

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

---

**SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

*DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA*

*CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE/ARCHITETTURA*

**TESI DI LAUREA**

in

Fotogrammetria per l'architettura

**I DISEGNI DI ANDREA PALLADIO PER LA BASILICA DI SAN  
PETRONIO: ANALISI DELLA MANIERA ARCHITETTONICA,  
RICOSTRUZIONE DELLA FACCIATA ATTRAVERSO METODI  
DIGITALI E CONFRONTO CON IL RILIEVO  
FOTOGRAMMETRICO DELL'ESISTENTE**

CANDIDATA  
Carmen Mazzella

RELATORE:  
Chiar.mo Prof. Ing. Marco Gaiani

CORRELATORI  
Chiar.mo Prof. Ing. Simone Garagnani  
Dott. Arch. Guido Beltramini

Anno Accademico 2023/24  
Sessione I



# INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ANDREA PALLADIO.....</b>	<b>5</b>
1.1 PREMESSA .....	5
1.2 CENNI STORICI.....	5
1.2.1 <i>Palladio e il suo tempo.</i> .....	5
1.2.2 <i>Nascita ed evoluzione del linguaggio architettonico di Palladio.</i> .....	8
1.3 IL TRATTATO PALLADIANO: I QUATTRO LIBRI DELL'ARCHITETTURA .....	11
1.4 I DISEGNI DI ANDREA PALLADIO.....	13
1.4.1 <i>Strumenti e tecniche.</i> .....	13
<b>2. LA BASILICA DI SAN PETRONIO E LA SUA FACCIATA .....</b>	<b>15</b>
2.1 LA BASILICA.....	15
2.1.1 <i>Aspetti storici</i> .....	15
2.1.2 <i>La facciata incompiuta e i progetti per il suo completamento</i> .....	18
2.2 ANDREA PALLADIO PER SAN PETRONIO.....	20
<b>3. STRUMENTI E METODOLOGIE: IL PROGETTO PER RILIEVO FOTOGRAMMETRICO DELLA FACCIATA DI SAN PETRONIO .....</b>	<b>25</b>
3.1 PREMESSA SULLE TECNICHE DI RILIEVO: LA FOTOGRAMMETRIA PER L'ARCHITETTURA..	25
3.2 LA PROGETTAZIONE DEL PROCESSO FOTOGRAMMETRICO PER LA FACCIATA DELLA BASILICA E LA CREAZIONE DEL SUO MODELLO TRIDIMENSIONALE .....	25
3.2.1 <i>Dal Camera Network all'Image Processing</i> .....	26
3.2.2 <i>Dalla nuvola di punti al modello texturizzato</i> .....	30
<b>4. LA RESTITUZIONE BIDIMENSIONALE DEL CORPUS DEI DISEGNI PALLADIANI 37</b>	
4.1 CONFRONTO CON I QUATTRO LIBRI DELL'ARCHITETTURA.....	37
4.2 DISEGNO 63: L'ITER DI RICALCO, COMPLETAMENTO E RISOLUZIONE DELLE AMBIGUITÀ. 38	
4.2.1 <i>Disegno 63 metà sinistra: il processo di ricostruzione bidimensionale</i> .....	40
4.2.2 <i>Risultati finali: sovrapposizione e confronto con la facciata esistente</i> .....	46
4.2.3 <i>Disegno 63 metà destra: il processo di ricostruzione bidimensionale</i> .....	48
4.2.4 <i>Risultati finali: sovrapposizione e confronto con la facciata esistente</i> .....	55
4.3 DISEGNO 65: L'ITER DI RICALCO, COMPLETAMENTO E RISOLUZIONE DELLE AMBIGUITÀ. 57	
4.3.1 <i>Disegno 65: il processo di ricostruzione bidimensionale</i> .....	58
<b>5. DAL VETTORIALE ALLA MODELLAZIONE TRIDIMENSIONALE DELLE FACCIATE 62</b>	
5.1 TECNICHE DI MODELLAZIONE 3D E SUE FINALITÀ .....	62
5.2 LA MODELLAZIONE TRIDIMENSIONALE PER LE OPERE DI ANDREA PALLADIO:.....	62
5.2.1 <i>Il modello di James Ackerman e Scott Schiamberg</i> .....	62
5.3 LA RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE DEL DISEGNO 63 .....	64
5.3.1 <i>Disegno 63 – metà sinistra: riferimenti e risoluzione delle ambiguità</i> .....	64
5.3.2 <i>Modello finale e viste definitive – disegno 63 lato sinistro</i> .....	74
5.3.3 <i>Disegno 63 – metà destra: riferimenti, problematiche e risoluzione delle ambiguità</i> .....	77
5.3.4 <i>Modello finale e viste definitive – disegno 63 lato destro</i> .....	92
5.4 VISUALIZZAZIONE: ANALISI SUCCESSIVE ALLA REALIZZAZIONE DEI MODELLI .....	95
5.5 VISUALIZZAZIONE: I MODELLI RICOSTRUITI E INSERITI NEL CONTESTO ODIERNO. ....	100
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>103</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE.....</b>	<b>105</b>
<b>INDICE DELLE TAVOLE.....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>110</b>





## Premessa

L'obiettivo di questo elaborato di tesi è l'analisi e la ricostruzione con metodi digitali di uno dei progetti che Andrea Palladio realizza attorno al 1577 per il completamento della facciata della Basilica di San Petronio a partire dal rilievo fotogrammetrico del basamento esistente e da una restituzione dell'intero corpus dei disegni conservati al museo di San Petronio.

La metodologia adottata in questo studio si articola su due principali direttrici:

1. La prima fase è incentrata sulla pianificazione e realizzazione di un rilievo fotogrammetrico della facciata odierna, per acquisirne piena conoscenza e consapevolezza e permettendo così di contestualizzare i disegni dell'architetto veneto. Vengono analizzate le strategie e le metodologie per ottenere un rilievo il più possibile accurato, spiegando nel dettaglio l'iter della sua realizzazione.
2. La seconda parte della tesi è dedicata alla restituzione bidimensionale dei disegni che compongono il corpus. Si ricalca l'originale, regolarizzando le parti più approssimate e completando quelle mancanti. Attraverso questo metodo tradizionale, affiancato dall'analisi della produzione scritta dell'architetto e delle sue opere realizzate, è stato possibile risolvere una prima serie di ambiguità ottenendo un risultato conforme alla semantica palladiana.

Ricavati gli elaborati definitivi, è stato selezionato il disegno inventariato con il numero 63 (sezione G-G) per approfondire l'analisi tramite applicazioni di tecniche di modellazione 3D, dando interpretazione in tre dimensioni al pensiero e alla visualizzazione dell'architetto veneto. L'analisi di questo disegno porterà alla realizzazione di due modelli tridimensionali. Nella fase di modellazione e ricostruzione è stato fondamentale il confronto con le architetture realizzate da Palladio, in particolare le facciate delle chiese veneziane. Il processo di digitalizzazione, descritto nelle modalità operative e progettuali, nonché nelle criticità incontrate, termina con la realizzazione di un render fotorealistico della facciata con lo scopo di integrarlo nel contesto odierno.

# 1. ANDREA PALLADIO

## 1.1 Premessa

Andrea Palladio è universalmente riconosciuto per il suo ampio operato e per la concezione rivoluzionaria di un sistema architettonico inteso come linguistico-proporzionale, in cui la combinazione dei vari elementi segue precise regole, in maniera tale da garantire la perfetta armonia tra forma-funzione e ornamento-struttura. (1)  
L'opera dell'architetto veneto, insieme al suo trattato "I Quattro Libri dell'architettura", spiega in un modo estremamente innovativo e diretto per l'epoca la sua maniera architettonica e il suo *modus operandi* (1). Questo corpus si presta particolarmente all'uso degli strumenti tecnologici e delle ricostruzioni grafiche, rendendo il digitale un supporto efficace per lo studio delle architetture storiche.



**Figura 1.** Ritratto di Andrea Palladio, 1790 circa, olio su tela. Vicenza, villa Valmarana ai Nani, collezione privata.

## 1.2 Cenni storici

### 1.2.1 Palladio e il suo tempo<sup>1</sup>.

Sono state estratte e tradotte dall'inglese alcune parti del secondo capitolo del libro "Palladio Privato" di G. Beltramini per descrivere al meglio la figura dell'architetto veneto e il contesto storico-culturale:

*"Quando il lapicida Andrea Palladio, figlio di Pietro da Padova, diventa Andrea Palladio? Stando alle carte in nostro possesso esistenti, il soprannome destinato a diventare mito comparve per la prima volta il 25 febbraio e il 10 marzo 1540, quando fra i presenti a due atti del notaio Bortolo Carpo è registrato "Andrea Palladio q, Petri scultore". [...]"*

*Palladio chiaramente non voleva essere identificato come un artigiano, ma il suo tentativo di usare il nuovo pseudonimo Palladio fu frainteso dal notaio. Bisognerà aspettare l'anno successivo perché il nome Palladio venga registrato senza alcuna difficoltà. Ma non ha preso piede subito; due anni dopo, nel contratto tra i fratelli Thiene e i muratori per la costruzione del loro splendido palazzo a Santo Stefano,*

---

<sup>1</sup> **Beltramini, G.** Palladio Privato. Lars Müller Publishers. (2012), secondo capitolo, pp. 21-39 (2)

*"mastro Andrea q. Tagliapietre di Petri" era presente. Ciononostante, dal 1545 in poi, il nuovo nome fu attuale; in seguito, sarebbe sempre stato Palladio o Paladio (secondo l'uso veneziano). Ma cosa è successo? Come si è arrivati alla trasformazione di un geniale capomastro in un architetto dal nome al tempo stesso musicale e che profuma di classicismo in una città di provincia lontana dalle capitali culturali della penisola come Roma, Firenze o Venezia? Era un giovane che non proveniva da una famiglia di artisti, e nemmeno da una famiglia di costruttori, come Sanmicheli e Andrea Moroni. Né ebbe una formazione artistica come pittore, come Bramante o Raffaello, né come scultore, come Michelangelo e Sansovino. Soprattutto c'era il suo talento, che Palladio invocava nel leggendario prologo del suo tesoro I Quattro libri dell'architettura, pubblicato a Venezia nel 1570: "Guidato da una naturale propensione mi diedi nei miei primi anni allo studio dell'architettura". Si trattava di un'inclinazione precoce, confermata dall'opportunità di entrare in società, come espresso da Cavazza nel contratto del 1523. [...].*

*È dal Sansovino, dal Sanmicheli o da Giulio, più che dall'anziano Giovanni da Porlezza, che Andrea potrebbe aver appreso cosa fosse un architetto, l'importanza fondamentale del design, della formazione intellettuale, dell'uso delle fonti antiche, nonché la capacità di muoversi senza imbarazzo nel mondo dei committenti e degli aristocratici, sia negli ambienti pubblici che in quelli privati. [...]*

*Anche a Vicenza, inoltre, vissero uomini come Antenore Pagello, Vale rio Barbarano, Antonio Francesco Olivieri, ai quali Palladio rese omaggio nei Quattro libri per la loro abilità architettonica con tale entusiasmo che oggi è deplorabile non poter avere un chiaro senso delle loro realizzazioni. [...]*

*Nel XVI secolo, Vicenza era una delle regioni più dinamiche al mondo per la lavorazione e il commercio della seta. La migliore seta d'Europa veniva prodotta a Vicenza: i bachi da seta venivano allevati in tenute di campagna, e la seta veniva tessuta in mulini alti diversi piani, ben visibili sulle mappe cinquecentesche. I membri delle famiglie nobili - Porto, Piovene, Poiana, Sara cenò, Godi, Thiene e Chiericati - erano direttamente coinvolti sia nel suo commercio che nella sua produzione. Erano gli stessi aristocratici che commissionarono a Palladio la creazione di una nuova architettura, non un'architettura provinciale, ma commisurata ai loro rapporti di cosmopolitana e ai visitatori stranieri che arrivavano in città. Ma forse tutto questo non sarebbe bastato senza un incontro che ha accelerato decisamente la crescita di Andrea, quello dell'incontro con Giangiorgio Trissino. [...]*

*La dinamica di questo incontro rimarrebbe sconosciuta se non fosse per la prima biografia non autorizzata di Palladio, scritta nel 1616 dal canonico vicenziano Paolo Gualdo, che probabilmente lo aveva conosciuto e che era vicino a chi lo aveva conosciuto. Scrive il Gualdo: Questo Trissino, vedendo che Palladio era un giovane molto intelligente e molto dotato nelle scienze matematiche, deliberò, per coltivare la sua innata intelligenza, di spiegargli Vitruvio e lo condusse anche con sé a Roma per tre volte. [...]*

*Trissino deve aver avuto il piacere di favorire lo sviluppo di un uomo di trent'anni più giovane di lui (e che avrebbe potuto essere letteralmente suo figlio), proprio come quegli altri due giovani amici e protetti di Giangiorgio che avevano la stessa età di Palladio: il poeta Marco Thiene e il pittore Giovanni Battista Maganza. Gian Giorgio non era molto contento dei suoi figli naturali. Giulio, il maggiore, nato da un primo matrimonio quattro anni prima di Palladio, era perennemente in cattivi rapporti con il padre perché temeva di perdere i suoi diritti a favore del fratellastro Ciro, figlio della seconda moglie di Giangiorgio. Ma nemmeno Ciro condivideva la passione del padre per il nuovo linguaggio basato sull'architettura dell'antichità; nel suo testamento fece molte osservazioni critiche circa l'eliminazione dei costosi ornamenti gotici in pietra che il padre intraprese nella ristrutturazione della villa Cricoli e dei palazzi di famiglia in città. I debiti di Palladio nei confronti di Trissino erano innumerevoli. Da Trissino e dal suo dinamico classicismo, Palladio colse l'importanza di una visione complessiva del mondo antico, dall'architettura all'idraulica, dall'agricoltura al teatro. [...]*

*Quali connotazioni evocava il nome Palladio nel Veneto del Cinquecento? Soprattutto, Pallas Athena, la dea della saggezza: "l'attuale dimora di Pallade" è la Padova dei letterati e degli artisti nella Pastorale di Ruzante (1521). [...]*

*"L'angelo Palladio" è l'angelo custode del generale Belisario, il capo delle forze per il bene. Dal secondo libro in poi, consiglia, guida e salva la vita di Belisario e dei suoi generali da assassini e avversari, dimostrando al contempo un'elevata competenza negli accampamenti militari, nei progetti di costruzione e nelle configurazioni urbane. Nel libro XIII spiega a Callidio, "l'onore degli architetti umani", come costruire mulini sul Tevere presso l'Aventino. Palladio fu un nome adottato da vari letterati dell'epoca – noti a Trissino – tra i quali Blosio Palladio (al secolo Biagio Pallai), poeta di lingua latina e cortigiano papale proprio negli anni in cui Trissino lo era lui stesso, e tale amante dell'architettura da commissionare a Baldassarre Peruzzi negli anni '30 del Cinquecento il progetto di una villa in stile antico alle pendici di Monte Mario a Roma. È molto probabile che Andrea fosse in debito con Trissino per*

*il suo soprannome. Tanto più che ne L'Italia liberata è possibile scorgere, tra le righe, più di un dettaglio personale della vita di Giangiorgio. Il peccato Agrilupo, uomo "senza religione e senza fede", costretto a perseguire il fratello e a disprezzare il padre, ha tratti simili, come si vedrà, a Giulio Trissino." (2)*

## 1.2.2 Nascita ed evoluzione del linguaggio architettonico di Palladio



**Figura 2.** Ritratto di Giangiorgio Trissino, Vincenzo Catena, 1525

L'influenza di Trissino e il primo viaggio a Roma dell'architetto all'inizio degli anni Quaranta del 1500 decretano sicuramente la nascita del linguaggio architettonico di Palladio e della sua cifra stilistica. Riferendosi a questo primo viaggio, G. Beltramini afferma:

*"Trissino cambiò la vita di Palladio portandolo a Roma. Dopo averle a lungo immaginate, ascoltate descriverle, copiate dai quaderni di chi le aveva viste con i propri occhi, nell'estate del 1541 Palladio partì con Trissino per un viaggio a Roma*

*per un appassionato incontro a tu per tu con i grandi monumenti architettonici dell'antichità. Il loro viaggio seguì la costa adriatica fino a Rimini, poi proseguì sulla via Flaminia fino a Roma. A distanza di quasi trent'anni, l'emozione prodotta da quel primo incontro con l'antichità riecheggia ancora nelle pagine dei Quattro libri: "trovandola molto più degna di studio di quanto avessi creduto in un primo momento". E Palladio sarebbe tornato a Roma almeno altre tre volte: nel 1545, nel 1547 (forse nel 1549) e ancora nel 1554. Ci sono ulteriori informazioni sul secondo viaggio di Palladio e Trissino a Roma nell'autunno del 1545, con tappe a Ravenna, Rimini, Ancona e Recanati prima di dirigersi a Roma [...] La sua vita romana fu occupata soprattutto da meticolose osservazioni e misurazioni delle antichità classiche, di cui rimangono tracce visibili in numerosi disegni palladiani e nei Quattro libri."<sup>2</sup> (2)*

Mentre H. Burns afferma:

*"E fu ancora con Trissino che Palladio fece quei viaggi a Roma che, negli anni Quaranta del Cinquecento, gli rivelarono quel carattere dell'architettura antica e moderna nella città che egli aveva conosciuto fino ad allora solo attraverso il Quarto*

<sup>2</sup> **Beltramini, G.** Palladio Privato. Lars Müller Publishers. (2012), secondo capitolo, pp. 32-35 (2)

*Libro (1537) e il Terzo Libro (1540) di Sebastiano Serlio. Trent'anni dopo Palladio ricorderà come avesse trovato le costruzioni antiche "di molto maggiore osservazione degne, ch'io non mi aveva prima pensato" (Quattro Libri, 1, p. 5). Queste opere, viste con occhi nuovi in età piuttosto matura, ebbero su di lui un impatto estremamente forte e gli fornirono un'ampia gamma di modelli che egli immediatamente adattò ai suoi lavori. Molto probabilmente Trissino guidò Palladio anche nelle sue prime letture di Vitruvio. Non si sa se Palladio fosse in grado di leggere il latino; ma anche se non lo fosse stato (e comunque non bisogna escludere che egli possedesse una sufficiente conoscenza della lingua) intorno al 1540 era già possibile accedere a molte opere fondamentali latine e greche in versione italiana (il trattato dell'Alberti, ad esempio, appare in una traduzione italiana già nel 1546). Il che doveva essere di grande aiuto agli sforzi compiuti da Palladio per acquisire una cultura di ampio raggio ed assimilare testi che presentavano difficoltà anche agli studiosi.”<sup>3</sup> (1)*

Ciò consente a Palladio di distinguersi dagli architetti suoi contemporanei: inizia ad utilizzare una serie ben definita di forme e proporzioni, rendendo l'ordine architettonico un generatore di possibilità sia bidimensionali che tridimensionali. Questo gli permette di far capo ad un numero sempre maggiore di richieste e commissioni che molto spesso avevano elementi in comune tra loro.

Era quindi necessario creare un catalogo di forme ed elementi capace di essere riutilizzato in più situazioni e di essere adattato in base alle necessità, in maniera tale da ridurre il carico di lavoro e velocizzare il processo di realizzazione dell'opera.

Questa pragmaticità, dovuta probabilmente anche al suo passato da scalpellino, rende l'architettura di Palladio accessibile ad un pubblico diversificato.

È necessario anche menzionare Trissino, il quale era per la sua epoca uno dei maggiori studiosi ed esperti di ortografia e teoria letteraria: la sua influenza ha creato un probabile legame tra la struttura delle lingue e l'approccio metodico alla progettazione architettonica. Palladio ha così probabilmente assorbito l'approccio razionale degli umanisti, dando in questo modo carattere logico alla sua architettura (2).

---

<sup>3</sup> **Burns, H.** Andrea Palladio (1508-1580): la creazione di una architettura sistematica e trasmissibile. Opere di Andrea Palladio nel Veneto, catalogo della mostra (1998) (1)

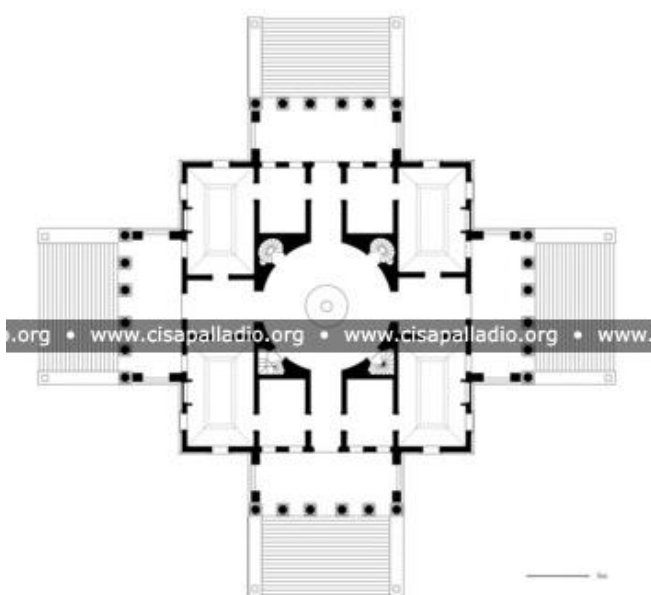


Scrivo al riguardo G. Beltramini:

*“L'architettura di Palladio deve molto allo studio della lingua italiana da parte di Trissino. La sua architettura, infatti, è strutturata come un linguaggio, con una propria grammatica e sintassi, definita da regole comunicabili che organizzano elementi concettualmente standardizzati, che vanno dalla forma di porte e finestre alle proporzioni degli ambienti”<sup>4</sup>*



**Figura 3.** Villa Capra, detta la Rotonda. C. Mazzella, 2022



**Figura 4.** Planimetria Villa la Rotonda, Palladio Museum

La Villa Palladiana è l'opera che caratterizza al meglio la modularità e il linguaggio dell'architettura di Palladio. Essa presenta gli elementi che, fin dal principio, caratterizzano la semantica dell'architetto veneto. La similitudine degli elementi architettonici permetteva un accesso alla realizzazione delle opere anche ai committenti che disponevano di minore disponibilità economica, i quali potevano scegliere alternative meno costose e ottenere ugualmente manufatti di grande impatto visivo. La Villa palladiana è

caratterizzata quindi da un frontone di notevoli dimensioni, che ha lo scopo di spiccare nella pianura vicentina ed è dotata di logge per fornire ombra e riparo. Anche la distribuzione degli interni è normata dalla dialettica dell'architettura palladiana, seguendo una precisa distribuzione degli spazi: nel sottotetto vi erano aree adibite alla conservazione del grano, mentre al pian terreno si

<sup>4</sup> **Beltramini, G.** Palladio Privato. Lars Müller Publishers (2012), secondo capitolo, pp. 32 (2)

trovavano le cucine e le zone di servizio. La loggia e il salone invece occupavano lo spazio centrale della costruzione mentre, ai lati, erano sistemati simmetricamente grandi camere rettangolari e altre stanze di piccole e medie dimensioni. La fama di Palladio aumentò così velocemente che già dal 1542 egli si impegnò nella costruzione di importanti palazzi nella città di Vicenza. Secondo Burns (1) fu infatti fondamentale per lui la progettazione di palazzo Thiene (1542) che gli permise di affermarsi, grazie anche alla grande capacità comunicativa del suo stile.

Lavorerà per questo alla realizzazione di opere di importanza maggiore, come il Teatro Olimpico e il Palazzo della Ragione, ma anche a numerose opere e concorsi che lo porteranno lontano da Vicenza, come la partecipazione al progetto per il completamento della facciata della Basilica di San Petronio a Bologna.

### 1.3 Il trattato palladiano: I quattro libri dell'architettura



Palladio, a differenza degli altri protagonisti della scena artistica veneziana, non è riuscito in modo significativo ad aumentare progressivamente le proprie entrate attraverso il suo lavoro. A partire dagli anni Cinquanta del Cinquecento, svolse quindi un'altra attività parallela al suo ruolo di architetto, quella dell'editoria, poiché le idee erano essenzialmente ciò che aveva da vendere. Nel 1570 pubblicò I Quattro libri dell'architettura, concepiti come un vero e proprio mezzo per comunicare il proprio linguaggio architettonico, le proprie regole e i propri modelli. (2)

**Figura 5.** I Quattro libri dell'architettura, A. Palladio, 1570

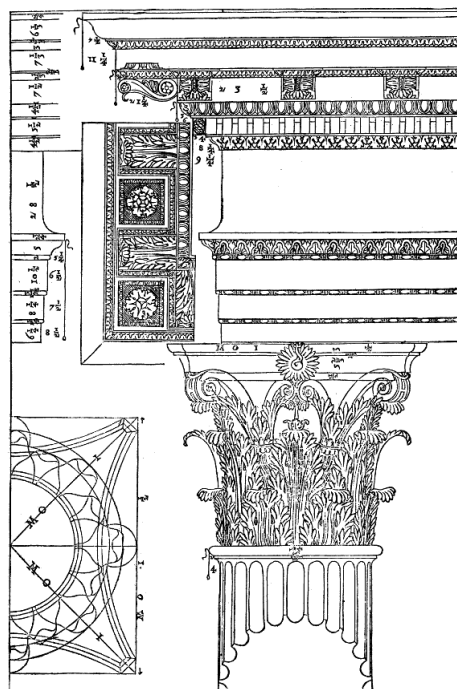
*“I Quattro Libri (Venezia, 1570) rappresentano l'autorevole testamento architettonico di Palladio, nel quale egli espone le sue formule per gli ordini, per le misure delle stanze, per la progettazione delle scale e per il disegno dei dettagli. Nel Quarto Libro egli pubblicò le ricostruzioni dei templi romani che aveva studiato più attentamente, e nel Secondo e nel Terzo libro offrì (cosa che nessun architetto aveva fatto prima)*



*una sorta di retrospettiva dei suoi disegni per palazzi, ville, edifici pubblici e ponti.*"<sup>5</sup> (1)

All'interno del suo trattato Palladio presenta gli edifici e i loro dettagli in uno stile chiaro, fornendo tutte le dimensioni e utilizzando una scala metrica conosciuta e utilizzata all'epoca: il piede vicentino (0,357m). Oltre a schematizzare e comunicare il metodo di lavoro, Palladio cambia anche il modo di descrivere l'architettura, inserendo le misure non solo nel testo, ma anche nelle tavole, rendendo il disegno scientificamente interpretabile e accessibile a tutti. Poniamo l'attenzione per questo elaborato di tesi sul "Primo Libro" di questo trattato, in cui sono fissate le sue regole grammaticali. Lo stesso Palladio definisce l'opera come "[...] un breve trattato de' cinque ordini, e di quelli avvertimenti che sono più necessari nel fabricare [...]"<sup>6</sup> (3) indicando già dalle prime pagine come disegnare i cinque ordini architettonici usando le proporzioni corrette. All'interno dello scritto, infatti, viene illustrato ogni elemento di ciascun ordine e come questo viene misurato, partendo dal diametro della colonna e utilizzando quest'ultimo come modulo da inserire nelle diverse soluzioni, imitando Vitruvio.

Scriva infatti lo stesso Palladio: "[...] è da sapersi, ch'io nel partire, e nel misurare detti ordini non ho voluto tor certa, e determinata misura, cioè particolare ad alcuna Città, come, braccio, ò piede, ò palmo; sapendo che le misure sono diverse, come sono diverse le Città, e le regioni: Ma imitando Vitruvio, il quale partisce, e divide l'ordine Dorico con una misura cavata dalla grossezza della colonna, la quale è comune a tutti, e da lui chiamata Modulo; mi servirò ancor io di tal misura in tutti gli ordini, e farà il Modulo il diametro della colonna da basso diviso in minuti sessanta [...]. Onde potrà ciascuno facendo il Modulo maggiore, e minore secondo la qualità della fabrica servirsi delle proporzioni, e delle sagome disegnate a ciascun ordine convenienti."<sup>7</sup> (3) È quindi scopo dell'autore all'interno del Primo Libro quello di accompagnare il lettore nella decodificazione degli schemi classici e di guidarlo nella loro rappresentazione.



**Figura 6.** I Quattro Libri dell'Architettura, Libro Primo, dettaglio tavola ordine corinzio

<sup>5</sup> **Burns, H.** Andrea Palladio (1508-1580): la creazione di una architettura sistematica e trasmissibile. Opere di Andrea Palladio nel Veneto, catalogo della mostra (1998) (1)

<sup>6</sup> **Palladio, A.** I Quattro Libri dell'Architettura. Ristampa 2018 a cura del CISA Andrea Palladio. Venezia (1570), Libro Primo (3)

<sup>7</sup> **Palladio, A.** I Quattro Libri dell'Architettura. Ristampa 2018 a cura del CISA Andrea Palladio. Venezia (1570), Libro Primo (3)

## 1.4 I disegni di Andrea Palladio

Andrea Palladio si annovera tra gli architetti più importanti degli ultimi cinque secoli, grazie alla sua genialità artistica e alla vastità del suo operato. I suoi disegni, illustrati anche all'interno del suo trattato, hanno generato un vocabolario articolato tale da rendere il suo linguaggio architettonico immediato e accessibile. Questa combinazione di forme e dimensioni traduce il pensiero tridimensionale su un mezzo bidimensionale, rendendo le opere di Palladio interessanti anche dal punto di vista della ricostruzione e restituzione virtuale.

### 1.4.1 Strumenti e tecniche

Abbiamo plausibilmente una chiara indicazione di quali siano state le tecniche e gli strumenti utilizzati da Palladio per la realizzazione e la riproduzione di architetture grazie a Vincenzo Scamozzi, il quale ci fornisce una descrizione dettagliata degli strumenti e delle tecniche del disegno architettonico di quel periodo:

*“Nel Disegnare le piante degli edifici in buona forma noi osserviamo de tirare col stiletto di Avorio, e dappoi con la penna [...] le righe siano di Pero, ò Pomo, ò Gigiolo, ò Sorbo dimestico, ò salvatico; come legni gentili, trattabili, e costanti alla mutatione de' tempi[...].e da un canto habbiano l'orlo à squadro per tirar le linee occulte o morte con la puntina dello stilo d'avorio, o con una punta d'un temperarino, ò d'ago non pungente [...]; mà l'altro orlo sia poco levato gli angoli di quà, e di là per il terzo della grossezza: affine che nel tirar le linee d'inchiostro elle non imbrattino la carta [...] I compassi siano più tosto d'ottone, che d'altra materia che s'irruginisca; ben leggieri e sottili di gambe, purchè non tremino [...] e quanto al numero possono bastare per ordinario tre, cioè grande, mezano, e picciolo: poiche il molto numero de' compassi confonde, [...] e l'una puntina ad ogn'una d'essi habbia un taglio di bullino al lungo alla parte di dentro; acciò tinta nell'inchiostro a' bisogni faccia l'effetto della penna: quando si fanno portioni di cerchi, archi, e simili altre cose [...] E Quanto alle squadre, le grandi siano di pero, ò d'altro legno gentile, e ben stagionato, e le picciole d'ottone [...] Le Penne siano d'Oca nostrana trattabili, chiare, e trasparenti, e di mezana grossezza ... Siano temperate con tagli alquanto lunghetti al modo del rostro dell'Aquila, & in punta ridotte sottili mezanamente [...] Ma le penne da intorniare, e disegnar capitelli, e simili cose siano alquanto più dolci, e trattabili: acciò con gratia raddoppino meglio i tratti bisognevoli dalle parti dell'ombre. Noi lodiamo questa sorte di penne; perche sono pieghevoli, e non si consumano per la loro nervosità, e non arsano ad un tratto l'inchiostro, ne rodono gli orli alle*

*righe, come fanno quelle d'Ottone, o d'Argento, o d'altro metallo; ne anco tagliano la carta [...]*<sup>8</sup>

Palladio, con tutta probabilità avrà utilizzato queste stesse tecniche e questi stessi strumenti anche per la realizzazione dei disegni per la facciata di San Petronio.

---

<sup>8</sup> **Scamozzi, V.** Capitoli XIV e XV del Libro Primo dell'Idèa dell'Architettura Universale, Venezia 1615.

## 2. LA BASILICA DI SAN PETRONIO E LA SUA FACCIATA

### 2.1 La Basilica

#### 2.1.1 Aspetti storici

La Basilica di San Petronio ha origine nel XIV secolo, quando *“si sparse voce in Bologna di certi miracoli operati dall' acqua del pozzo che trovasi nella chiesa di Santo Stefano dietro la tomba di S. Petronio. La credenza trovò facile adito e fino d' allora si parlò d' intitolare al nuovo santo protettore una vasta chiesa”*.<sup>9</sup> (4) I primi fondi vengono raccolti il 31 gennaio 1390 e successivamente *“Commissione del Consiglio de' Seicento a Maestro Antonio di Vincenzo muratore, di fare il modello della nuova chiesa di S. Petronio secondo il disegno da lui fatto in carta bombacina, e di già accettato, subordinando l'esecuzione di questo modello alla direzione di frate Andrea Manfredi da Faenza.”*<sup>10</sup> (5) Antonio di Vincenzo era una figura importante, anche per aver realizzato la Loggia della Mercanzia nel 1384, insieme al campanile di San Francesco nel 1397. Egli immaginava la chiesa di San Petronio in questo modo: *“Doveva avere la pianta a croce latina, i bracci verticali dovevano misurare metri 216,60, gli orizzontali metri 140,60; sulla crociera una cupola ottagonale alta metri 156 con un diametro di metri 49,91, e sui quattro angoli del braccio trasversale quattro torri.”*<sup>11</sup> (4)

Fu posata la prima pietra per la fabbrica di San Petronio il 3 giugno 1390 e si iniziò la costruzione a partire dalle cappelle laterali, fino ad un brusco rallentamento causato dalla mancanza di fondi. (4)

Nel 1441 i lavori ripresero con la realizzazione di alcune cappelle e il campanile, mentre, nel 1509 furono realizzate gli otto pilastri che avrebbero avuto il compito di sorreggere la cupola. I lavori però rallentarono a causa della mancanza di risorse economiche e l'obiettivo di completare la basilica secondo l'idea di Antonio di Vincenzo sfumò velocemente, fino a scomparire totalmente nel 1561 con la costruzione dell'Archiginnasio.

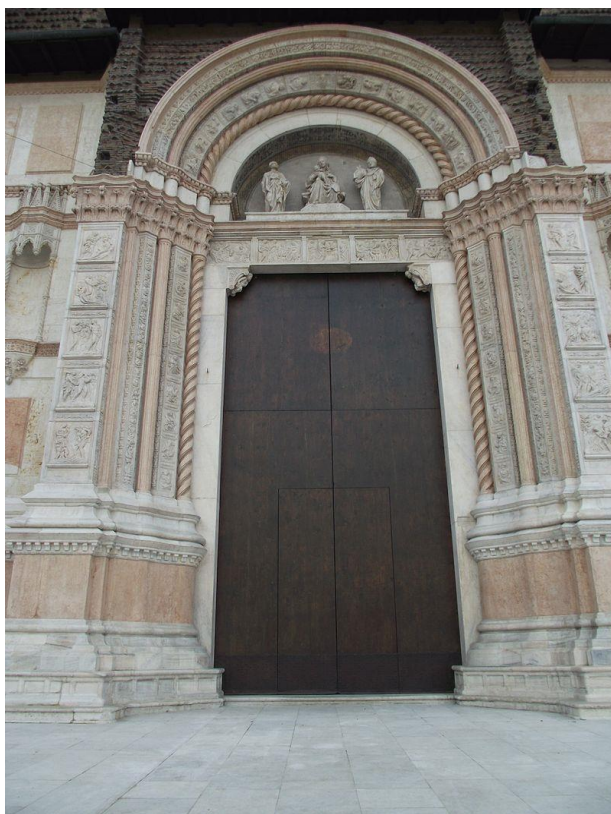
La facciata invece fu in parte realizzata, con il basamento completato secondo il disegno originale e il portale maggiore commissionato a Jacopo della Quercia, rimasto parzialmente incompiuto a causa della morte dell'artista. (4)

---

<sup>9</sup> **Gatti, A.**, La basilica di S. Petronio ed il concorso per la sua facciata, Bologna/Successori Monti, 1887, pag. 14 (4)

<sup>10</sup> **Gatti, A.** La fabbrica di S. Petronio. Indagini storiche (con 18 disegni), Regia tipografia, 1889, pag.68 (5)

<sup>11</sup> **Gatti, A.** La basilica di S. Petronio ed il concorso per la sua facciata, Bologna/Successori Monti, 1887, pag. 18 (4)



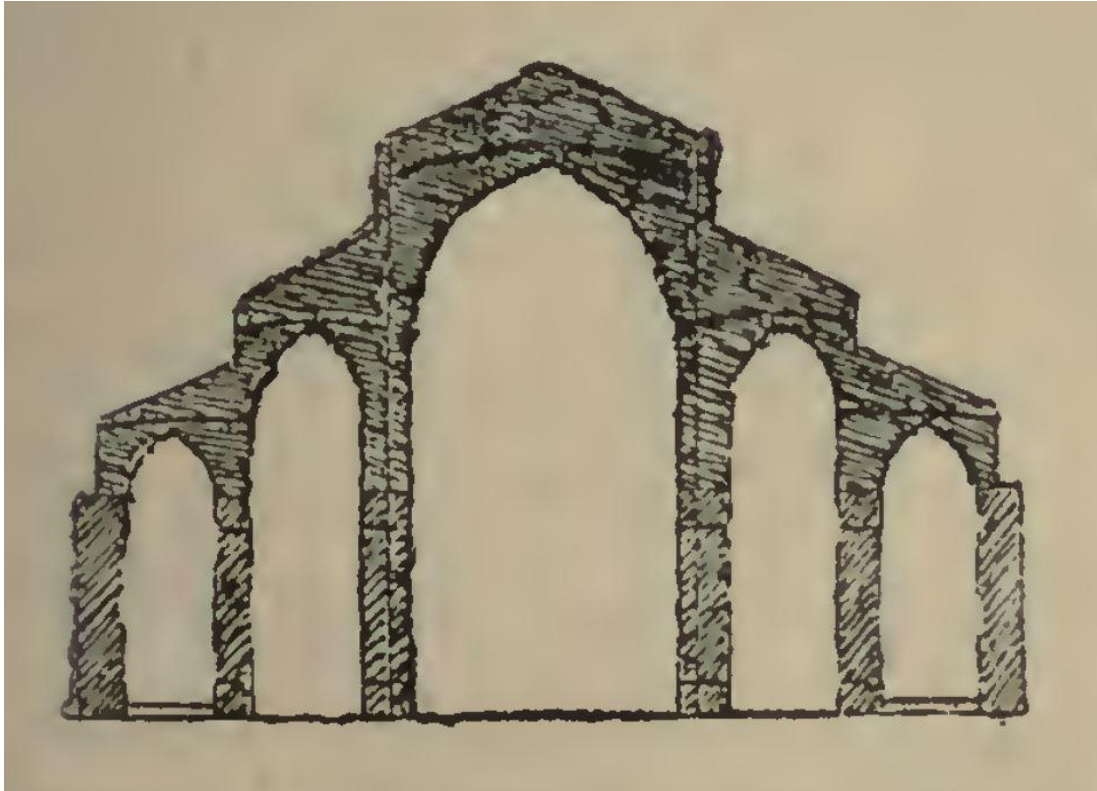
*Figura 7. Il portale maggiore realizzato da Jacopo della Quercia*

In un secondo momento, Ercole Seccadenari disegnò nel 1524 i portali minori, ma l'idea principale mutò nel corso del tempo. Il Varignana (Domenico Aimo), si occupò successivamente dei complessi scultorei sotto la guida dell'architetto Antonio Morandi e, nel 1556, il suo disegno fu approvato per il completamento della facciata. I lavori procedettero lentamente, a causa di contestazioni dovute ad architetti che non apprezzavano lo stile tedesco della facciata, poiché tipico del gotico nordeuropeo e lontano dalle forme classiche. In modo particolare, questo disprezzo era particolarmente sentito da Domenico Tibaldi e Francesco Morandi detto il Terribilia, i quali proposero dei nuovi disegni. I due artisti semplificano il linguaggio gotico, attualizzandolo e rendendolo più classico. Per questo motivo fu chiamato a Bologna Andrea Palladio, il quale aveva il compito di valutare queste nuove proposte. Reputando anche lui che *"l'architettura tedesca fosse barbara e brutta"*<sup>12</sup>, non seppe decidersi e approvò entrambi gli elaborati. (4)

Nel 1587 il Terribilia diventò l'architetto per le volte centrali e, in due anni, costruì la prima volta a crociera. Morandi era particolarmente avverso al gotico e, nei suoi disegni, cercò di forzarlo secondo le regole dell'architettura classica: *"Per tanto ad avere la degradazione proporzionale delle tre altezze, cioè cappelle, navi piccole e nave di mezzo, egli ricorse alle linee ascendenti del frontone greco, in guisa che tali linee fossero tangenti le curve delle tre volte"*<sup>13</sup> (4)

<sup>12</sup> **Gatti, A.** La basilica di S. Petronio ed il concorso per la sua facciata, Bologna/Successori Monti, 1887, pag. 23 (4)

<sup>13</sup> **Gatti, A.** La basilica di S. Petronio ed il concorso per la sua facciata, Bologna/Successori Monti, 1887, pag. 25 (4)



**Figura 8** Sezione di S. Petronio con la navata centrale secondo il disegno del Terribilia

Il tipo di volta realizzato dal Terribilia venne però considerato troppo ribassato rispetto alla struttura principale e, per questo, Carlo Carracci, detto il Cremona, e Lorenzo Pisanelli criticarono aspramente il suo operato. Essi sostenevano che l'altezza della navata centrale e della facciata dovevano avere le proporzioni del triangolo equilatero. Fu necessario l'intervento del Papa per mettere fine alla disputa il quale *"infastidito all'estremo dai clamori, ordinò che cessasse ogni intenzione di compiere le volte, che si vendessero i materiali accumulati e che la somma ritratta fosse depositata per servire ad altri bisogni della chiesa: e così ogni discussione tacque per molti anni."*<sup>14</sup> (5)

Solo nel 1626, dopo l'approvazione dei disegni di Girolamo Rinaldi, la questione venne nuovamente ripresa. L'idea dell'architetto era quella di realizzare delle volte con una altezza intermedia rispetto a quelle ipotizzate in precedenza, mediando così tra le parti. Nel 1646 venne demolita la porzione progettata dal Terribilia e i lavori si conclusero nel 1659, lasciando la chiesa con l'aspetto odierno. (4)

---

<sup>14</sup> **Gatti, A.** La fabbrica di S. Petronio. Indagini storiche (con 18 disegni), Regia tipografia, 1889, pag.25 (5)

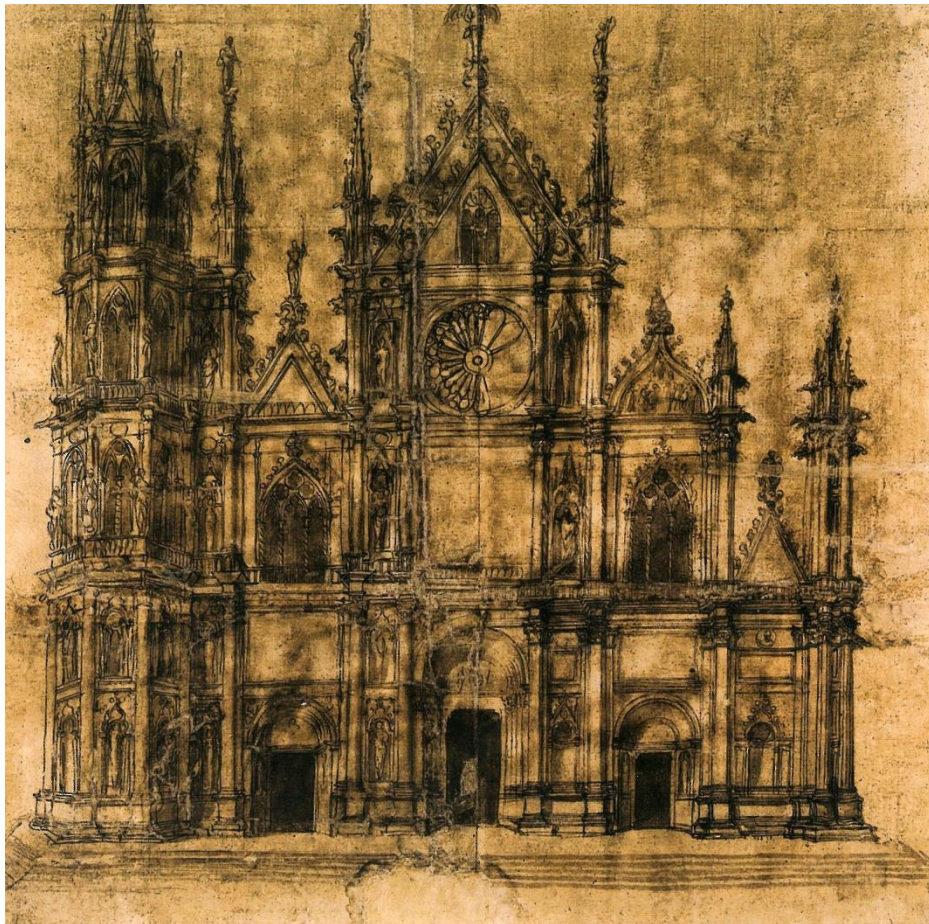


## 2.1.2 La facciata incompiuta e i progetti per il suo completamento

Il tema del completamento della basilica e, in modo particolare, della sua facciata, è sempre risultato centrale durante il processo di costruzione della chiesa. Sono stati realizzati molti disegni e progetti nel corso degli anni ed è bene ricordare come nel XVI secolo vennero coinvolti alcuni tra i maggiori architetti dell'epoca: si pensi a Giulio Romano, Baldassarre Peruzzi, Jacopo Barozzi da Vignola e lo stesso Andrea Palladio.

Questi architetti dovettero confrontarsi con il basamento già realizzato di Antonio di Vincenzo e la porta maggiore di Jacopo della Quercia. I disegni di questi artisti mantenevano, nella maggior parte dei casi, il basamento esistente, ripudiando lo stile gotico e cercando di mascherarlo all'interno delle loro rappresentazioni.

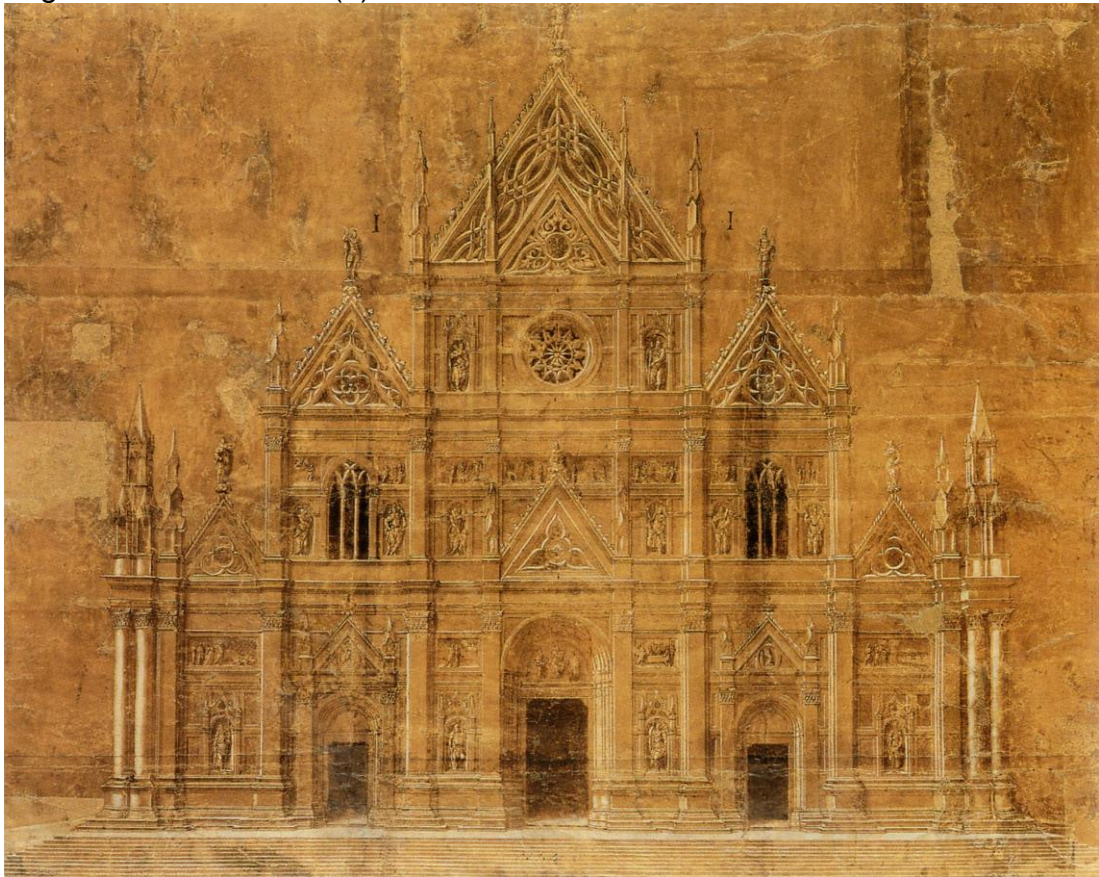
Inoltre, il basamento era impossibile da rimuovere, sia per una questione di costi e materiali, sia per una valenza strutturale. Era anche credenza comune la necessità di continuare la realizzazione di un fabbricato per come era stato pensato, poiché si dava importanza all'origine dell'opera e alla sua essenza (6). Nel 1522 Baldassarre Peruzzi fu chiamato dai Bentivoglio a Bologna. Egli, che era allievo di Bramante e Raffaello, disegnò diverse proposte per il fronte della Basilica. Il suo stile prevalentemente gotico e caratterizzato da una spinta di grandiosità veniva mediato dalla solidità della struttura tipica del



**Figura 9** Baldassarre Peruzzi. Proposta per la facciata con campanile ottagonale, Basilica di San Petronio, Bologna, 1522.

Rinascimento. In uno dei suoi disegni principali la facciata è suddivisa in tre livelli e, in un altro elaborato, prevedeva la presenza di un campanile ottagonale accanto ad un angolo della basilica. (7)

Nel 1543 fu eletto ingegnere per la Fabbrica Jacopo Barozzi, il quale scelse anche lui per le sue opere l'esuberanza del gotico. Riuscì però a contenerla e a farla comunicare con le rigide regole del classicismo, rispettando le simmetrie e la costruzione delle parti. Come per il disegno di Peruzzi, anche questa facciata è suddivisa in tre livelli, con una caratterizzazione maggiore degli elementi trionfali. (7)



*Figura 10* Jacopo Barozzi da Vignola. Seconda proposta per la facciata, Basilica di San Petronio, Bologna, 1545

Nel 1545 fu convocato a Bologna Giulio Romano a causa di una faida tra lo stesso Barozzi e Ranuzzi, l'altro architetto della Fabbrica. Suo compito era di dare un giudizio ai disegni di entrambi gli artisti. Selezione come vincitore l'elaborato del Vignola, ma non fu possibile decretare la decisione finale poiché alcuni documenti andarono persi. (7)

Il disegno di Giulio Romano per il fronte, realizzato con Cristoforo Lombardo, è una rielaborazione dello stile gotico: si tratta di un telaio monumentale dalle fattezze classiche decorato con forme ed elementi del tardo medioevo. Inoltre, vi è la presenza di una cupola gotica. (7)



Nel paragrafo successivo verranno approfonditi i progetti di Andrea Palladio per la facciata di San Petronio.



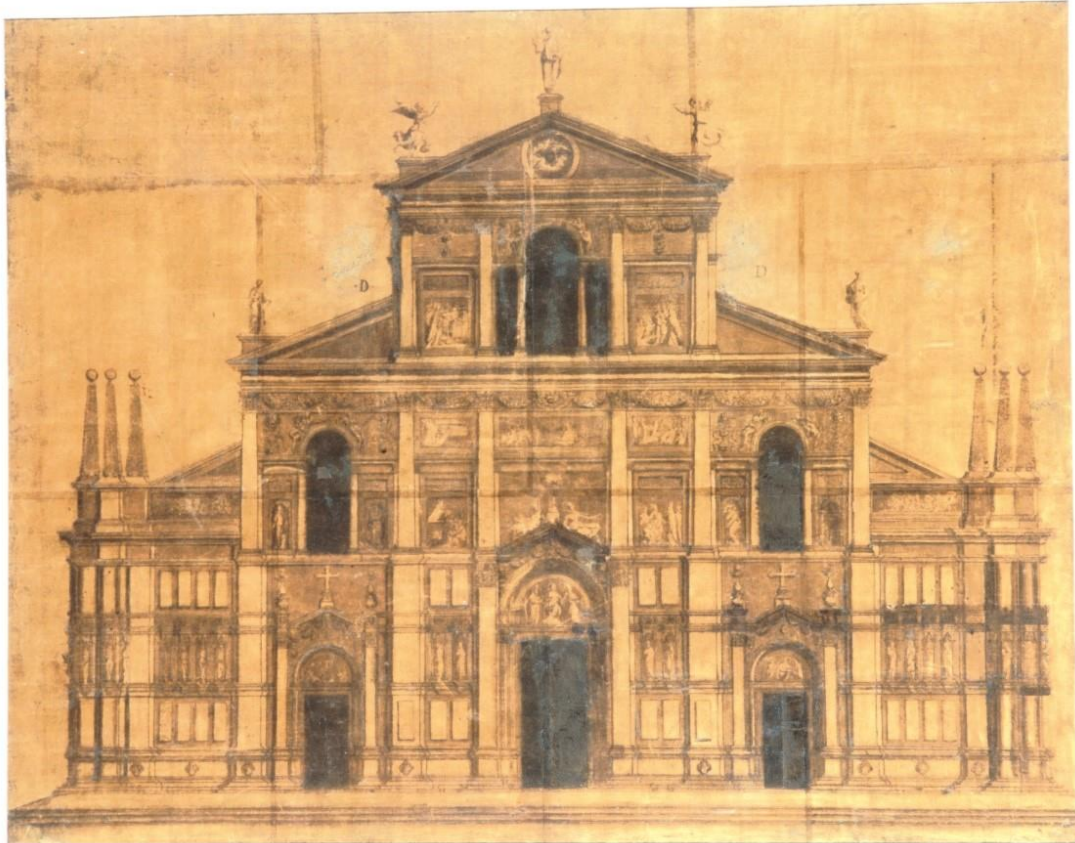
**Figura 11** Giulio Romano. Proposta per la facciata con due versioni alternative, Basilica di San Petronio, Bologna, 1545

## 2.2 Andrea Palladio per San Petronio

Nel 1572 fu convocato a Bologna Andrea Palladio. Come detto in precedenza, il suo compito era quello di valutare i disegni del Terribilia e di Domenico Tibaldi, i quali cercarono di combinare tra loro le decorazioni di Varignana e la struttura di Peruzzi. Palladio giudicò positivamente entrambi gli elaborati e si propose di produrre una sua interpretazione della facciata. (4)

Era suo desiderio rimuovere il basamento esistente ma, dopo alcune considerazioni di tipo economico, abbandonò l'idea collaborando con il Terribilia. Per ingraziarsi i committenti quindi decise di mantenere la parte terminale della facciata e di inserire al di sopra di essa una chiesa all'antica (6). Quest'ultima era adornata di pilastri classici ai lati e di porte centrali e laterali, sovrastate da ordini corinzi geometricamente ricostruiti nella maniera

classica. Palladio, quindi, considerava il basamento esistente come un elemento di secondo piano su cui costruire una nuova facciata. (6)



**Figura 12** Andrea Palladio e Francesco Terribilia. Proposta per la facciata con mantenimento del basamento esistente (sezione D-D), Basilica di San Petronio, Bologna, 1572

Il disegno fu approvato nel 1577 e presto furono acquistati i materiali per iniziare i lavori. Nel novembre dello stesso anno però, il progetto di Palladio fu contestato da numerosi artisti e architetti, i quali criticavano l'unione dell'architettura classica con quella medievale. Fu quindi sospeso l'ordine di esecuzione e l'architetto veneto fu informato dal Terribilia. Palladio gli *“rispose con assai malumore, dicendo non doversi dare ascolto a chi arrogavasi il diritto di censurare senza aver dato prove di capacità per poterlo fare.”*<sup>15</sup> (5)

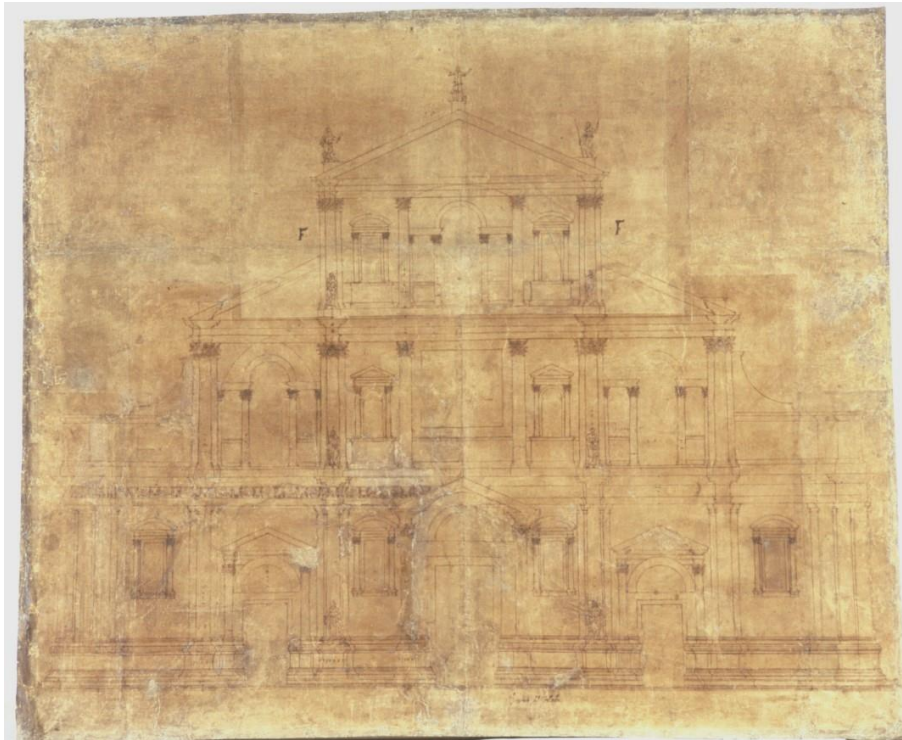
L'architetto interruppe così la collaborazione con il Terribilia e decise di proporre un progetto personale. Inizialmente, decise di mantenere nuovamente il basamento esistente, ma poi cambiò presto idea. *“Utilizzò tre registri di colonne e pilastri che tracciavano un'impalcatura ben definita, con un buon equilibrio tra elementi orizzontali e verticali. Questa soluzione tiene conto del contesto urbano del progetto: i livelli degli ordini sovrapposti sono stati allineati con quelli di altri due grandi edifici della piazza: le logge del Palazzo dei Banchi, costruito dal Vignola intorno al 1565-1568, e il Palazzo del Podestà della metà del XV secolo.”*<sup>16</sup> (6) Sostituì nei disegni successivi il

<sup>15</sup> **Gatti, A.** La fabbrica di S. Petronio. Indagini storiche (con 18 disegni), Regia tipografia, 1889, pag.122 (5)

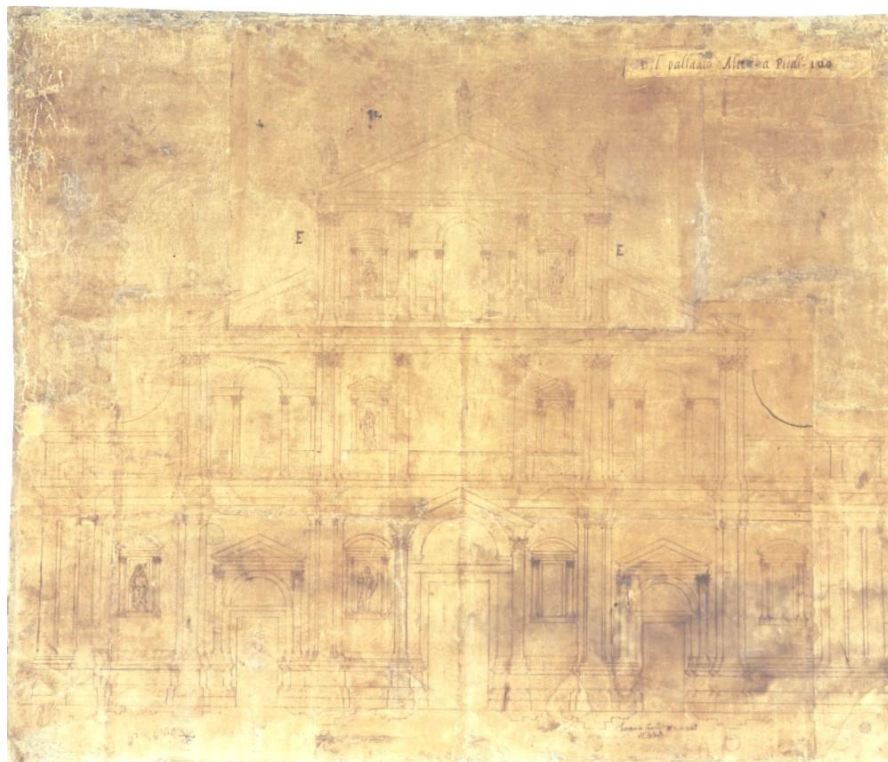
<sup>16</sup> **Beltramini, G.** What Was History for Patrons and Architects in Bologna in 1579? Articolo, 2017 (6)



basamento, realizzando due versioni classiche, mantenendo però la stessa impostazione.

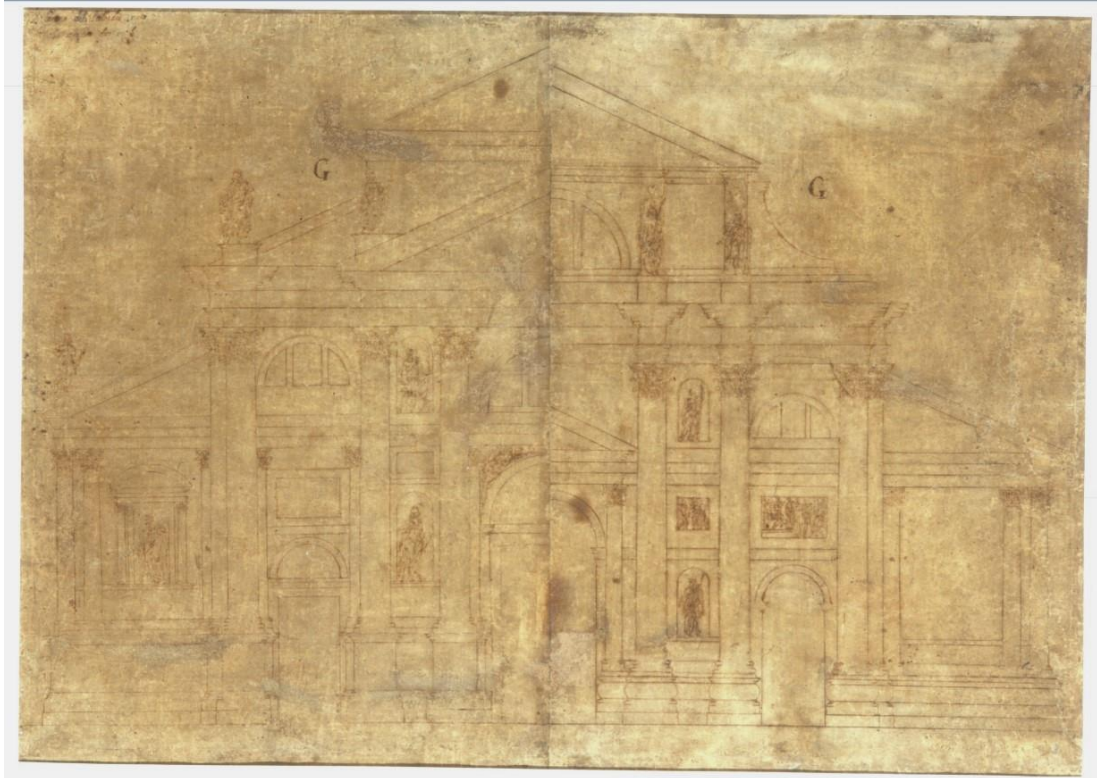


**Figura 13** Andrea Palladio. Proposta per la facciata col basamento di Antonio di Vincenzo (sezione F-F), Basilica di San Petronio, Bologna, 1578



**Figura 14.** Andrea Palladio. Proposta per la facciata con basamenti classici (sezione E-E), Basilica di San Petronio, Bologna, 1578.

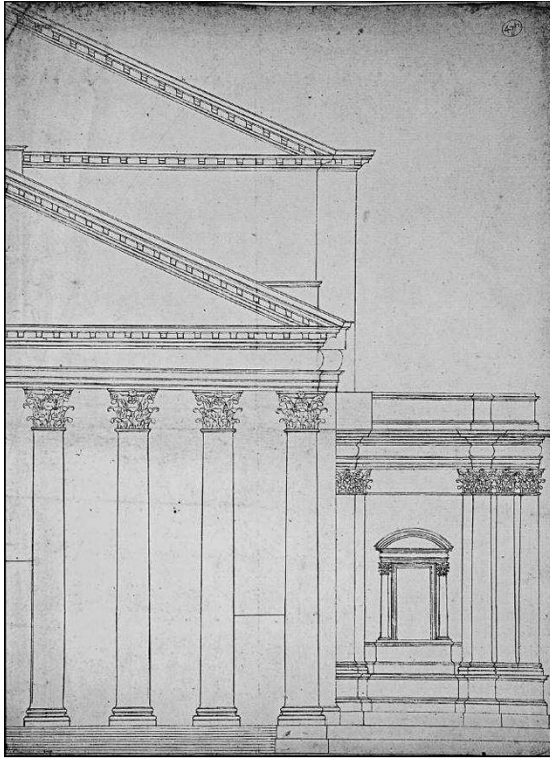
Palladio elaborò successivamente altre proposte di facciate classiche, eliminando completamente la parte esistente. Uno dei disegni più sviluppati presenta due versioni separate a metà da una linea nera. Propone quindi una navata centrale più alta e le due laterali più basse. In queste due soluzioni sono presenti degli ordini giganti in facciata che, nella prima versione, sorreggono un frontone, mentre, nella seconda, una finestra termale. (8) Questo disegno verrà poi approfondito nei capitoli successivi.



**Figura 15.** Andrea Palladio. Proposta per la facciata con due versioni all'antica (sezione G-G), Basilica di San Petronio, Bologna, 1578.

A causa del malcontento generato dalla vicenda e dell'impossibilità di vedere il suo progetto principale realizzato, Palladio utilizzò il suo incarico a Bologna come mezzo per studiare il tema delle facciate delle chiese, continuando quindi a produrre nuovi disegni (6). Una delle proposte presenta un portico in facciata, molto in voga all'epoca e diventato per questo assai popolare. Il disegno fu completato da un assistente di Palladio, che lo ultimò frettolosamente rendendolo povero di dettagli. Quest'ultimo elaborato fu inviato al Papa Gregorio XIII, il quale, bruscamente, non approvò l'idea. (6) Nel 1580 fu indetto un nuovo concorso per il completamento della facciata, mettendo Palladio in secondo piano e abbandonando così ogni suo progetto. (6)





**Figura 16.** Andrea Palladio. Proposta per la facciata con portico, Worcester College Library, Oxford, 1578-79.



**Figura 17.** Andrea Palladio, architetto. Camillo Azzone, disegnatore. Proposta per la facciata con portico, Basilica di San Petronio, Bologna, 1579.

### **3. STRUMENTI E METODOLOGIE: IL PROGETTO PER RILIEVO FOTOGRAMMETRICO DELLA FACCIATA DI SAN PETRONIO**

#### *3.1 Premessa sulle tecniche di rilievo: la fotogrammetria per l'architettura*

In questo elaborato di tesi, per comprendere al meglio il tema del fronte della Basilica di San Petronio e attuare una ricostruzione efficace dei disegni palladiani, viene realizzato un rilievo fotogrammetrico della facciata odierna.

La fotogrammetria è una tecnica di rilievo che rappresenta uno strumento di acquisizione di dati metrici istantaneo e attendibile attraverso l'acquisizione e l'utilizzo di fotografie e senza dover entrare in contatto diretto con l'oggetto di studio. È per questo considerata una procedura accurata di rilevamento e documentazione delle realtà territoriali e costruttive.

Per realizzare un buon rilievo fotogrammetrico e ottenere così un modello della realtà veritiero, è necessario seguire alcune regole:

- È necessario acquisire almeno due immagini, in modo tale da garantire l'associazione di punti comuni.
- La creazione di coordinate tridimensionali a partire da coordinate 2D.
- Il principio di collinearità, il quale non è altro che la differenza tra i valori di osservazione dell'immagine e quelli ottenuti tramite il processo di bundle adjustment.

Oltre a questi principi base, è importante considerare anche la calibrazione della camera, la quale permette di controllare e correggere gli errori dovuti alla distorsione delle immagini e la conoscenza dei Ground Control Points (GCP), ovvero le distanze che servono per estrarre le informazioni metriche (9).

#### *3.2 La progettazione del processo fotogrammetrico per la facciata della Basilica e la creazione del suo modello tridimensionale*

La facciata della Basilica è un oggetto architettonico estremamente interessante e complesso dal punto di vista del rilievo fotogrammetrico a causa delle sue elevate dimensioni e dal gran numero di dettagli: essa, infatti, è alta 51 metri e larga 60.

Data la complessità dell'oggetto da rilevare e l'impossibilità di realizzare da soli un rilievo di tali dimensioni, il modello fotogrammetrico e la porzione di questo elaborato di tesi ad esso dedicata sono stati realizzati in collaborazione con il collega Luca Ballestri.

Per restituire in maniera efficace il modello del fabbricato è necessario seguire un iter ben definito, che verrà illustrato nel prossimo paragrafo.

### 3.2.1 Dal Camera Network all'Image Processing

La qualità delle immagini in fotogrammetria è un fattore chiave. L'oggetto architettonico è stato quindi ispezionato e analizzato prima di procedere all'acquisizione delle immagini, poiché la qualità dell'input determina la qualità del risultato. Si è così susseguito un iter preciso:

1. *Preparazione: scelta di attrezzature e accessori; allestimento del photoset.*

È stato necessario scegliere come prima cosa l'attrezzatura adatta per riprendere la parte basamentale del fabbricato in maniera efficace. Si è optato quindi per questi strumenti:

- Macchina fotografica Canon EOS 1300D
- Cavalletto, per garantire stabilità nella ripresa
- ColorChecker Classic da 24 tasselli
- Obiettivo Canon standard 18mm < f < 55mm

Successivamente, per individuare la scala media del fotogramma digitale, è stato necessario individuare il valore medio di abbracciamento, ovvero la quantità della realtà ripresa nello scatto fotografico di un pixel. Quindi, si è calcolato l'abbracciamento totale e successivamente suddiviso per il numero di pixel. Il risultato ottenuto fornisce le dimensioni nella realtà del pixel (Ground Sample Distance) (9). La definizione della Ground Sample Distance<sup>17</sup> (GSD) permette di

## Camera Calibration

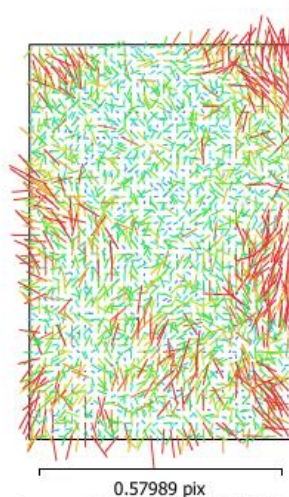


Fig. 2. Image residuals for Canon EOS 1300D, EF-S18-55mm f/3.5-5.6 III (55mm).

### Canon EOS 1300D, EF-S18-55mm f/3.5-5.6 III (55mm)

225 images, precalibrated

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
<i>Figura 18 Camera Calibration per una macchina fotografica Canon 1300D</i>			

<sup>17</sup> L'equazione che definisce il calcolo del GSD è:  $GSD = \frac{\text{distanza dall'oggetto} \times \text{larghezza del pixel}}{\text{lunghezza focale}}$ , dove  $\text{larghezza del pixel} = \frac{\text{larghezza del sensore}}{\text{numero dei pixel}}$

identificare il livello di dettaglio e di precisione del rilievo. Considerando le dimensioni del manufatto e le condizioni di ripresa, dopo alcuni tentativi, si è stabilita una GSD di circa 2mm. Ciò ha imposto una distanza di acquisizione costante di 25m per quanto possibile. Prima dell'allestimento del photoset, è stato necessario effettuare la calibrazione della camera senza ripresa di target, ma tramite specifiche riprese di una area fortemente caratterizzata dell'oggetto da ricostruire. La calibrazione della camera è fondamentale per aumentare la precisione dell'allineamento camere e della triangolazione fotogrammetrica (9).

Ottenuto quindi il valore della calibrazione, si è proceduto con l'allestimento dei set di ripresa.

2. *Ripresa delle immagini: impostazioni della fotocamera; posizioni della fotocamera.*

Le riprese sono state effettuate nelle giornate del 25, 26, 27 luglio 2023 e le fotografie sono state tutte salvate in camera in formato RAW per avere così maggiori informazioni e dettagli più definiti. Le immagini sono state estratte seguendo un percorso emiciclico studiato appositamente per riprendere il manufatto.

A causa delle condizioni meteorologiche e di riflessione della superficie del materiale del basamento, sono stati realizzati 27 SET con queste caratteristiche e in orari strategici della giornata:

*Riprese 25 luglio 2023*

<b>SET</b>	<b>Posizione</b>	<b>ISO</b>	<b>Apertura</b>	<b>Tempi</b>	<b>Distanza in piano [m]</b>
1	perpendicolare	400	F 11	1/40	25
2	perpendicolare	400	F 13	1/30	25
3	perpendicolare	100	F 14	1/40	25
4	scorciato 20° dx, H 15°	100	F 14	1/40	25
5	scorciato 20° dx, H 30°	100	F 14	1/40	25
6	scorciato 20° dx, H 30°	100	F 14	1/40	25
7	scorciato 20° dx, H 15°	100	F 14	1/40	25
8	Non scorciato sx, H 15°	100	F 14	1/40	25
9	scorciato 20° sx, H 15°	100	F 14	1/40	25
10	scorciato 20° sx, H 15°	100	F 14	1/40	25
11	scorciato 20° sx, H 15°	100	F 14	1/40	25
12	scorciato 20° sx, H 15°	100	F 14	1/40	25

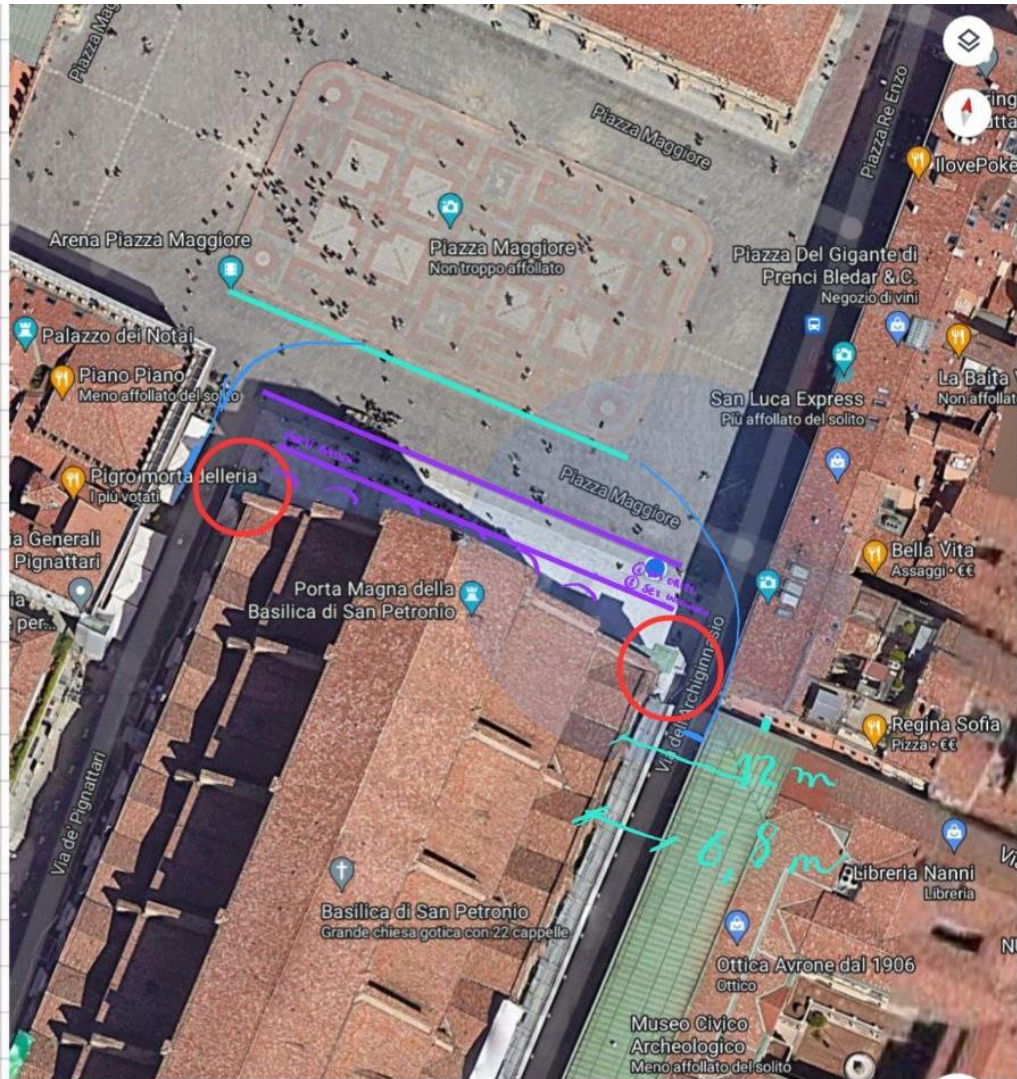


*Riprese 26 luglio 2023*

<b>SET</b>	<b>Posizione</b>	<b>ISO</b>	<b>Apertura</b>	<b>Tempi</b>	<b>Distanza in piano [m]</b>
13	Angolo a sinistra; perpendicolare	100	F 13	1/40	25
14	Angolo a sinistra; perpendicolare	200	F 13	1/40	25
15	Angolo a sinistra; perpendicolare	100	F 13	1/40	25
16	Angolo a sinistra; H 15°	100	F 13	1/40	25
17	Angolo a sinistra; H 30°	100	F 13	1/40	25
18	Perpendicolare frontale	100	F 14	1/40	25
19	Perpendicolare scorciato 20° da dx a sx	100	F 14	1/40	25
20	Perpendicolare scorciato 20° da sx a dx	100	F 14	1/40	25

*Riprese 27 luglio 2023*

<b>SET</b>	<b>Posizione</b>	<b>ISO</b>	<b>Apertura</b>	<b>Tempi</b>	<b>Distanza in piano [m]</b>
21	Frontale	100	F 14	1/40	25
22	Frontale	100	F 14	1/40	25
23	Inclinato verso l'alto di 18°	100	F 14	1/40	25
24	Inclinato verso l'alto di 30°	100	F 14	1/40	25
25	Inclinato verso l'alto di 40°	100	F 14	1/40	25
26	calibrazione	100	F 14	1/40	25
27	Inclinazione in basso	100	F 16	1/60	25



- BUE ANGOLI MOLTO ALTI - POCO SPAZIO → RIENTRANZE PROFONDE ANGOLI  
 ↳ POCO SPAZIO PER RITRARE + DANI DA RITRORSERE POSTI

**Figura 19** Google Maps, screen di Piazza Maggiore e della Basilica di San Petronio. Progettazione delle riprese.

Nell'immagine soprastante vengono indicate in viola le ipotesi dei primi due percorsi di ripresa. Essi risultano essere molto vicini alla facciata e per questo sono stati scartati. Una volta calcolato il giusto GSD, è stato ipotizzato il percorso verde acqua, a circa 25 m di distanza dal fronte. In azzurro vengono indicati i percorsi emiciclici utilizzati per riprendere gli angoli cerchiati in rosso, poiché elementi difficili da ritrarre. Vengono anche segnalate le distanze tra il fabbricato e l'edificio circostante. A causa della poca distanza dagli altri manufatti, sono stati realizzati dei set specifici per la risoluzione del problema degli angoli.



Figura 20 Utilizzo del ColorChecker alla fine di un set di ripresa

È stato utilizzato un ColorChecker alla fine di ogni set di ripresa, in maniera tale da garantire una riproduzione veritiera del modello anche dal punto di vista dei colori.

Per ogni SET è stato necessario impostare manualmente valori di ISO, apertura e tempi, cercando di non catturare immagini sovraesposte o sottoesposte. L'utilizzo del cavalletto ha permesso mantenere un focus puntuale dell'oggetto architettonico. Inoltre, le riprese sono state effettuate ad orari strategici della giornata per evitare di avere elementi della facciata esposti alla luce diretta e problemi di riflessione, i quali possono poi compromettere la realizzazione del modello finale.

Per avere un risultato accurato, si è mantenuta una sovrapposizione degli scatti pari o superiore al 70% e una inclinazione della camera che non risultasse superiore ai 30°. Ciò ha

permesso di coprire completamente il basamento in marmo con circa 500 scatti.

### 3. Post-elaborazione delle fotografie

Una volta ottenute le immagini, queste sono state poi elaborate per la correzione del colore e il bilanciamento del bianco attraverso l'uso del software Shaft, il quale ricalibra i colori delle fotografie utilizzando la ripresa con il ColorChecker scattata alla fine di ogni SET. Questo programma opera in maniera iterativa nei calcoli del  $\Delta E_{00}^*$ <sup>18</sup>, il quale fornisce un valore numerico come output. Il valore minimo è 0, indicando una accuratezza colorimetrica elevata. In architettura il massimo valore ammesso di  $\Delta E_{00}^*$  è 3.

Le nuove immagini così ottenute sono poi state utilizzate per la realizzazione del modello.

#### 3.2.2 Dalla nuvola di punti al modello texturizzato

Il modello fotogrammetrico è stato realizzato tramite l'utilizzo del software Agisoft Metashape. Questo programma utilizza la tecnologia è Structure From Motion (SfM) che elabora le fotografie e individua l'orientamento delle camere tramite l'utilizzo di pochi pixel per immagine e calcolando gli orientamenti esterni tramite elementi omologhi. Successivamente, le coordinate in due

<sup>18</sup>  $\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C' \Delta H'}{K_C S_C K_H S_H}$

dimensioni dei “tie points” (i punti omologhi delle immagini) localizzati all’interno delle stesse sono importate in un algoritmo di bundle adjustment. Quest’ultimo calcola, usando il modello matematico di collinearità, i parametri di orientamento esterno delle camere e le coordinate 3D dei tie points misurati, cercando di limitare il più possibile gli errori di riproiezione<sup>19</sup> (9). Si ottiene in questo modo una nuvola di punti che verrà utilizzata per l’effettiva creazione del modello. L’elaborazione di quest’ultima permette la realizzazione di una mesh poligonale del fabbricato, la quale viene poi lisciata e rifinita.

La fase finale del processo fotogrammetrico del basamento prevede la realizzazione di una texture da applicare poi alla mesh. Poiché le riprese non sono avvenute nella stessa giornata, non è stato possibile ottenere da subito una texture uniforme. È stato quindi necessario selezionare alcune fotografie problematiche e modificarle tramite l’uso del software di foto-miglioramento: in questo modo è stato possibile realizzare una tessitura uniforme e veritiera per il modello.

Lo stesso procedimento di acquisizione delle immagini e produzione della mesh illustrato nei sottoparagrafi precedenti è stato realizzato per la parte sommitale della facciata. In questo caso, per le riprese è stato utilizzato un drone con un output di immagini in formato jpeg. Ciò ha permesso la realizzazione di un modello di qualità inferiore rispetto a quello realizzato per il basamento. Per questo si è optato per eliminare la parte basamentale dal modello ottenuto dal drone e di unire la parte sommitale tramite l’uso di markers al precedente modello realizzato con la macchina fotografica. La mesh ottenuta è stata poi scalata e georeferenziata, ottenendo così un modello accurato e veritiero della facciata di San Petronio. Da quest’ultimo è stata estratta un’ortofoto, ovvero un’immagine del modello metricamente corretta e non falsata da distorsioni prospettiche. Così facendo si è ottenuto il prospetto frontale della facciata, che verrà utilizzato nei capitoli successivi come paragone e confronto nell’analisi dei disegni autografi di Palladio.

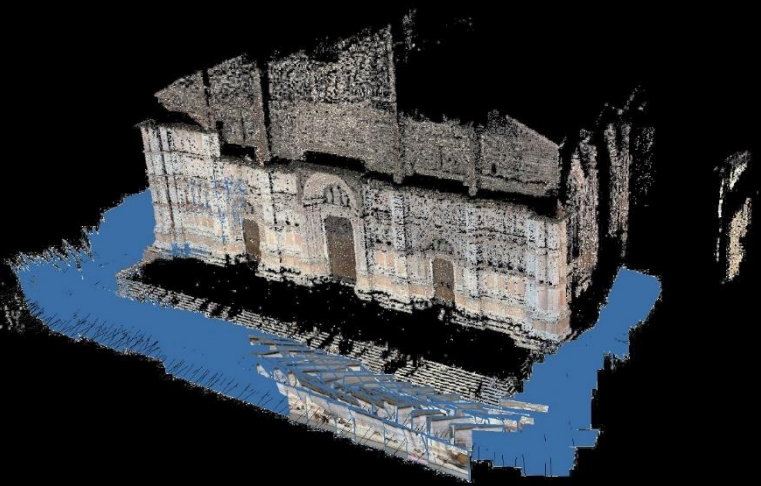
Nelle pagine successive sono riportate delle tavole con lo scopo di illustrare il processo di rilievo fotogrammetrico e i risultati ottenuti.

---

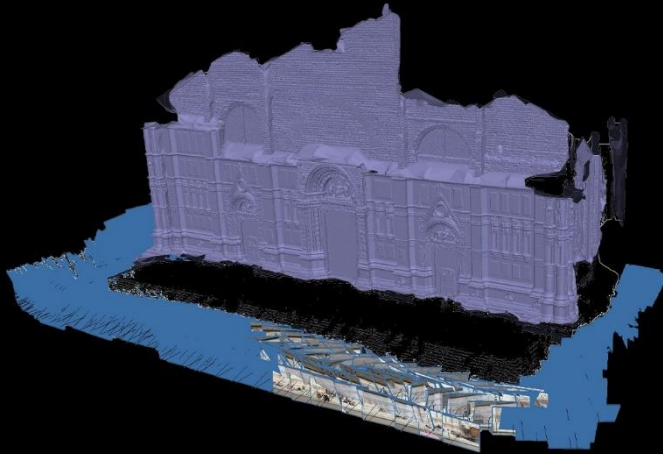
<sup>19</sup> **Errore di riproiezione:** è la distanza euclidea tra un punto dell’immagine misurato manualmente o automaticamente e la posizione retroproiettata del punto 3D corrispondente nella stessa immagine (9)



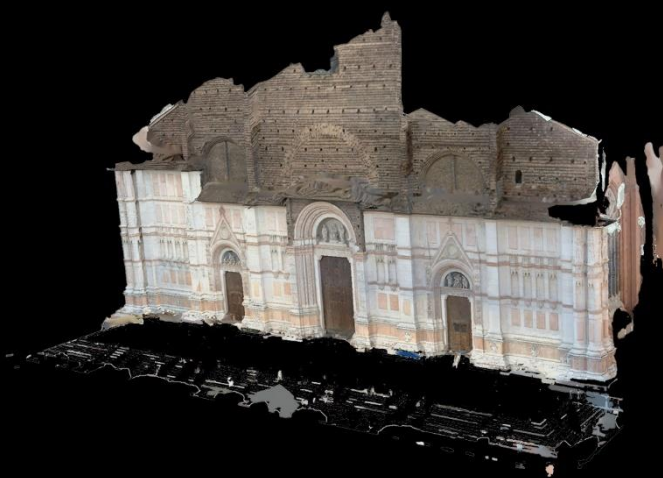
## Fotogrammetria: rilievo e creazione del modello del basamento



Orientamento delle camere e creazione della **nuvola di punti**



Creazione della **mesh poligonale**



Mesh poligonale con texture originale

## Fotogrammetria: modello texturizzato

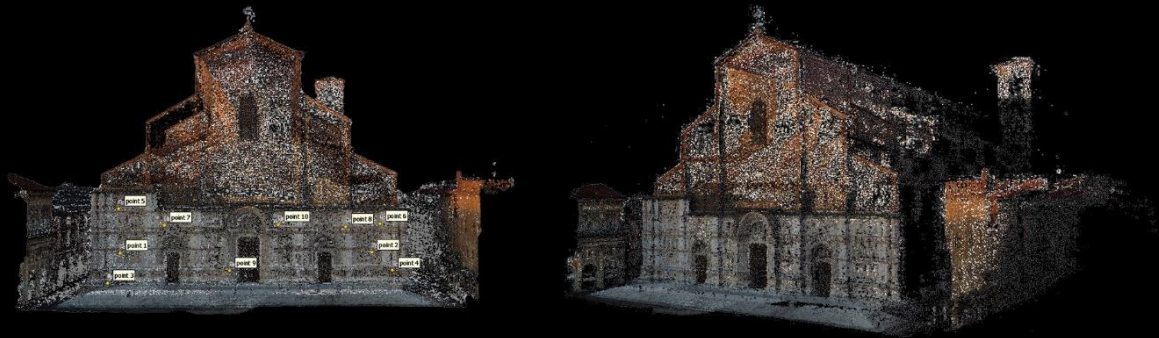


Lisciatura e affinamento del modello.  
Texture originale.



Texture realizzata dopo aver selezionato le immagini ideali e aver corretto le altre con un software di fotoritocco per rendere il tutto più omogeneo.

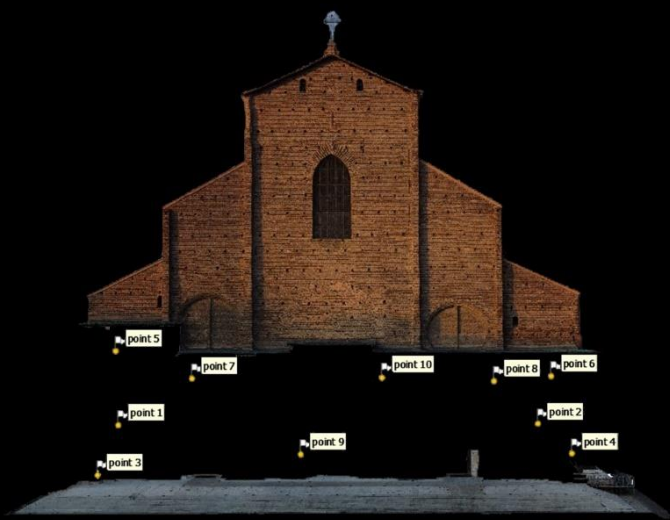
## Fotogrammetria: modello della parte sommitale della facciata realizzato tramite riprese effettuate con drone



Nuvola di punti realizzata a partire dalle riprese aeree. Sono stati evidenziati i **markers**, che permettono l'unione con il basamento realizzato con una Canon 1300D



Orientamento delle camere



Modello texturizzato con markers in evidenza

Vista laterale del modello texturizzato con eliminazione della parte basamentale

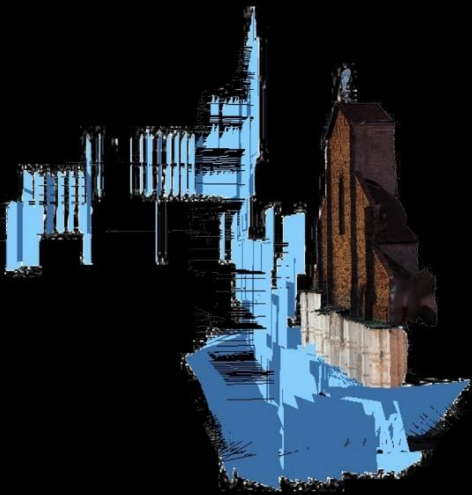




## Fotogrammetria: unione dei modelli



Nuvola di punti dell'unione dei due modelli. Sono stati evidenziati i **markers** che permettono l'unione con il basamento realizzato con una Canon 1300D



Orientamento delle camere del modello completo



Modello completo texturizzato con markers in evidenza

Vista laterale del modello completo texturizzato





Fotogrammetria: ortofoto



Ortofoto estratta  
dal modello finale

## 4. LA RESTITUZIONE BIDIMENSIONALE DEL CORPUS DEI DISEGNI PALLADIANI

### 4.1 Confronto con i Quattro libri dell'Architettura

Il processo di ricostruzione geometrica dei disegni di Andrea Palladio può essere suddiviso in più parti.

La prima e probabilmente più importante è quella di analisi della fonte primaria, ovvero del disegno stesso.

I disegni analizzati in questa tesi sono indicizzati con i numeri 63 e 65. Entrambi gli elaborati risultano essere di difficile interpretazione a causa dello scolorimento dell'inchiostro causato dal tempo.

Per facilitare la lettura è stato necessario importare la fotografia dei disegni su un programma di fotoritocco per poter così aumentare il contrasto e leggere in maniera più chiara gli elaborati grafici.

Ottenute quindi le fotografie ritoccate e migliorate, si è proceduto con una prima fase di interpretazione dei disegni: questi sono stati importati in AutoCAD e successivamente ricalcati per individuare le geometrie iniziali.

Sono poi state in parte ricostruite consultandole e confrontandole con le tavole contenute all'interno dei "Quattro Libri dell'Architettura". Dopo una prima lettura del Libro Primo - scritto fondamentale in cui Palladio definisce le regole della sua semantica e spiega come realizzare le costruzioni geometriche tipiche del suo linguaggio architettonico - sono state selezionate alcune tavole che, successivamente, sono state ricostruite all'interno del programma CAD. Le costruzioni seguono alla lettera le indicazioni di Palladio e le misure da lui fornite: ciò ha permesso di selezionare quelle più adatte e di farle combaciare con quelle riportate all'interno dei disegni originali, superando i limiti imposti dallo scorrere del tempo.

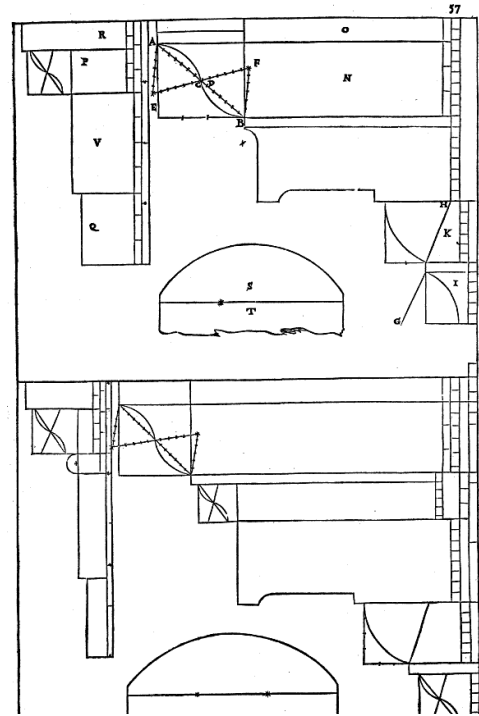
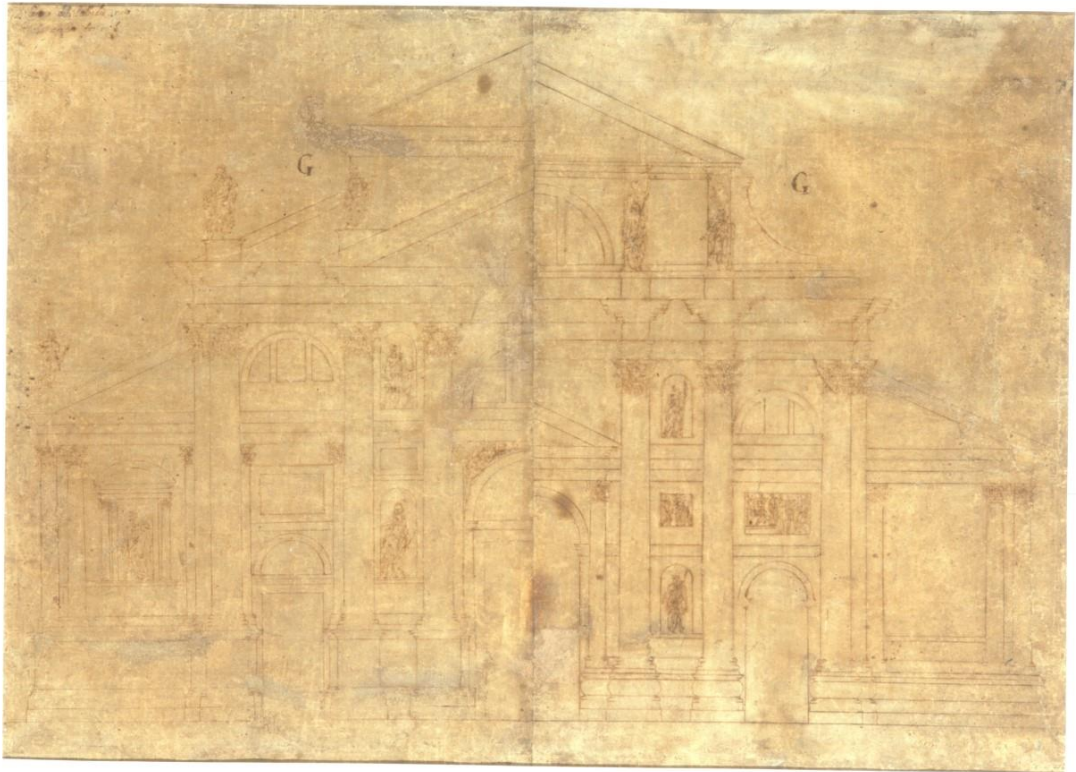


Figura 21 A. Palladio, I Quattro Libri dell'Architettura, Libro pag.57. Costruzione geometrica delle cornici.

## 4.2 Disegno 63: l'iter di ricalco, completamento e risoluzione delle ambiguità.

Il disegno indicizzato con il numero 63 presenta delle problematiche a livello di interpretazione: questo è dovuto sia ad alcune parti mancanti, sbiadite a causa dello scorrere del tempo, sia alla presenza di alcuni elementi grafici che sembrerebbero deviare dal linguaggio architettonico di Palladio.

Questo disegno, realizzato nel 1577 e conservato al Museo di San Petronio, è il risultato di una interpretazione della facciata della Basilica secondo Palladio, il quale, non soddisfatto del basamento esistente, decide di ridisegnarlo secondo le sue regole.



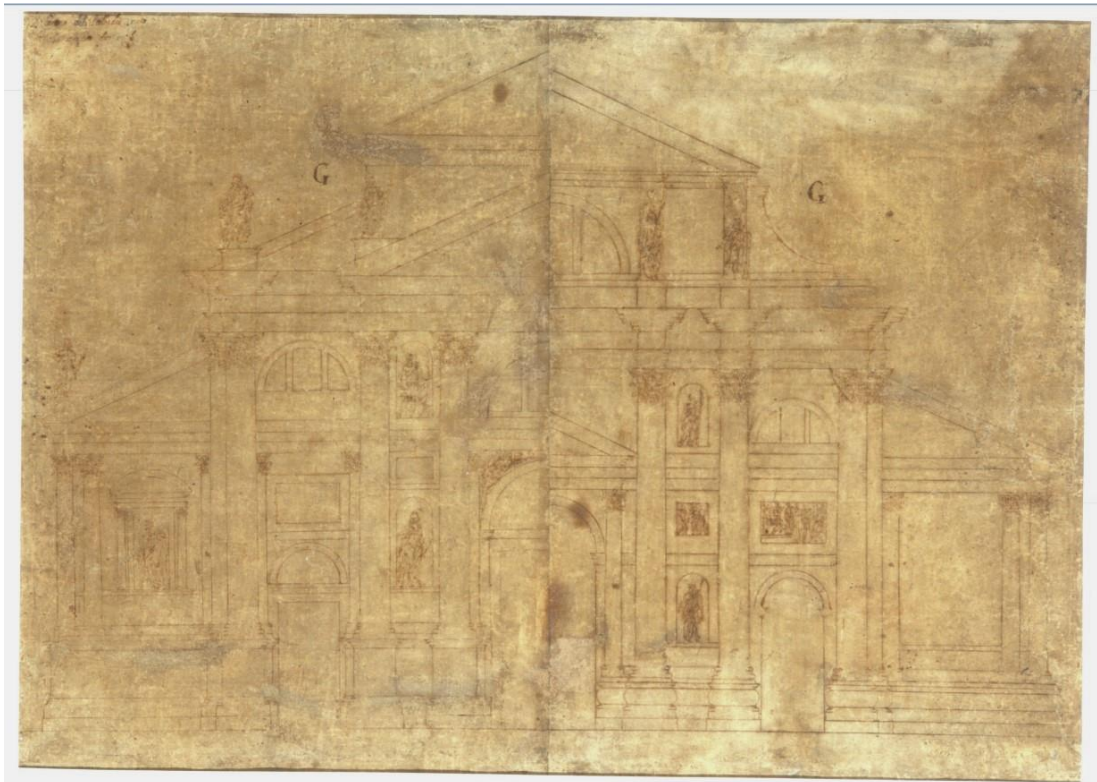
**Figura 22 A.** Palladio, disegno 63 per la Basilica di San Petronio, 1577

In questo disegno, l'architetto realizza due versioni, proponendo in entrambe degli ordini giganti. Troviamo quindi una finestra termale a sinistra e un frontone a destra. Le semicolonne (o paraste, non è dato saperlo con certezza) sono della stessa dimensione per entrambi i disegni, ma quelle di sinistra appoggiano su un alto basamento e ciò le rendendole sopraelevate rispetto all'altra versione. Le colonne di destra risultano quindi più in basso rispetto all'intera struttura, costringendo Palladio a realizzare una trabeazione più alta. Inoltre, il disegno di destra presenta un basamento di difficile interpretazione: esso è pulvinato, differendo così dalla semantica palladiana. Le estremità del disegno (sia per la parte di destra che per quelle di sinistra) non rispecchiano le dimensioni delle navate laterali e risultano incomplete in molti punti. (10)



Il processo di ricalco, completamento e interpretazione del disegno 63 è stato quindi diviso in più fasi:

1. In una prima fase è stato necessario provare a schiarire il disegno e a rendere più nitide le linee utilizzando un programma di fotoritocco.
2. Successivamente, il disegno ritoccato è stato importato in Autocad: qui ha subito una prima fase di lettura e di ricalco. La difficoltà di interpretazione delle linee ormai scolorite dal tempo ha reso insufficiente questo primo approccio e reso necessaria la consultazione degli scritti palladiani.
3. Sono stati così consultati i Quattro Libri dell'Architettura e selezionate alcune tavole con lo scopo di confrontarle con il disegno esistente. Per alcune geometrie la ricostruzione è risultata esatta, mentre per altre risultano esserci delle incertezze. La costruzione di queste ultime parti si è basata quindi sulla pura interpretazione del disegno e delle linee tracciate da Palladio.



**Figura 23** Disegno 63 ritoccato per facilitare la lettura delle geometrie

#### 4.2.1 Disegno 63 metà sinistra: il processo di ricostruzione bidimensionale

Nelle pagine successive vengono riportate le tavole che illustrano il processo di analisi e ricostruzione per la metà sinistra del disegno 63.

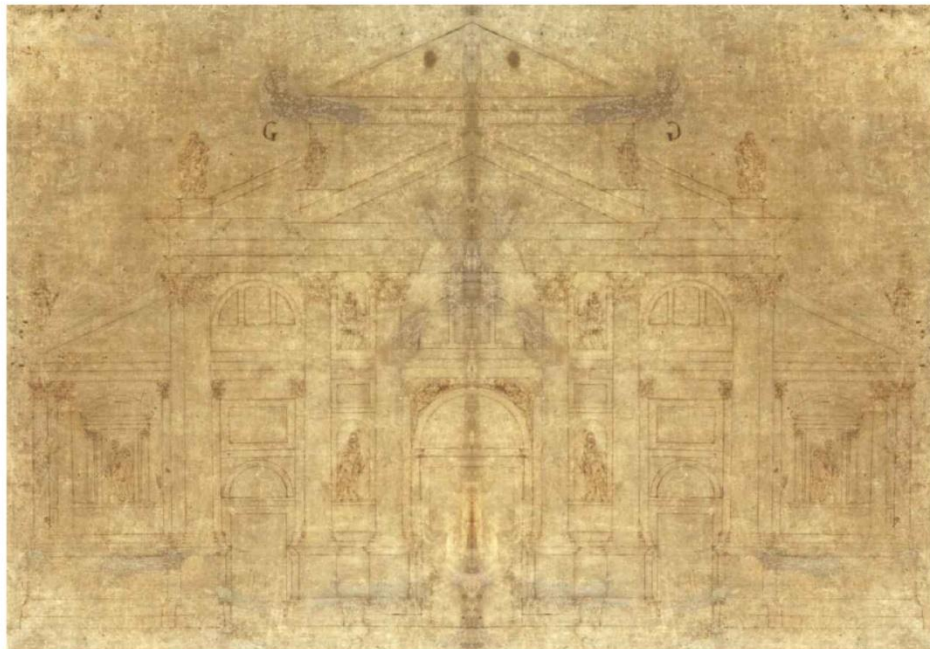
Le prime due tavole riassumono il processo di ricostruzione: la prima mostra il disegno completamente ricostruito e con le linee di costruzione evidenziate in rosso; il secondo invece indica le parti che sono state ricavate dai Quattro Libri. Le tavole successive mostrano il processo di ricostruzione e di confronto con le tavole del Libro Primo.

Sono qui elencati i riferimenti utilizzati per la ricostruzione della metà sinistra:

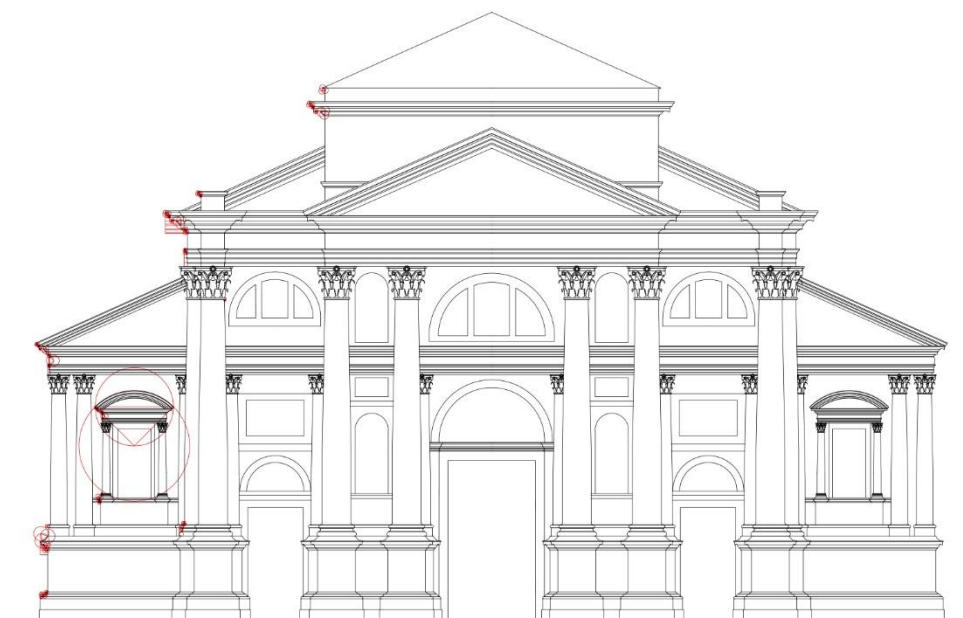
- Trabeazioni dei portali, delle edicole e degli ordini: la loro costruzione geometrica è stata ricavata a partire dalle regole contenute nel Quarto Libro. Le misure di riferimento fanno capo alla tavola relativa al Pantheon a pag. 84.
- Colonne e/o paraste corinzie: le loro proporzioni sono state ricavate consultando il Libro primo. In modo particolare si fa riferimento a pag. 43
- Basamento e ordine dorico: è stato ricavato a partire dalle misurazioni indicate nel Libro primo a pag. 25

La regolarizzazione delle forme e il completamento degli elementi mancanti ha permesso il raggiungimento del livello finale di definizione. Alcuni elementi del disegno continuano ad avere un forte grado di ambiguità, dovuto allo scolorimento dell'inchiostro e al minor grado di dettaglio.

**Restituzione bidimensionale:** disegno 63, metà sinistra.  
Ricostruzione geometrica e confronto con il disegno originale.



**Andrea Palladio.** Proposta per la facciata (sezione G-G), indicizzato 63, specchiato sul lato sinistro, Basilica di San Petronio, Bologna, 1577

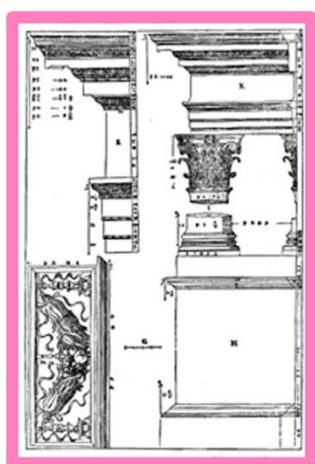


**Ricostruzione geometrica** del disegno originale effettuato in scala 1:20, con elementi di dettaglio e costruzioni, realizzati consultando i "Quattro libri dell'architettura". Per questioni di visualizzazione è stato riportato in scala 1:500.

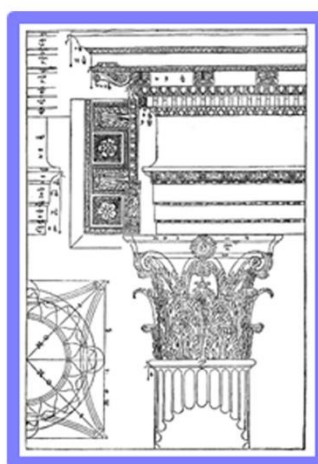
**Restituzione bidimensionale:** disegno 63 metà sinistra.  
Interpretazione e indicazione dei riferimenti.



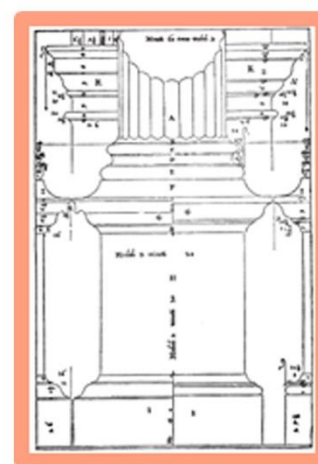
**Ricostruzione geometrica** del disegno originale. Sono indicati a colori ogni riferimento utilizzato consultando i “Quattro Libri dell’Architettura”. Il disegno originale è stato realizzato in scala 1:20. Per questioni di visualizzazione è stato riportato in scala 1:500.



Libro IV, pag. 84



Libro I, pag. 43



Libro I, pag. 25

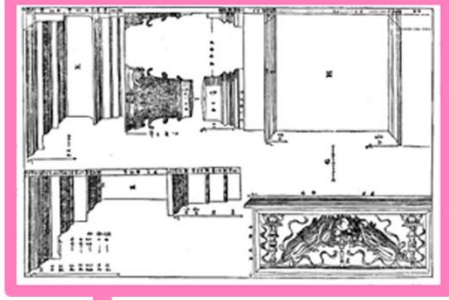
Sono qui riportate le **pagine** del Primo Libro dei “Quattro Libri dell’Architettura” utilizzate per la ricostruzione geometrica del disegno.



# Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato sinistro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.

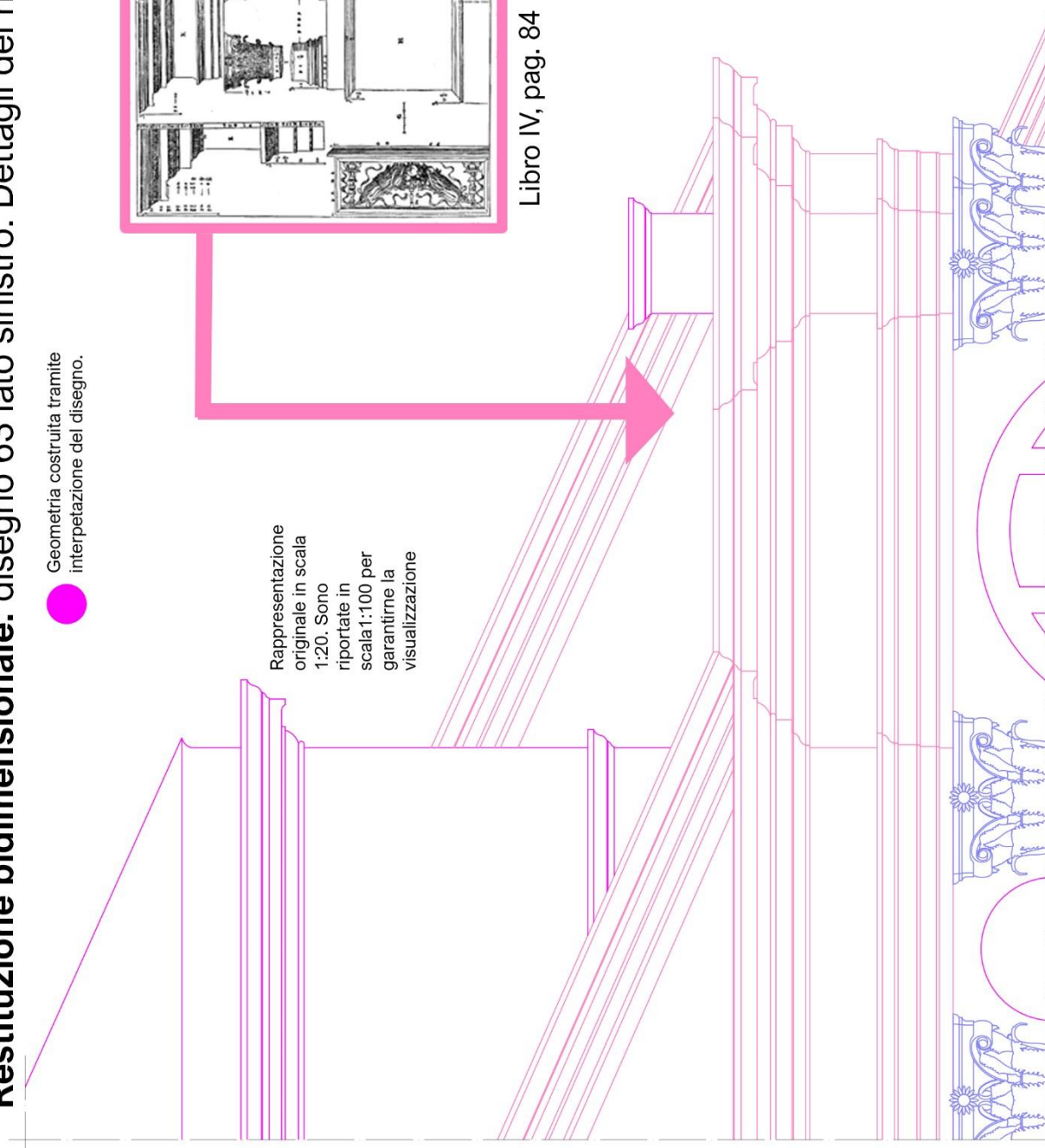
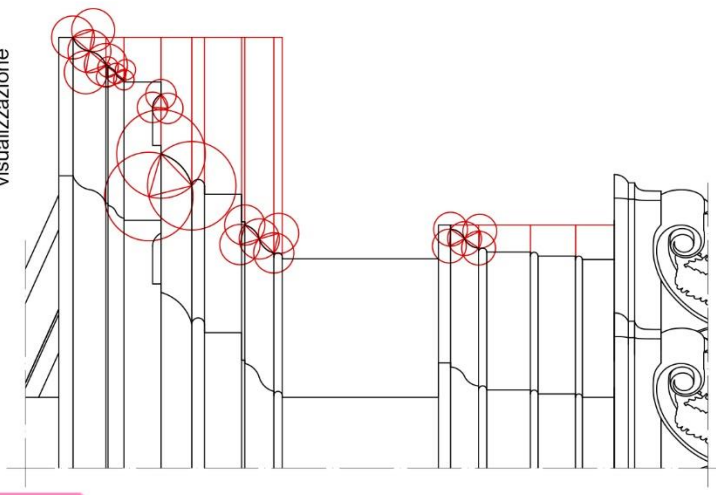
● Geometria costruita tramite interpretazione del disegno.

Rappresentazione originale in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:100 per garantirne la visualizzazione



Libro IV, pag. 84

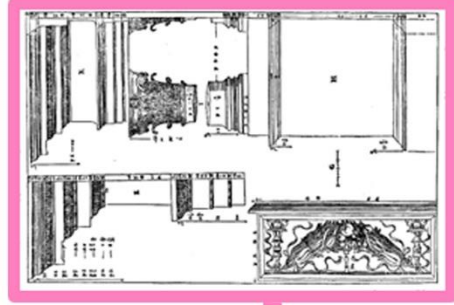
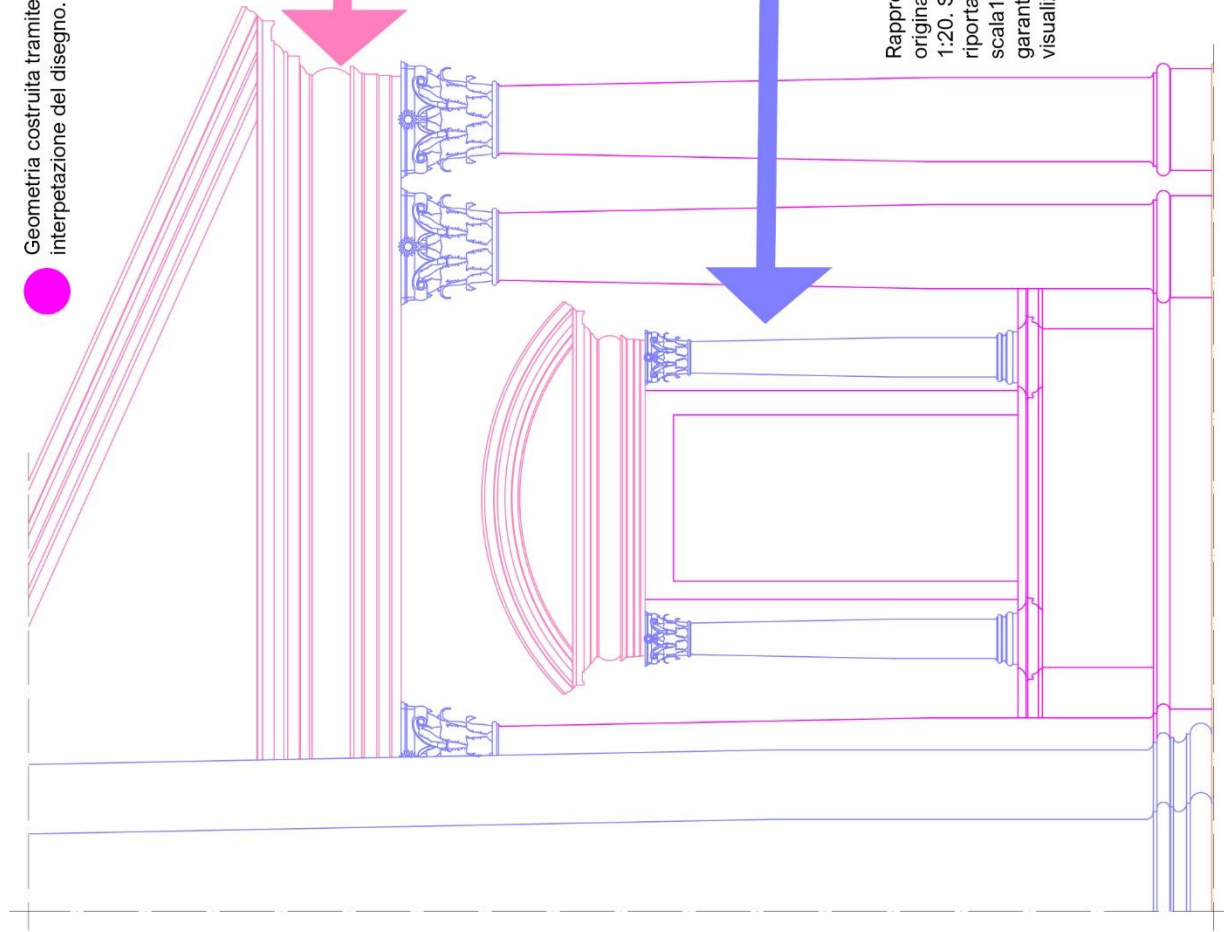
Costruzioni originali in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:50 per garantirne la visualizzazione



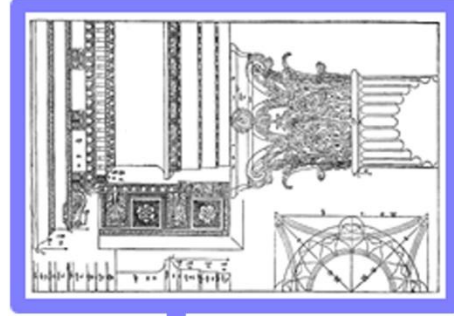


# Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato sinistro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.

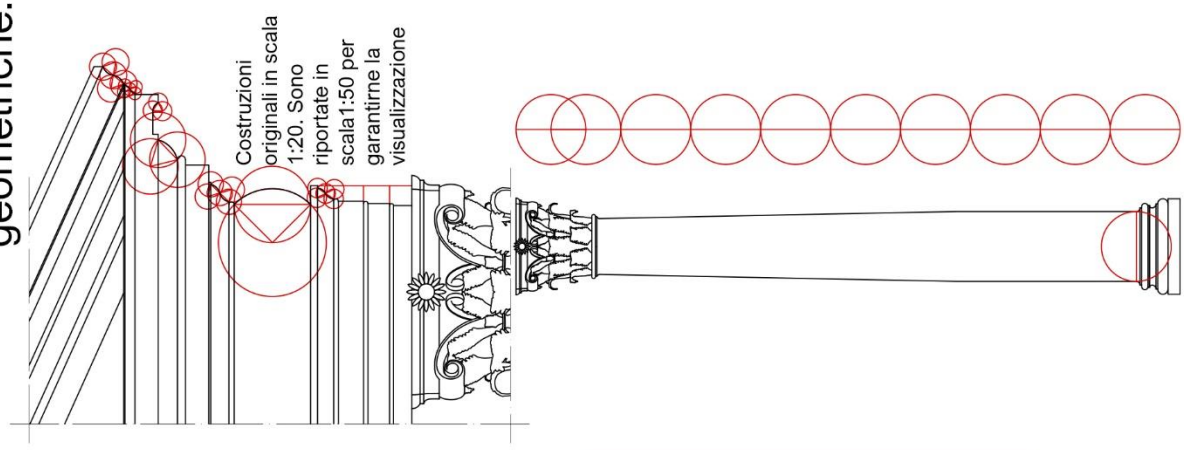
● Geometria costruita tramite interpretazione del disegno.



Libro IV, pag. 84



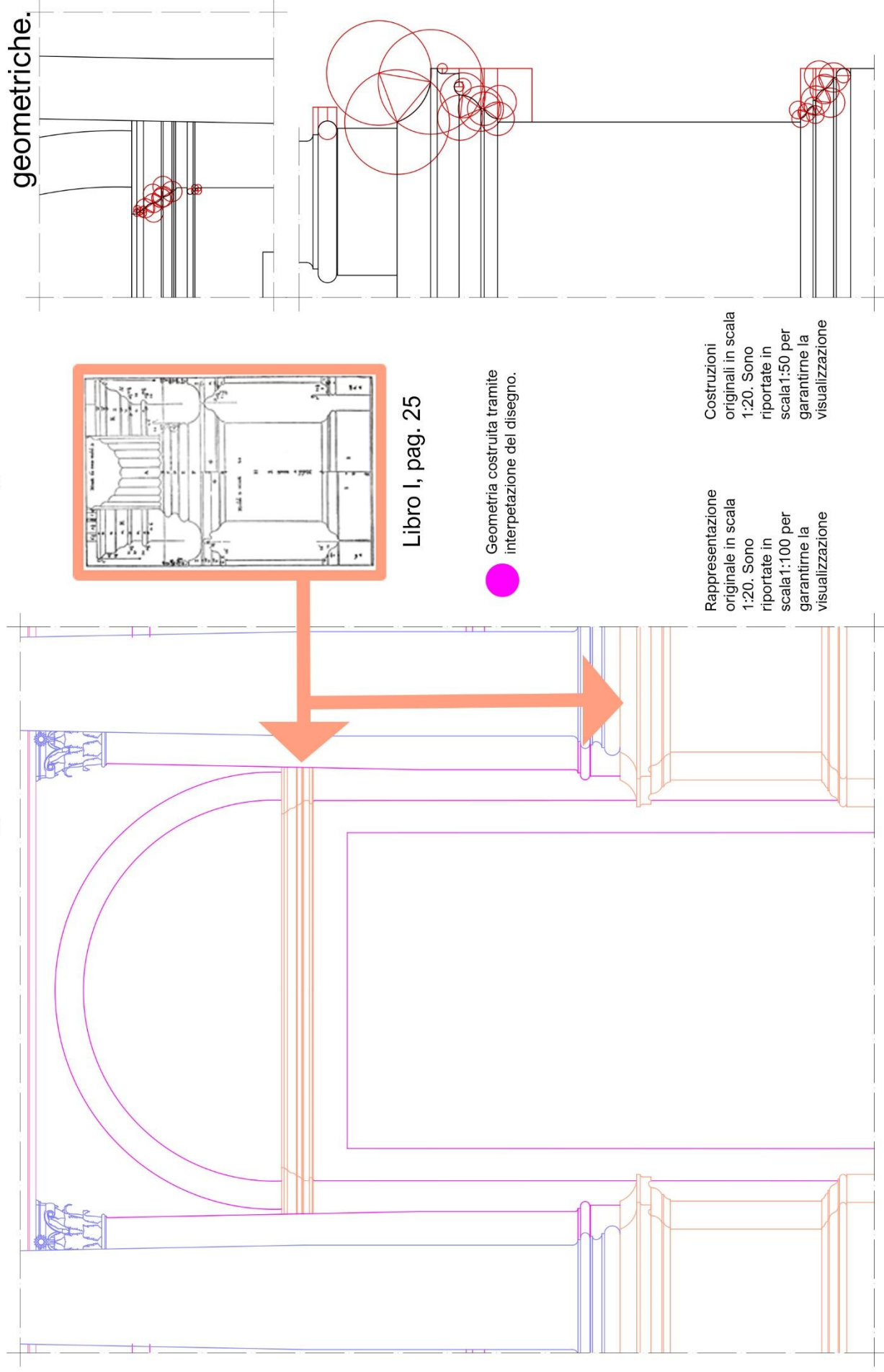
Libro I, pag. 43



Costruzioni originali in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:50 per garantirne la visualizzazione

Rappresentazione originale in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:100 per garantirne la visualizzazione

**Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato sinistro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.**



Libro I, pag. 25

● Geometria costruita tramite interpretazione del disegno.

Rappresentazione originale in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:100 per garantirne la visualizzazione

Costruzioni originali in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:50 per garantirne la visualizzazione

#### 4.2.2 Risultati finali: sovrapposizione e confronto con la facciata esistente

Il processo di ricostruzione bidimensionale ha permesso di ottenere un disegno completo e definito nei dettagli, rispettando a pieno la semantica di Palladio. A partire da questo elaborato, sarà poi possibile una ricostruzione tramite la realizzazione di un modello per poterlo studiare anche nella terza dimensione.

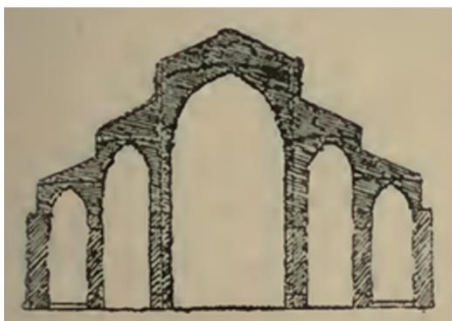
Nella tavola successiva viene confrontato il disegno ottenuto con la facciata odierna. Esso viene sovrapposto all'ortofoto estratta precedentemente, evidenziando così le differenze principali.

Una delle prime problematiche è relativa alla differenza di dimensioni tra il manufatto e il disegno ottenuto: questo perché Palladio, nella realizzazione della sua proposta di completamento del fronte, decide di seguire le regole classiche tipiche del suo linguaggio architettonico e di non considerare le proporzioni del fronte esistente. La facciata, per questo, risulterà ribassata e privata di ogni elemento dell'architettura gotica.

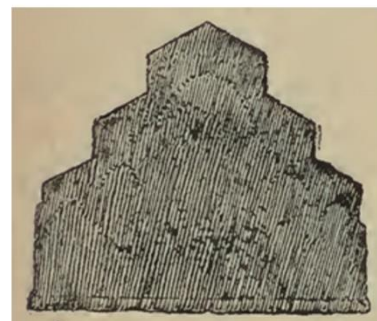
**Restituzione bidimensionale:** disegno 63 metà sinistra.  
Sovrapposizione del disegno con l'ortofoto estratta dal modello  
fotogrammetrico



**Sovrapposizione** tra l'ortofoto estratta dal modello fotogrammetrico della facciata odierna e il la ricostruzione della metà sinistra del disegno 63. Quest'ultimo è stato realizzato in scala 1:20, ma per motivi di impaginazione viene riportato in 1:500.



Proporzioni classiche utilizzate  
da Palladio.



Proporzioni attuali di San Petronio,  
con volte più elevate.

### 4.2.3 Disegno 63 metà destra: il processo di ricostruzione bidimensionale

Lo stesso procedimento di ricostruzione è avvenuto per la metà destra. Anche in questo caso sono elencati i riferimenti utilizzati per la sua ricostruzione:

- Trabeazioni dei portali, delle edicole e degli ordini: la loro costruzione geometrica è stata ricavata a partire dalle regole contenute nel Quarto Libro. Le misure di riferimento fanno capo alla tavola relativa al Pantheon a pag. 84.
- Colonne e/o paraste corinzie: le loro proporzioni sono state ricavate consultando il Libro primo. In modo particolare si fa riferimento a pag. 43
- Ordine dorico superiore: è stato ricavato a partire dalle misurazioni indicate nel Libro primo a pag. 27
- La costruzione dell'ordine dorico dei portali e il basamento è stato ricavato a partire dalla consultazione del Primo Libro. Le dimensioni e le proporzioni seguono le regole illustrate a pag. 25

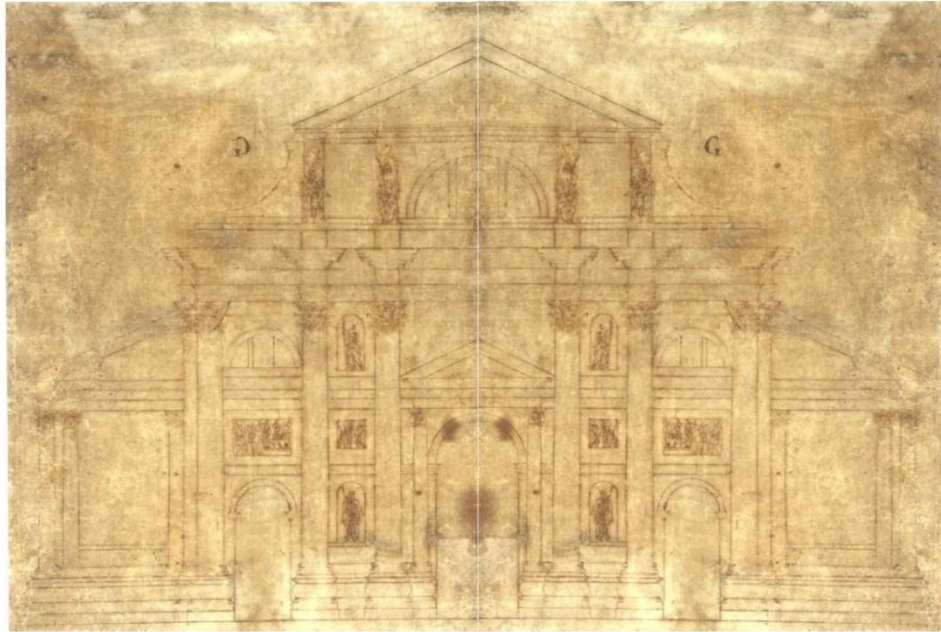
La regolarizzazione delle forme e il completamento degli elementi mancanti ha permesso il raggiungimento del livello finale di definizione.

A differenza della metà sinistra, sono presenti in maggior quantità elementi con un forte grado di ambiguità, dovuto anche qui allo scolorimento dell'inchiostro e al minor grado di dettaglio.

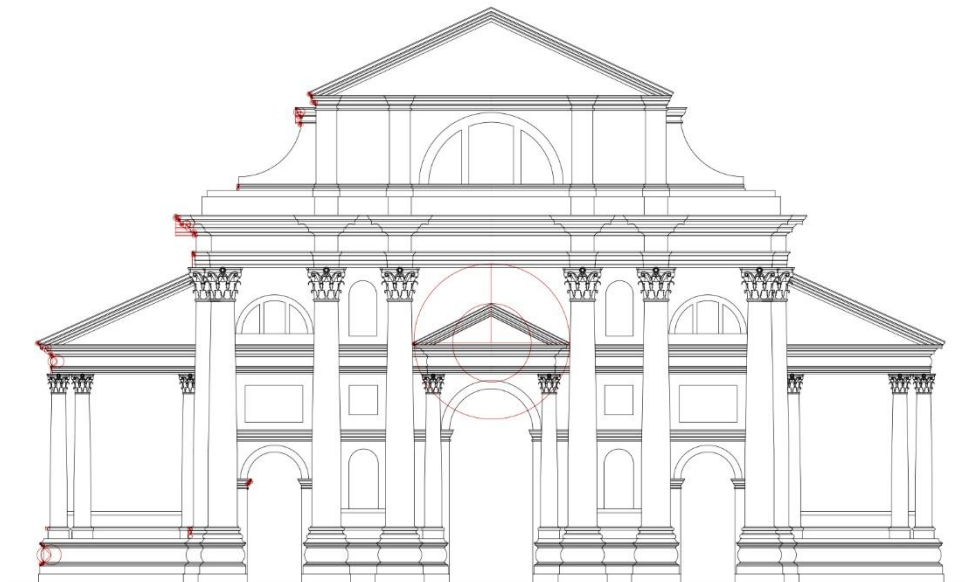
Di seguito sono riportate le tavole riassuntive e di spiegazione del processo di ricostruzione.



**Restituzione bidimensionale:** disegno 63, metà destra.  
Ricostruzione geometrica e confronto con il disegno originale



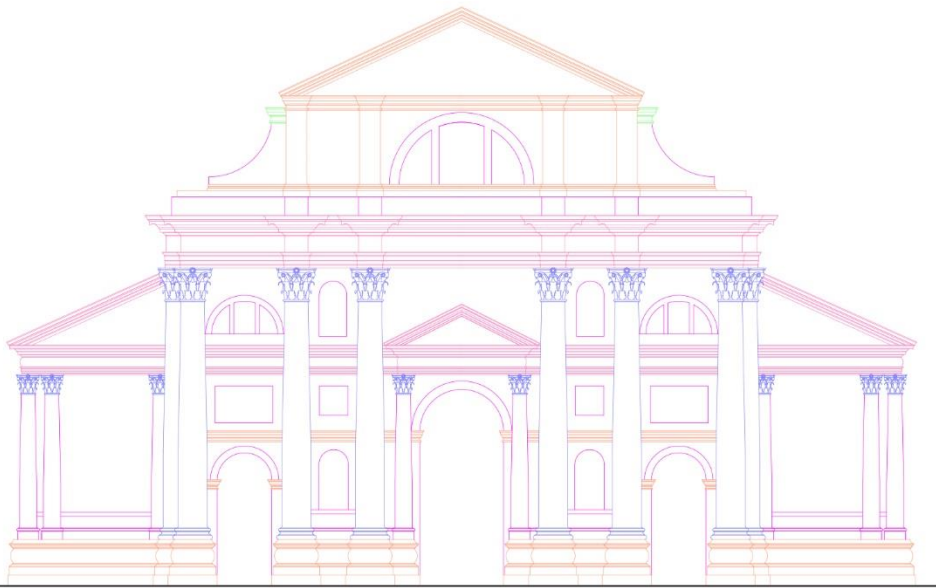
**Andrea Palladio.** Proposta per la facciata (sezione G-G), indicizzato 63, specchiato sul lato destro, Basilica di San Petronio, Bologna, 1577



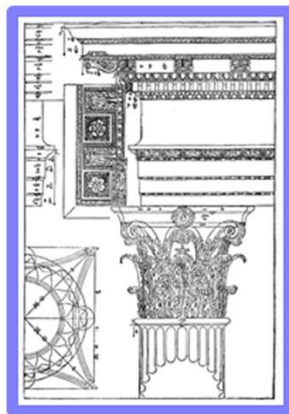
**Ricostruzione geometrica** del disegno originale effettuato in scala 1:20, con elementi di dettaglio e costruzioni, realizzati consultando i “Quattro libri dell’architettura”. Per questioni di visualizzazione è stato riportato in scala 1:500.



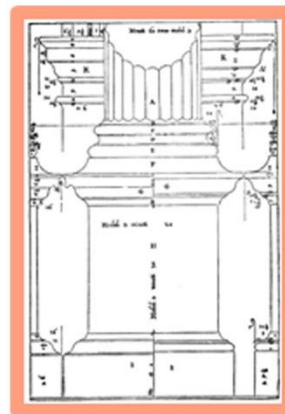
## Restituzione bidimensionale: disegno 63, metà destra. Interpretazione e indicazione dei riferimenti



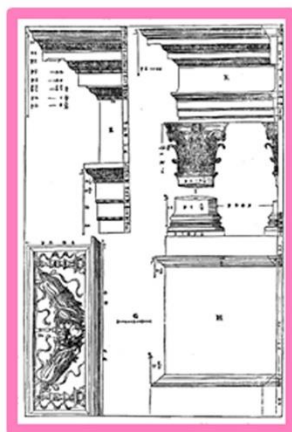
**Ricostruzione geometrica** del disegno originale. Sono indicati a colori ogni riferimento utilizzato consultando i “Quattro Libri dell’Architettura”. Il disegno originale è stato realizzato in scala 1:20. Per questioni di visualizzazione è stato riportato in scala 1:500.



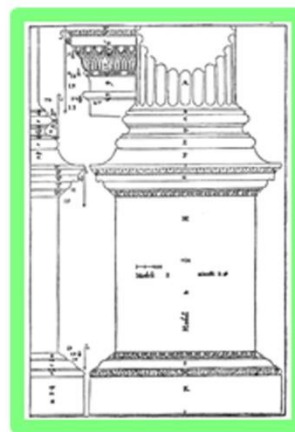
Libro I, pag. 43



Libro I, pag. 25



Libro IV, pag. 84

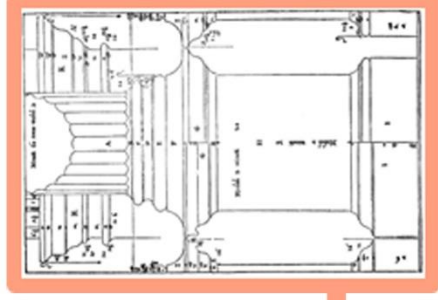


Libro I, pag. 27

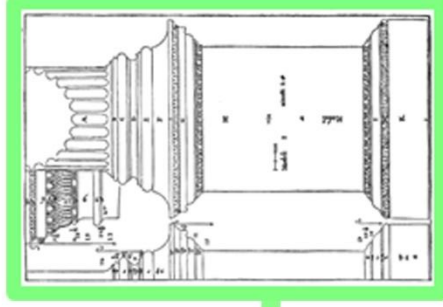
# Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato destro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.

Rappresentazione originale in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:100 per garantirne la visualizzazione

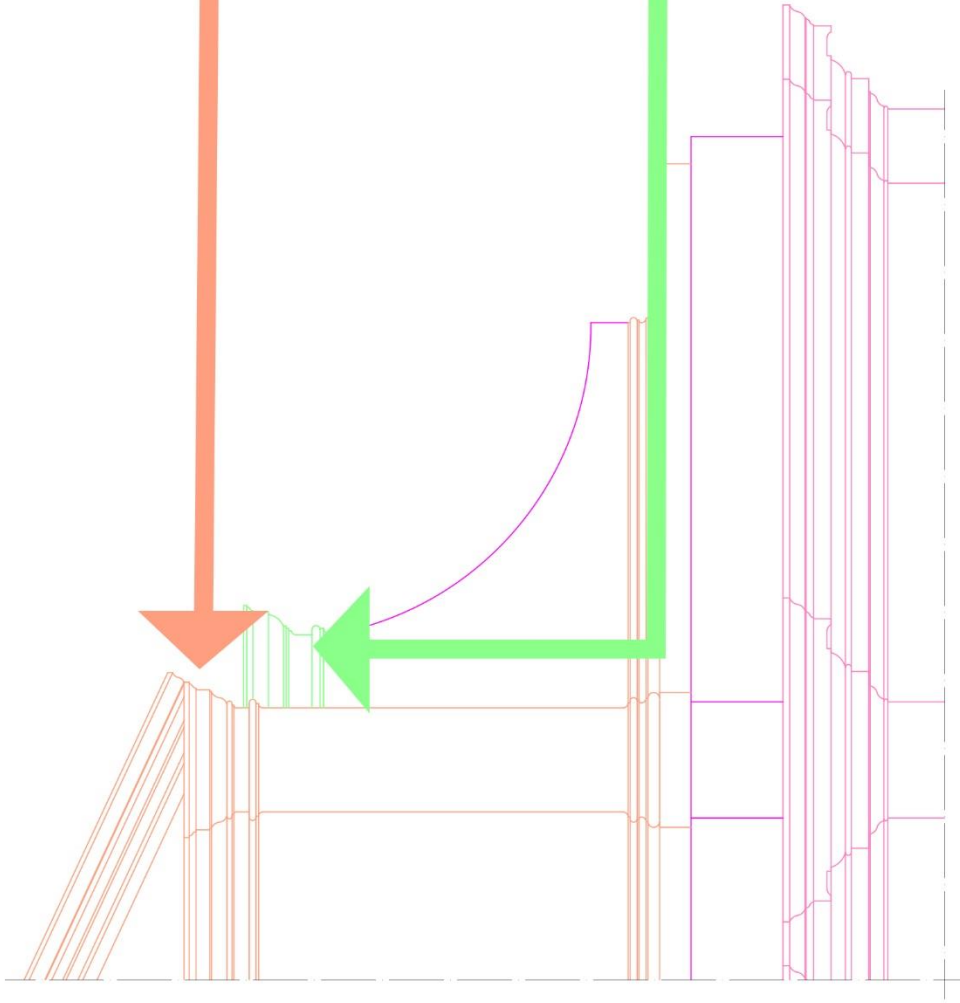
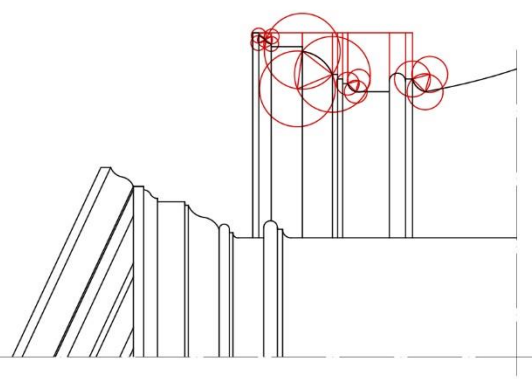
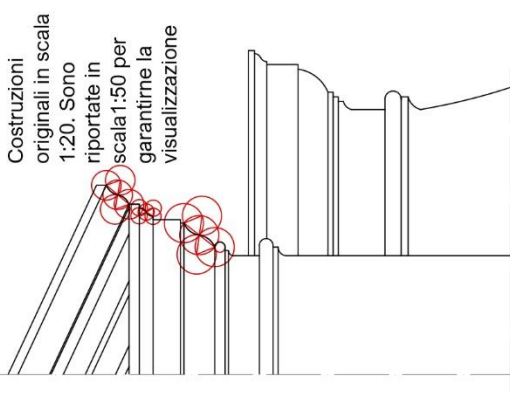
● Geometria costruita tramite interpretazione del disegno.



Libro I, pag. 25



Libro I, pag. 27

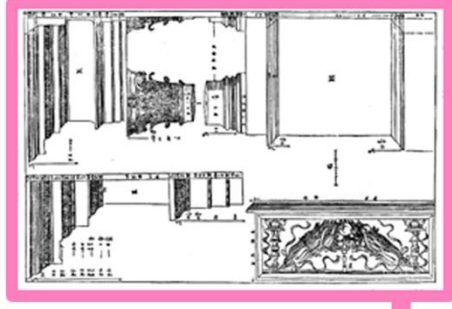


# Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato destro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.

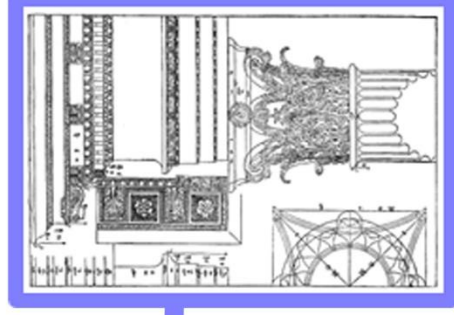
Rappresentazione originale in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:100 per garantirne la visualizzazione

● Geometria costruita tramite interpretazione del disegno.

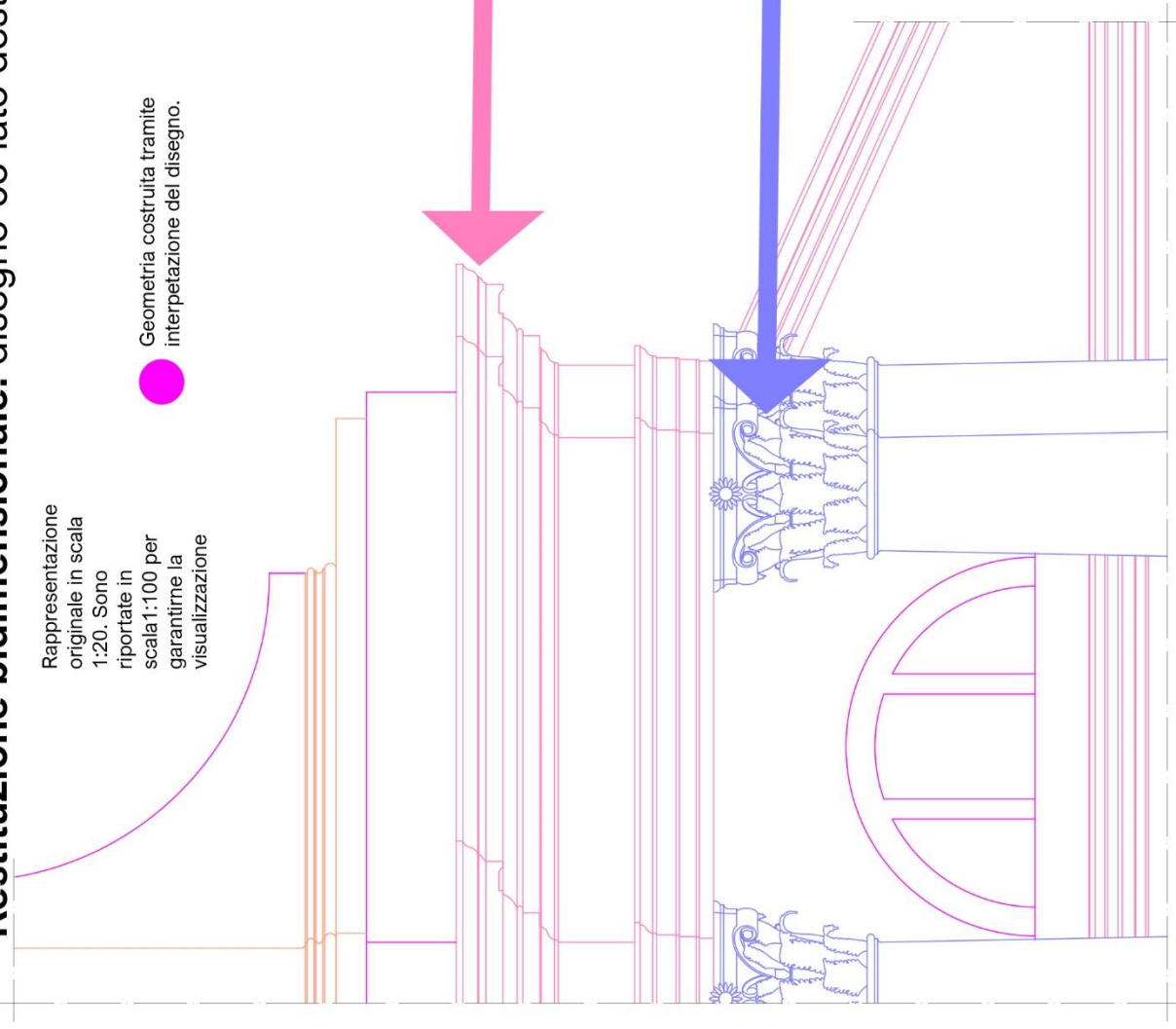
Costruzioni originali in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:50 per garantirne la visualizzazione



Libro IV, pag. 84

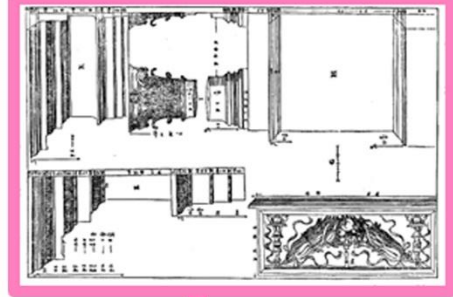
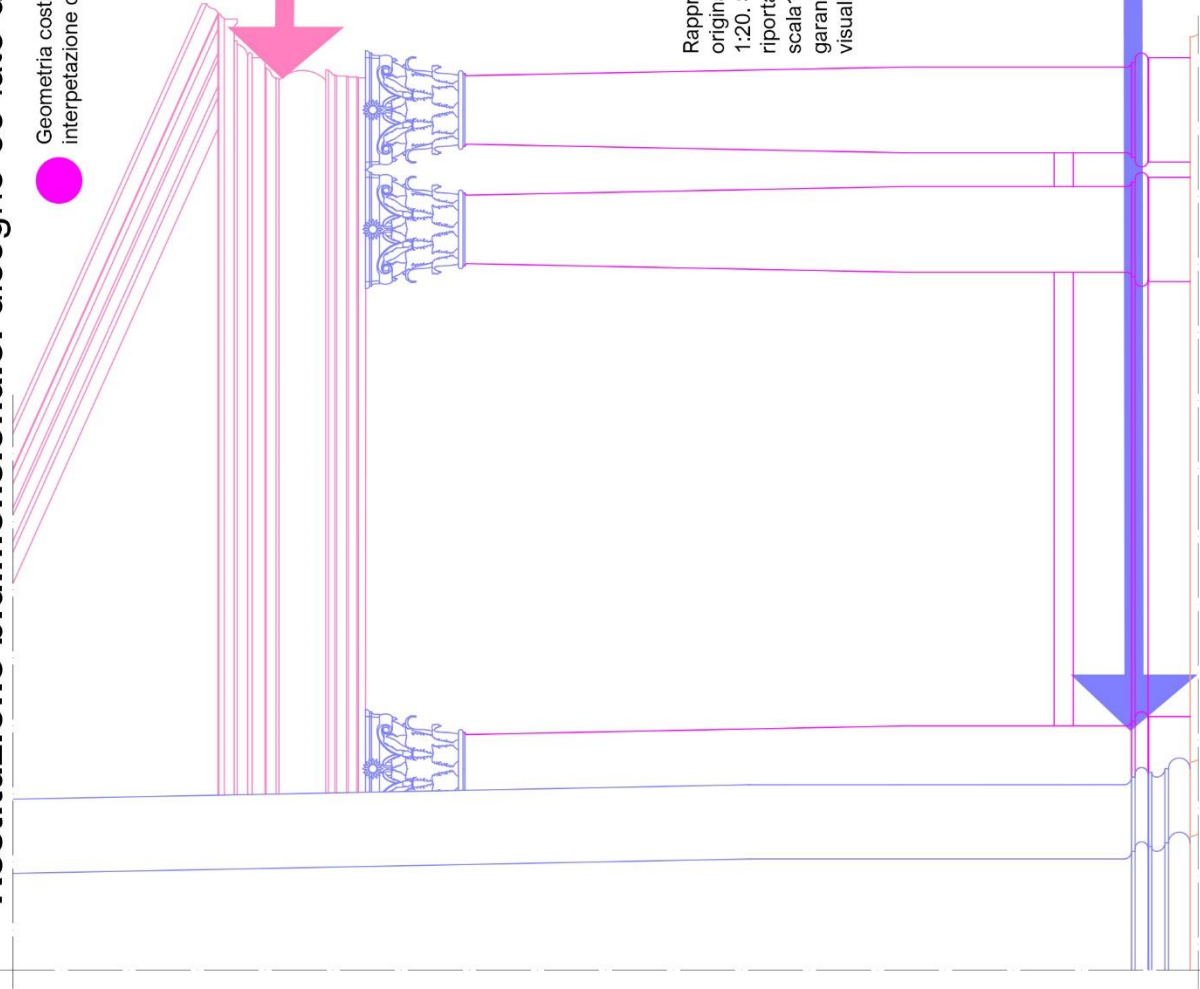


Libro I, pag. 43

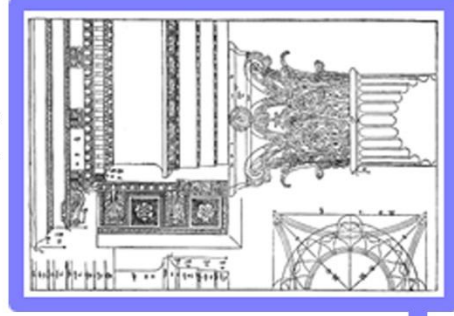


# Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato destro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.

● Geometria costruita tramite interpretazione del disegno.

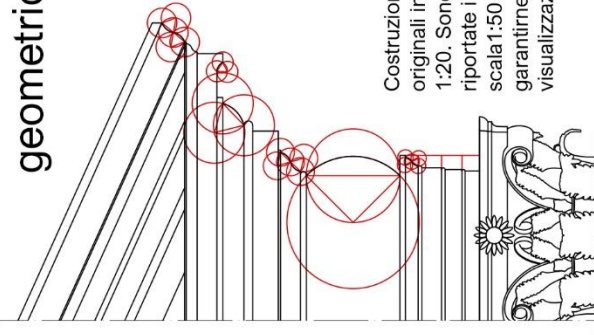


Libro IV, pag. 84

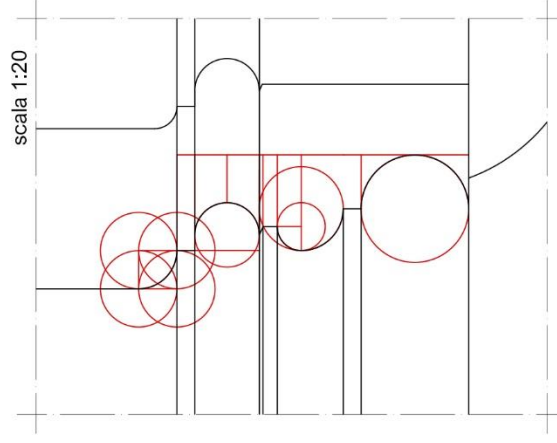


Libro I, pag. 43

Rappresentazione originale in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:100 per garantirne la visualizzazione



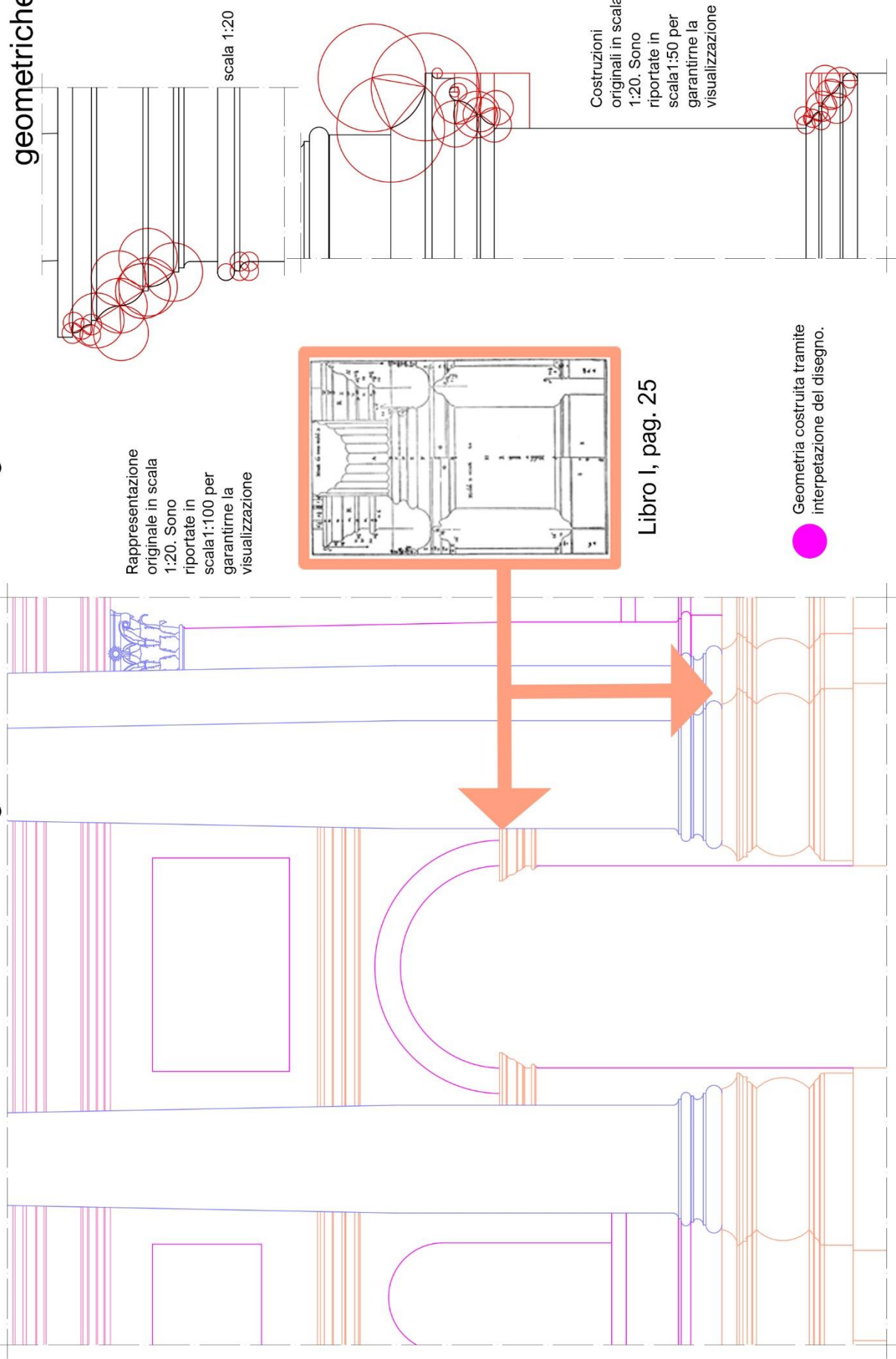
Costruzioni originali in scala 1:20. Sono riportate in scala 1:50 per garantirne la visualizzazione



scala 1:20



# Restituzione bidimensionale: disegno 63 lato destro. Dettagli dei riferimenti e delle costruzioni geometriche.



#### 4.2.4 Risultati finali: sovrapposizione e confronto con la facciata esistente

Il processo di ricostruzione bidimensionale ha permesso di ottenere anche in questo caso un disegno completo e definito nei dettagli, rispettando a pieno la semantica di Palladio. A partire da questo elaborato, sarà poi possibile una ricostruzione tramite la realizzazione di un modello per poterlo studiare anche nella terza dimensione

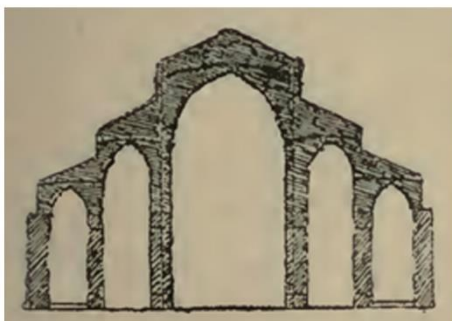
Nella tavola successiva viene confrontato il disegno ottenuto con la facciata odierna. Come per la metà sinistra, esso viene sovrapposto all'ortofoto estratta precedentemente, evidenziando così le differenze principali.

La problematica principale è relativa alla differenza di dimensioni tra il manufatto e il disegno ottenuto: anche in questo caso, la facciata, risulta ribassata e privata di ogni riferimento all'architettura gotica.

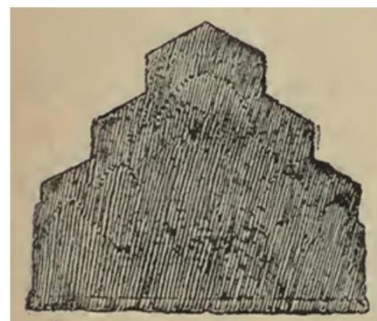
**Restituzione bidimensionale:** disegno 63 metà destra.  
Sovrapposizione del disegno con l'ortofoto estratta dal modello  
fotogrammetrico



**Sovrapposizione** tra l'ortofoto estratta dal modello fotogrammetrico della facciata odierna e il la ricostruzione della metà destra del disegno 63. Quest'ultimo è stato realizzato in scala 1:20, ma per motivi di impaginazione viene riportato in 1:500.



Proporzioni classiche utilizzate  
da Palladio.



Proporzioni attuali di San Petronio,  
con volte più elevate.

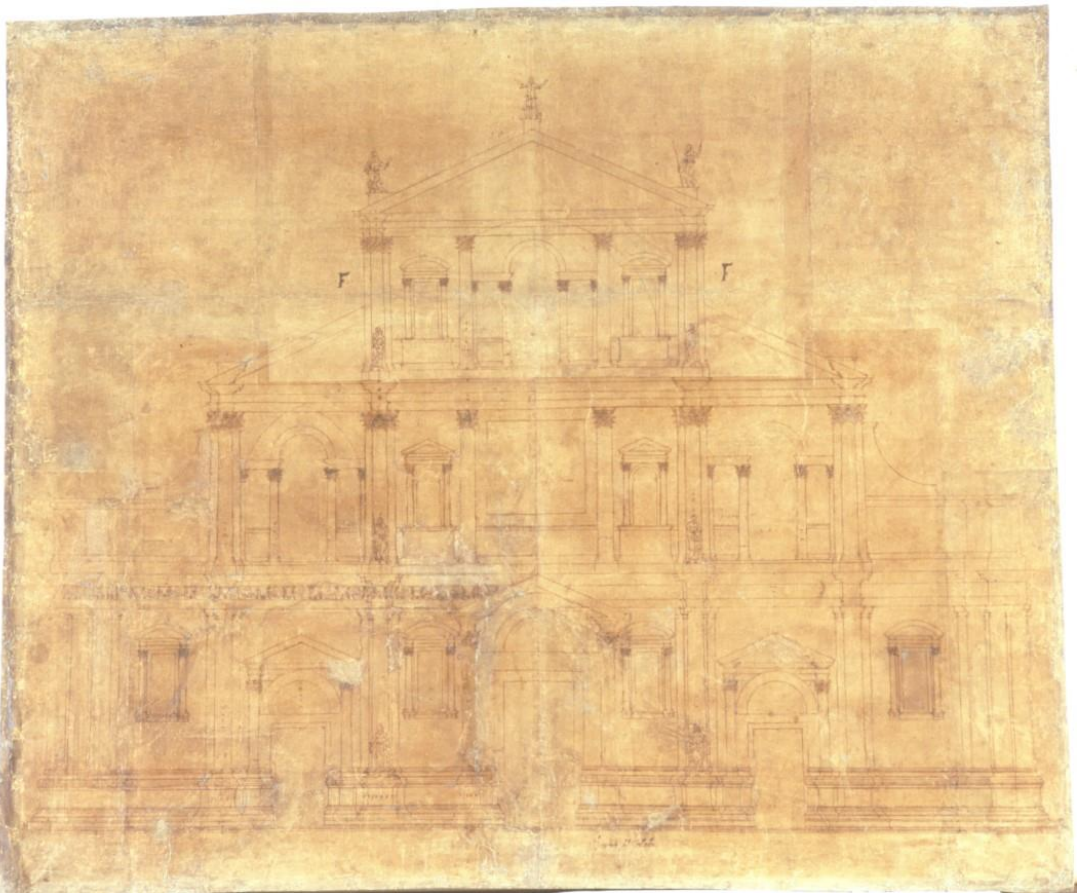
#### 4.3 Disegno 65: l'iter di ricalco, completamento e risoluzione delle ambiguità.

Il disegno indicizzato con il numero 65 (sezione F-F) è stato realizzato precedentemente rispetto al disegno 63. La sua attuazione viene collocata intorno al 1575.

Questo disegno presenta un portale centrale molto più simile a quello della Basilica odierna. Sono però presenti elementi tipici del linguaggio palladiano, e il basamento si discosta notevolmente da quello attuale.

È sopravvissuto in maniera migliore allo scorrere del tempo e risulta quindi di più facile interpretazione.

Come per il disegno 63, viene attuato lo stesso processo di restituzione.



**Figura 24 A.** Palladio, disegno 65 per la Basilica di San Petronio, 1575

Vengono quindi riportate solo due tavole riassuntive del processo poiché, il fulcro di questo elaborato sarà l'analisi anche tridimensionale del disegno 63.



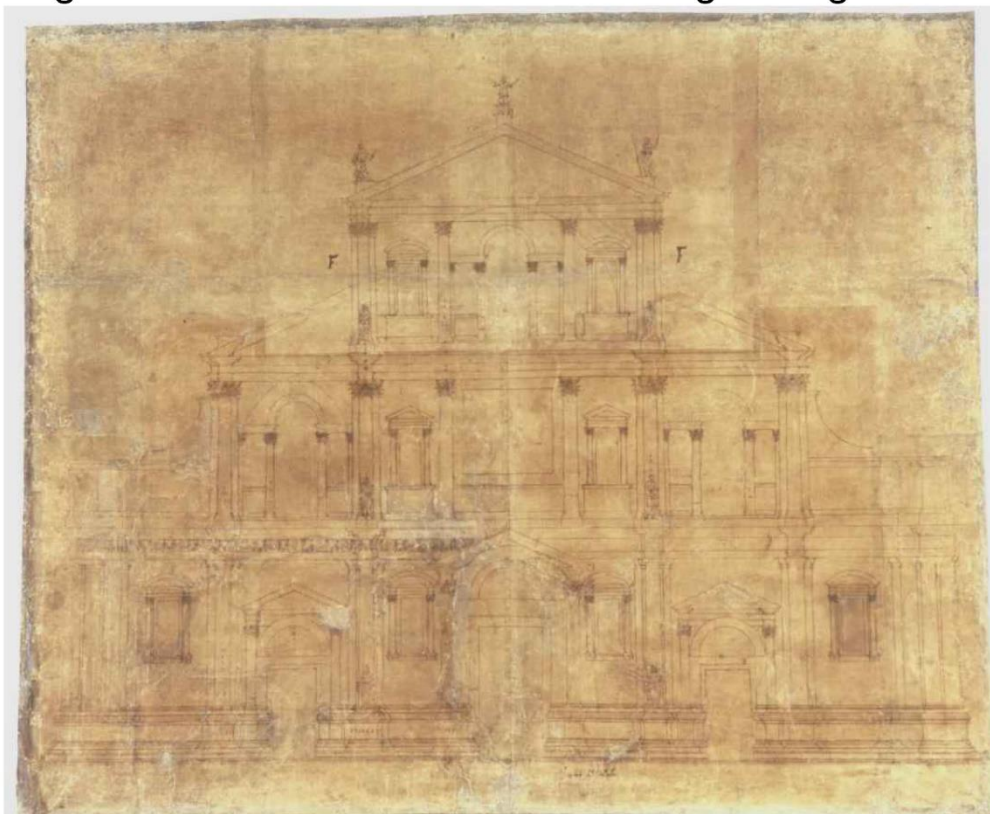
### 4.3.1 Disegno 65: il processo di ricostruzione bidimensionale

Sono elencati i riferimenti utilizzati per la ricostruzione del disegno 65:

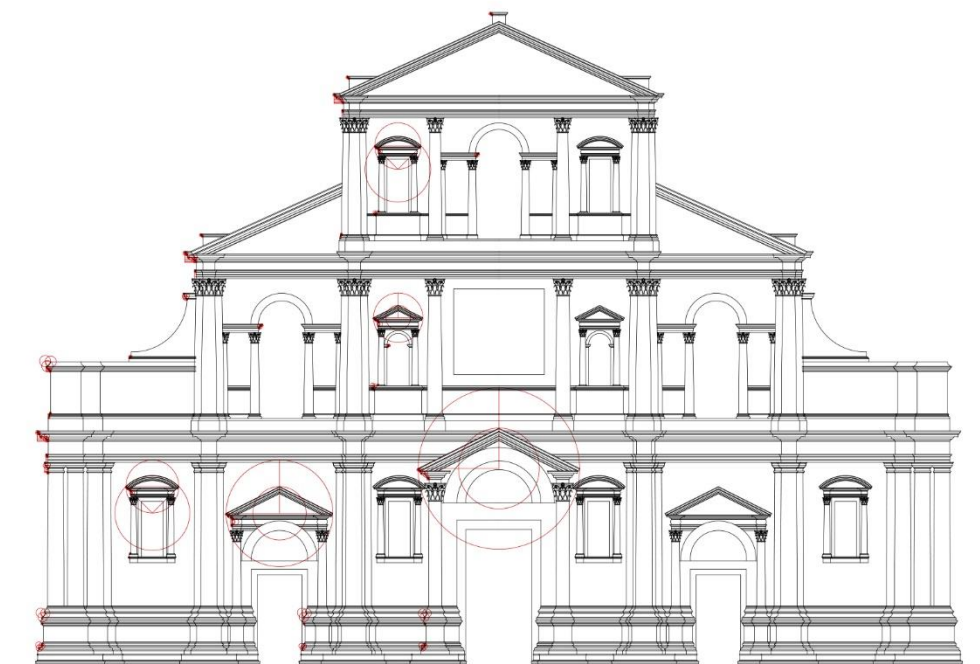
- Trabeazioni dei portali, delle edicole e degli ordini: la loro costruzione geometrica è stata ricavata a partire dalle regole contenute nel Quarto Libro. Le misure di riferimento fanno capo alla tavola relativa al Pantheon a pag. 84.
- Colonne e/o paraste corinzie: le loro proporzioni sono state ricavate consultando il Libro primo. In modo particolare si fa riferimento a pag. 43
- Trabeazione delle serliane: il riferimento utilizzato è la Basilica Palladiana. La descrizione è presente nel Libro Terzo a pag. 43
- Il basamento del secondo livello è stato ricavato a partire dalla consultazione del Libro Primo a pag. 41
- Il basamento nella parte sottostante invece possiede delle similitudini con quello della facciata odierna
- L'ordine dorico è stato ricostruito a partire dalla tavola a pag. 27 del Libro Primo. Per la sua rappresentazione sono stati utilizzati i moduli e le misurazioni fornite da Palladio.

Di seguito sono riportate due tavole riassuntive che spiegano l'iter di ricostruzione, insieme alla sovrapposizione con l'ortofoto estratta dal modello fotogrammetrico.

## Restituzione bidimensionale: disegno 65. Ricostruzione geometrica e confronto con il disegno originale



**Andrea Palladio.** Proposta per la facciata (sezione F-F), indicizzato 65, Basilica di San Petronio, Bologna



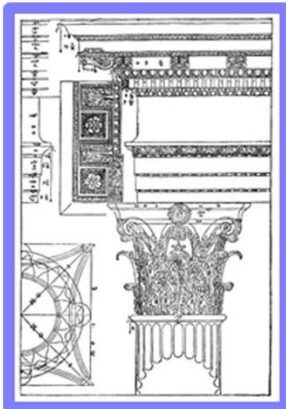
**Ricostruzione geometrica** del disegno originale effettuato in scala 1:20, con elementi di dettaglio e costruzioni, realizzati consultando i "Quattro libri dell'architettura". Per questioni di visualizzazione è stato riportato in scala 1:500.

## Restituzione bidimensionale: disegno 65. Interpretazione e indicazione dei riferimenti



Il disegno è stato realizzato in scala 1:20 ma riportato in scala 1:500 per motivi di visualizzazione.

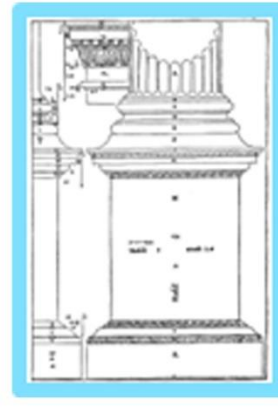
**Ricostruzione geometrica** del disegno originale. Sono indicati a colori ogni riferimento utilizzato consultando i “Quattro Libri dell’Architettura”.



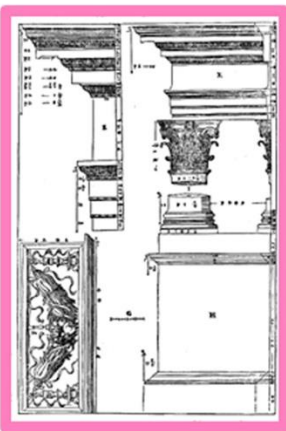
Libro I, pag. 43



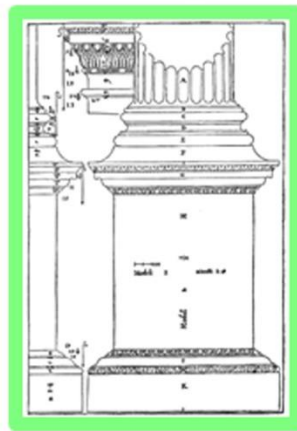
Libro III, pag. 43



Libro I, pag. 41



Libro IV, pag. 84



Libro I, pag. 27



Basamento della facciata esistente

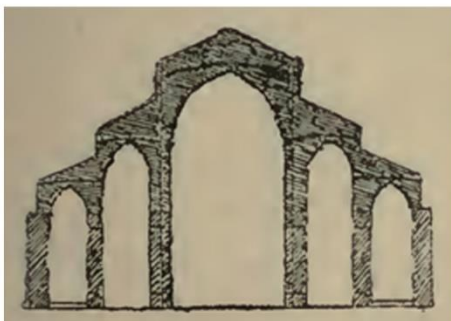
Sono qui riportate le **pagine** del Primo Libro dei “Quattro Libri dell’Architettura” utilizzate per la ricostruzione geometrica del disegno.



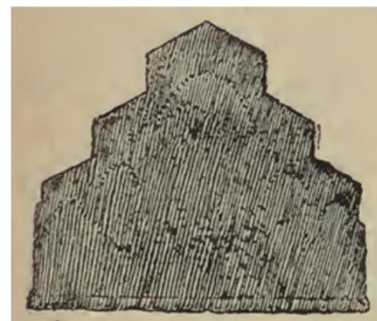
**Restituzione bidimensionale:** disegno 65 (Sezione F-F).  
Sovrapposizione del disegno con l'ortofoto estratta dal modello  
fotogrammetrico



**Sovrapposizione** tra l'ortofoto estratta dal modello fotogrammetrico della facciata odierna e il la ricostruzione del disegno 65. Quest'ultimo è stato realizzato in scala 1:20, ma per motivi di impaginazione viene riportato in 1:500.



Proporzioni classiche utilizzate  
da Palladio.



Proporzioni attuali di San Petronio,  
con volte più elevate.



## 5. DAL VETTORIALE ALLA MODELLAZIONE TRIDIMENSIONALE DELLE FACCIATE

### 5.1 *Tecniche di modellazione 3D e sue finalità*

Elemento chiave nell'ambito dell'architettura e degli studi storici è la modellazione tridimensionale. Già durante il Rinascimento, le architetture venivano studiate attraverso immagini con lo scopo di poterle utilizzare come riferimento durante il processo creativo e la realizzazione di edifici e monumenti. La ricostruzione tridimensionale come metodo di ricerca invece ottiene importanza quando anche la storia dell'architettura acquisisce maggior spessore in ambito accademico. Siamo negli anni Ottanta quando viene realizzata la prima forma di modello texturizzato per una architettura storica e solo negli anni successivi verrà impiegata anche in ambito accademico e museale (11).

Possiamo quindi definire come ricostruzione il processo che permette di realizzare un oggetto che non esiste più o che non è mai stato creato, a partire da fonti certe ed è sia processo che risultato finale (11).

Per attuare una ricostruzione è necessario consultare le fonti che forniscono le informazioni per la realizzazione dell'oggetto. Queste possono essere primarie e quindi risalire al periodo dell'oggetto di studio, o secondarie. Quest'ultime danno interpretazione del manufatto storico e possono appartenere anche ad epoche successive. Proprio perché interpretative, le fonti vanno trattate con riflessione e analizzate in maniera critica, poiché influenzate da chi le ha realizzate o dal contesto in cui nascono. Quando possibile è quindi necessario confrontarle anche con altri elementi (11).

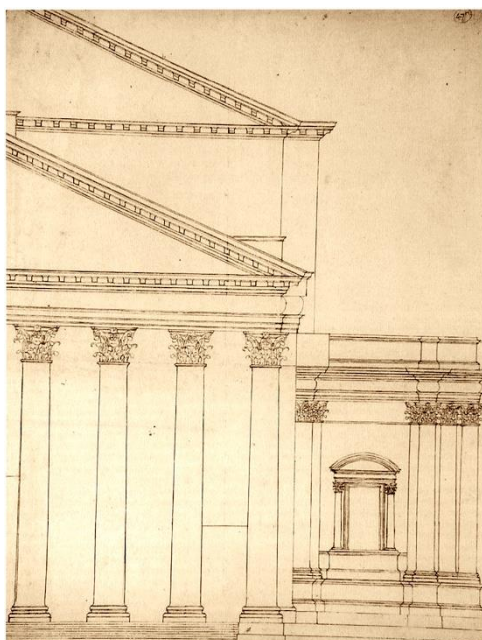
### 5.2 *La modellazione tridimensionale per le opere di Andrea Palladio:*

Per l'opera di Palladio, i benefici di una visualizzazione in tre dimensioni risultano particolarmente efficaci, poiché i suoi disegni bidimensionali presentano un pensiero 3D espresso. L'aggiunta della terza dimensione consente la generazione di nuovi punti di vista che permettono di cogliere al meglio le caratteristiche dell'oggetto di studio. Non solo, ma questa tipologia di visualizzazione permette di individuare delle ambiguità e dei problemi che nella forma bidimensionale rimarrebbero celati.

Per questo elaborato di tesi è stato selezionato il disegno 63 (analizzato nel capitolo 4) per una sua ricostruzione tridimensionale e un approfondimento ulteriore delle geometrie che lo costituiscono.

#### 5.2.1 Il modello di James Ackerman e Scott Schiamburg

È già successo in passato che qualcuno ricostruisse uno di questi progetti di Palladio mai realizzati. Una delle opere più interessanti è sicuramente quella realizzata da James Ackerman e Scott Schiamburg. La ricostruzione messa in opera riguarda una ipotesi di progetto per la facciata della basilica di San



**Figura 25** A. Palladio, disegno per la facciata della Basilica di San Petronio

Petronio. Ackerman e Schiamborg hanno utilizzato come fonte primaria il disegno stesso di Palladio, rinvenuto al Worcester College e una lettera scritta dallo stesso architetto al Conte Giovanni Pepoli nel 1597 in cui si suppone faccia riferimento all'elaborato in questione. Questo è caratterizzato da un grande portico che occupa gran parte della facciata. Sono stati esaminati, tra le fonti secondarie, anche altri disegni e bozzetti realizzati dall'architetto durante i suoi viaggi, con lo scopo di facilitare la ricostruzione delle nicchie e delle aperture. Le problematiche maggiori evidenziate da questo processo e dovute alla difficoltà di interpretazione del disegno riguardano principalmente le colonne e la loro irregolare disposizione e numero. La ricostruzione finale cerca di risolvere le ambiguità e di conciliare il disegno con la facciata esistente. (8)



**Figura 26.** J. Ackerman e S. Schiamborg. Ricostruzione della facciata della Basilica di San Petronio a partire da un disegno di Andrea Palladio.

### 5.3 La ricostruzione tridimensionale del disegno 63

La ricostruzione tridimensionale del disegno 63 sezione G-G segue lo stesso metodo utilizzato da Ackerman e Schiamborg.

Come fonte primaria viene utilizzato il disegno stesso, il quale viene ricostruito tridimensionalmente estrudendo le forme geometriche costruite precedentemente. Le fonti secondarie invece vengono utilizzate per risolvere le ambiguità e dare un senso alle porzioni critiche del disegno stesso.

In modo particolare, per questa rappresentazione, sono stati utilizzati come metodo di studio e confronto alcune tra le più importanti architetture palladiane realizzate. Le verosimiglianze principali fanno capo alle architetture delle facciate delle chiese veneziane, ovvero la chiesa del Redentore, di San Giorgio Maggiore e di San Francesco della Vigna. Gli elementi comuni sono stati estrapolati da questi manufatti e inseriti all'interno della ricostruzione per cercare di colmare le mancanze causate dalla difficile interpretazione e dai danni dovuti al tempo.

Per realizzare il modello tridimensionale è stato utilizzato un modellatore che frutta geometrie NURBS<sup>20</sup>, mentre, per ricreare una migliore resa visiva, è stato utilizzato il software 3D Studio Max.

Il processo di ricostruzione di questo disegno è stato iterativo, poiché l'inserimento della terza dimensione ha permesso di notare alcune criticità e di mettere in dubbio la veridicità di alcune costruzioni che si davano per certe nel disegno 2D.

La semantica di Palladio rimane costante per la gran parte delle sue opere e, per questo, diventa interessante quando, in un disegno di questo tipo, fanno capolinea elementi che non corrispondono al suo linguaggio standard. La terza dimensione ha enfatizzato queste problematiche, le quali sono state sviscerate per entrambe le versioni del disegno.

#### 5.3.1 Disegno 63 – metà sinistra: riferimenti e risoluzione delle ambiguità

Tra le due versioni del disegno 63, il lato sinistro è stato il più semplice da interpretare e da ricostruire, sia per una questione relativa ad una miglior



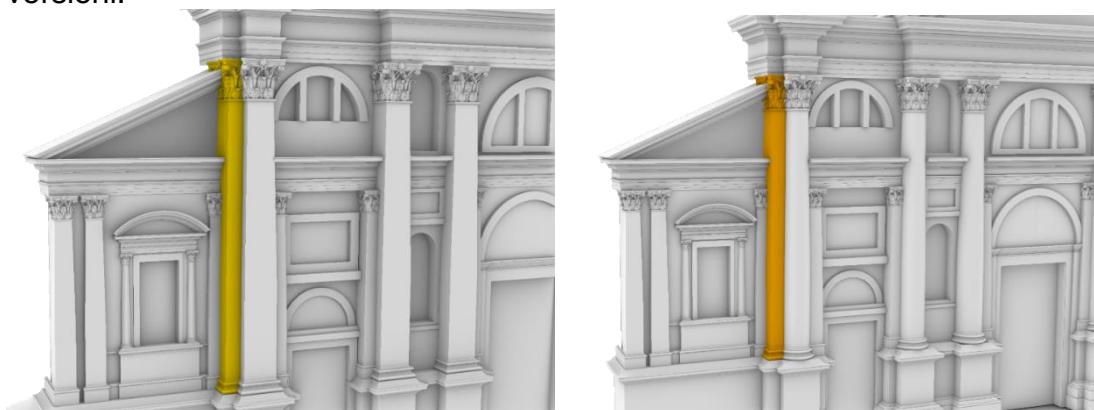
**Figura 27** Disegno 63-sinistra. Ipotesi semicolonne e paraste. In giallo sono rappresentate le paraste, in arancione le semicolonne.

<sup>20</sup> NURBS (Non Uniform Rational Basis-Splines) è una classe di curve geometriche utilizzate in computer grafica per la rappresentazione di curve e superfici.

conservazione e facilità di lettura, sia per una chiarezza più immediata nel riconoscimento degli elementi geometrici.

Come detto precedentemente, il processo di ricostruzione è stato iterativo: la terza dimensione ha messo in risalto delle problematiche relative alla sporgenza degli elementi e alla loro effettiva dimensione, poiché Palladio in questo elaborato non inserisce indicazioni sulla grandezza e la profondità effettiva degli elementi.

Una delle prime problematiche è stato quello di capire cosa fosse in realtà l'ordine gigante presente in facciata. Non avendo nessun tipo di indicazione è possibile ipotizzare la presenza sia di paraste che di semicolonne. Inoltre, è stato necessario adattare ogni forma alle dimensioni standard utilizzate da Palladio. Un elemento forse di maggior certezza è la presenza di un pilastro nell'angolo che ha valenza strutturale. Esso è stato riportato in entrambe le versioni.



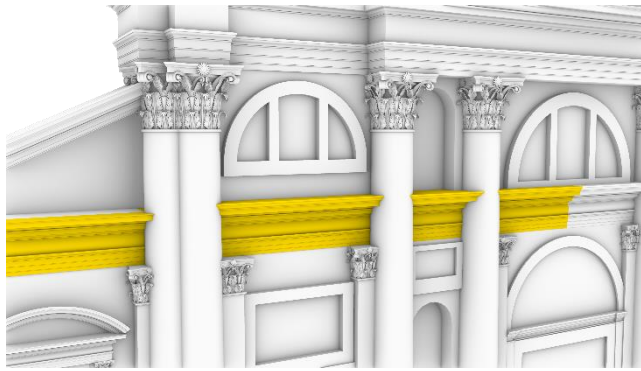
**Figura 28** Versione con colonne in arancione e versione con paraste in giallo. Viene evidenziato il pilastro nell'angolo.

La maggior parte dei dubbi sono state risolte utilizzando le fonti secondarie, in maniera particolare analizzando le facciate delle chiese veneziane e quella di Palazzo Valmarana. Nella pagina seguente è riportata una tavola che illustra i riferimenti utilizzati.

Un'altra ambiguità riscontrata riguarda l'effettivo posizionamento della trabeazione per la versione con le colonne in facciata. Non è chiaro dal disegno bidimensionale se questa termina all'interno della colonna, se giri attorno ad essa o se semplicemente venga troncata. Si è data come soluzione più appropriata quella di non interrompere la trabeazione come verosimilmente accade per la chiesa di San Giorgio Maggiore.



**Figura 29** La trabeazione viene interrotta al limitare delle semicolonne



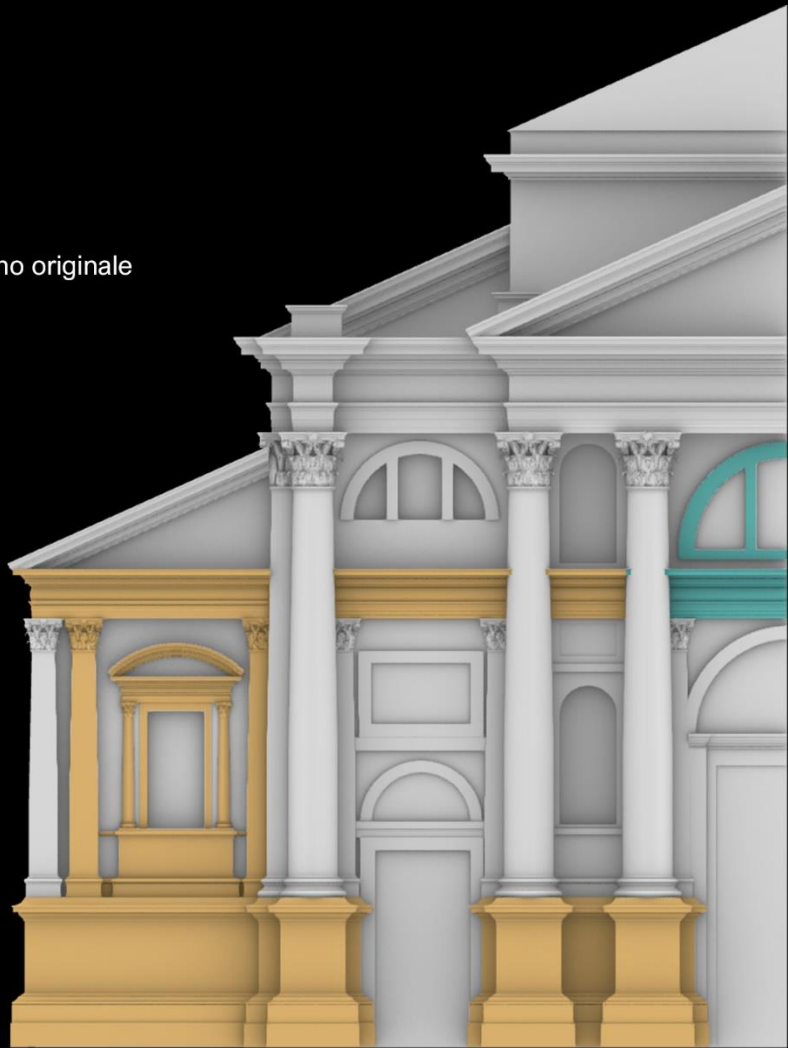
**Figura 30** La trabeazione si inserisce all'interno delle semicolonne.



## Dal vettoriale al tridimensionale: riferimenti tridimensionali per la ricostruzione della facciata - sinistra

● Elementi derivanti dal disegno originale

Per la realizzazione del modello del disegno 63 - lato sinistro, sono state prese in considerazione le facciate esistenti delle **chiese veneziane** del Redentore, di San Francesco della Vigna e di San Giorgio Maggiore. Sono qui evidenziati gli **elementi comuni** alle facciate e quelli estratti dall'interpretazione del disegno.



La versione qui riportata presenta delle semicolonne in facciata.



San Giorgio Maggiore (VE)



San Francesco della Vigna (VE)

Un altro elemento ambiguo è stato riscontrato nel portale principale: si tratta del capitello dorico e dalla sua trabeazione. Non è chiaro se quest'ultimo sovrasta le paraste adiacenti o se si interrompe appena entra in contatto con esse.



**Figura 31** Primo tentativo di rappresentazione del dorico. Si interrompe bruscamente appena entra in contatto con le paraste adiacenti

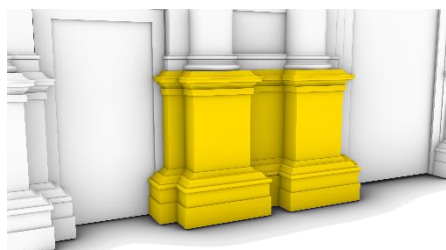
Per risolvere l'enigma, è stato necessario consultare uno dei massimi esperti di Andrea Palladio, il professor Guido Beltramini, il quale ha suggerito di far retrocedere la trabeazione in modo tale da permettere ai capitelli dorici di terminare in maniera esatta sulle paraste laterali.



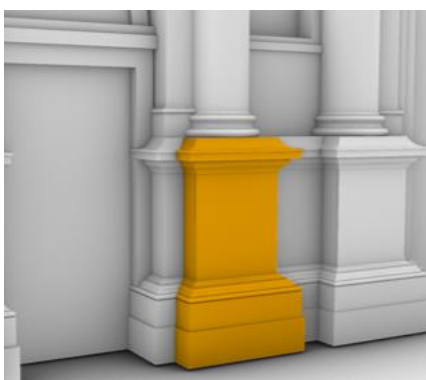
**Figura 32** soluzione finale: i capitelli dorici terminano esattamente sulle paraste.

Ottenute queste nuove informazioni, si è proceduto all'analisi e al paragone di altri elementi di minore criticità.

Il basamento corinzio rappresentato nel disegno può essere riprodotto fedelmente poiché a livello di dimensioni è simile a quello di San Giorgio Maggiore e di palazzo Valmarana. Lo stesso discorso può essere fatto per la trabeazione, la quale è simile a quella di palazzo Valmarana.



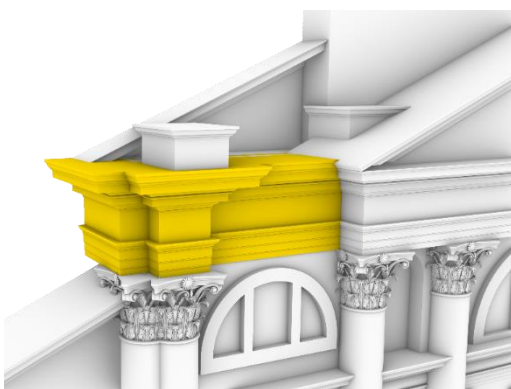
**Figura 33** prima ipotesi di basamento corinzio. Vi è un errore di proporzioni nella parte inferiore.



**Figura 35** Basamento corretto seguendo le proporzioni del disegno e confrontandolo con Palazzo Valmarana



**Figura 34** Rappresentazione del basamento all'interno del disegno 63 - lato sinistro



**Figura 37** Trabeazione rappresentata come in Palazzo Valmarana

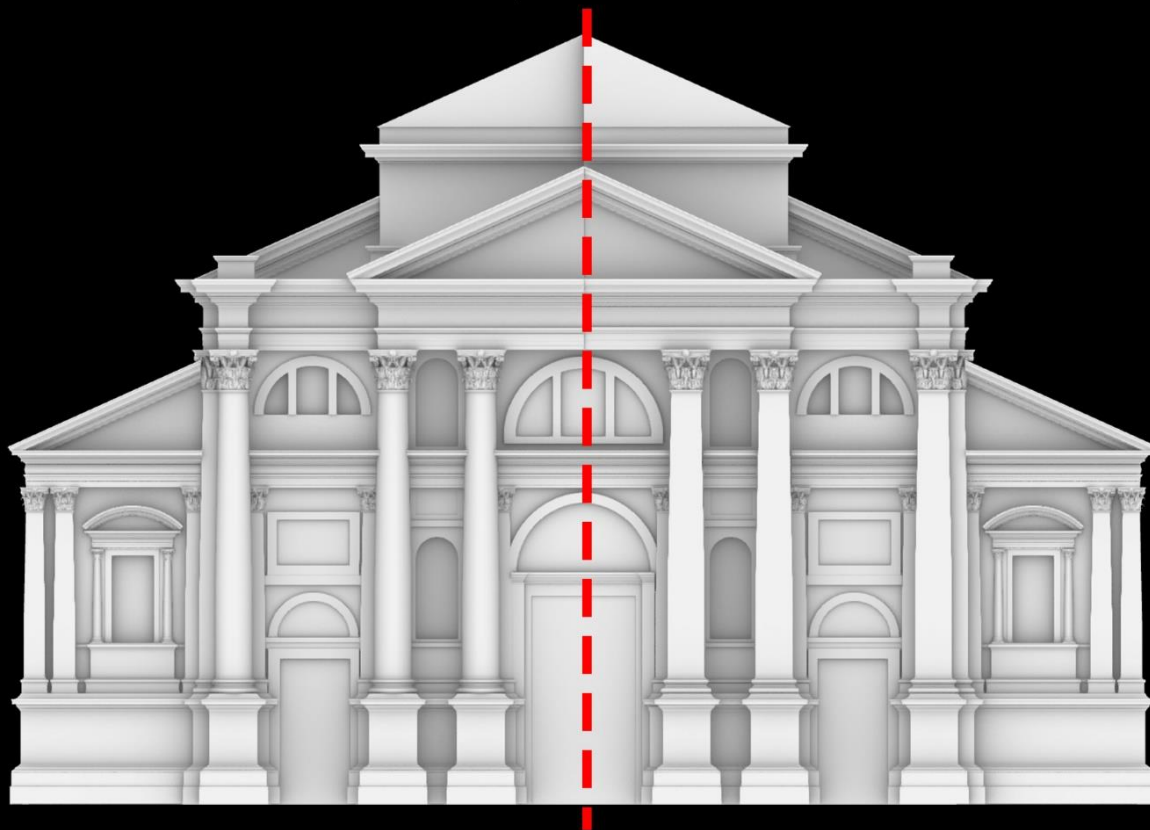


**Figura 36** Facciata di Palazzo Valmarana (VI)

Si è attuato un controllo delle proporzioni degli elementi con lo scopo di inserirli nel modello finale.

Si riportano delle tavole esplicative del processo di risoluzione di altre importanti problematiche. Vengono trattati i temi delle semicolonne o paraste in facciata, dell'allineamento della trabeazione centrale e della terminazione di quest'ultima in uno dei capitelli.

Dal vettoriale al tridimensionale: lato sinistro. Confronto tra la versione che riporta le semicolonne in facciata e quella con le paraste.



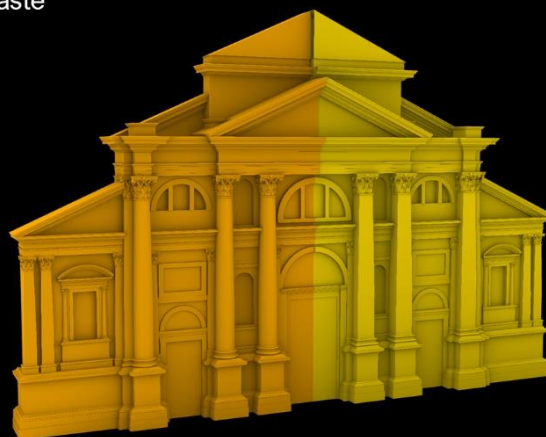
La **vista frontale** qui riportata unisce e confronta tra loro le due versioni del modello. Nelle immagini in basso la **versione arancione** utilizza le **semicolonne** in facciata; la versione gialla utilizza invece le **paraste**.

● Semicolonne

● Paraste



Vista frontale dei due modelli.



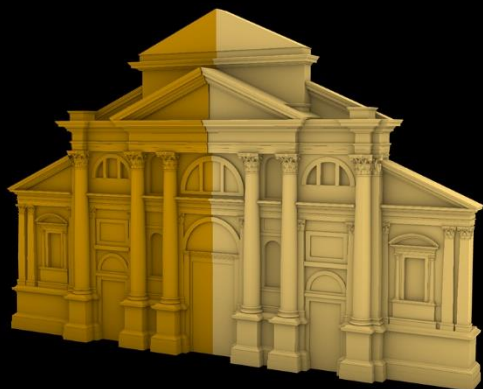
Vista prospettica dei due modelli



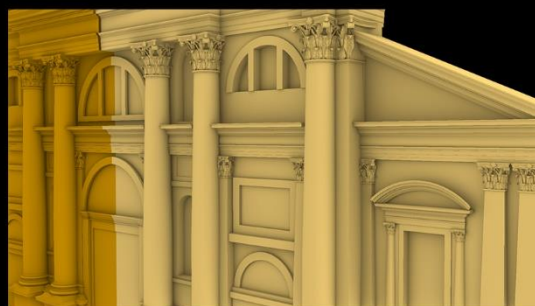
## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di avanzamento e allineamento della trabeazione centrale - semicolonne



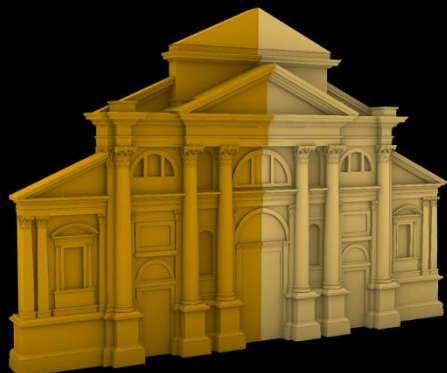
In questa vista frontale vengono riportate entrambe le versioni del modello. Nella parte sinistra, la **trabeazione laterale** è fatta avanzare fino ad allinearsi a quella centrale. La versione di destra, invece, presenta una trabeazione leggermente arretrata.



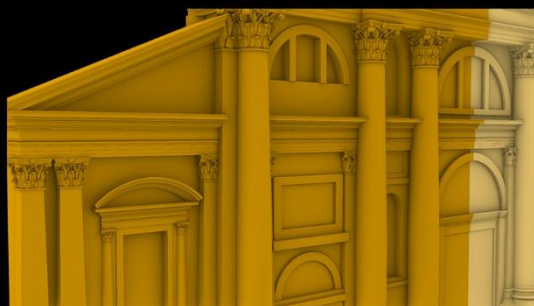
**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione non allineata



**Dettaglio** della trabeazione non allineata



**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione allineata

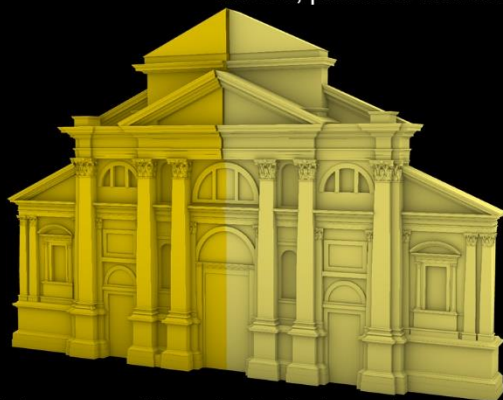


**Dettaglio** della trabeazione allineata

## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di avanzamento e allineamento della trabeazione centrale - paraste



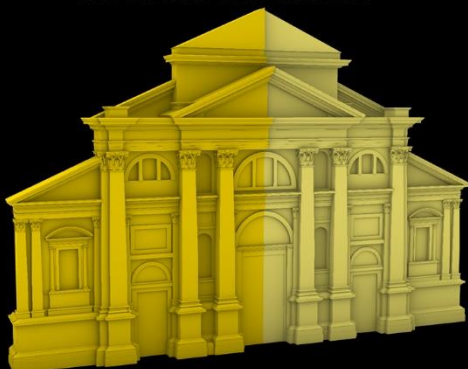
In questa vista frontale vengono riportate entrambe le versioni del modello. Nella parte sinistra, la **trabeazione laterale** è fatta avanzare fino ad allinearsi a quella centrale. La versione di destra, invece, presenta una trabeazione leggermente arretrata.



**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione non allineata



**Dettaglio** della trabeazione non allineata



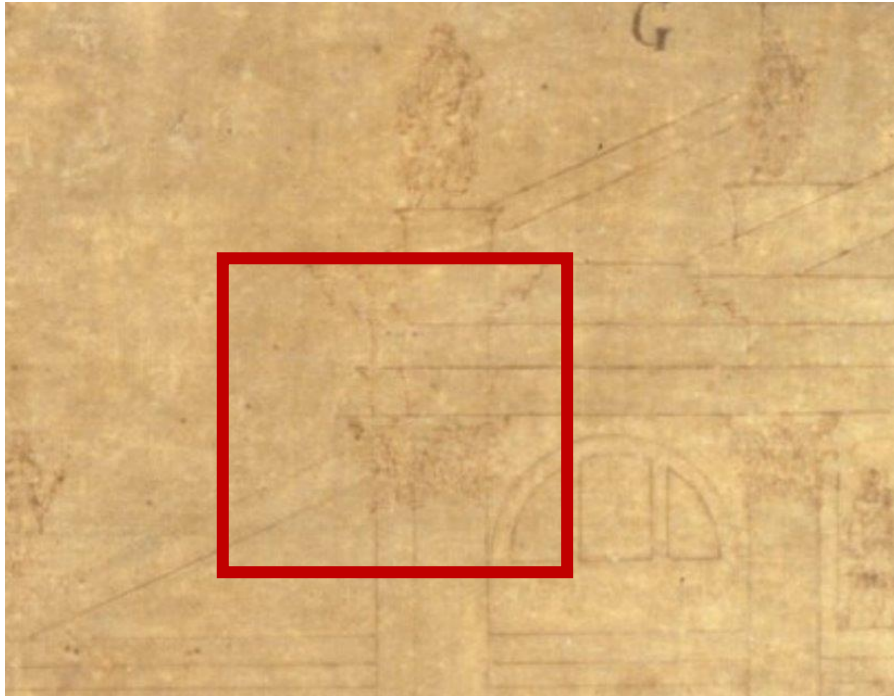
**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione allineata



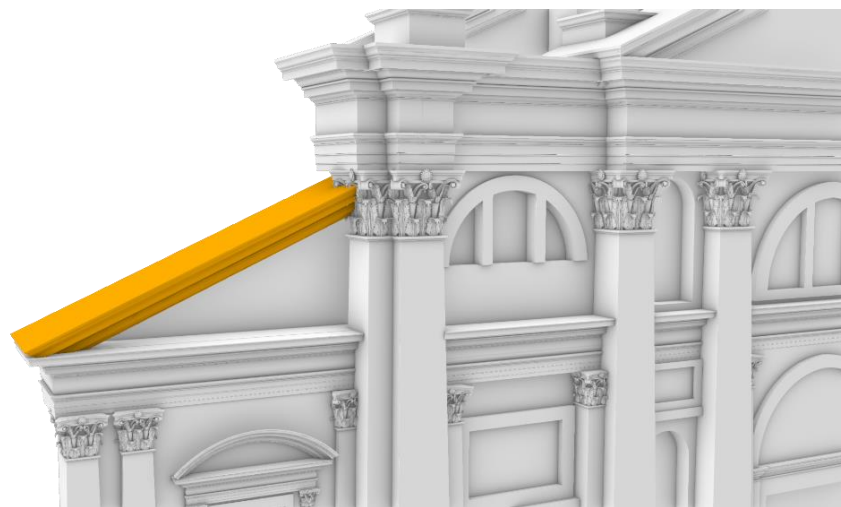
**Dettaglio** della trabeazione allineata

Viene localizzata un'ulteriore ambiguità nella navata laterale del disegno, poiché Palladio realizza una trabeazione che termina nel capitello. Nella vista frontale rappresentata dall'architetto l'elemento risulta completo, ma tridimensionalmente, la ricostruzione non funziona.

Una prima soluzione è stata quella di forzare la trabeazione fino al suo inserimento nel capitello. Ciò però risulta semanticamente scorretto. Per questo si è optato nel troncare il capitello e semplificare la campana, avendo così un elemento completo in facciata e la trabeazione correttamente agganciata. Nella tavola successiva viene mostrato il processo di troncamento del capitello.



**Figura 38 A.** Palladio. Dettaglio del disegno 63, lato sinistro. La trabeazione termina nel capitello



**Figura 39** Modello 3D. La trabeazione entra nel capitello. Ipotesi scartata.



## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di terminazione della trabeazione nel capitello.



Versione con semicolonne in facciata



Versione con paraste in facciata

Il capitello viene **troncato** in maniera tale da permettere alla trabeazione di terminare su di esso. La campana al suo interno viene semplificata e le foglie d'acanto laterali rimosse. Le volute nell'angolo non vengono eliminate, in maniera tale da avere un capitello completo nella vista frontale.

Per realizzare questo capitello sono state analizzate alcune soluzioni proposte da Andrea Palladio per le **chiese veneziane**:



Basilica del Redentore (VE)



San Francesco della Vigna (VE)



San Giorgio Maggiore (VE)



### 5.3.2 Modello finale e viste definitive – disegno 63 lato sinistro

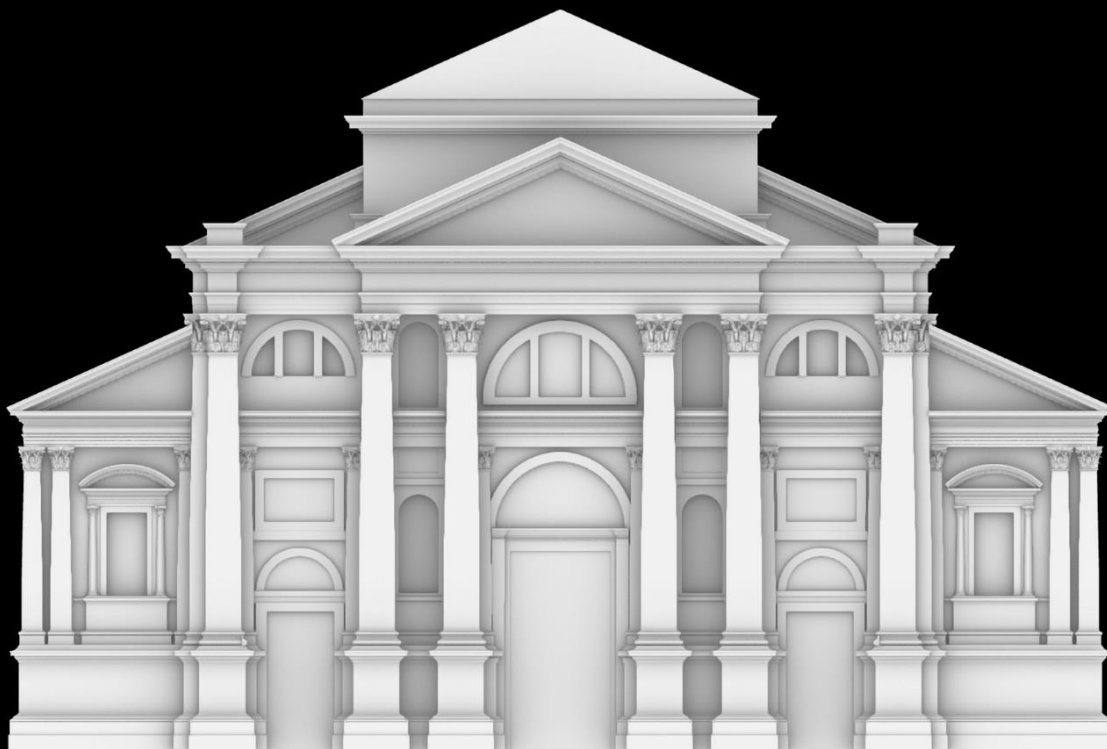
Una volta risolte le criticità e aver trovato una soluzione plausibile per quasi tutte le ambiguità, sono stati prodotti i modelli definiti, che verranno poi utilizzati per produrre delle viste fotorealistiche.

I modelli prescelti sono quelli che presentano l'allineamento della trabeazione centrale e la terminazione della stessa nel capitello, il quale risulta così troncato.

Le viste ottenute sono state prodotte con un modellatore NURBS per garantire una visualizzazione chiara e ottimale.

Nelle due tavole successive vengono quindi presentate le ipotesi di ricostruzione finale con una vista frontale e una prospettiva.

Dal vettoriale al tridimensionale: viste finali versione con paraste

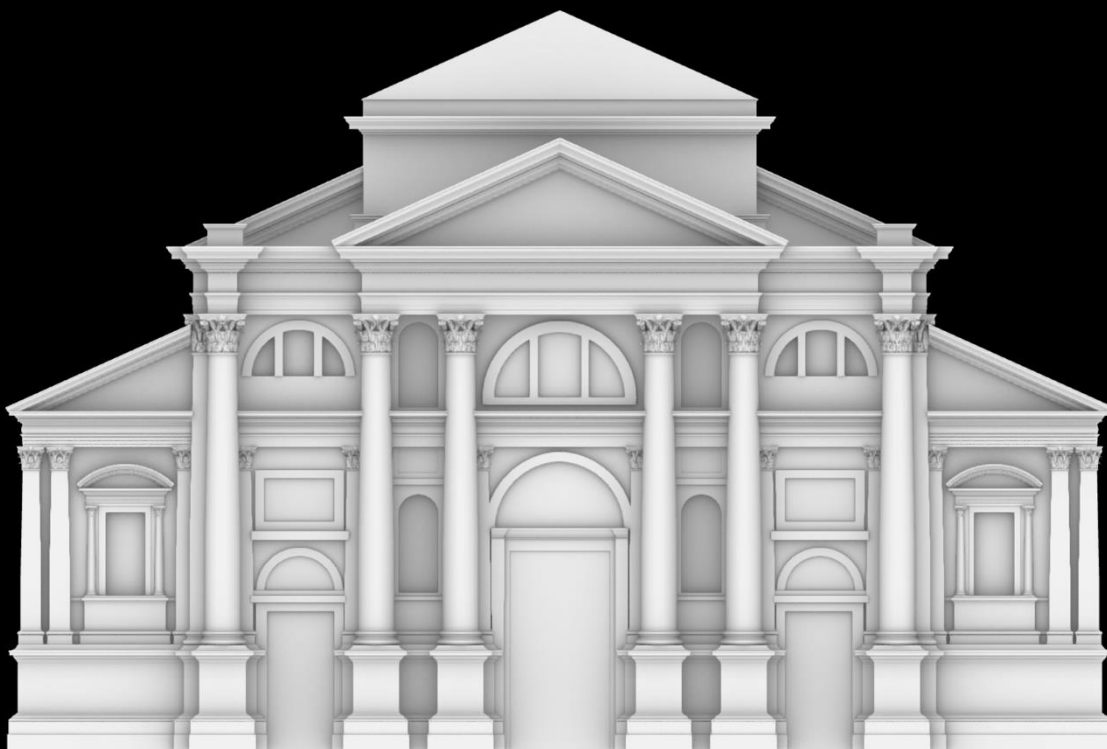


Versione con **paraste** in facciata: vista frontale



Versione con **paraste** in facciata: vista prospettica

**Dal vettoriale al tridimensionale: viste finali versione con  
semicolonne**



Versione con **semicolonne** in facciata: vista frontale



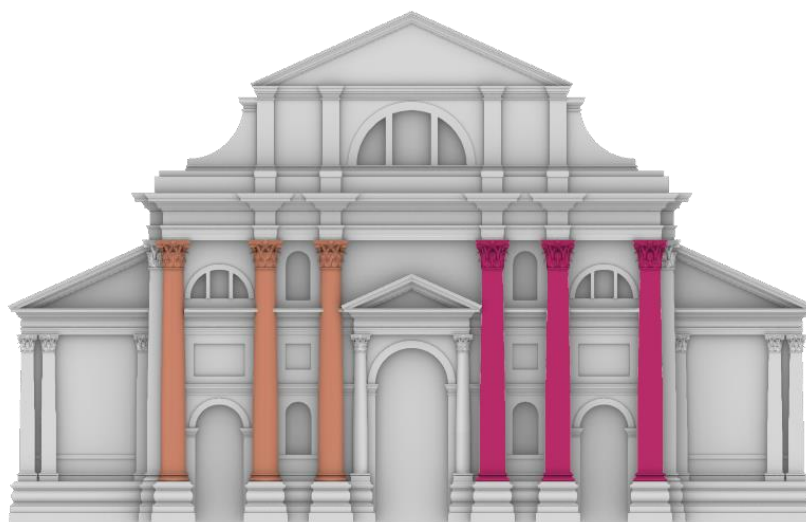
Versione con **semicolonne** in facciata: vista prospettica

### 5.3.3 Disegno 63 – metà destra: riferimenti, problematiche e risoluzione delle ambiguità

Tra le due versioni del disegno 63, il lato destro è stato il più problematico da interpretare e da ricostruire, sia per una questione relativa allo scolorimento dell'inchiostro, sia per la difficoltà nel riconoscere i vari elementi architettonici. Questa versione, frettolosamente disegnata da Palladio, risulta essere incompleta in molti punti.

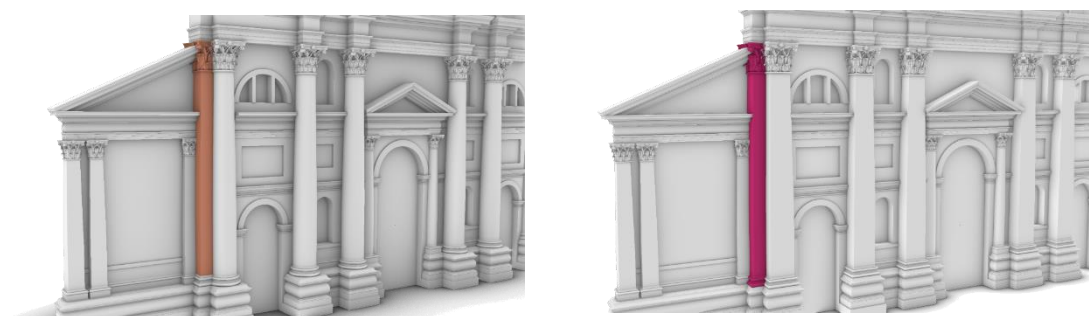
Anche per questa parte di disegno il processo di ricostruzione è stato iterativo: l'aggiunta della terza dimensione, come per la parte sinistra, ha messo in risalto delle problematiche relative alla sporgenza degli elementi e alla loro effettiva dimensione, poiché non vi sono riportate indicazioni sulla loro grandezza e profondità effettiva.

La prima indagine si è basata sulla comprensione dell'ordine gigante in facciata. Anche qui, non avendo nessun tipo di informazione, è possibile ipotizzare la presenza sia di paraste che di semicolonne.



**Figura 40** Disegno 63-destra. Ipotesi semicolonne e paraste. In magenta sono rappresentate le paraste, in rosa le semicolonne.

Come per la metà sinistra, un elemento forse di maggior certezza è la presenza di un pilastro nell'angolo che ha valenza strutturale. Esso è stato riportato in entrambe le versioni.



**Figura 41** Versione con colonne in rosa e versione con paraste in magenta. Viene evidenziato il pilastro nell'angolo



La maggior parte delle ambiguità sono state risolte utilizzando le fonti secondarie, in maniera particolare le facciate delle chiese veneziane, quella di Palazzo Valmarana e del Teatro Olimpico. Nella pagina seguente è riportata una tavola che illustra i riferimenti utilizzati.

Anche per questa versione, una delle difficoltà principali riguarda il posizionamento della trabeazione per la versione con le semicolonne. Pure in questo caso non è chiaro dal disegno bidimensionale se questa termina all'interno della semicolonna, se giri attorno ad essa o se venga troncata. In un primo momento si è data come soluzione più appropriata quella di far interrompere la trabeazione come verosimilmente accade nella facciata di San Giorgio Maggiore e di farla così girare sul portale centrale. È stata successivamente scartata in un secondo momento, optando per far avanzare le semicolonne in facciata e renderle colonne come per il Teatro Olimpico di Vicenza.



**Figura 42** Trabeazione troncata in corrispondenza delle colonne

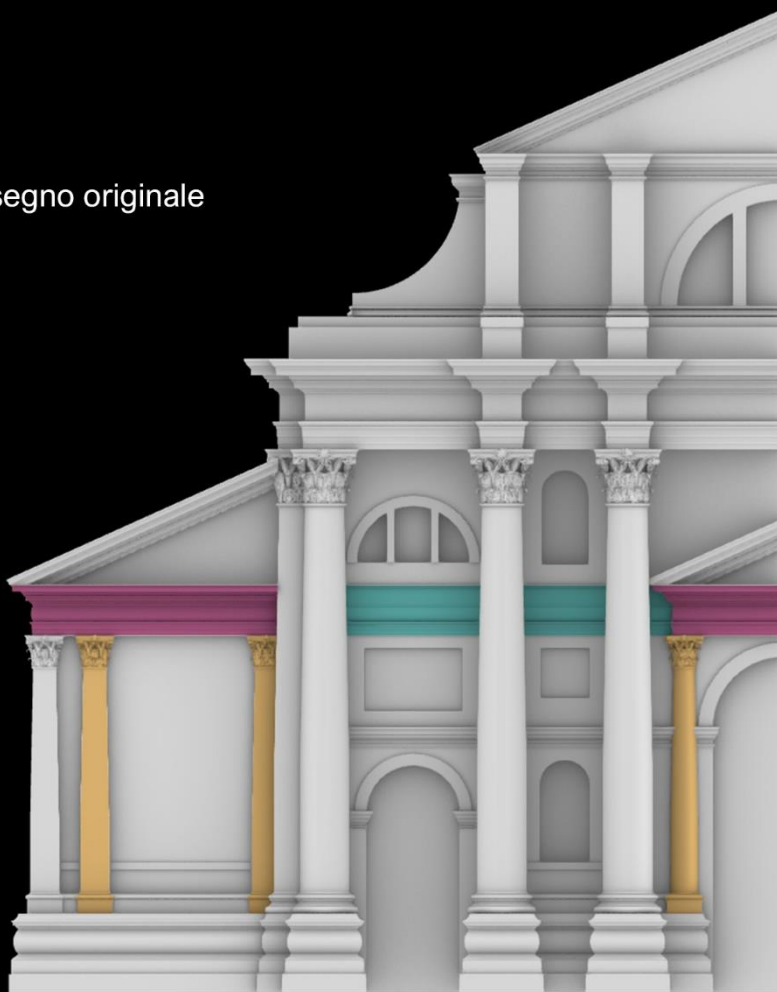


**Figura 43** Trabeazione che gira come nella Basilica del Redentore. A destra: dettaglio della trabeazione del Redentore.

## Dal vettoriale al tridimensionale: riferimenti tridimensionali per la ricostruzione della facciata - destra

### ● Elementi derivanti dal disegno originale

Per la realizzazione del modello del disegno 63 - lato destro, sono state prese in considerazione le facciate esistenti delle **chiese veneziane** del Redentore, di San Francesco della Vigna e di San Giorgio Maggiore. Sono qui evidenziati gli **elementi comuni** alle facciate e quelli estratti dall'interpretazione del disegno.



Viene riportata la versione del modello che presenta colonne in facciata e una trabeazione semplificata.



San Giorgio Maggiore (VE)



San Francesco della Vigna (VE)



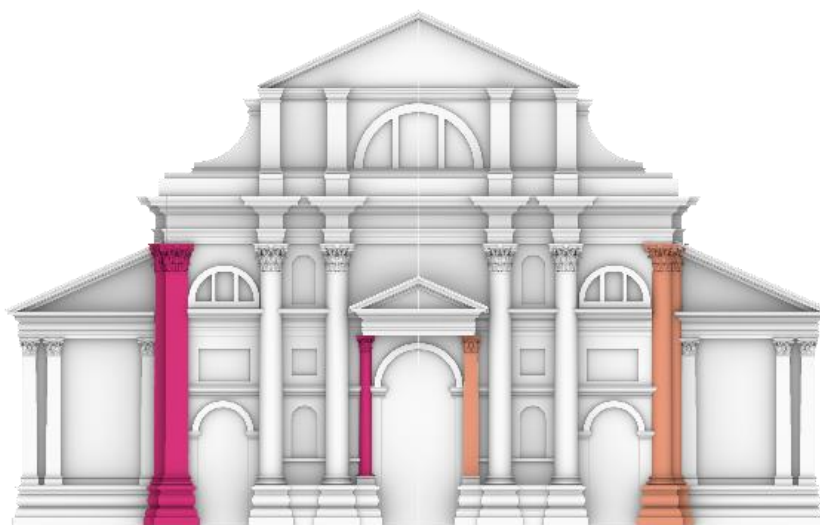
Basilica del Redentore (VE)

Le versioni finali del modello 63 presentano l'ordine gigante come colonne intere o paraste. Questo risultato è stato ottenuto a fronte di tentativi per capire la vera natura di questi elementi.

È stato fondamentale utilizzare le fonti secondarie, che hanno così di intuire quella che potrebbe forse essere la vera forma di questi oggetti architettonici. Sono quindi stati consultati i modelli tridimensionali (forniti dal CISA Andrea Palladio e riportati in una tavola successiva) delle chiese palladiane di Venezia.

Palladio, in questi manufatti, ha alternato paraste e colonne secondo uno schema definito in ogni facciata. Gli unici elementi che appaiono omologhi per ogni manufatto è la parasta laterale alla fine delle navate laterali. Questo elemento è stato riportato anche per entrambe le versioni del modello 63.

Vengono qui riportati gli studi effettuati sulla ricostruzione del disegno e i paragoni con le facciate delle chiese di Venezia.



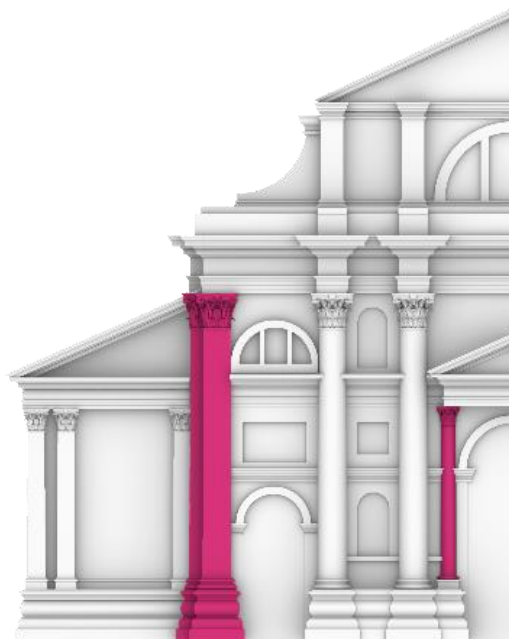
**Figura 44** Gli elementi più ambigui vengono localizzati nell'ordine gigante che precede la navata laterale e in quello che sormonta la trabeazione del portale maggiore. In magenta viene mostrata una parasta per l'ordine gigante e una semicolonna a sostegno della trabeazione centrale. Nella parte in rosa, invece, gli elementi vengono scambiati tra loro, producendo una nuova versione.



**Figura 45** Vista prospettica delle due versioni



La posizione delle paraste e delle colonne è stata determinata dal confronto con le facciate delle chiese veneziane. Si è cercato di renderle il più verosimili possibili, rispettando la fonte primaria e le indicazioni del disegno. Nelle immagini sottostanti vengono indicati gli oggetti di studio e gli elementi di verosimiglianza con le architetture palladiane.



**Figura 48** In magenta viene mostrata una parasta per l'ordine gigante e una semicolonna a sostegno della trabeazione centrale



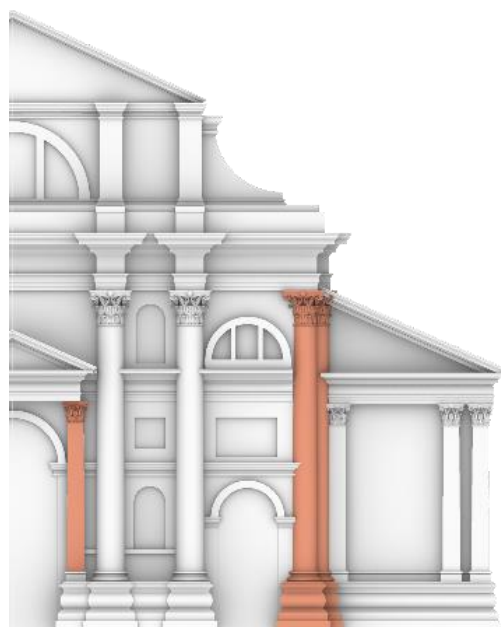
**Figura 46** Basilica del Redentore



**Figura 47** San Francesco della Vigna



**Figura 49** San Giorgio Maggiore

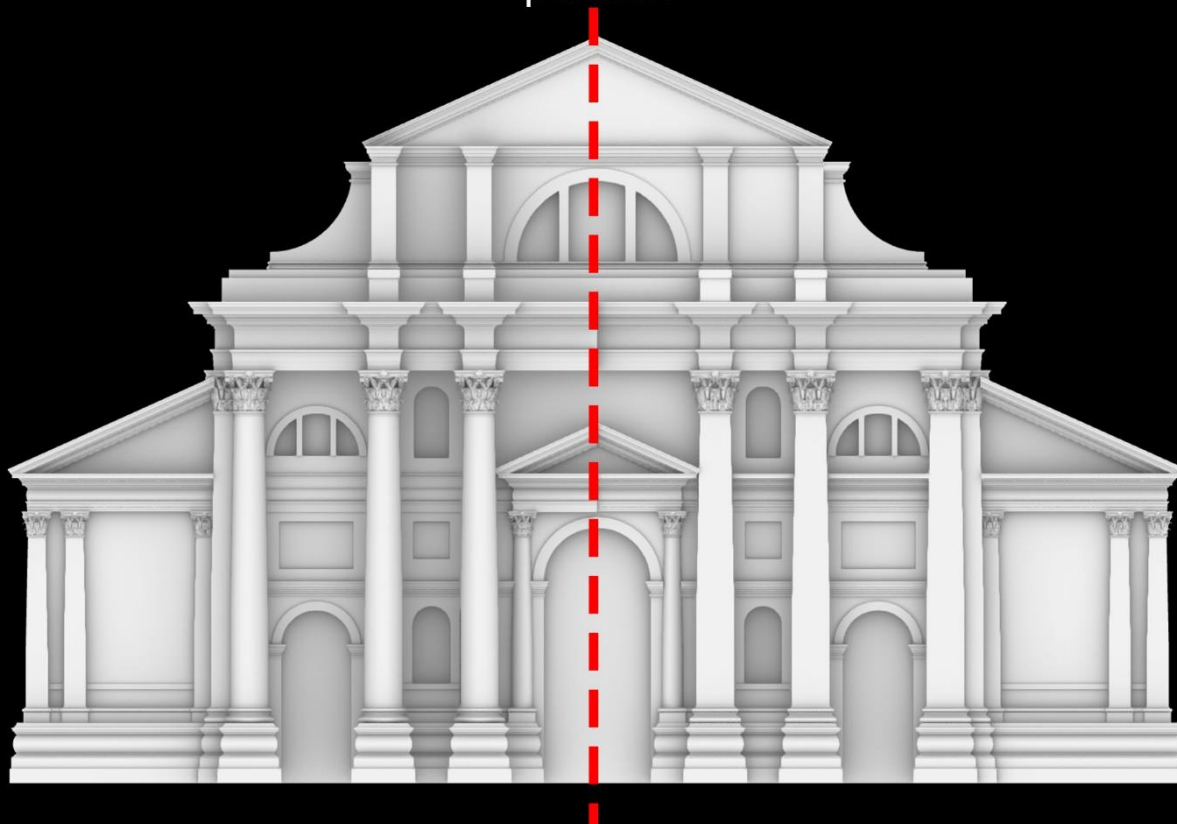


**Figura 50** In rosa viene mostrata una semicolonna per l'ordine gigante e una parasta a sostegno della trabeazione centrale

Per dare più uniformità all'elaborato tridimensionale, queste ipotesi verranno scartate. Si prediligerà quindi una facciata più semplice e per questo verranno prodotte due versioni: una con sole paraste e l'altra con sole colonne, illustrate nelle tavole successive insieme all'ipotesi di allineamento della trabeazione.



**Dal vettoriale al tridimensionale: lato destro. Confronto tra la versione che riporta le semicolonne in facciata e quella con le paraste.**



La **vista frontale** qui riportata unisce e confronta tra loro le due versioni del modello. Nelle immagini in basso la **versione rosa utilizza le colonne** in facciata; la versione magenta utilizza invece le **paraste**.

- Colonne
- Paraste



Vista frontale dei due modelli.



Vista prospettica dei due modelli

## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di avanzamento e allineamento della trabeazione centrale - colonne



In questa vista frontale vengono riportate entrambe le versioni del modello. Nella parte sinistra, la **trabeazione laterale** è fatta avanzare fino ad allinearsi a quella centrale. La versione di destra, invece, presenta una trabeazione leggermente arretrata.



**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione non allineata



**Dettaglio** della trabeazione non allineata



**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione allineata

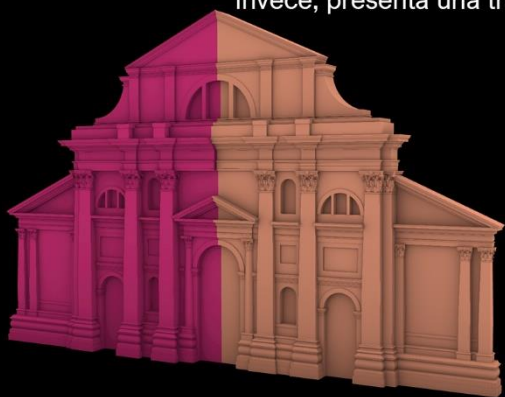


**Dettaglio** della trabeazione allineata

## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di avanzamento e allineamento della trabeazione centrale - paraste



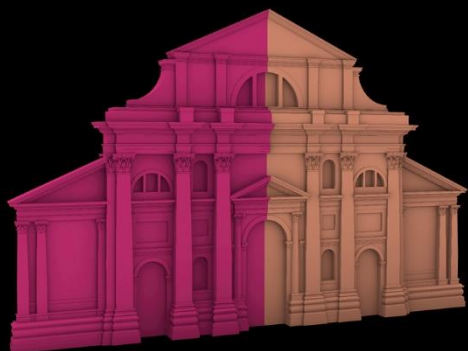
In questa vista frontale vengono riportate entrambe le versioni del modello. Nella parte sinistra, la **trabeazione laterale** è fatta avanzare fino ad allinearsi a quella centrale. La versione di destra, invece, presenta una trabeazione leggermente arretrata.



**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione non allineata



**Dettaglio** della trabeazione non allineata



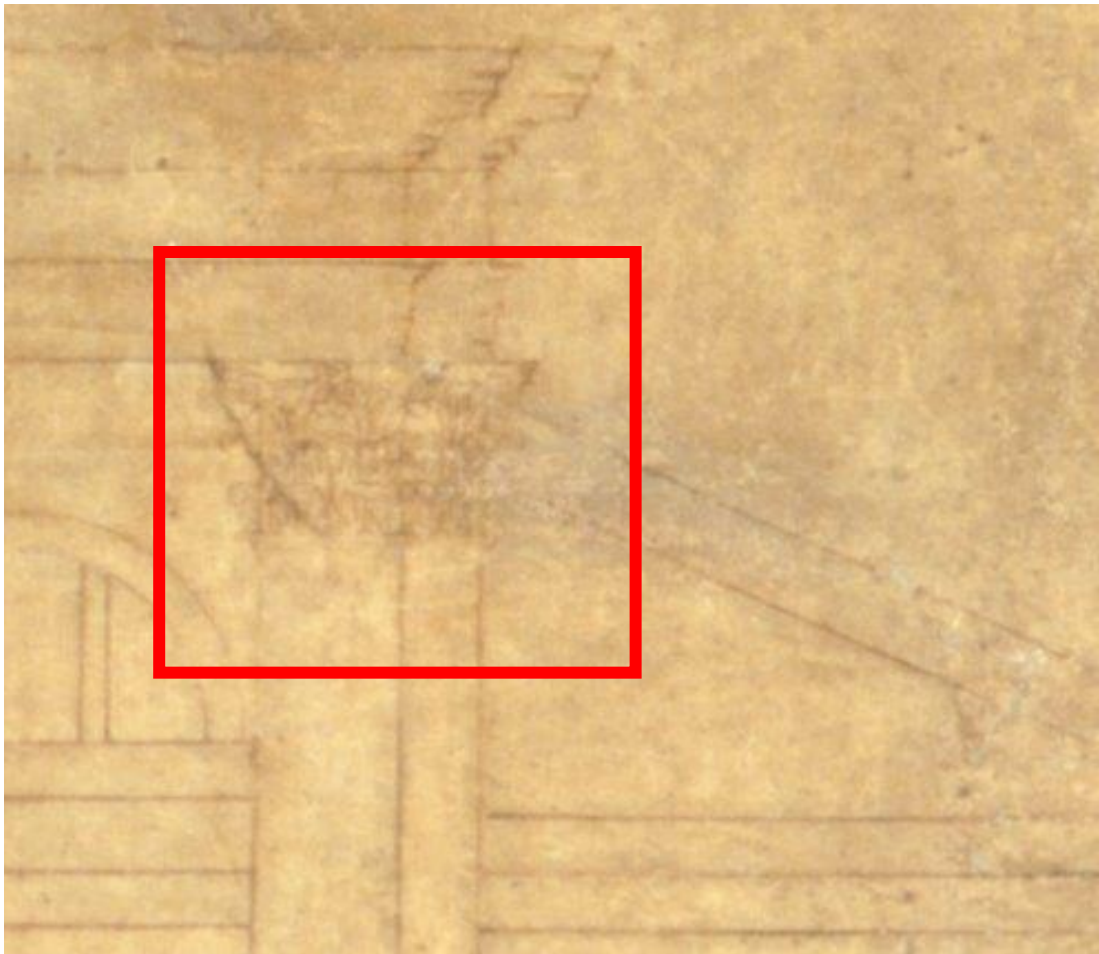
**Vista prospettica** - in risalto la parte con trabeazione allineata



**Dettaglio** della trabeazione allineata



Anche per questa versione, un'altra problematica riscontrata è quella della trabeazione che termina nel capitello. All'interno del prospetto essa risulta completa, ma non funziona una volta rappresentata in tre dimensioni.



**Figura 51 A.** Palladio. Dettaglio del disegno 63, lato destro. La trabeazione termina nel capitello

Una prima soluzione è stata quella di forzare la trabeazione fino al suo inserimento nel capitello. Questa soluzione però risulta semanticamente scorretta. Per questo si è optato nel trancare il capitello e semplificare la campana, avendo così un elemento completo in facciata e la trabeazione correttamente agganciata. Nella tavola successiva viene mostrato il processo di ricostruzione di questo oggetto architettonico.



**Figura 52** Modello 3D. La trabeazione entra nel capitello. Ipotesi scartata.



## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di terminazione della trabeazione nel capitello.



Versione con colonne in facciata



Versione con paraste in facciata

Il capitello viene **troncato** in maniera tale da permettere alla trabeazione di terminare su di esso. La campana al suo interno viene semplificata e le foglie d'acanto laterali rimosse. Le volute nell'angolo non vengono eliminate, in maniera tale da avere un capitello completo nella vista frontale.

Per realizzare questo capitello sono state analizzate alcune soluzioni proposte da Andrea Palladio per le **chiese veneziane**:



Basilica del Redentore (VE)

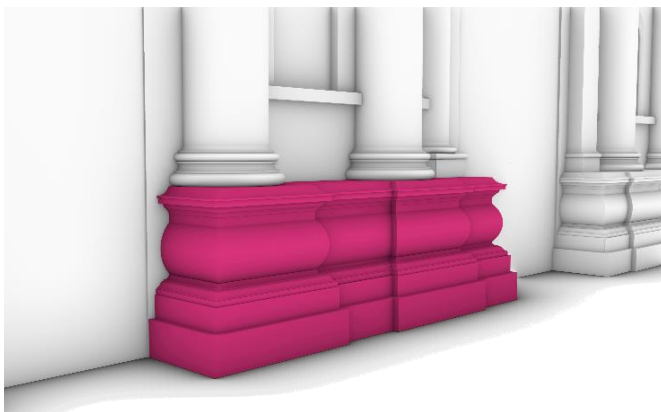


San Francesco della Vigna (VE)

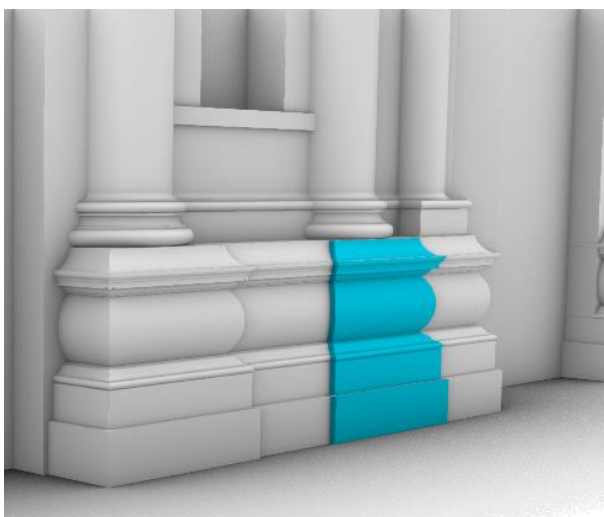


San Giorgio Maggiore (VE)

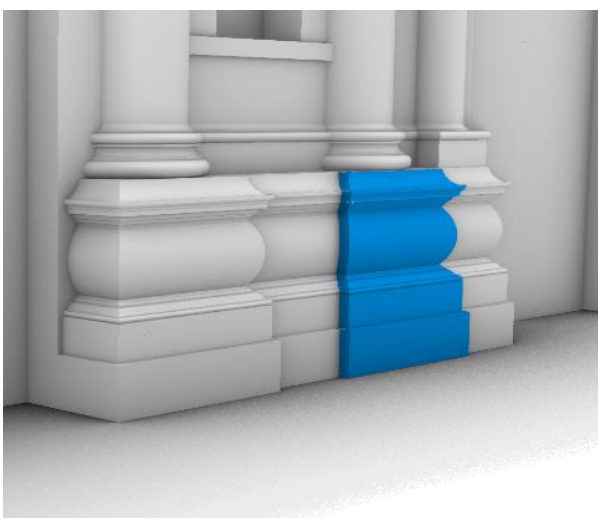
Una delle parti più problematiche del disegno è il basamento, poiché questo risulta essere pulvinato. Questa variazione non così è comune per la semantica palladiana e, per questo motivo, il processo di restituzione risulta essere indicativo. Sono stati effettuati dei tentativi, anche a causa della difficile lettura dell'elaborato grafico. Alla fine, si è optato per il basamento completo, poiché ritenuto più corretto.



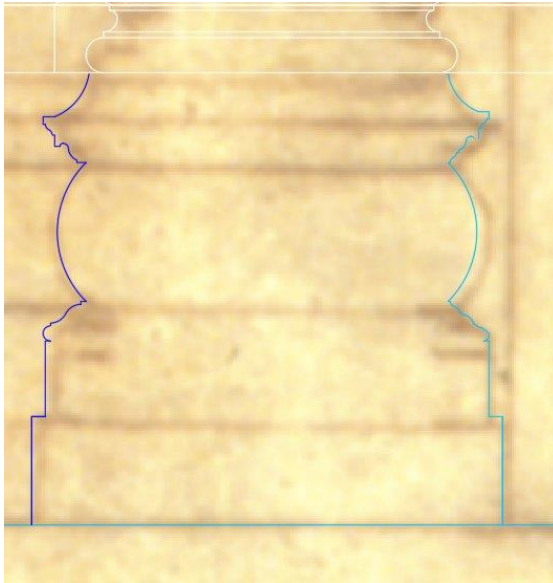
**Figura 53** Prima ipotesi: basamento simil-corinzio arretrato come in Palazzo Valmarana



**Figura 54** Seconda ipotesi: basamento corinzio effettivo



**Figura 55** Terza ipotesi: basamento semplificato



**Figura 56** Sovrapposizione della geometria sul disegno di A. Palladio. In blu il basamento semplificato, in azzurro quello corinzio. Il disegno è stato importato in AutoCAD e da lì ricalcato seguendo le indicazioni dei quattro libri. La versione semplificata presenta delle costruzioni in meno rispetto a quella corinzia. Ciò rende le ombre più nette, poiché netto sembra essere il tratto di Palladio all'interno di questa parte dell'elaborato.

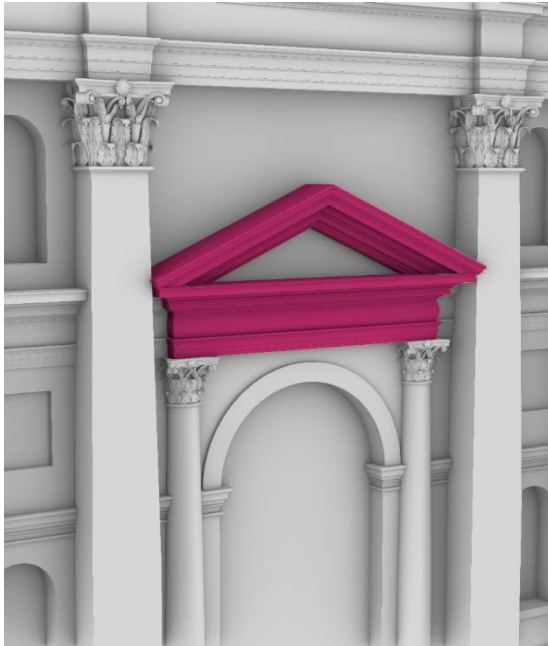


**Figura 57** Raffaello, Villa Madama. Fregio e basamento pulvinati utilizzati come riferimenti.

Come riferimento per l'elemento pulvinato viene utilizzata Villa Madama di Raffaello. Esse presenta un basamento e un fregio simile a quelli rappresentati nel disegno di Palladio.

L'impossibilità di definire le esatte dimensioni degli oggetti e la loro sporgenza ha dato la possibilità di produrre variazioni che possono risultare più o meno esatte. Uno dei primi tentativi effettuati riguarda la retrocessione in facciata della trabeazione del portale maggiore. La fonte secondaria utilizzata in questo caso è stata la facciata di palazzo Valmarana.

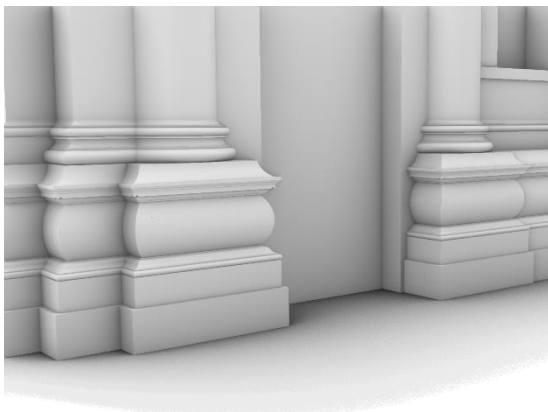
Quest'ultimo elemento ha permesso di risolvere alcune ambiguità per la versione con le paraste. Arretrare gli elementi principali risulta essere la soluzione più adatta, poiché presente in altre opere realizzate da Palladio.



**Figura 58** Retrocessione della trabeazione del portale maggiore



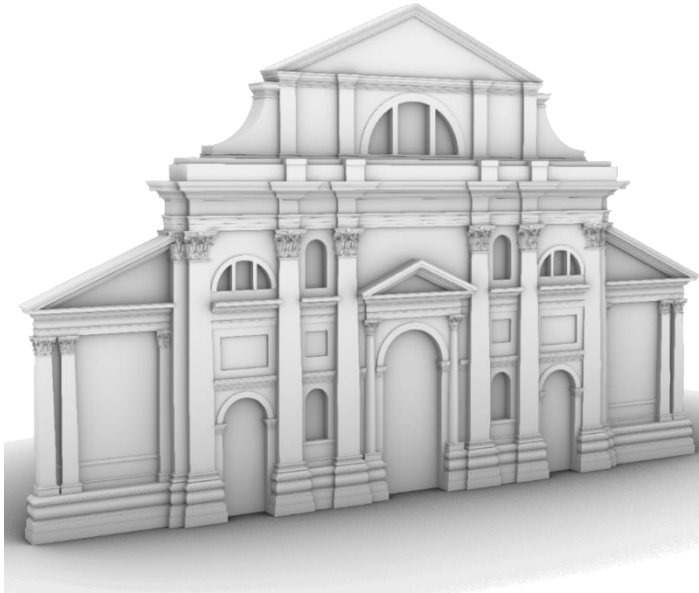
**Figura 60** Retrocessione della trabeazione come in Palazzo Valmarana



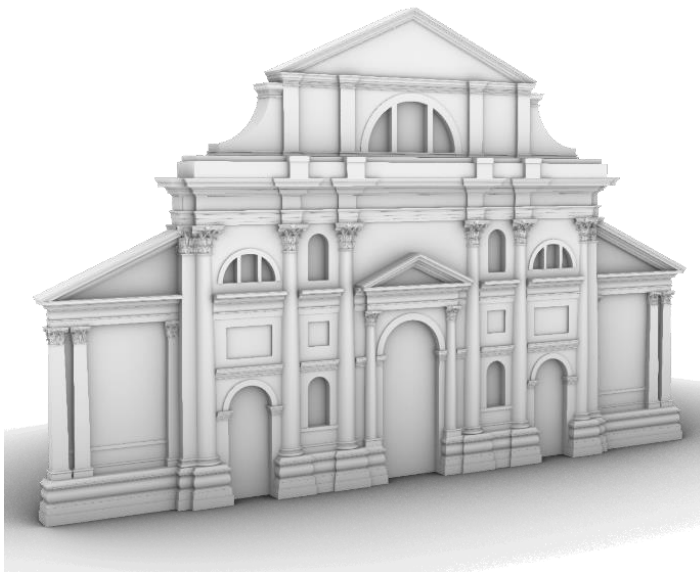
**Figura 59** Retrocessione del basamento come in Palazzo Valmarana



Non si può dire la stessa cosa per la versione con le colonne, la quale ha subito un tentativo di arretramento che ha portato ad un risultato scorretto. Per questa versione si è ritenuto più opportuno utilizzare come fonte secondaria il Teatro Olimpico di Vicenza. Questo modello ha subito un processo iterativo di avanzamento delle colonne, il quale lo ha portato alla sua forma definitiva.



**Figura 61** Versione con lesene secondo il modello di Palazzo Valmarana



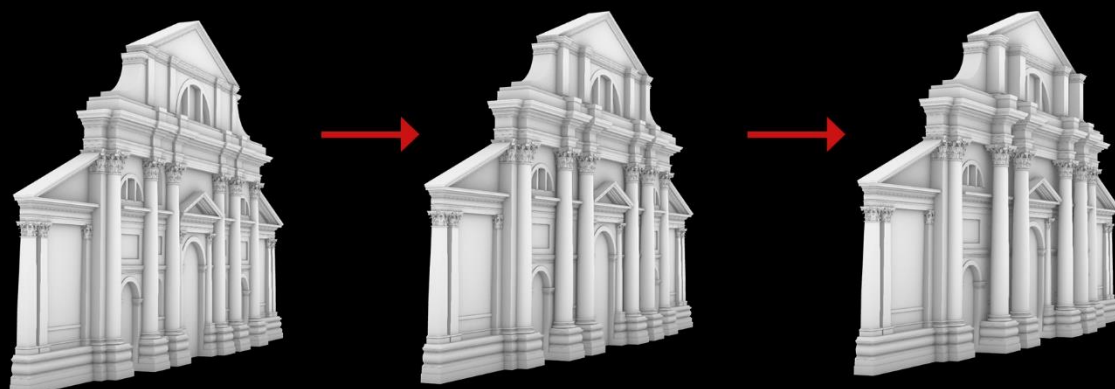
**Figura 62** Colonne arretrate. Imitazione della facciata di Palazzo Valmarana. Versione scartata poiché scorretta



**Figura 63** Teatro Olimpico di Vicenza

Nella tavola successiva viene mostrato il processo di arretramento degli elementi in facciata per la versione con le paraste e di avanzamento delle colonne per l'altra.

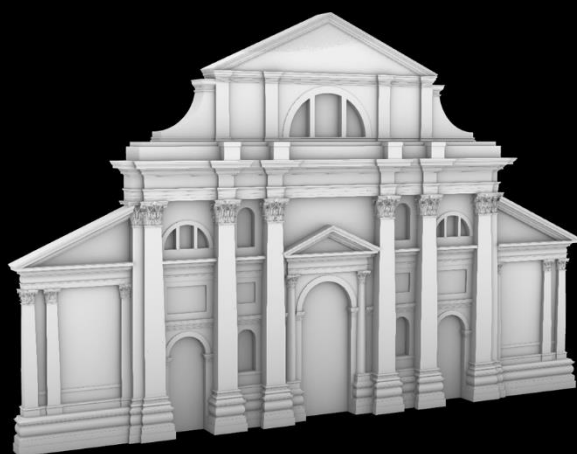
## Dal vettoriale al tridimensionale: ipotesi di avanzamento delle colonne e di retrocessione delle pareti per la versione di destra.



La presenza di un basamento così particolare e di un ordine gigante in facciata ha dato luogo ad alcuni tentativi per il posizionamento corretto di quest'ultimo. Come riferimento è stato preso il **Teatro olimpico di Vicenza**, il quale presenta un ordine gigante completamente staccato dalla parete. Non è certo che questa sia la versione effettivamente pensata da Palladio, ma risulta comunque una soluzione interessante. Viene riportato il processo di avanzamento delle colonne.



Questa nuova versione del modello ha creato delle problematiche per la corretta visualizzazione della **trabeazione centrale**. E' sembrato quindi opportuno semplificarla, secondo l'esempio della Chiesa di San Francesco della Vigna. All'interno del suo disegno Palladio rappresenta questa trabeazione con solo due linee parallele tra loro e potrebbe per questo essere indice della semplicità di



Per la versione con le paraste, invece, è sembrato opportuno arretrarle fino a farle diventare delle **lesene**. Si è preferita attuare questa soluzione perchè molto simile a quella proposta da Palladio per **Palazzo Valmarana**.

#### 5.3.4 Modello finale e viste definitive – disegno 63 lato destro

Una volta risolte le criticità maggiori e aver trovato una soluzione plausibile per quasi tutte le ambiguità, sono stati prodotti i modelli definiti.

I modelli prescelti sono quelli che presentano l'allineamento della trabeazione centrale e la terminazione della stessa nel capitello, il quale risulta così troncato. Inoltre, si è prediletta la versione con le lesene in facciata e quella con le colonne complete.

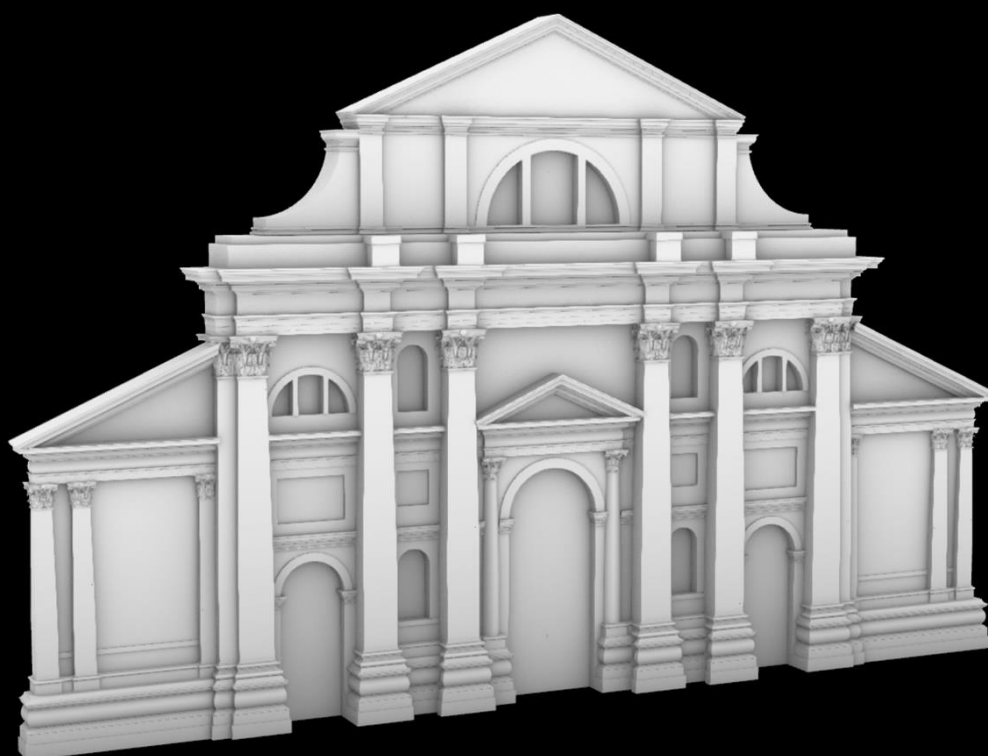
Le viste ottenute sono state prodotte con un modellatore NURBS per garantire una visualizzazione chiara e ottimale.

Nelle due tavole successive vengono quindi presentate le ipotesi definite con una vista frontale e una prospettica.

## Dal vettoriale al tridimensionale: viste finali versione con paraste



Versione con **paraste** in facciata: vista frontale



Versione con **paraste** in facciata: vista prospettica



## Dal vettoriale al tridimensionale: viste finali versione con paraste



Versione con **paraste** in facciata: vista frontale



Versione con **paraste** in facciata: vista prospettica

#### *5.4 Visualizzazione: analisi successive alla realizzazione dei modelli*

La fase successiva di questo elaborato introduce la possibilità di realizzare dei render dei modelli per garantire una miglior comprensione delle parti

Le tavole presentate di seguito mostrano il gradiente di plausibilità degli elementi che compongono i due modelli tridimensionali. Questi sono stati renderizzati per poter garantire una miglior visualizzazione dei dettagli.

Ogni elemento è stato valutato secondo una scala di plausibilità articolata su cinque livelli, mostrando il grado di certezza o incertezza associato alla rappresentazione di ogni oggetto.

Di seguito vi è una descrizione dettagliata dei livelli di attendibilità degli elementi dell'elaborato:

- Livello 1: Elemento certo. Questi oggetti sono deducibili dalla sola lettura del disegno originale, poiché inequivocabili e senza necessità di ulteriori interpretazioni.
- Livello 2: Molto probabile. La costruzione di questi elementi si basa sulla lettura del disegno, ma anche sulla consultazione delle opere scritte di Palladio.
- Livello 3: Probabile. Questi elementi sono stati ricavati dalla consultazione dei Quattro Libri e da altri riferimenti e opere realizzate da Andrea Palladio.
- Livello 4: Possibile. Elemento ricavato utilizzando come fonte opere esterne realizzate da altri architetti.
- Livello 5: Incerto. Ricostruzione avvenuta tramite interpretazione personale, poiché necessaria per il completamento del modello

Oltre alle tavole che illustrano i livelli di attendibilità, sono presenti anche due elaborati che mostrano la sovrapposizione dei modelli 3D con la facciata odierna. Anche in questo caso si nota come le misure della ricostruzione non rispettino quelle originali. Le tavole seguenti descrivono il gradiente di plausibilità, offrendo una comprensione visiva del grado di certezza associato a ciascun elemento.

## Restituzione trimensionale: metà sinistra: studio del grado di plausibilità degli elementi che compongono il modello.



**Modello tridimensionale** della metà sinistra del disegno 63 che presenta un gradiente di colori per distinguere gli elementi certi da quelli incerti.

### Plausibile

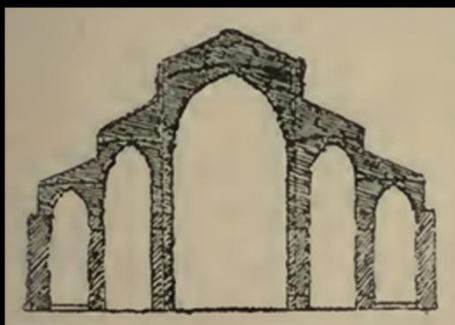
- 1** Elemento certo. E' definibile dalla sola consultazione del disegno originale, senza interrogare altre fonti.
- 2** Elemento con un minor grado di certezza. E' stato ricavato dopo aver consultato le tavole dei Quattro Libri dell'Architettura e ricostruito secondo contenute nel trattato.
- 3** Elemento ricavato dalla consultazione dei Quattro Libri dell'Architettura e da altri riferimenti e opere progettate da Andrea Palladio.
- 4** Elemento ricavato utilizzando come fonti e riferimenti opere esterne da quelle progettate da Andrea Palladio.
- 5** Ricostruzione avvenuta tramite interpretazione personale, poichè necessaria per il completamento del modello.

### Incerto

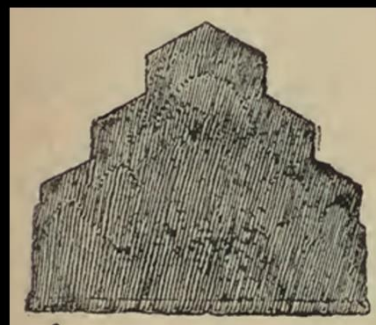
**Restituzione tridimensionale: disegno 63 sinistra.**  
Sovrapposizione del modello con l'ortofoto della facciata odierna



**Sovrapposizione** tra l'ortofoto estratta dal modello fotogrammetrico della facciata odierna e la restituzione tridimensionale del lato sinistro del disegno di Andrea Palladio.



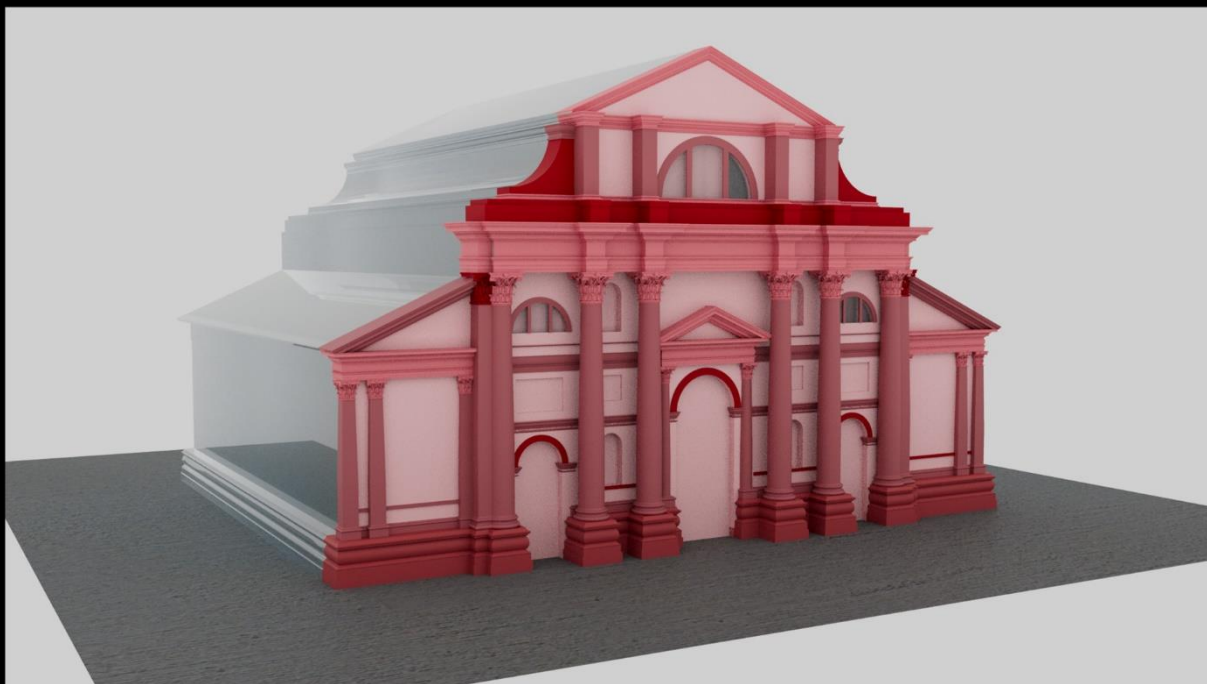
**Proporzioni classiche** utilizzate da Palladio.



**Proporzioni attuali** di San Petronio, con volte più elevate.



## Restituzione tridimensionale: metà destra: studio del grado di plausibilità degli elementi che compongono il modello.



**Modello tridimensionale** della metà destra del disegno 63 che presenta un gradiente di colori per distinguere gli elementi certi da quelli incerti.

### Plausibile

1

Elemento certo. E' definibile dalla sola consultazione del disegno originale, senza interrogare altre fonti.

2

Elemento con un minor grado di certezza. E' stato ricavato dopo aver consultato le tavole dei Quattro Libri dell'Architettura e ricostruito secondo contenute nel trattato.

3

Elemento ricavato dalla consultazione dei Quattro Libri dell'Architettura e da altri riferimenti e opere progettate da Andrea Palladio.

4

Elemento ricavato utilizzando come fonti e riferimenti opere esterne da quelle progettate da Andrea Palladio.

5

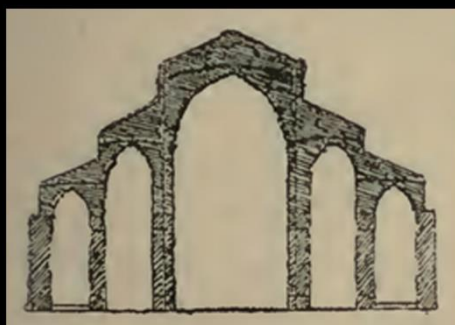
Ricostruzione avvenuta tramite interpretazione personale, poichè necessaria per il completamento del modello.

### Incerto

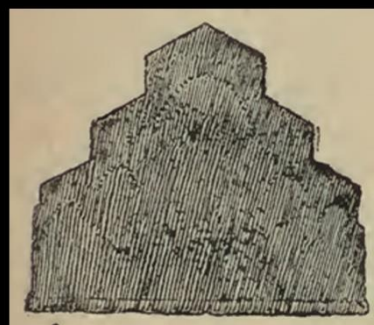
**Restituzione tridimensionale: disegno 63 destra.**  
**Sovrapposizione del modello con l'ortofoto della facciata odierna**



**Sovrapposizione** tra l'ortofoto estratta dal modello fotogrammetrico della facciata odierna e il la restituzione tridimensionale del lato destro del disegno di Andrea Palladio.



**Proporzioni classiche** utilizzate da Palladio.



**Proporzioni attuali** di San Petronio, con volte più elevate.

## 5.5 Visualizzazione: i modelli ricostruiti e inseriti nel contesto odierno.

In questo capitolo si è descritto il modo in cui la facciata di San Petronio è stata ricostruita geometricamente a partire da uno dei progetti di Andrea Palladio. La fase finale del lavoro si è concentrata sulla visualizzazione dei modelli 3D ottenuti in quest'ultima parte della tesi.

Poiché l'oggetto trattato non ha interni o parti navigabili, si è deciso di utilizzare la metodologia dei render classici, la quale ricrea una scena virtuale simile alla capace di fornire diversi gradi di informazione di carattere visuale. L'obiettivo finale di questo processo era ottenere una visualizzazione quanto più simile alla realtà.

Per ottenere questo risultato, si è deciso di sovrapporre il render a immagini di Piazza Maggiore scattate da diverse angolazioni al fine di inserirlo nel contesto reale in cui il progetto sarebbe stato realizzato.

È stato utilizzato per questo il motore di rendering Arnold, incluso nel software di modellazione tridimensionale di Autodesk 3Ds Max. Prima di ottenere le immagini finali, era necessario stabilire alcune caratteristiche fotometriche del modello e della scena.

Prima di tutto, sono stati determinati i materiali da utilizzare per la facciata. Le texture scelte hanno lo scopo di rappresentare il modello attuale e, per questo motivo, è stata scelta la pietra d'Istria, poiché materiale della facciata odierna.

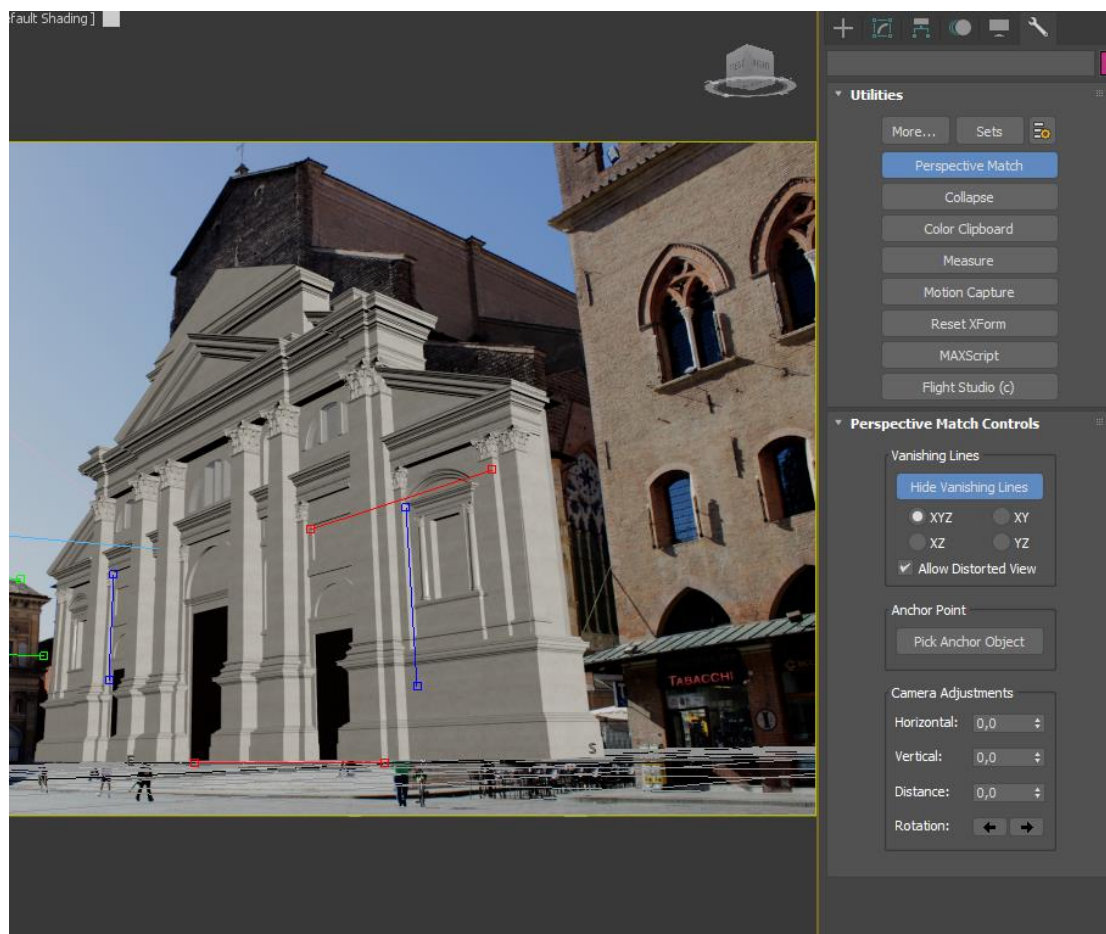


Figura 64 3D Studio Max. Schermata che mostra l'uso della Perspective Match

Data la somiglianza con le chiese palladiane di Venezia, si è escluso come materiale il Rosso di Verona, poiché non preferito dall'architetto veneto e si è cercato di riprodurre in maniera accurata il telaio delle finestre termali presenti nelle architetture palladiane. La texture per la porta è stata invece realizzata utilizzando una immagine del portale principale della chiesa del Redentore.

Successivamente, è stata impostata una luce solare con caratteristiche simili a quella reale, con lo scopo di renderla uguale a quella delle fotografie della piazza utilizzate per il render.

Infine, è stata utilizzata una funzione del software chiamata Perspective Match, che allinea la prospettiva di un'immagine di sfondo con quella della scena in cui è inserito il modello, facendo combaciare così le linee di fuga. Pertanto, la sovrapposizione tra l'immagine della piazza e la facciata ricostruita è notevolmente più precisa rispetto a un fotomontaggio realizzato manualmente.

È stato così possibile creare dei render con le caratteristiche fotometriche appropriate, i quali poi sono stati sovrapposti alle immagini di sfondo. Infine, sono state eseguite operazioni aggiuntive utilizzando software di fotoritocco per correggere gli errori che derivano dalla differenza di proporzioni tra la basilica esistente e gli elaborati di Palladio.

Nelle pagine successive vengono mostrati i render finali ottenuti.





*Figura 65 3D Studio Max. Disegno 63 - sinistra. Sovrapposizione. Vista prospettica.*



*Figura 66 3D Studio Max. Disegno 63 - destra. Sovrapposizione. Vista prospettica.*

## 6. CONCLUSIONI

Nel seguente elaborato di tesi è stata esaminata la ricostruzione di uno dei disegni di Andrea Palladio per il fronte della Basilica di San Petronio, conservato oggi al Museo di San Petronio. L'obiettivo principale era quello di ottenere un risultato il più vicino possibile alla semantica dell'architetto e allo stesso tempo garantire una rappresentazione precisa dell'opera architettonica. Il metodo utilizzato si divide in più fasi: inizialmente, è stato necessario produrre un rilievo fotogrammetrico della facciata odierna, per poterlo poi confrontare con le ricostruzioni definitive; successivamente, si è passati al ricalco dei disegni e alla risoluzione delle problematiche inerenti alla lettura e interpretazione dello stesso e al completamento degli elementi mancanti. In questa fase è stato necessario consultare le tavole dei Quattro Libri dell'Architettura e altre opere realizzate dall'architetto veneto o da suoi contemporanei. Infine, la realizzazione di un modello tridimensionale ha permesso di indagare i problemi relativi all'introduzione della terza dimensione. Nella fase finale del progetto, sono stati realizzati dei modelli fotorealistici con lo scopo di inserirli nel contesto della piazza e garantire così una visualizzazione adeguata.

La tecnica utilizzata permette una lettura efficace e veritiera delle opere architettoniche e della loro rappresentazione. Questo processo di ricerca ha la possibilità di essere utilizzato sia come strumento scientifico che di analisi e studio delle opere.

Le difficoltà maggiori emerse durante il corso della ricerca sono per lo più relative al gran numero di fonti da consultare disponibili e alla difficoltà di lettura dei disegni. La necessità di esaminare fonti secondarie come i Quattro Libri e le opere realizzate di Palladio ha richiesto un gran dispendio di tempo; inoltre, la precisione di alcune parti della ricostruzione è direttamente collegata alla disponibilità di quest'ultime.

Nonostante ciò, il metodo utilizzato è applicabile ad una vasta gamma di architetture, sia antiche che contemporanee. Inoltre, l'uso della tecnologia e dei render apre nuove prospettive per una corretta visualizzazione e analisi dell'opera, rendendole anche accessibili ad un pubblico più ampio.

In conclusione, questo elaborato ha dimostrato l'efficacia di un processo metodico e accurato applicabile alle indagini e alle ricostruzioni nell'ambito dell'architettura

I risultati ottenuti in questa tesi contribuiscono alla lettura e comprensione di alcune delle opere prodotte da Andrea Palladio.



## Indice delle figure

<b>Figura 1.</b> Ritratto di Andrea Palladio - <a href="https://www.palladiomuseum.org/it/mostre/volto/press">https://www.palladiomuseum.org/it/mostre/volto/press</a>	5
<b>Figura 2.</b> Ritratto di Giangiorgio Trissino - <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Vincenzo_Catena_Portrait_of_Gian_Giorgio_Trissino.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/Vincenzo_Catena_Portrait_of_Gian_Giorgio_Trissino.jpg</a>	8
<b>Figura 3.</b> Villa Capra, detta la Rotonda. C. Mazzella, 2022	10
<b>Figura 4.</b> Planimetria Villa la Rotonda - <a href="https://mediateca.palladiomuseum.org/palladio/immagine.php?id=12662">https://mediateca.palladiomuseum.org/palladio/immagine.php?id=12662</a>	10
<b>Figura 5.</b> I Quattro libri dell'architettura - <a href="https://it.wikipedia.org/wiki/I_quattro_libri_dell%27architettura#/media/File:Houghton_Typ_52_5_70.671_I_qvattro_libri_dell'architettvra_-_frontispiece.jpg">https://it.wikipedia.org/wiki/I_quattro_libri_dell%27architettura#/media/File:Houghton_Typ_52_5_70.671_I_qvattro_libri_dell'architettvra_-_frontispiece.jpg</a>	11
<b>Figura 6.</b> I Quattro Libri dell'Architettura, Libro Primo, dettaglio tavola ordine corinzio, pagina tratta dalla ristampa del 2018 a cura del CISA Andrea Palladio	12
<b>Figura 7.</b> Il portale maggiore realizzato da Jacopo della Quercia - <a href="https://it.wikipedia.org/wiki/Porta_Magna">https://it.wikipedia.org/wiki/Porta_Magna</a>	16
<b>Figura 8</b> Sezione di S. Petronio con la navata centrale secondo il disegno del Terribilia - Figura tratta dal libro di A. Gatti, <i>La basilica di S. Petronio ed il concorso per la sua facciata</i> , Bologna/Successori Monti, 1887, pag. 25	17
<b>Figura 9</b> Baldassare Peruzzi. Proposta per la facciata con campanile ottagonale, Basilica di San Petronio, Bologna, 1522 - <a href="https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/">https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/</a> .	18
<b>Figura 10</b> Jacopo Barozzi da Vignola. Seconda proposta per la facciata, Basilica di San Petronio, Bologna, 1545 - <a href="https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/">https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/</a> .	19
<b>Figura 11</b> Giulio Romano. Proposta per la facciata con due versioni alternative, Basilica di San Petronio, Bologna, 1545 - <a href="https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/">https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/</a> .	20
<b>Figura 12</b> Andrea Palladio e Francesco Terribilia. Proposta per la facciata con mantenimento del basamento esistente (sezione D-D) - Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	21
<b>Figura 13</b> Andrea Palladio. Proposta per la facciata col basamento di Antonio di Vincenzo (sezione F-F), - Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	22
<b>Figura 14.</b> Andrea Palladio. Proposta per la facciata con basamenti classici (sezione E-E),. Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	22
<b>Figura 15.</b> Andrea Palladio. Proposta per la facciata con due versioni all'antica (sezione G-G), Basilica di San Petronio, Bologna, 1578 - Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza..	23
<b>Figura 16.</b> Andrea Palladio. Proposta per la facciata con portico, Worcester College Library, Oxford, 1578-79 - Figura tratta dall'articolo di J. Ackerman, <i>Palladio, Michelangelo and publica magnificentia, annali di architettura</i> , 2010	24
<b>Figura 17.</b> Andrea Palladio, architetto. Camillo Azzone, disegnatore. Proposta per la facciata con portico, Basilica di San Petronio, Bologna, 1579 - <a href="https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/">https://www.foliamagazine.it/bologna-san-petronio/</a>	24
<b>Figura 18</b> Camera Calibration per una macchina fotografica Canon 1300D. Screen dal programma Metashape fatto dall'autrice della tesi	26
<b>Figura 19</b> Google Maps, screen di Piazza Maggiore e della Basilica di San Petronio.	29
<b>Figura 20</b> Utilizzo del ColorChecker alla fine di un set di ripresa. Fotografia di L. Ballestri e C. Mazzella	30
<b>Figura 21</b> A. Palladio, I Quattro Libri dell'Architettura, Libro pag.57. Costruzione geometrica delle cornici. Pagina tratta dalla ristampa del 2018 a cura del CISA Andrea Palladio	37
<b>Figura 22</b> A. Palladio, disegno 63 per la Basilica di San Petronio - Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	38
<b>Figura 23</b> Disegno 63 ritoccato per facilitare la lettura delle geometrie. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	39
<b>Figura 24</b> A. Palladio, disegno 65 per la Basilica di San Petronio - Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	57
<b>Figura 25</b> A. Palladio, disegno per la facciata della Basilica di San Petronio - Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	63



<b>Figura 26. J. Ackerman e S. Schiamborg. Ricostruzione della facciata della Basilica di San Petronio a partire da un disegno di Andrea Palladio. Immagine tratta dall'articolo Ackerman, James S. Palladio, Michelangelo and publica magnificentia. Annali di Architettura, CISA Andrea Palladio. 2010.</b>	63
<b>Figura 27</b> Disegno 63-sinistra Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi	64
<b>Figura 28</b> Versione con colonne in arancione e versione con paraste in giallo. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	65
<b>Figura 29</b> La trabeazione si inserisce all'interno delle colonne. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	65
<b>Figura 30</b> La trabeazione viene interrotta al limitare delle colonne. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	65
<b>Figura 31</b> Primo tentativo di rappresentazione del dorico. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	67
<b>Figura 32</b> soluzione finale: i capitelli dorici terminano esattamente sulle paraste. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	67
<b>Figura 33</b> prima ipotesi di basamento corinzio. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	68
<b>Figura 34</b> Rappresentazione del basamento all'interno del disegno 63 - lato sinistro - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	68
<b>Figura 35</b> Basamento corretto seguendo le proporzioni del disegno e confrontandolo con Palazzo Valmarana - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	68
<b>Figura 36</b> Facciata di Palazzo Valmarana (VI) - <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Palazzo_Valmarana_Vicenza_facciata_2009-07-25_f02.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Palazzo_Valmarana_Vicenza_facciata_2009-07-25_f02.jpg</a>	68
<b>Figura 37</b> Trabeazione rappresentata come in Palazzo Valmarana. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	68
<b>Figura 38</b> A. Palladio. Dettaglio del disegno 63, lato sinistro. Versione digitale del disegno originale fornita dal Palladio Museum di Vicenza	72
<b>Figura 39</b> Modello 3D. La trabeazione entra nel capitello - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	72
<b>Figura 40</b> Disegno 63-destra. Ipotesi semicolonne e paraste. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi	77
<b>Figura 41</b> Versione con colonne in rosa e versione con paraste in magenta. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	77
<b>Figura 42</b> Trabeazione troncata in corrispondenza delle colonne. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	78
<b>Figura 43</b> Trabeazione che gira come nella Basilica del Redentore. A destra: dettaglio della trabeazione del Redentore - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. - <a href="https://www.venice-tourism.com/it/luoghi/ sestiero-dorsoduro/chiesa-del-redentore">https://www.venice-tourism.com/it/luoghi/ sestiero-dorsoduro/chiesa-del-redentore</a>	78
<b>Figura 44</b> Vista prospettica delle due versioni. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	80
<b>Figura 45</b> Ambiguità degli elementi - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	80
<b>Figura 46</b> Basilica del Redentore - <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/Chiesa_del_Redentore_(Venezia)#/media/File:Chiesa_d el_Redentore_isola_Giudecca_Venezia.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/Chiesa_del_Redentore_(Venezia)#/media/File:Chiesa_d el_Redentore_isola_Giudecca_Venezia.jpg</a>	81
<b>Figura 47</b> San Francesco della Vigna - <a href="https://universes.art/de/art-destinations/venedig/tours/san-francesco-della-vigna/campo-san-francesco-della-vigna">https://universes.art/de/art-destinations/venedig/tours/san-francesco-della-vigna/campo-san-francesco-della-vigna</a>	81
<b>Figura 48</b> In magenta viene mostrata una parasta per l'ordine gigante e una semicolonna a sostegno della trabeazione centrale - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi	81
<b>Figura 49</b> San Giorgio Maggiore - <a href="https://it.wikipedia.org/wiki/Basilica_di_San_Giorgio_Maggiore#/media/File:Venezia_(201710)_jm55949.jpg">https://it.wikipedia.org/wiki/Basilica_di_San_Giorgio_Maggiore#/media/File:Venezia_(201710)_jm55949.jpg</a>	81
<b>Figura 50</b> In rosa viene mostrata una semicolonna per l'ordine gigante e una parasta a sostegno della trabeazione centrale - Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi	81
<b>Figura 51</b> A. Palladio. Dettaglio del disegno 63, lato destro.- Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi	85
<b>Figura 52</b> Modello 3D. La trabeazione entra nel capitello. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	85
<b>Figura 53</b> Prima ipotesi: basamento simil-corinzio arretrato come in Palazzo Valmarana. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi.	87

<b>Figura 54</b> Seconda ipotesi: basamento corinzio effettivo. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	87
<b>Figura 55</b> Terza ipotesi: basamento semplificato. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	87
<b>Figura 56</b> Sovrapposizione della geometria sul disegno di A. Palladio. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	88
<b>Figura 57</b> Raffaello, Villa Madama. Fregio e basamento pulvinati - <a href="https://it.wikipedia.org/wiki/Villa_Madama#/media/File:Il_giardino_di_Villa_Madama.jpg">https://it.wikipedia.org/wiki/Villa_Madama#/media/File:Il_giardino_di_Villa_Madama.jpg</a> _	88
<b>Figura 58</b> Retrocessione della trabeazione del portale maggior. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	89
<b>Figura 59</b> Retrocessione del basamento come in Palazzo Valmarana. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	89
<b>Figura 60</b> Retrocessione della trabeazione come in Palazzo Valmaran. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	89
<b>Figura 61</b> Versione con lesene secondo il modello di Palazzo Valmarana. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	90
<b>Figura 62</b> Colonne arretrate. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	90
<b>Figura 63</b> Teatro Olimpico di Vicenza - <a href="https://www.sipario.it/media/k2/items/cache/76d2217a3d8a98f82df5795df17d2825_XL.jpg">https://www.sipario.it/media/k2/items/cache/76d2217a3d8a98f82df5795df17d2825_XL.jpg</a>	90
<b>Figura 64</b> 3D Studio Max. Schermata che mostra l'uso della Perspective Match. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	100
<b>Figura 65</b> 3D Studio Max. Disegno 63 - sinistra. Sovrapposizione. Vista prospettica. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	102
<b>Figura 66</b> 3D Studio Max. Disegno 63 - destra. Sovrapposizione. Vista prospettica. Screen del modello realizzato dall'autrice della tesi. _____	102

## Indice delle tavole

### Fotogrammetria

**Tavola1:** Fotogrammetria: creazione del modello del basamento

**Tavola2:** Fotogrammetria: modello texturizzato

**Tavola3:** Fotogrammetria: modello realizzato da riprese con drone

**Tavola4:** Fotogrammetria: unione dei modelli

**Tavola5:** Fotogrammetria: ortofoto

### Restituzione bidimensionale

**Tavola 6:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) sinistra

**Tavola 7:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) sinistra - riferimenti e interpretazioni

**Tavola 8:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) sinistra - ricostruzione geometrica - parte 1

**Tavola 9:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) sinistra - ricostruzione geometrica - parte 2

**Tavola 10:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) sinistra - ricostruzione geometrica - parte 3

**Tavola 11:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 metà sinistra - sovrapposizione

**Tavola 12:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) destra

**Tavola 13:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) destra - riferimenti e interpretazioni

**Tavola 14:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) destra - ricostruzione geometrica - parte 1

**Tavola 15:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) destra - ricostruzione geometrica - parte 2

**Tavola 16:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) destra - ricostruzione geometrica - parte 3

**Tavola 17:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 (sezione G-G) destra - ricostruzione geometrica - parte 4

**Tavola 18:** Restituzione bidimensionale: disegno 63 metà destra - sovrapposizione

**Tavola 19:** Restituzione bidimensionale: disegno 65 (sezione F-F)

**Tavola 20:** Restituzione bidimensionale: disegno 65 (sezione F-F) - riferimenti e interpretazioni

**Tavola 21:** Restituzione bidimensionale: disegno 65 (sezione F-F) - sovrapposizione

### Ricostruzione tridimensionale

**Tavola 22:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - riferimenti

**Tavola 23:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - confronto tra semicolonne e paraste

**Tavola 24:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - ipotesi allineamento trabeazione - semicolonne

**Tavola 25:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - ipotesi

allineamento trabeazione - paraste

**Tavola 26:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - ipotesi capitello

**Tavola 27:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - viste finali paraste

**Tavola 28:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - viste finali semicolonne

**Tavola 29:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - riferimenti

**Tavola 30:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - confronto tra colonne e paraste

**Tavola 31:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - ipotesi allineamento trabeazione - colonne

**Tavola 32:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - ipotesi allineamento trabeazione - paraste

**Tavola 33:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - ipotesi capitello

**Tavola 34:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - studio posizionamento degli elementi in facciata

**Tavola 35:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - viste finali colonne

**Tavola 36:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - viste finali paraste

**Tavola 37:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 metà sinistra - grado di attendibilità

**Tavola 38:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 sinistra - sovrapposizione del modello con l'ortofoto

**Tavola 39:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 metà destra - grado di attendibilità

**Tavola 40:** Ricostruzione tridimensionale: disegno 63 destra - sovrapposizione del modello con l'ortofoto



## Bibliografia

1. **Burns, Howard.** *Andrea Palladio (1508-1580): la creazione di un'architettura sistematica.* . [a cura di] Guido Beltramini. Vicenza : Un paesaggio palladiano - Opere di Andrea Palladio nel Veneto, catalogo della mostra, 1998.
2. **Beltramini, Guido.** *Palladio Privato.* s.l. : Lars Müller Publishers, 2012.
3. **Palladio, Andrea.** *I Quattro Libri dell'Architettura.* Venezia : Ristampa 2018 a cura del CISA Andrea Palladio, 1570.
4. **Gatti, Angelo.** *La basilica di S. Petronio ed il concorso per la sua facciata.* Bologna : Successori Monti, 1887.
5. **Gatti, Angelo.** *La fabbrica di S. Petronio. Indagini storiche (con 18 disegni).* s.l. : Regia tipografia, 1889.
6. **Beltramini, Guido.** What Was History for Patrons and Architects in Bologna in 1579? *Canadian Centre for Architecture.* 2017.
7. **Ficacci, Luigi.** San Petronio e la sua facciata: una storia lunga 600 anni. *Bologna Festival.* 2022.
8. **Schiamberg, Scott.** Palladio's lost, rejected, and found porticos: façade projects for San Giorgio, the Redentore, and San Petronio. *Annali di Architettura, CISA Andrea Palladio.* 2010.
9. **Gaiani, Marco.** Materiale didattico del corso di 96332 - FOTOGRAMMETRIA PER L'ARCHITETTURA CON LABORATORIO. Bologna : s.n., 2021-2022.
10. **Ackerman, James S.** Palladio, Michelangelo and publica magnificentia. *Annali di Architettura, CISA Andrea Palladio.* 2010.
11. **Münster, S., Apollonio, F. I., Bluemel, I., Fallavollita, F., Foschi, R., Grellert, M., Ioannides, M., Jahn, P. H., Kurdiovsky, R., Kuroczyński, P., Lutteroth, J.E., Messemer, H. and Schelbert, G.** *Handbook of Digital 3D Reconstruction of Historical Architecture.* s.l. : Springer, 2024.