarsi della preoccupazione di fissare sicuro e permanente riferimento ad un cantiere previsto di lunga lena, ma penso piuttosto all'intento di celebrare, con un oggetto destinato a rimaner esposto alla locale comunità e ai forestieri affinché potessero "presagire" e ammirare l'immagine compiuta dell'impegno intrapreso, la conclusione felice di una diatriba decennale e spinosa.

Vediamo ancora, e a caso, non più che qualche esempio. Girolamo Chiericati paga "maistro Andrea Palladio architetto" tra il 1550 e 1551, non solo "per designare la pianta in carta et fare il disegno de la fasada" del suo palazzo a Vicenza ma pure "della sua industria et fatica per essere preposto alla predetta fabrica", laddove non è dubbio che, sebbene delicati e deteriorabili, quei disegni (non, quindi, una maquette) siano stati gelosamente custoditi per decenni ed abbiano consentito alla famiglia di far concludere l'edificio in perfetta fedeltà con l'idea originaria del maestro, addirittura intorno alla metà del '600. Alla "forma delli disegni [...] fatti da misier Andrea Palladio" (ed è dossier cospicuo) si richiama il contratto stipulato dal patriarca Vincenzo Diiedo, tra il 7 e 9 gennaio 1558, con i tagliapietra Domenico di Menin, Baldassarre e Alessandro, per il prospetto di S. Pietro di Castello a Venezia; "misure, disegno et sagome" s'obbliga l'architetto a fornire ai Benedettini di S. Giorgio Maggiore, per il loro refettorio, il 3 luglio 1560, nel momento in cui s'impegna a "mostrar[ne]" alle maestranze i modi adeguati della realizzazione, di guisa ch'è plausibile doversi, poi, intendere il "modello fatto", cui alludono i patti stipulati il 30 giugno 1607 — ormai deceduto da tempo il maestro — per l'esecuzione della facciata di quella chiesa, come un incartamento grafico. E non sono disegni, quelli via via elaborati — e sui quali aspra polemica si svilupperà — per S. Petronio a



7

8. Schizzi, misure e annotazioni per un portale e per una cornice. Il disegno, non autografo, è da considerare probabilmente strumento grafico di lavoro in un cantiere palladiano (Villa Badoer a Fratta Polesine?).

Sketches, measurements and annotations for a portal and a cornice. The unsigned drawing should probably be viewed as a graphic work tool for a Palladian building site (Villa Badoer in Fratta Polesine?).

RIBA, XIII, 3.

9. Modello ligneo di Palazzo Thiene a Vicenza (1973): facciata laterale e prospetto sul "corso". I "modelli" "costruiscono" l'immagine esibita da Palladio nel trattato del 1570, integrando arbitrariamente la realtà della fabbrica costruita di cui, tra l'altro e come è ben noto, risultano concretamente definite dal maestro solo due "parade" del cortile, senza che sia mai stato alzato il prospetto sul "corso".

Wooden model of Palazzo Thiene in Vicenza (1973): lateral façade and façade on the corso. The "models" "build" the image exhibited by Palladio in the treatise of 1570, arbitrarily integrating the actuality of the erected building. However, Palladio only concretely defined the two "parades" in the courtyard and the façade on the corso was never erected.

Centro Internazionale di Studi di Architettura A. Palladio, Vicenza.

10. Modello ligneo di Palazzo Thiene a Vicenza (1973).

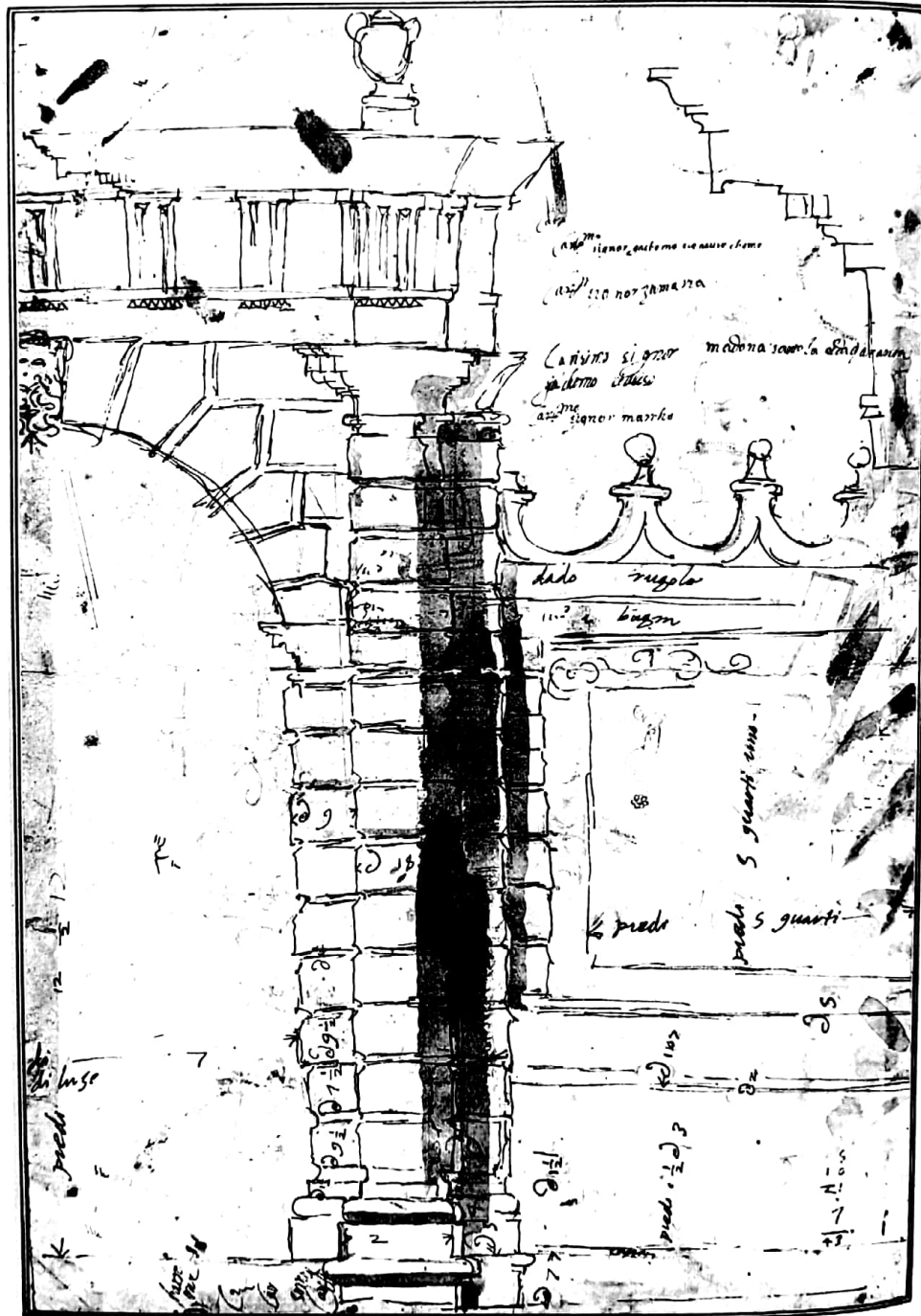
Wooden model of Palazzo Thiene in Vicenza (1973).

Centro Internazionale di Studi di Architettura A. Palladio.

24 Bologna? Come solo un "dissegno" è fornito tra settembre e ottobre 1575 per l'altar maggiore dell'Ospedaletto, e "disigno" per i "pergoli", agosto 1578, della chiesa di S. Zulian sempre a Venezia.

Potremmo procedere a lungo: ma sarebbe ozioso. Basterà annotare che il metodo progettuale palladiano, che ricalca e riproduce quello dispiegato sul rilievo e nell'ideale restituzione dei monumenti antichi, può sintetizzarsi quale processo — una volta ottenuto l'incarico — di perlustrazione e valutazione del sito, naturale urbano architettonico che fosse; di ricerca sempre sulla carta, esasperata e caparbia, attraverso prove, riprove e confronto di esiti possibili (i fogli fortunatamente pervenuti per il Palazzo di Iseppo da Porto a Vicenza o per la villa dei Pisani a Bagnolo sono clamorosamente rivelatori) della soluzione soddisfacente; del trasferimento di questa in una redazione "in pulito" — talora includente e affrontante un'alternativa di proposte (ancora Palazzo da Porto; Palazzo Valmarana; Scenofronte dell'Olimpico), o magari accompagnata da disegni dei dettagli — da rimettere ai committenti. Su siffatto "modello" veniva redatto il contratto con la manodopera prescelta, il cui lavoro Andrea Palladio stesso provvedeva ad impostare suggellando in tal guisa, con l'esercizio dei compiti del "proto", il suo ruolo di architetto, fornendo calcoli, misure (di solito non tutti indicati nel "modello", né sempre esaustivi negli "accordi" stipulati), sagome, ulteriori indicazioni pratiche che potevano persino scartare, nel concreto della specificazione esecutiva e nella riconsiderazione in siffatta luce delle ragioni del sito, talune previsioni.

Vero è che Palladio, ove s'eccepi il caso della sovrintendenza delle logge della Basilica vicentina, sembra abbandonare i cantieri dopo periodi sostanzialmente brevi di presenza: ma, da un lato, ogni qualvolta disponiamo di pezze d'appoggio documentarie consistenti, è forza constatare che si tratta di presenza assai intensa e tale da indurci al convincimento che la sua durata fosse proporzionale all'esigenza di impostare definitivamente e irreversibilmente i lavori; d'altro canto, constatiamo che, oltre il breve momento iniziale e fervido di domestichezza (per l'impegno "minore" dei "pergoli" di S. Zulian appare "venuto sopra luo [sic!] diverse volte", egli, molto spesso, si preoccupa, ancorché saltuariamente e nei tempi lunghi, di riapparire per controllare quanto fatto o rivedere "sagome et misure", persino di fornirne "nuove". Si pensi ai costanti ritorni alla Chiesa di S. Giorgio Maggiore, dopo la fase di impostazione tra marzo 1565 e dicembre 1568, sino al novembre 1579; alla Carità (dove accetta, nel 1569, di risarcire un errore costruttivo compiuto dal cantiere in sua assenza "disfa[n]do" a tutte sue spese et danni li sei quadri del co-



8

11. Palladio, pianta e spaccato di Palazzo
Thiene a Vicenza.
*Palladio, plan and vertical section of
Palazzo Thiene in Vicenza.*
Da *Fyson: Palladio, I quattro libri
dell'architettura*, 1570, I, II, p. 13.

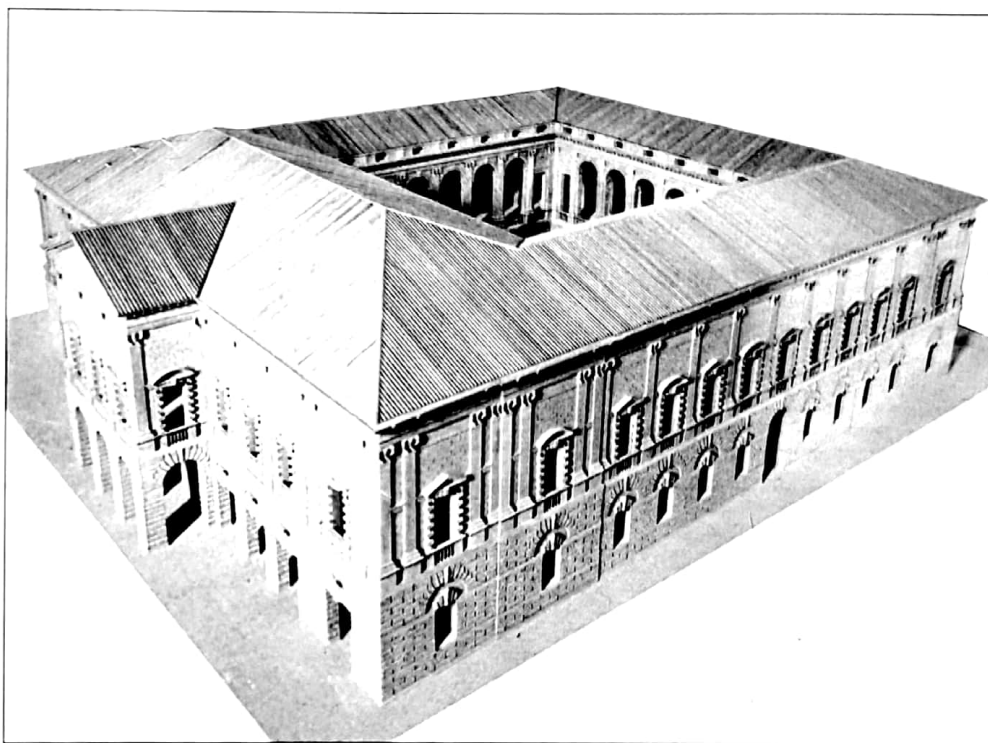


9

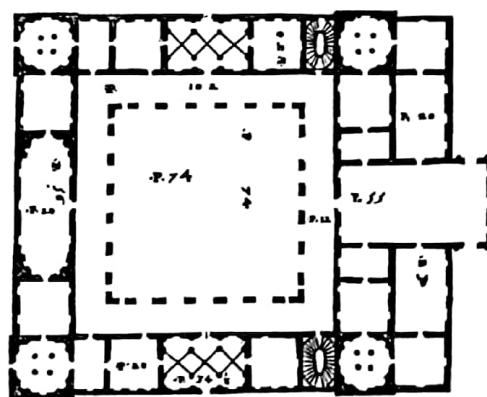
perto della corte i quali sono di fuori dalle colonne"); all'attenzione dedicata, dopo la fornitura del progetto nel 1562, alla villa di Annibale Sarego alla Miega fino al 1569 o a quella, in Piombino, per Giorgio Cornaro nel 1551-1552, attraverso continue consultazioni col capomastro Bartolomeo che tiene costantemente informato l'architetto sull'andamento delle cose, senza esitare a raggiungerlo a Venezia per interpellarlo su problemi imprevisti. Non è qui il luogo per porre domande — abbiamo aperto il discorso in altra sede — se, allontanandosi dalle fabbriche *in progress*, Andrea provvedesse a designare un soprastante di sua fiducia; se, addirittura, si fosse organizzato in maniera da poter ricorrere, luogo per luogo in cui fosse coinvolto, ad équipe di maestranze relativamente costanti, e collaudate. E si ricordi, solo o almeno, come, inviando ai "fabbricieri" del Duomo di Montagnana il disegno per il nuovo coro del tempio, da Venezia l'11 novembre 1564, egli non solo s'obbligasse a fare "le sagome" di "tutto quello che sarà bisogno", ma pure a "mettere ordine [...] con il maestro il qual [...] verrà a servir [...] il qual non abbandonerà l'opera finché non sia finita"; e di un capomastro affidabile faceva il nome.

Un dato pare a me acquisito, fermo; e meritevole d'un approfondimento ineludibile. Palladio, in quanto architetto, rivendica, in rapporto alla crisi istituzionale e pratica — che nella congiuntura ch'egli vive e interpreta, esplose — della professionalità in quanto ambito di specializzazione prestabilita e garantita da un retaggio d'empiria e istituzionalizzata dalla struttura corporativa dei mestieri, il diritto sovrano di un governo intellettuale delle "tecniche" (come spessore frammentario, ma utilizzabile nel coordinamento di un patrimonio irrinunciabile e positivo d'esperienze), escludendo tuttavia ogni distinzione concettuale tra l'ordine astratto del progetto e la meccanicità del lavoro manuale destinato a impalcare quello in materia; e rivendicando, anzi, una gestione d'esso di personale e concreto coinvolgimento. Il rifiuto della maquette, al di là della constatata pertinenza alla tradizione da cui l'attitudine di Andrea scaturisce, risponde al carattere aperto e alla duttilità del procedere del maestro, che, per altro riguardo, non poteva non imprimere, e di fatto imprime, alle sue opere un sigillo di leggibilità peculiare non equivoca né equivocabile.

Ora, ed in linea di principio, non meraviglia affatto che l'uso della maquette, estranea al metodo progettuale dell'architetto, possa essere proposto in chiave diversa oggi, come mezzo privilegiato, per la plastica evidenza di una riduzione visiva tridimensionale in scala, di un'accorta e approfondita lettura critica dei meccanismi materiali e formali che impalcano le architetture



10



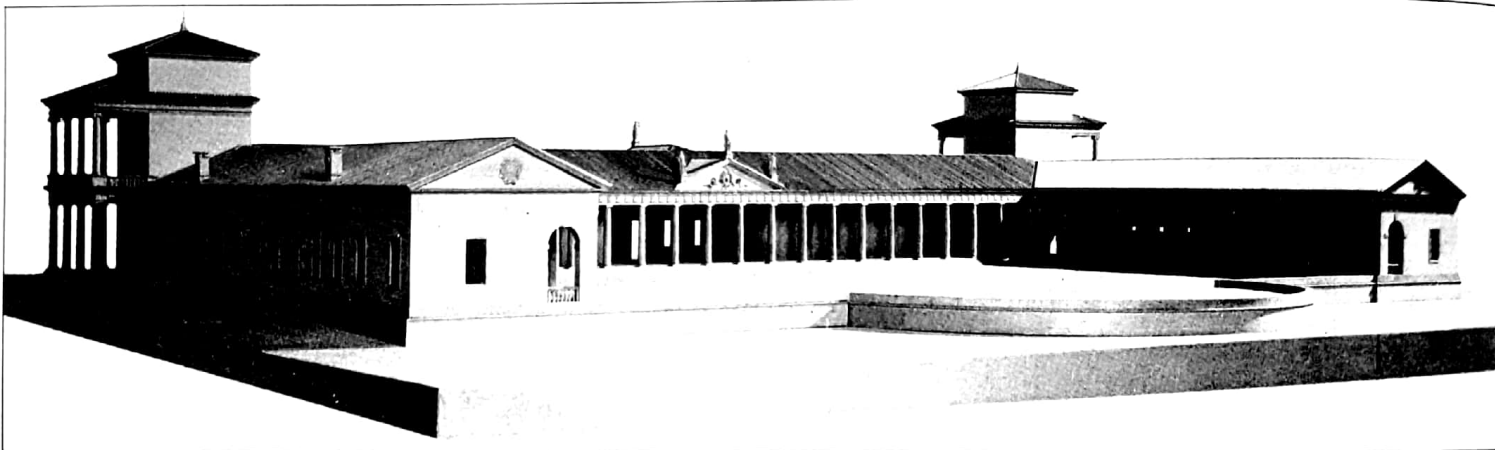
11

12, 13. Modello ligneo di Villa Repeta a Campiglia (1973): vedute, Villa Repeta, della cui realtà costruttiva non resta altro documento che la sospetta testimonianza trattatistica palladiana, venne completamente distrutta dal fuoco intorno alla metà del '800. In questo caso pertanto il modello non solo costruisce il grafico prodotto a posteriori dall'architetto per segni sommari, ma aggrava l'arbitrio con completamenti rilevanti che appartengono solo all'immaginazione di chi lo ha progettato.

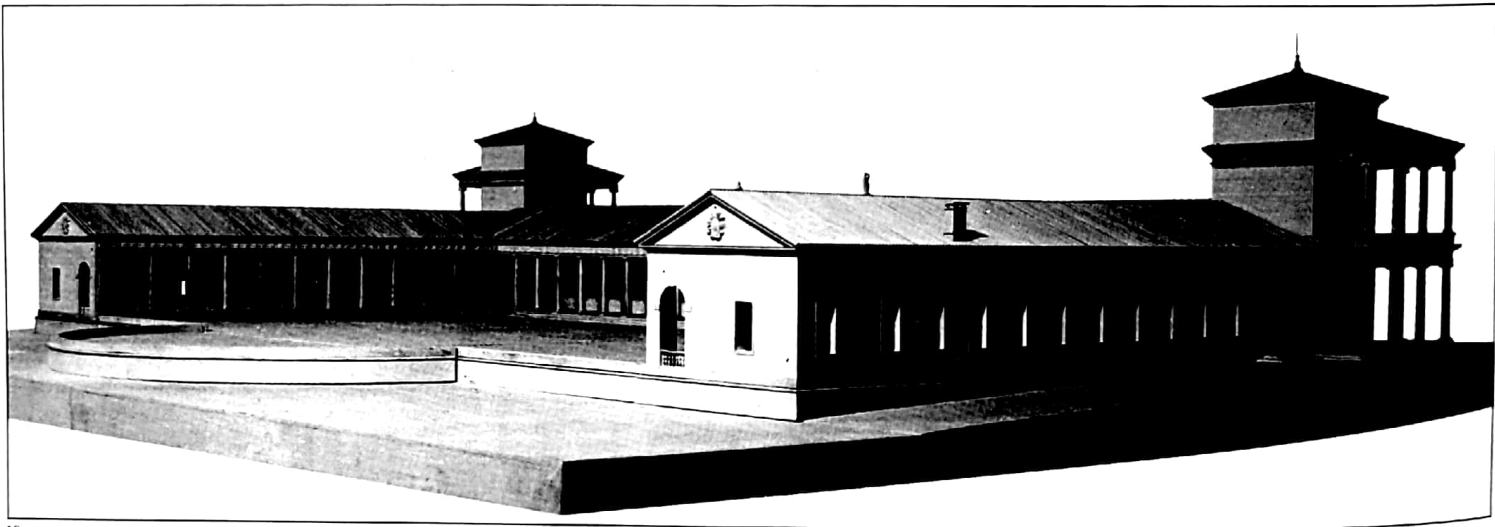
Wooden model of Villa Repeta in Campiglia (1973). Villa Repeta, for which there is no other documentation than the dubious Palladian treatise, was completely destroyed by fire around the mid-1600's. In this case, therefore, the model not only constructs a graphic representation according to the architect's brief indications, but increases the arbitrariness with finishing touches that belong to the imagination of the modelmaker alone.
 Centro Internazionale di Studi di Architettura A. Palladio.

14. Palladio, pianta e alzato frontale di Villa Repeta a Campiglia. Palladio, *plan and frontal elevation for Villa Repeta in Campiglia*. Da/From: Palladio, *I quattro libri dell'architettura*, 1570, I, II, p. 61.

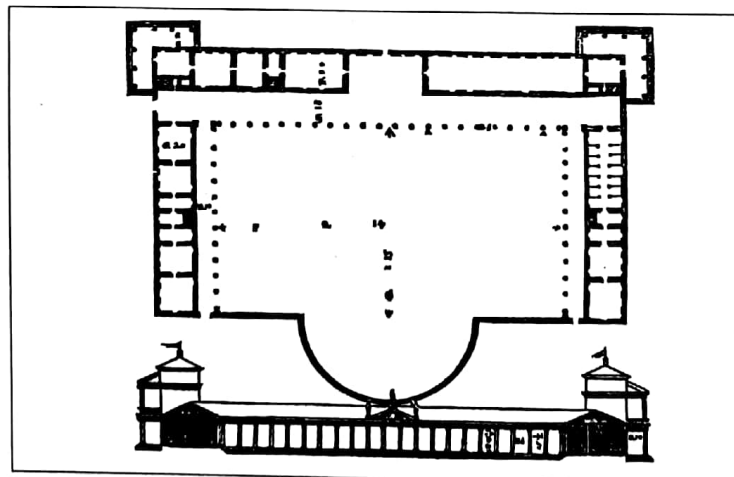
126



12



13

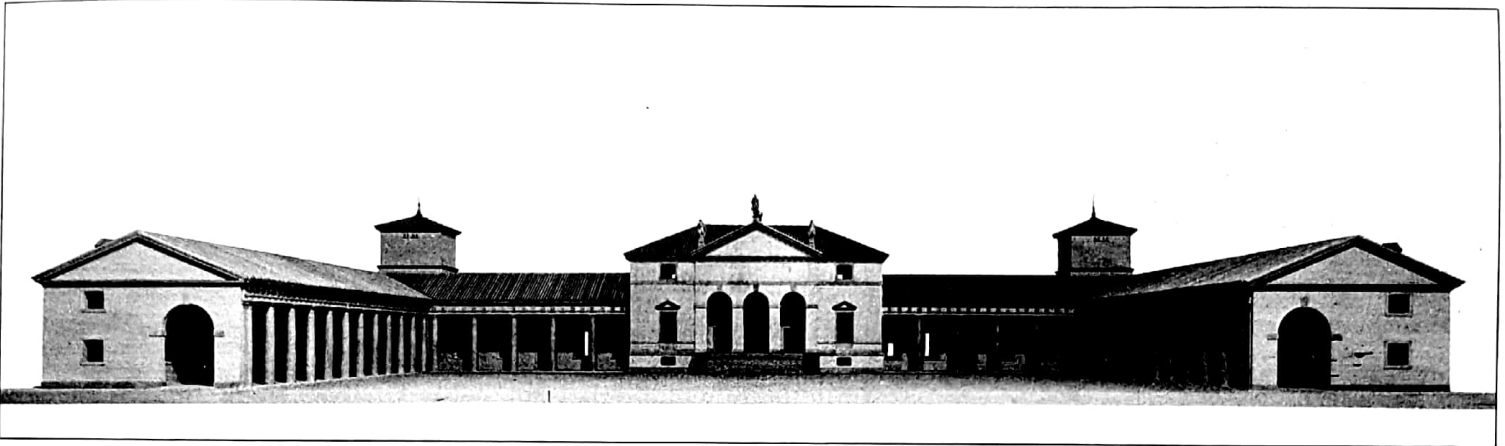


14

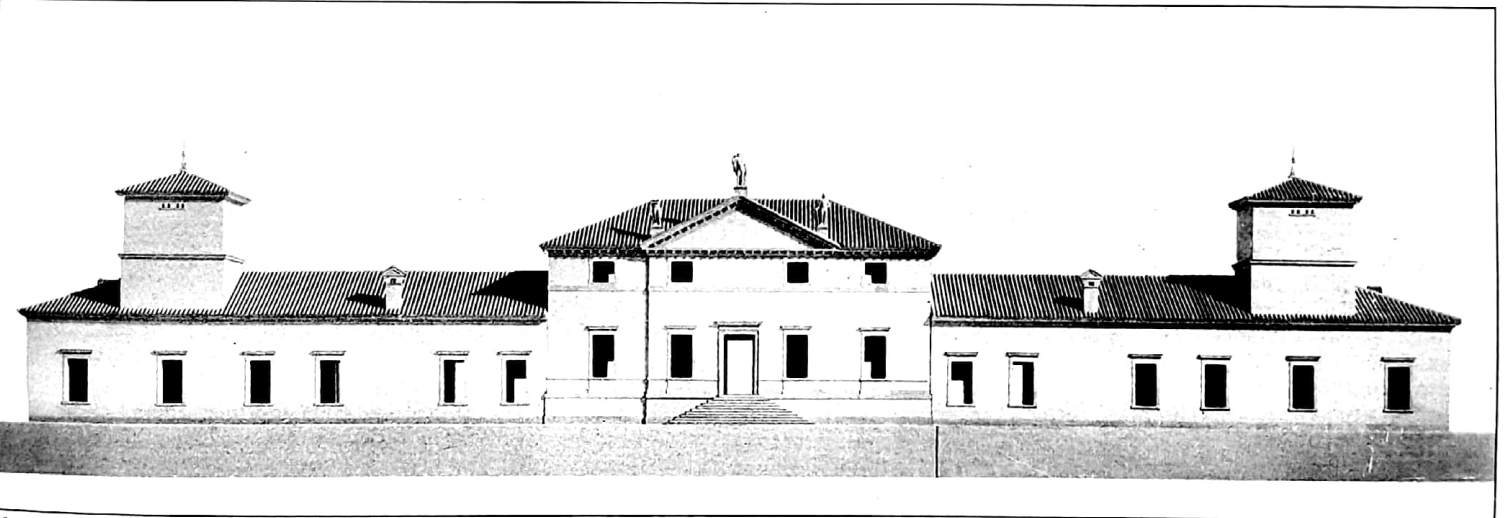
15, 16. Modello ligneo di Villa Saraceno a Finale (1973): vedute. L'edificio costruito ed esistente si risolve nel semplice corpo dominicale: il complesso sistema dei servizi porticati non è mai stato realizzato, né esistono progetti riferibili all'opera. Pure in questo caso, dunque, sul labile e inattendibile grafico del 1570, si è condotto un esercizio di completamento e di integrazioni (si veda in particolare, nella pagina seguente, l'enfilade della barchessa).

Wooden model of Villa Saraceno in Finale (1973): views. The constructed, existing building finds resolution in the simple form of the main structure. The complex system of porticoes was never built, nor do plans relating to this work exist. Consequently, in this case as well an exercise in finishing touches and integrations was conducted on the basis of the frail and unreliable drawing from 1570 (in particular, see on the following page the enfilade of the barchessa).
 Centro Internazionale di Studi di Architettura A. Palladio.

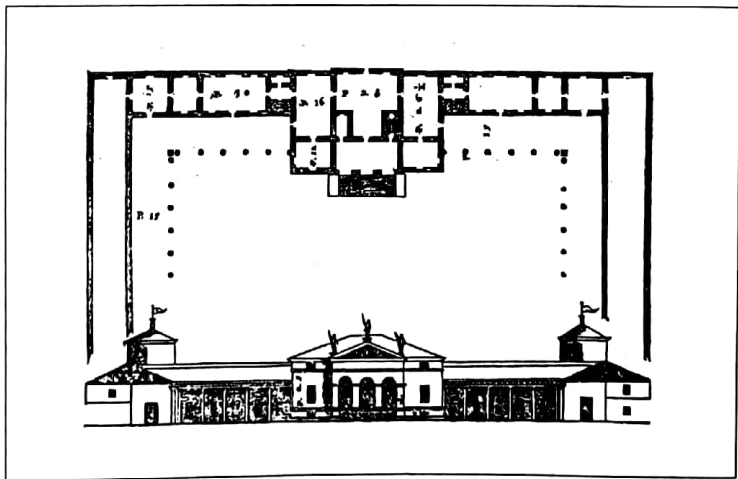
17. Palladio, prospetto e pianta di Villa Saraceno a Finale.
Palladio, façade and plan of the Villa Saraceno in Finale.
 Da/From: Palladio, *I quattro libri dell'architettura*, 1570, I, II, p. 56.



15



16

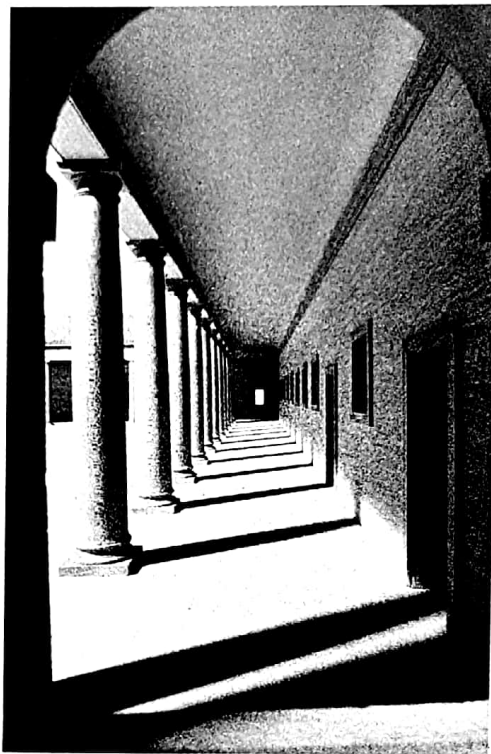


17

palladiane (e non solo, veramente: talché un ampio dibattito al proposito meriterebbe d'essere svolto. Non riguarda, alla fin dei conti e tra l'altro, la legittimità delle sempre più frequenti, e deludenti e monche, quali che ne siano i protagonisti, "esposizioni" d'architettura?). Che ciò sia accaduto — ed è accaduto, nell'occasione della mostra dedicata a Vicenza e in Basilica, nel 1973, ad Andrea — dovrebbe rallegrare; ed è viceversa deprecabile. Dobbiamo ovviamente spiegarci: ricorrendo ad una necessaria divagazione.

Nel 1570, con titolo di *I quattro libri dell'architettura*, Palladio aveva edito un suo trattato dedicato all'illustrazione dei cinque ordini canonici e (dopo brevi e succosi avvertimenti intorno alle tecniche del fabbricare), alle case private, alle vie, ai ponti, alle piazze ed ai templi. Tuttavia, a differenziare simile sortita (la cui preparazione sappiamo essere stata travagliata e che sarebbe dovuta essere completata da altri libri) da analogo produzione di contemporanei architetti — e a connotarla nei termini di una referenza destinata a irradiazione immensa e, per qualche verso, sconcertante sul piano dell'influenza sul pensiero progettuale — sta lo spazio ampio dedicato nel secondo libro alla propria esperienza: che significa la costruzione a posteriori di una certa immagine di sé, e l'offerta di questa, proposta per un suo valore esemplare, alle generazioni future. Un intento siffatto scaturiva dalla volontà di negare, anzi sopprimere, i lineamenti autobiografici di un proprio personale destino, annullando i contorni del contesto e delle congiunture concrete entro cui si era svolto, per sbalzare una memorabile e improbabile superiorità liberale ed intellettuale, trascendente, nella perfetta coincidenza tra idea e sua espressione grafica, gli accidenti i quali, nel travaglio condizionato dai mille accidenti materiali inseparabili dal funzionamento meccanico del cantiere, sogliono talvolta avvenire.

Di ciascuna delle opere selezionate a futura memoria e ammonimento, esibite in quel secondo libro, Palladio presentava una sommaria e mirata descrizione letteraria, e un "modello" (un disegno: va da sé) di pianta e d'alzato frontale accompagnati da misure calcolate in guisa da evidenziare la perfezione "in sé" di rigorosi rapporti proporzionali tra vani, varchi, strutture portanti ed elementi del repertorio decorativo. Il fatto si è — né poteva essere altrimenti, alle condizioni da cui l'iniziativa scaturiva: la riduzione



18

purificata (si ripete) dell'esperienza all'astrazione di una forma esemplare obbediente alle ingiunzioni di una certa teoria dell'architettura ed ostile ad un suo concreto esercizio capace d'eluderne i vincoli (e di fare Palladio autentico e sommo architetto) — che la relazione, ammissibile ma in termini di labilità, tra simili "modelli" e il costruito è, nel migliore dei casi, di rettificazione o di ideale completamento: più spesso remota; sempre obliqua e fuorviante. D'altra parte, allorché il patrimonio delle carte progettuali palladiane era recondito e pressoché ignorato, si capisce che gli studiosi dell'architetto (dal Muttoni al Bertotti Scamozzi) al materiale grafico esibito nel trattato s'affidassero con imperterrita certezza, accogliendolo come la sicura testimonianza delle vere idee e lamentando, al cospetto delle realtà costruite, mutilazioni intervenute in sede esecutiva, deprecando tradimenti perpetrati dal cantiere. In sede di giudizio, la sentenza definitiva veniva pronunciata sul "modello" grafico consegnato ne *I quattro libri*.

Di strada ne hanno fatta, però, dal '700 ad oggi, gli studi palladiani, e s'è dispiegata l'indagine sull'immensa ricchezza di quelle carte progettuali, e come operasse il maestro, in quanto costruttore, pazienti perlustrazioni d'archivio ci hanno attestato. Pure, nell'anno di grazia 1973, allorquando si decideva di "mettere in mostra" un bilancio critico eloquente dell'avventura architettonica di Andrea ricorrendo anche all'uso (per sé, val sottolinearlo, opportuno) di maquette, il criterio adottato finiva per riproporre, puntualmente, le cadenze del procedimento settecentesco. Le risultanze del rilievo condotto sul costruito (peraltro, puramente e deprecabilmente descrittivo: neppure quotato, mai scientifico, e sarebbe il caso, una volta o l'altra, di discuterne) appaiono confrontate e integrate con gli *esempla* pubblicati nel trattato; a quei lineamenti sono interpolate: ma, infine, proprio quel "modello" (quell'"a posteriori" astratto e di esclusiva finalità didascalica) risulta spettacolarmente vittorioso al punto di autorizzare inauditi "completamenti" del costruito o restituzioni integrali di opere distrutte. E, quando si tratti di fabbriche non esibite ne *I quattro libri*, ritocchi di "perfezionamento" ispirati da ossessione puristica, sono comunque introdotti; solo marginalmente, e quasi mai accade, i progetti (i veri "modelli") sono interrogati. Nel legno (e poi: perché legno?) delle maquette allora confezionate, ma che con gli stessi criteri e la stessa ostinazione si continuano a produrre su siffatte basi, si perpetua così, in effetti, l'intollerabile sostituzione di una macchina astratta alle forme reali. Si veda il catalogo che le raccoglie e le illustra: un libro inquietante ed irritante. Se la vita palpitante e problematica delle opere palladiane, l'arduo meccanismo del cantiere che ha tradotto in spazio praticabile e impressionante il disegno che rendeva visibile l'idea e il pensiero, lungi dall'essere indagati e rappresentati in uno strumento che ne districasse rendendolo leggibile lo spessore, sono annullati e soppiantati dai gravi, inarticolati e cupi balocchi delle maquette, su queste — con il compiacimento di chi pretende di rivelare, nell'apparizione di quegli spettri, la vera architettura di Andrea — insistono i testi ed il repertorio iconografico.

Il rimpianto per un'occasione perduta si fa pagina dopo pagina, sempre più pungente. L'auspicio che, finalmente, si apra un dibattito serio sulla faccenda, ma di respiro metodologico ampio, sempre più pressante.

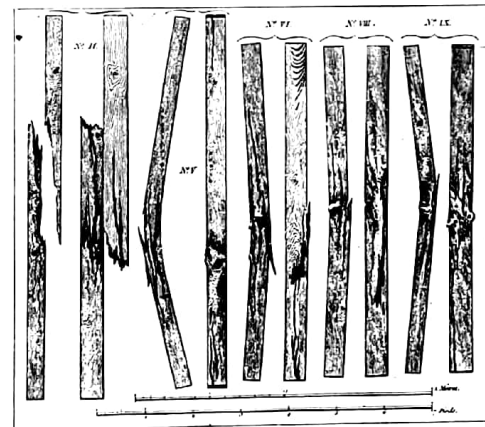
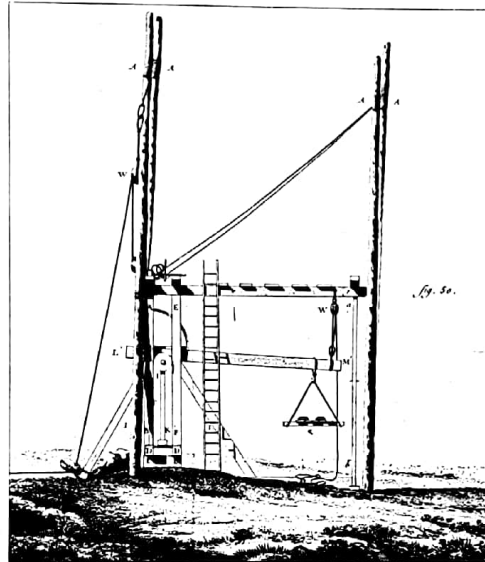
Siccome [...] le volte per il tribunale [...] sono di difficile esecuzione, occorrerà costringere l'imprenditore a farne un modello in gesso o in legno in scala di un pollice per un piede per rendersi conto se ha ben capito di cosa si tratta.

Questa frase di Gabriel¹ sta ad indicare una delle tante destinazioni d'uso del modello architettonico: ossia provare la comprensione di una struttura per mezzo della sua traduzione in volume: una procedura antica che avrà sempre i suoi sostenitori².

Proprio in quell'anno, 1732, un uso del tutto diverso dei modelli si è avuto quando Denisy, accademico di Montpellier, tentò di misurare e valutare la "forza" delle volte osservando su modello la loro progressiva distruzione ad opera di un carico eccessivo cui erano sottoposte. Frézier in seguito tiene conto di tali osservazioni³ che ebbero, a dir poco, l'effetto di sconvolgere la dottrina generalmente ammessa circa la frattura delle centine; e un dubbio avrebbe inficiato anche la teoria dell'equilibrio delle volte cui La Hire aveva legato il proprio nome⁴.

Si può così constatare che, da un lato, Gabriel usava dare un giudizio valutando attraverso l'esecuzione del modello l'ingegnosità di un artigiano, mentre Denisy, dall'altro, valutava la genialità di un teorico sottoponendo alla prova dei fatti un artefatto riprodotto i suoi principi. A parte ciò, le volte sperimentali di Denisy, secondo le diverse interpretazioni, si rifanno alla fisica sperimentale ad alto livello, alla Boléni, oppure al bricolage da dilettanti. Ma poco importa se i modelli siano strumenti scientifici o giochi di società: se mi riferisco ad essi, non è in quanto eventuali reperti di una storia pirroniana della statica ma per il fatto che essi presentano il carattere di un artificio intermedio in una catena di determinazioni progressivamente astratte delle forme di un edificio progettato⁵.

Prima di tutto il modello è un artificio che si colloca in un processo di progettazione grazie alle sue capacità (variabili) di simulazione. Si noti che tale qualità non si rifà alla "scala" né alle distorsioni che necessariamente ne derivano; essa risponde esclusivamente ad un procedimento di sostituzione transitorio che coinvolge caratteri compresi in un ventaglio di rappresentazioni plausibili dell'edificio futuro. Il nome stesso di maquette in genere suggerisce concetti ed immagini di riduzione i cui esempi costituiscono un ambito particolare dell'estetica. Questo aspetto non è affatto determinante anche se frequente. Pur sapendo che la peculiarità di un modello è quella di rappresentare necessariamente soltanto una parte⁶ delle proprietà del suo referente, reale o virtuale, si ammetterà facilmente che le dimensioni lineari dell'immagine della maquette (cioè la maquette in quanto immagine di un og-



getto esistente o progettato) hanno solo un'importanza secondaria e che, di conseguenza, si possa concepire e costruire modelli di dimensioni superiori a quella dell'oggetto di riferimento; è il caso del "nervo" di Lillie che, nel 1922, fornisce un meccanismo analogico del passaggio del flusso nervoso⁷. Nella fattispecie, l'artefatto assume il carattere di modello soltanto perché gli si riconosce una identità strutturale in due distinti campi di esperienza.

Se la scala è soltanto una componente subalterna alla definizione funzionale del modello⁸, è stata pur sempre la proprietà più scomoda ma forse più feconda a fronte dell'esperienza tecnico-scientifica sui modelli. Gli studiosi inglesi di meccanica usano chiamare *scale models* i modelli cui danno un valore strumentale ed euristico comprovato dalla ampiezza e dall'apparente

successo di molte applicazioni. La storia dei modelli presenta lacune e incongruenze, perché è divisa tra i due concetti: quello delle analogie cenesiastiche approssimative⁹ e quello delle riduzioni algebriche astratte le cui simulazioni visuali sono soltanto una evoluzione recente, improntata alla tradizione del disegno.

In questo campo, nessuno ignora che Galileo fu il primo ad impostare scientificamente il problema di base dei rapporti tra proporzioni e dimensioni per quanto riguarda le resistenze; egli seppe spiegare le proprietà statiche della scala evidenziando i limiti di una crescita direttamente proporzionale degli animali terrestri. Il problema rimane tuttora irrisolto visto che l'osservazione empirica degli effetti dovuti alla scala nacque nelle officine meccaniche o nei cantieri di costruzione. È possibile che si tratti di un discorso retorico data la grande versatilità di competenza e di abilità degli "ingegneri" del passato. Brunelleschi, per citarne soltanto uno, manipolava ed elaborava su plastici la forma e le dimensioni dei suoi manufatti sia meccanici che architettonici¹⁰. I documenti che ci rimangono, quando si tratta di disegni di seguaci, non sono più eloquenti, in materia di effetti dovuti alla scala, delle figure delle macchine di Leonardo il cui ingegno in fatto di cinematica lascia ancora oggi la porta aperta ad ogni tipo di interpretazione¹¹.

Fatto notevole di questa storia - ma forse anche discutibile - è che proprio in Francia si manifestano in modo molto insistente le prime perplessità sul valore operativo dei modelli meccanici. Ad esempio, Bernard Palissy sconfessa nel 1580 l'utilità dei modelli idraulici:

ti sbagli presentandomi dei modelli [...]. Molti [...] hanno fatto fare delle grandi pompe secondo modelli che avrebbero trovato verosimili, dopo di che sono rimasti delusi e si sono rovinati: tanto più che non sono stati in grado di fare in grande ciò che avevano costruito in piccolo¹².

Tutta una letteratura colta o popolare ricamerà a lungo su questo tema nel quale l'attesa di un vantaggio economico non è trascurabile. Non senza ragione, nella sua prefazione alle *Meccaniche* di Galileo, Padre Mersenne consiglia di

unire la pratica alla teoria [...] nella scelta dei modelli, affinché non si abbia nulla da ridire o da rifare nelle opere ad alto costo¹³.

Il discorso può assumere un duplice significato e prefigura per oltre due secoli l'ambiguità dei giudizi nel ricorso alle maquette: o macchinette troppo "curiose" che vengono screditate dalla loro impotenza a "grandezza naturale", oppure un ingegnoso mezzo strumentale per domare la natura sfruttando le forze della natura stessa.

Fra i fautori dei modelli regna in un primo tempo l'amore per i "teatri di macchine" che ver-

Nella pagina precedente:

On the preceding page:

1. P. Simon Girard, apparecchio di prova per la resistenza dei solidi.

P. Simon Girard, tester for the resistance of solids.

Da/From: P. Simon Girard, *Traité analytique de la résistance des solides et des solides d'égale résistance*, Paris 1798.

2. P. Simon Girard, tavola dei campioni di prova per la determinazione del modulo di elasticità e della resistenza alla rottura.

P. Simon Girard, test samples for a determination of the coefficient of elasticity and resistance to breakage.

Da/From: P. Simon Girard, *Traité analytique de la résistance des solides et des solides d'égale résistance*, Paris 1798.

3. Antoni Gaudì, modello funicolare di studio per la cappella Santa Coloma della colonia Güell, Barcellona, 1898.

Antoni Gaudì, funicular model of the Santa Coloma Chapel for the Güell colony, Barcelona, 1898.

Da/From: Roberto Pane, *Antoni Gaudì*, Milano 1964.

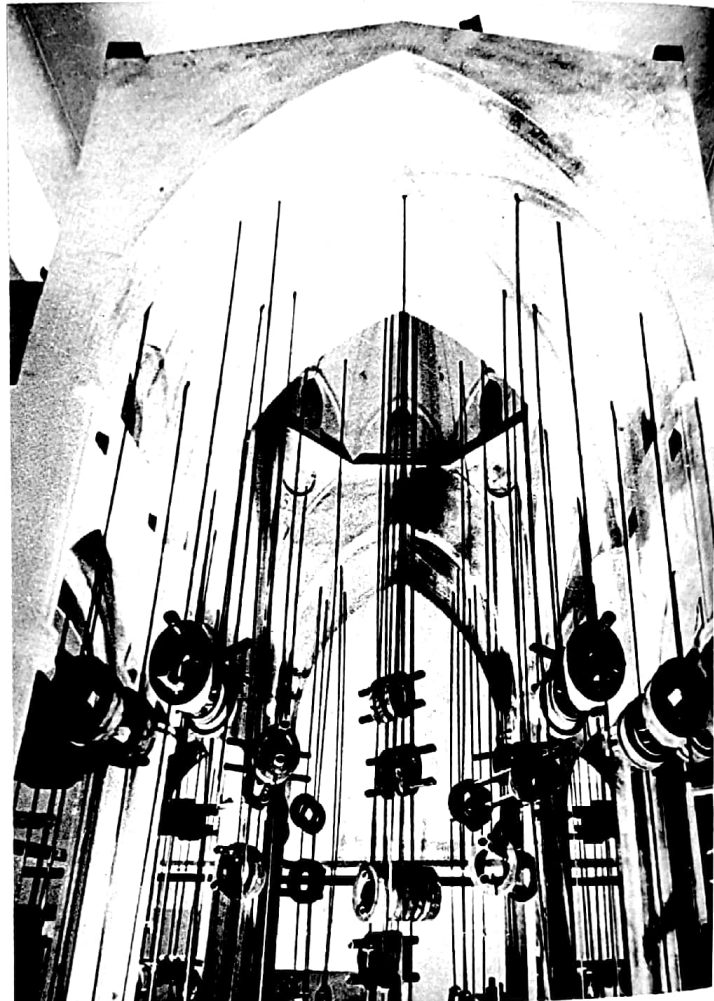
4. Dispositivi di carico sul modello del tiburio del Duomo di Milano, scala 1:15, 1982.

Load devices on the model of the lantern of the Duomo of Milan, scale of 1:15, 1982.

Archivio fotografico dell'Istituto Sperimentale Modelli e Strutture (ISMES), Bergamo.



3



4

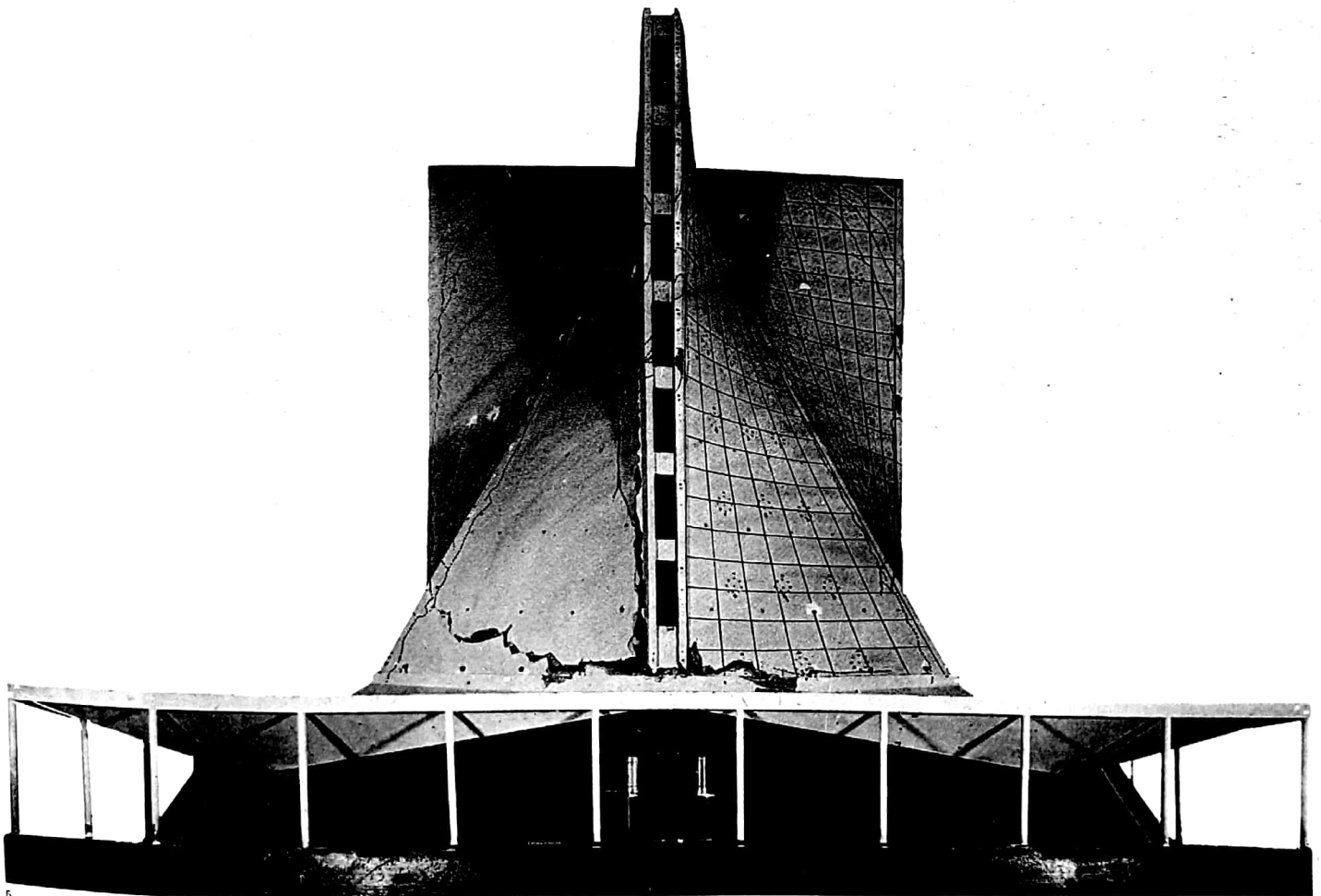
5. P.L. Nervi, P. Belluschi, cattedrale di St. Mary, San Francisco, scala 1:15. Il modello dopo le prove di carico a rottura, 1964.
P.L. Nervi, P. Belluschi, St. Mary's Cathedral, San Francisco, scale of 1:15. The model after breaking load tests, 1964.
Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

rà sostituito molto più tardi dal regime ben diverso della "rappresentazione analogica di fenomeni eterogenei"¹⁴. In questo contesto va citato un documento - a dire il vero di ben poca rilevanza per la storia pura e specifica delle scienze - che illustra l'approccio "barocco" alle maquette: si tratta dell'opuscolo di una esposizione di modelli fatta a Parigi nel 1683. In esso si denigra come "obiezione da ignoranti" l'idea che "una macchina abbia un effetto in piccolo e non lo abbia quando essa divenga di grandezza notevole" visto che essa viene composta "secondo i principi della Meccanica" [sic]. Il tutto si complica ulteriormente quando vengono esposte altre specie di modelli per costringere il visitatore a "scoprire l'errore attraverso l'esempio"¹⁵! Ci manca lo spazio qui per sottolineare la distanza tra curiosità e razionalismo che risulta invece molto evi-

dente nell'opuscolo e ciò nell'epoca stessa in cui la scala dei modelli viene ad essere sussunta in modo razionale (con le argomentazioni di allora) in uno stesso universo mentale. Nel 1702, l'Académie des Sciences recepisce e discute le cause per cui gli esperimenti in piccolo "non riuscirebbero più nella stessa Macchina eseguita in grande, anche se con le stesse identiche proporzioni del Modello". Lungi dall'essere "vane speculazioni", tali ragionamenti interessano necessariamente, tutte insieme, "la meccanica pratica, l'architettura e molte arti"¹⁶. Questa parafrasi di La Hire unifica ormai in un campo unico di problematiche la modellizzazione plastica degli artefatti. Quindi essa censura e scredita il bricolage "magico"; tuttavia, siamo ben lontani dall'essere, oggi come ieri, in grado di classificare metodicamente la categoria vera e propria dei modelli de-

stinati allo studio. La costruzione e l'utilizzazione di questi modelli rispondono infatti a finalità variabili, le quali dipendono dall'evoluzione delle scienze dell'ingegneria. Si può tuttavia dare una qualifica della loro "tecnicità" tenendo conto dei parametri coinvolti, della flessibilità dei loro programmi, dell'affidabilità e precisione delle misurazioni che consentono. Sono tutte considerazioni molto generiche che presuppongono ipotesi sull'espressione fenomenica del modello e addirittura - lo vedremo più avanti - la rappresentazione di processi fisici invisibili suscettibili di modificarli. In altre parole i modelli che spesso sono soltanto degli espedienti e degli abbozzi di studio possono essere oggetto di esami molto attenti, come ogni oggetto concreto, svolgendo nell'artificio il ruolo dell'artefatto¹⁷.

Dal momento che si richiede ai modelli la ca-



6, 7. G. Ponti, A. Fornaroli, A. Rosselli, G. Valtolina, E. Dall'Orto con P.L. Nervi. A. Danusso; grattacielo Pirelli, Milano. Il modello nella torre di prove dell'ISMES. G. Ponti, A. Fornaroli, A. Rosselli, G. Valtolina, E. Dall'Orto with P.L. Nervi and A. Danusso; the Pirelli Building, Milan. The model in the ISMES testing tower. Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

1. 32

pacità di prova, che si pensa a prove comparative inquadrabili in sequenze ragionate, si tende ad enucleare, dall'insieme composto costruito, unità morfologiche realizzate in un materiale presumibilmente omogeneo, naturale o sintetico. Ci si trova così a raggruppare in un'unica classe modelli apparentemente semplici tutti appartenenti alla fascia delle sperimentazioni miranti a dare una valutazione di proprietà quali la resistenza alla compressione, alla tensione, alla flessione, ecc. La raccolta dei risultati presuppone, naturalmente, dei protocolli sperimentali precisi e concordati che, a dire il vero, si sono imposti soltanto in un secondo tempo, così come avvenne anche per le normalizzazioni dei pubblici concorsi d'appalto¹⁸.

La valutazione della "forza" dei materiali è stata un lungo e solitario lavoro dei fisici del Settecento, intenti a manipolare macchine di cui ignorarono a lungo le reazioni precipue, quindi anche i mezzi di confrontarle. Dobbiamo a Girard il fatto di aver individuato la differenza tra resistenze esterne (da misurare) e interne (a carico dell'apparecchiatura). Egli pubblicò nel 1798 i risultati di prove ideate a Le Havre da Lamblardie per mezzo di una macchina sperimentale da lui stesso perfezionata¹⁹.

Una volta riconosciuta l'importanza del lavoro interno consumato dallo strumento stesso, quest'ultimo può essere considerato il modello che rappresenta un tipo di dispersione di forze caratteristico della prova eseguita.

Un simile caso di configurazione è esemplare poiché riunisce due atteggiamenti contrapposti: da una parte, l'affinamento, senza limite prevedibile, dell'analisi metrologica; dall'altra, la codificazione dei protocolli di prova, integrata da convenzioni apparentemente arbitrarie. All'occorrenza si tratta di un contesto contrattuale, su base giuridica atta a semplificare la norma con l'obbligo di un'applicazione uniforme. Ne consegue che lo schema ideale dell'uso sperimentale dei modelli è dato dall'uso convenzionale delle macchine di prova.

In altre parole, la definizione degli standard così come la procedura delle prove contribuiscono alla nascita di una metafisica della semplicità: un modo rapido e sommario di aggirare gli enigmi e le aporie del concetto di scala.

Per contro, la storia dei modelli compositi presenta un carattere più fresco e confuso. Fra gli episodi più significativi, molta produzione azzardata di artefatti che anticipano le teorie di interpretazione delle strutture che essi stessi rappresentano²⁰. Si presentano ogni sorta di casi che, grazie ad una petizione di principio, ubbidiscono alla dottrina irenistica della voce "Modello" nel D.E.A.U. il quale si rifà sottilmente all'autorità di Pier Luigi Nervi:



un modello in scala, perciò sollecitato da un sistema di forze in appropriata similitudine meccanica, verrà a trovarsi in uno stato di equilibrio interno analogo alla struttura reale²¹.

Nella formulazione di un tale assunto, vi è un'evidente conversione della causa nei suoi effetti; la riconsiderazione dei processi di modellazione nonché l'analisi delle correlazioni di modelli più recenti ed i contemporanei calcoli delle strutture ne sono appunto una prova.

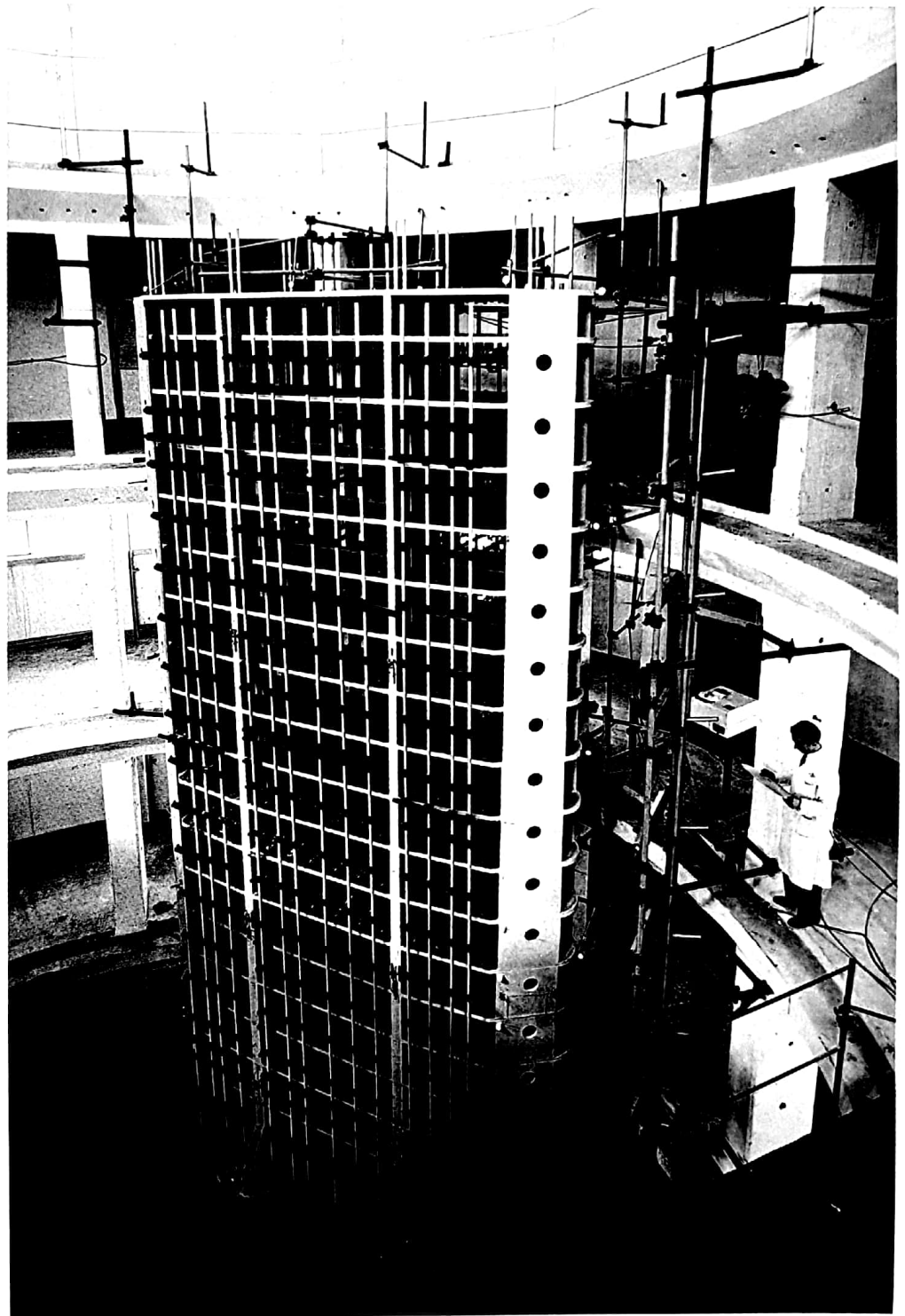
Se la classificazione degli usi di modelli di studio è uno sforzo vano, tuttavia si può per lo meno mettere un po' d'ordine nell'apparizione rapsodica di questi artifici da ingegneri. E prima di tutto distinguere i procedimenti grossolani di verifica (che hanno un loro costo) dalla misurazione scrupolosa delle variazioni di parametri di un modello sottoposto a sforzi graduali. Si passa così inavvertitamente dall'osservazione qualitativa ad imponenti compilazioni numeriche. Daremo alcuni esempi noti per altri motivi per illustrare il valore probatorio attribuito ai modelli. La risposta attendibile più semplice è la "persistenza" di un assemblaggio collaudato nel modello; è ciò che fece Raucourt nel 1819 all'Arse- nale di Tolone quando edificò una volta sperimentale in mattoni forati prodotti sul posto in scala 1:2²².

A questo tipo grossolano di collaudo attraverso la durata della consistenza, Emiliand Gauthey aveva introdotto, una ventina d'anni prima nella sua *Dissertation* dell'anno VI, una "variante per sottrazione"; egli pretende infatti di aver dimostrato su un modello della cupola del Pantheon che le forze oblique di contrasto bastavano da sole a sostenerla, togliendo dal plastico i pezzi riproducenti i quattro pilastri²³.

La manipolazione può invece essere fatta "per aggiunta e per composizione": così Barlow si convinse, con l'ausilio di modelli, della possibilità di irrigidire dei ponti sospesi mediante travi molto più leggere di quanto precedentemente si credesse²⁴.

Del resto sono gli ingegneri inglesi che svilupparono con successo il ricorso ai modelli per decidere sulle forme e le dimensioni di ponti metallici destinati al traffico ferroviario. Non manca la letteratura su questo argomento, per cui possiamo limitarci a citare le trovate di Robert Stephenson e di William Fairbairn che segnarono una svolta con l'invenzione dei ponti tubolari Conway e Britannia²⁵. Si sperimentavano mano a mano tubi a sezione circolare, ellittica e rettangolare. Fu scelto il rettangolo e gli ultimi metodi furono sperimentati su un modello a scala 1:6. Le vicissitudini della costruzione non ebbero effetto negativo sul metodo di progettazione che si era rivelato sistematico, pratico e fecondo.

Il fatto che si trattasse di strutture in metallo



8. P.L. Nervi, P. Belluschi, cattedrale di St. Mary, San Francisco. Il modello durante le prove di carico, 1964.
P.L. Nervi, P. Belluschi, St. Mary's Cathedral, San Francisco. The model during load tests, 1964.
 Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

9. P.L. Nervi, grattacielo in Victoria Place, Montreal. Modello in scala 1:52 durante le prove statiche e dinamiche.
P.L. Nervi, skyscraper in Victoria Place, Montreal. Model in a scale of 1:52 during static and dynamic tests.
 Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

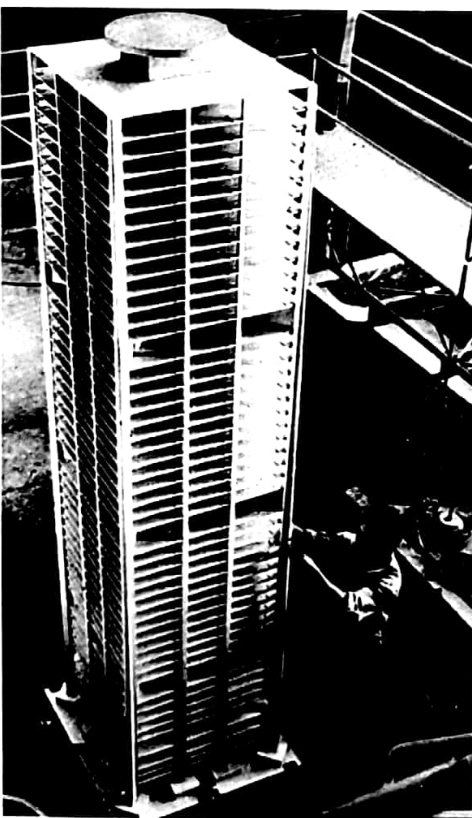
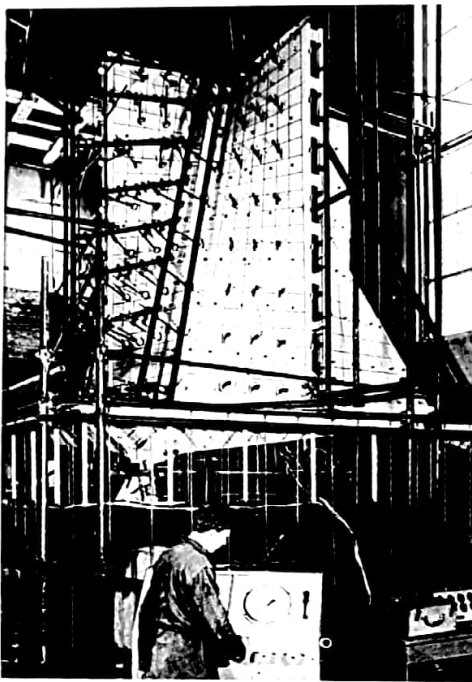
34 influì molto sul buon esito di tali procedure che furono perfezionate in seguito con la raccolta progressiva di dati sui fattori di deformazione, in particolare sbalzi termici e spinta dei venti. È da notare anche il fatto che gli studi inglesi su modelli di strutture apparvero in un'epoca in cui la campionatura industriale dei materiali diventava sempre più precisa²⁶. È anche significativo che gli studi di modelli abbiano potuto esprimere la loro efficacia facendo riferimento a schemi teorici poco raffinati nei confronti dei concetti scientifici dell'epoca.

Lo sfasamento non disturbava quegli uomini pratici e ingegnosi che preferirono concentrare l'attenzione sulle "scale di confronti" rubricabili. Il fenomeno è notevole nel campo dell'idrodinamica e dell'ingegneria marina; è risaputa la diffidenza dei teorici delle navi nei riguardi dei collaudi in piccolo, giustificata appieno nel caso delle carenature lignee²⁷. La maggiore rigidità offerta nel XIX secolo dalla costruzione metallica si aggiunse ad altri fattori per favorire le prove in *experimental tank* di cui William Froude si fece il difensore, dopo aver scrupolosamente sottoposto alla prova un modello in scala 1:16 del *Greyhound* inglese. Froude ne fu tanto soddisfatto da scrivere che

[the] method of investigating the effects of variation of form by trials with varied models [era, a suo avviso] equally serviceable for testing abstract formulae or for feeling the way towards perfection by a strictly inductive process²⁸.

Nello stesso periodo, i fisici inglesi nutrivano un amore così sviscerato per i modelli da farne il criterio obbligatorio di una espressione valida delle teorie della materia²⁹. Il che solleverà, com'è noto, le critiche accese di Duhem³⁰.

Orbene, con un ritorno di fiamma, il pragmatismo in favore dei modelli, forte della fedeltà (a volte forzata) delle *scales of comparisons*, avrebbe perso quota a seguito degli umori impreveduti e scomodi di una materia ritenuta "normalizzata" da parte delle discipline ingegneristiche. In una dissertazione del 1855, Rankine prescriveva in modo del tutto cartesiano di considerare le costruzioni e le macchine come corpi naturali, fornendo dei dati per l'individuazione dei principi³¹. Gli artigiani servono a tutti, sia ai progettisti che agli scienziati. Se è presuntuoso applicare i termini della fisica fondamentale ai problemi di resistenza dei materiali, è giunto il momento, già da qualche decennio, di ripensare all'epistemologia dei rapporti tra "descrizione" e "spiegazione" nel campo applicativo della stabilità degli edifici. Si ammette, al giorno d'oggi, che i mezzi di calcolo in mano agli ingegneri siano ancora inadeguati ai problemi delle deformazioni di ogni tipo di struttura in cemento, a partire dalla semplice soletta (non sempre "semplice") per quanto ci si



sforzi di tener presente il ritiro, la flessione e gli effetti di fessurazione. Non è senza ragione che molti laboratori del genio civile procedano a prove di lunga durata sul comportamento delle solette, in vari regimi di carichi, in condizioni di sforzo quanto possibile controllabili. L'impossibilità pratica di condurre prove infinite porta ad estrapolazioni laddove permane il dubbio sugli effetti di scala. Tutta questa attenzione non può ignorare, pena la qualifica di empirismo, gli sviluppi teorici che riguardano la labilità dei materiali soggetti a deformazioni plastiche, una volta superati, in sede di collaudo, i limiti locali di elasticità³².

Se le deficienze strutturali che colpiscono alcuni edifici possono essere, nei migliori dei casi, riprodotte in modelli, la spiegazione dipende da una forzatura teorica la cui applicazione fa allontanare sempre più dall'immediatezza sensibile o dalla misura fisica. Eppure, bisogna ammettere che un modello è empirico soltanto a causa dell'uso empirico che se ne fa. Ogni modello concreto, per quanto sommario possa essere, appartiene al mondo delle creazioni fittizie; ce lo ricorda Vaininger, il quale si stupisce, nel 1913, che "Das Denken macht Unwege" (il pensiero procede per deviazioni) "attraverso una falsificazione costantemente e progressivamente crescente della realtà"³³; il modello è un genere e un momento di questo discorso della finzione destinato, a sua volta, ad entrare nella regola del discorso scientifico: l'oblio dell'immediato.

1. "Mémoire (pour) le Palais des Etats", del 21 giugno 1732; *Arch. dep., Côte d'Or, C 3776; comm. da M.Y. Beauvalot.*
2. A scopo didattico; ad esempio, i *Plans d'écoles générales et spéciales...* di C. Lame e E. Clapeyron (Parigi 1833) prevedono che "les élèves construiront avec des briques de petit échantillon et du mortier, les modèles de fourneaux [...] qui leur auraient été décrits dans le cours de pratique industrielle et dont ils auraient fait les plans...", p. 82.
3. A tale proposito, le informazioni più accessibili sono fornite da Frezier nel vol. III di *La Théorie et la Pratique de la Coupe des pierres et des bois pour la construction des voûtes* (Strasburgo 1739); vi si dice in particolare che "pour se délivrer de la nécessité de toute hypothèse [Denisy] a consulté l'expérience en faisant faire des modèles de voûtes de différents cintres qu'il a chargés à la clef, ou diminué la force des appuis de leurs piedroits, au point où elles commencent à s'ouvrir, pour voir ce qu'il arrivoit au moment de leur destruction & en tirer des conséquences propres à déterminer l'épaisseur", p. 345. Sarebbe ovviamente auspicabile ritrovare il protocollo esatto degli esperimenti di Denisy che segnano una svolta nell'uso dei modelli di studio. Sulla questione della posizione dei giunti di frattura delle volte e delle conclusioni da trarne, la migliore fra le fonti recenti è E. Benvenuto, *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico*, Firenze 1981.
4. Le varie memorie di La Hire pubblicate dall'Acadé-

10. 11. P.L. Nervi, centro culturale a Norfolk. Modello in scala 1:50 durante le prove in regime elastico, 1967.
P.L. Nervi, Norfolk cultural center. Model in a scale of 1:50 during tests under elastic conditions, 1967.
 Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

mie des Sciences alla fine del Seicento tendono a considerare l'equilibrio di conchi presumibilmente perfettamente lisci calcolandolo secondo la statica del cono; si tratta nella fattispecie di un'approssimazione grossolana, poiché le volte e le cupole sono insieme elastici i cui elementi sono sottoposti a notevoli sollecitazioni di aderenza. Del resto, La Hire stesso si è poi contraddetto; il suo *Traité de mécanique* considera la figura ottimale di una compressione ortogonale ai letti dei conchi, mentre altrove indica delle figure limite di equilibrio.

5. Sull'astrazione progressiva del lavoro di progettazione e l'ordine di composizione delle tecniche adeguate, l'articolo di L. Couffignal "La mécanique comparée", *Thalès*, 7, 1953, può ancora essere un valido riferimento; ne risulta che ciascuna delle fasi di progettazione può fare riferimento ad un modello ed essere rappresentata concretamente per mezzo di una maquette.

6. M. Black, *Models and Metaphors*, Ithaca 1964, p. 220.

7. Si tratta di un fil di ferro trattato all'acido nitrico fumante, immerso in una soluzione dello stesso acido diluito. Questo semplice dispositivo simula i parametri della conduzione del flusso, ivi compreso "il periodo refrattario"; i cibernetici finirono in seguito a considerare questo "modello" un feticcio; cfr. L. Couffignal, *art. cit.*, p. 19. In tutt'altra chiave, il sistema costruttivo adottato da E.M. Gauthey, nella chiesa di Givry, negli anni 1770, può essere visto come un modello di studio a grandissima scala; cfr. "Remarques à propos d'un monument expérimental", *Revue de l'art*, 1983, pp. 85/94.

8. Ciò può sboccare *in medias res* in vaniloquio, come nell'opinione espressa da Bazaine in una lezione accademica del 18 giugno 1823: "si l'on voulait construire une chaussée en fer, il suffirait d'employer des feuilles de tôle très minces, comme satisfaisant à la condition de ne point se laisser pénétrer par l'humidité...", in *Mémoires [...] présentés par divers savants*, Pietroburgo 1831, p. 60.

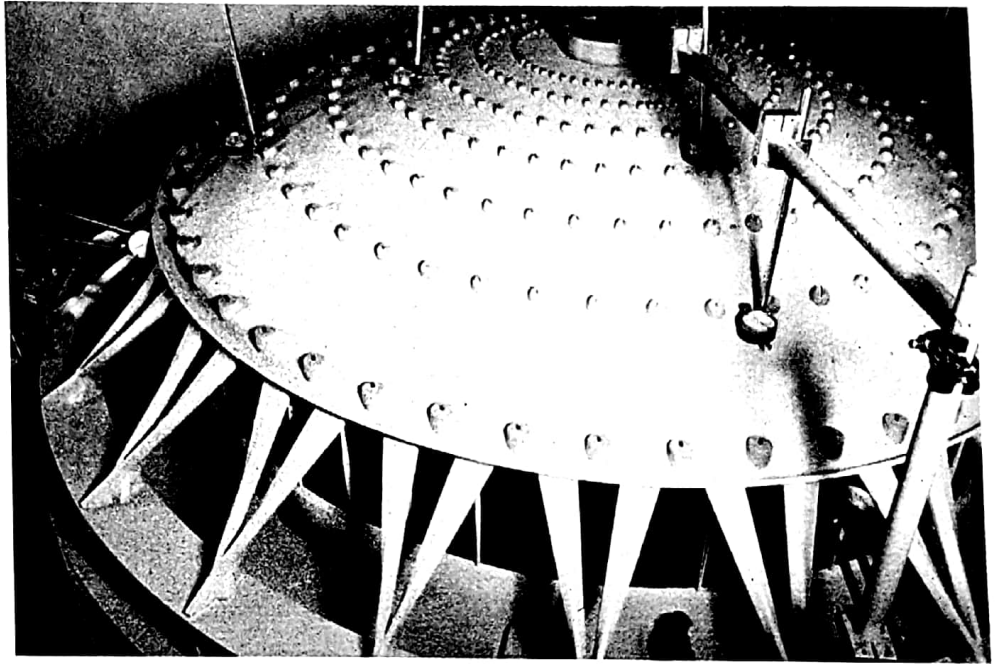
9. Secondo *Developments in Structural Form* (Londra 1975) di R. Mainstone, la conoscenza delle strutture artificiali poggerrebbe su tre tipi di approccio, tra cui il più completo si basa sull'"observation of stresses and strains occurring in actual structures"; i due altri riguardano "spatial" e "muscular intuitions", p. 285. Essi hanno i propri limiti; non è senza stupore che l'autore di un *Mémoire sur la force de compression qui tend à écraser ou rompre les pierres...* datato 4 novembre 1779, ricorda come "on a fréquemment reconnu que de la pierre assés dure avoit moins résisté dans des constructions sous le fardeau que de la pierre moins dure", *Bibl. Ec. Nat. P.-C.*, Ms. 2109, f. 37.

10. F.D. Prager, G. Scaglia, *Brunelleschi, Study of his Technology and Inventions*, Boston 1970, p. 62 e *passim*.

11. Cfr. le divertenti interpretazioni di S. e J. Routh che individuano *gadgets* culinari in molte delle invenzioni di Leonardo da Vinci, in *L'Europeo*, 5 settembre 1987, pp. 112/114.

12. Nei suoi *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines...*, ed. P.A. Cap, Parigi 1840, p. 139.

13. Nella "Préface au lecteur" delle *Mécaniques de Galilée, Mathématicien & Ingenieur du Duc de Florence...* Parigi 1634, p. 17; prima, Mersenne esprime l'augurio che si facciano "exposer desseins & modèles en public, & particulièrement à la veue des excellents Geometres...", ogni qualvolta si debba intraprendere



10



11

12. P.L. Nervi, aeroporto a Newark, New Jersey. Modello di un solaio in scala 1:6,6 con le apparecchiature di carico e di misurazione, 1968.

P.L. Nervi, Newark Airport, New Jersey. Model of a floor in a scale of 1:6.6, with loading and measuring equipment, 1968.
Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

36

“les ouvrages où les Machines doivent entrer...” *ibid.*, p. 16. La vista è ingenua, ed è smentita dalla pratica, vedi *infra* n. 15.

14. Vedi *infra*, n. 29.

15. In *Explication des modèles des machines et forces mouvantes que l'on expose [...] dans la rue de la Harpe*, Parigi 1683, p. 2 e *passim*; cfr., nello stesso spirito, l'indirizzo *Au Roy* di E. de Villebresicu il quale pretende appoggiarsi sulle “raisons [...] vérifiées par une infinité d'expériences comme par divers essais sur plusieurs figures des Machines tant en grand qu'en petit”, p. 7 (s.l.n.d., Bibl. Nat. Vz 759). All'epoca si osava molto in fatto di immaginazione meccanica: in *L'âme des bêtes* (Lione 1676), l'autore anonimo (in realtà A. Dilly) considera che “les hommes peuvent toujours ajouter quelque chose aux machines qu'ils ont faites & en inventer de plus belles”, al punto “qu'ils en pourroient faire une si fine & si délicate qu'elle produiroit des actiôs approchantes celles des singes”; il progetto limite è quello di “faire une machine qui ne se meut que pour se conserver”, pp. 183/186.

16. Cfr. *Histoire de l'Académie royale des Sciences, [année 1702]*, Amsterdam 1737, p. 140; a proposito di una memoria di La Hire, “Mémoires”, *ibid.*, pp. 158 e sg.

17. Faccio volutamente tale distinzione troppo spesso omessa a seguito di una contaminazione anglosassone. L'“artefatto” dev'essere inteso come produzione avventizia che turba la realizzazione “normale” di un artificio.

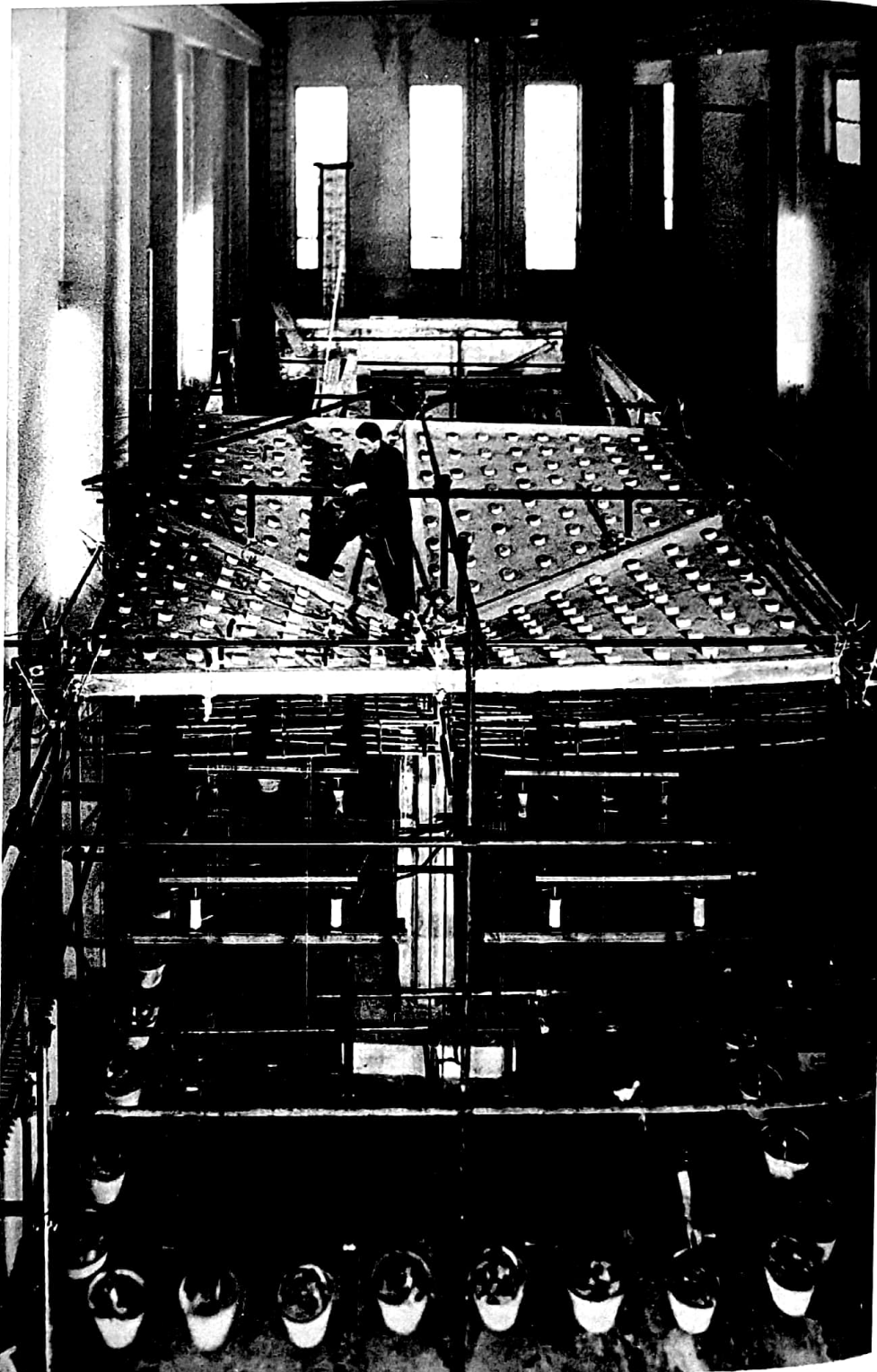
18. A titolo di esempio, il brano tratto da una “Lettre du Ministre de la Marine” ai comandanti e intendenti dei porti, in data 9 gennaio 1817: “il n'a existé jusqu'ici aucune uniformité dans la configuration, les dimensions et même la désignation de toutes les espèces de clous en usage dans les divers ports du Royaume...”, *Arch. du Port de Toulon*, 1 A³ 7, pp. VIII-IX. Vedi *infra*, n. 26.

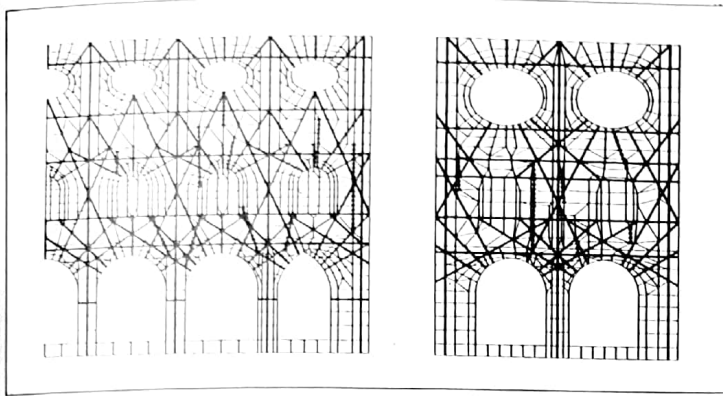
19. Cfr. P.S. Girard, *Traité analytique de la résistance des solides [...] nouvelles expériences sur la force et l'élasticité des bois*, Parigi anno VI-1798, v.st.; l'autore scarta l'ipotesi dell'“inflexibilité parfaite des leviers”, inadeguata per il “calcul des machines”, poiché a suo avviso vi concorrono due specie di equilibrio, uno che “existe entre les efforts opposés qui se contrebalancent; l'autre entre une certaine fonction de ces efforts et la cohérence des parties dont les matières sont composées”, le quali non sono “assignables que par approximation”, p. IX.

20. Che la pratica anticipi la teoria è un *topos* al quale aderisce P. Clapeyron, quando si riferisce alle invenzioni di R. Stephenson, nel suo “Calcul d'une poutre élastique reposant librement sur des appuis inégalement espacés”, *C.R. Ac. Sc.*, 45, 1857, p. 1076.

21. Nel volume IV dell'edizione del 1969. L'autore si riferisce giustamente a P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, Milano 1955. Ricordiamo per inciso le discussioni che si svolgono attualmente in Italia sulla validità dei plastici di struttura di un tunnel sottomarino nello stretto di Messina, tenuto conto dei rischi sismici e del regime delle correnti a volte fortissime.

22. Il “Rapport” del 10 maggio 1820 dell'Inspecteur des Travaux Maritimes Sganzin ricorda che “Une voûte d'expérience en arc de cercle de 8 mètres d'ouverture, maçonnée en ciment a été construite et décintrée au bout d'un mois de construction, sans qu'on ait remarqué aucune désunion dans les joints; ainsi il ne peut y avoir aucun doute sur la solidité de ce genre de voûtes qui sera employé [...] encore dans les autres





13. Palazzo della Ragione, Milano. Diagramma del reticolo degli elementi finiti per il modello matematico della facciata. I tratti spessi indicano la possibile configurazione dei tiranti di cecitura, la cui efficacia è stata valutata sul modello matematico stesso. ISMES, 1983. *Palazzo della Ragione, Milan. Diagram of the grid of finished elements for the mathematical model of the façade. The thick lines indicate the possible arrangement of the tie-beams, whose effectiveness was analyzed on the mathematical model. ISMES, 1983.* Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

14. Diga di Itaipu. Modello geomeccanico, ISMES, 1975. *Itaipu dam. Geomechanical model, ISMES, 1975.* Archivio fotografico ISMES, Bergamo.
15. Modello di casa rurale, scala 1:2, sottoposto a prova di simulazione sismica. Il modello permette di valutare i più opportuni interventi di adeguamento antisismico. *Model of a country house, scale of 1:2, subjected to a simulated seismic test. The model made it possible to decide on the most useful antisismic adaptations.* Archivio fotografico ISMES, Bergamo.

13
établissements dépendant du Port"; *Arch. Nat., Mar., DD² 804, f. 1 v.* Gli eventi successivi dimostreranno che i pronostici erano temerari a causa soprattutto dell'instabilità del terreno.

23. In *Dissertation sur les dégradations survenues aux piliers du dôme du Panthéon françois et sur les moyens d'y remédier*, Parigi anno VI-1798, pp. 84-85.

24. Cfr. W.J.M. Rankine, *Manuel de mécanique appliquée*, trad. nella 7^a ed., Parigi 1976, p. 422.

25. Cfr. W. Fairbairn, *An Account on the Constructions of the Britannia and Conway Tubular Bridges*, Londra 1849, *passim*.

26. Nel suo *Essai pratique sur la force du fer coulé...* trad. della 2^a ed., Parigi 1826, I. Tredgold anticipava che "le temps n'est pas éloigné où la pratique ne vaudra plus faire un pas sans être éclairée par la théorie, où le plus simple entrepreneur de construction n'emploiera plus que des matériaux dont il connaîtra bien la force et les différentes qualités"; l'utilità di sottoporre a prove di accettazione tutte le forniture destinate agli arsenali era stata ufficialmente riconosciuta in Francia fin dall'epoca della Restaurazione; cfr. ad esempio il "Procès-verbal constatant les expériences comparatives faites sur les fers travaillés au cylindre...", 10 settembre 1822, *Arch. du Port de Toulon*, K¹ 8, n. 102. Per i suoi *Experiments on [...] the Properties of Malleable Iron* (Londra 1835), P. Barlow fece ricorso alle "proving machines" dell'ammiragliato a Woolwich, costruite dai Bramah, p. 22.

27. Nel suo *Traité du navire* (Parigi 1746), P. Bouguer critica il metodo delle prove su modelli, ma evita i soliti argomenti degli specialisti di meccanica: "Il arrive à l'égard de l'architecture navale, quoique dans un autre sens, ce qu'on voit fréquemment dans les autres parties de la mécanique où souvent une machine exécutée en petit est un faible garant de la même machine exécutée en grand. Nous disons que c'est dans un sens tout contraire à l'égard de la construction navale; car il est comme impossible de faire réussir un petit navire de quelques pieds de longueur destiné à servir de modèle. C'est pourquoi le Constructeur ne pouvant s'instruire par des essais particuliers et secrets n'a garde de sacrifier sa réputation et sa fortune à la vaine gloire de faire des découvertes, en s'engageant dans des épreuves téméraires", pp. XIX-XX.

28. In *The Resistance of Ships*, Washington 1888, p. 28. Il testo completa una prima pubblicazione apparsa in Inghilterra nel 1871.

29. Nelle sue *Lectures on Molecular Dynamics...* (Baltimore 1884), W. Thomson affermava di non capire un fenomeno fisico fintanto che non aveva potuto costruire il modello meccanico; da cui la sua impossibilità di comprendere la teoria elettromagnetica della luce; *op. cit.*, p. 131 e p. 270.

30. In *La théorie physique*, 2^a ed., Parigi 1914, *passim*.

31. *De concordia... o Dissertation préliminaire sur l'harmonie de la théorie et de la pratique*, pronunciata a Glasgow nel 1855; ripresa come prefazione nell'edizione citata di Rankine, p. XIV.

32. E. Benvenuto, *op. cit.*, pp. 665 e sg.

33. *Die Philosophie der Als-Ob*, Stoccarda 1913, pp. 175-176. Una visione più edulcorata dell'importanza dei modelli viene accennata nel 1909 da N.A. Oumoff: "Tutta la nostra concezione del mondo, dalle cose più correnti fino a quelle eccelse, non è altro che una collezione di modelli che, in modo più o meno felice, riecheggiano la realtà"; nel tomo III degli *O.c.*, Mosca 1916, p. 354.

