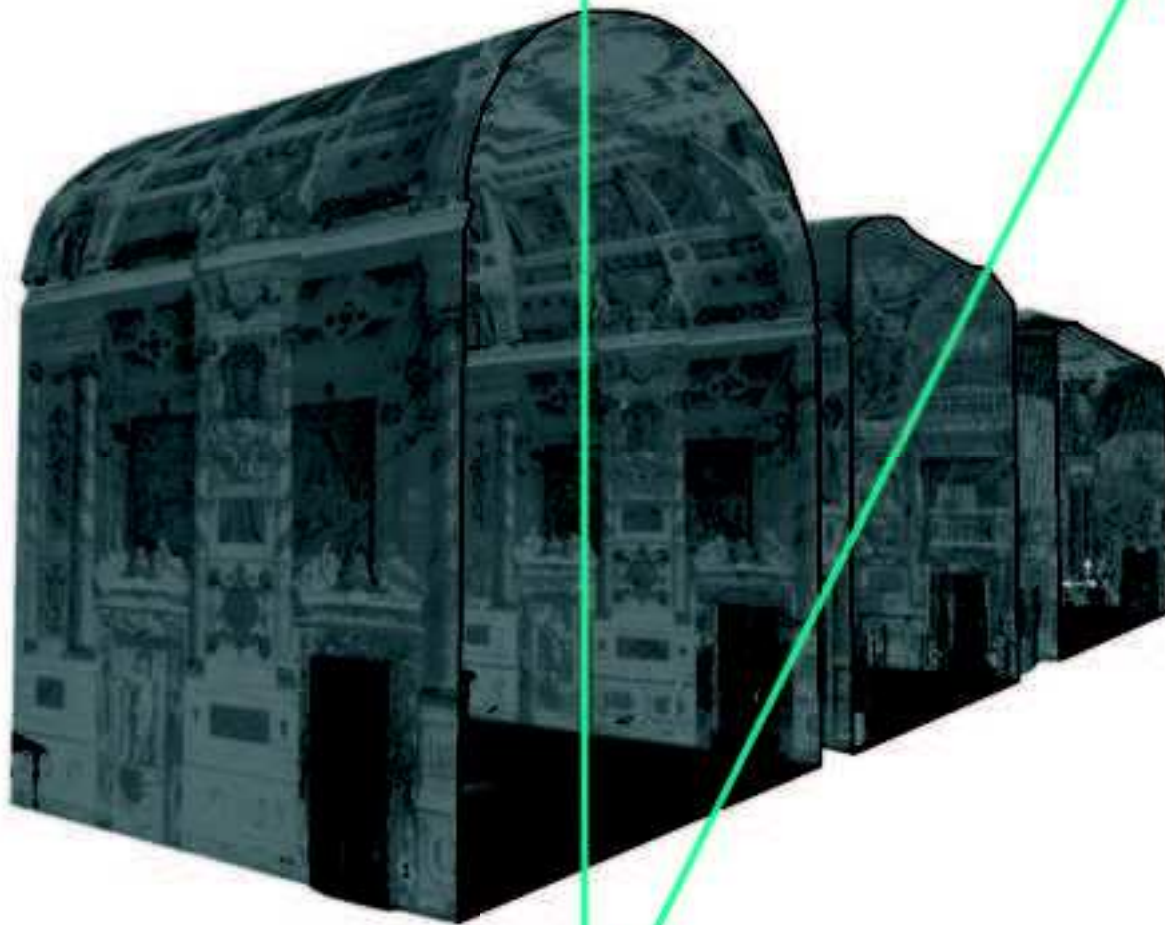


**RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE
DELL'ARCHITETTURA E DELL'AMBIENTE**

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA D.P.R. 11 luglio 1980
XVIII CICLO



Dott. Giovanni Pancani

**I QUARTIERI ESTIVI
DI PALAZZO PITTI,**
gestione di una banca dati
di rilievo integrato



SEZIONE DISEGNO E ARCHITETTURA

Firenze dicembre 2005

RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE
DELL'ARCHITETTURA E DELL'AMBIENTE

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA - D.P.R. 11 luglio 1980
XVIII CICLO

Dott. Giovanni Pancani

I QUARTIERI ESTIVI
DI PALAZZO PITTI,
gestione di una banca dati
di rilievo integrato

Firenze - Dicembre 2005

Dottorato di Ricerca in “Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente”, XVIII Ciclo

Dottorando:

Giovanni Pancani

Coordinatore:

Prof. Emma Mandelli

Collegio dei Docenti:

Proff. Maria Teresa Bartoli, Stefano Bertocci, Marco Bini,

Marco Cardini, Giancarlo Cataldi, Giuseppe Conti,

Roberto Corazzi, Marco Jaff,

Roberto Maestro, Emma Mandelli;

Dott. Barbara Aterini, Carmela Crescenzi,

Enrico Puliti, Paola Puma, Marcello Scalzo,

Marco Vannucchi

Il dottorando: Giovanni Pancani

Il coordinatore: Prof. Emma Mandelli

Tutor:

Prof. Stefano Bertocci

INDICE

I. Introduzione		IV. La restituzione integrata dei rilievi dei Quartieri Estivi	« 55
		1. La schedatura e la classificazione della banca dati	« 59
II. Palazzo Pitti e i Quartieri Estivi	pag. 5	2. Il rilievo topografico	« 61
1. Dalla costruzione del primo impianto all'insediamento dei Savoia a Firenze	« 9	2.1. Il montaggio del rilievo topografico	« 62
2. La realizzazione dei quartieri estivi	« 18	3. Il montaggio del rilievo laser scanner	« 62
3. Cenni sul Quadraturismo	« 19	3.1. Il primo trattamento dei dati	« 63
4. L'impianto pittorico scenografico realizzato da Giovanni da San Giovanni, Agostino Mitelli e Angelo Michele Colonna	« 21	3.1.1. Controllo di qualità delle scansioni	« 63
		3.1.2. La registrazione di tutte le scansioni attraverso il controllo dei target con il rilievo topografico	« 65
III. Le operazioni di rilievo nei Quartieri Estivi	« 35	3.1.3. Pulizia delle scansioni	« 66
1. Il rilievo diretto	« 36	3.2. La nuvola di punti	« 67
1.1. Suddivisione del lavoro, il giornale di rilievo, gli eidotipi	« 37	3.2.1. Densità e significato della nuvola di punti quale modello 3D	« 68
1.1.1. La Sala del Trono, il giornale di rilievo	« 38	3.2.2. Integrazione delle parti della nuvola di punti con modelli tridimensionali	« 70
1.1.2. La Sala dell'Udienza Privata e la sala dell'Udienza Pubblica	« 41	3.2.3. Estrazione di elementi di rappresentazione bidimensionale	« 73
1.1.3. La Sala di Giovanni da San Giovanni	« 42	3.2.3.1. Sezioni orizzontali e verticali	« 74
2. La campagna fotografica	« 43	3.2.3.2. Utilizzazione dei dati di colore e di riflettanza per costituire piani di proiezione ortogonale delle pareti e delle volte affrescate	« 75
2.1. Organizzazione delle fotografie	« 45	4. Realizzazione dei fotopiani	« 77
2.2. Le schede per parete e per stanza	« 45	5. Il rilievo diretto	« 77
3. Le scansioni laser	« 45	5.1. Restituzione grafica bidimensionale del rilievo diretto	« 78
3.1. Organizzazione del lavoro per stanza e per tipologia con relative schede di scansione	« 47	5.2. Realizzazione di modelli 3D per integrare nella nuvola di punti	« 85
3.1.1. La Sala dell'Udienza Privata	« 49		
3.1.2. La Sala dell'Udienza Pubblica	« 50	V. Conclusioni	« 89
3.1.3. La Sala di Giovanni da San Giovanni	« 50	1. Le differenze nell'acquisizione dei dati per discretizzazione o per maglia	« 89
3.1.4. La piazza de' Pitti e la scala urbana	« 50		
4. Il rilievo topografico	« 51		

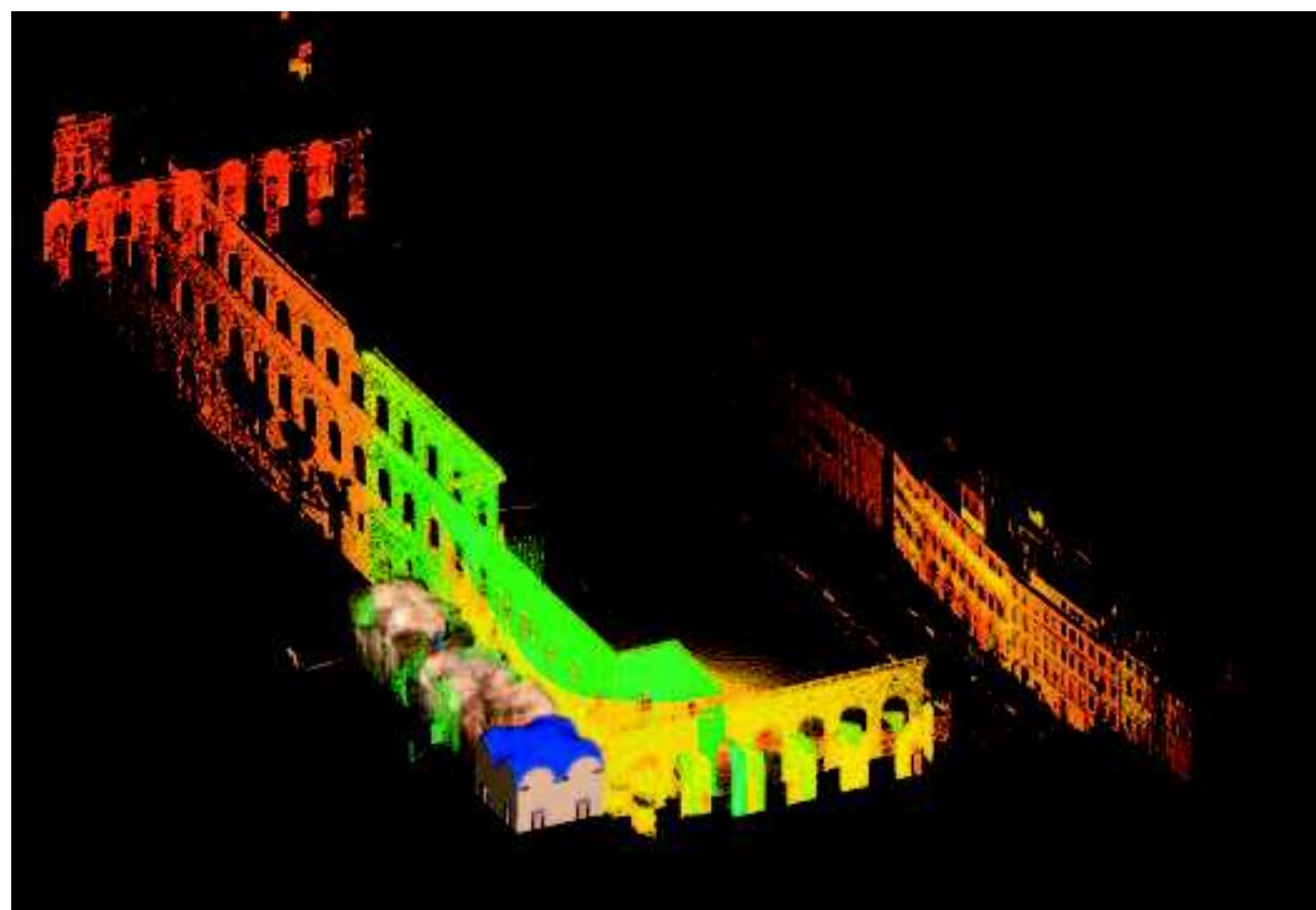
2. Valutazioni sulle problematiche di acquisizione delle scansioni laser	« 90	VI. Bibliografia	« 96
3. Elementi per la valutazione, la schedatura e la classificazione della banca dati del rilievo integrato	« 91	Abstract della tesi	« 99
4. La nuvola di punti integrata, un semilavorato sufficientemente flessibile per successivi processi di restituzione	« 93	Versione in italiano	« 99
5. Considerazioni finali sui risultati ottenuti	« 95	English version	« 100

I. INTRODUZIONE

I. Introduzione

Il rilievo dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti, ha rappresentato l'occasione per l'approfondimento di alcuni temi di studio oggi assai dibattuti. In particolare il lavoro affronta la gestione delle informazioni metriche e non provenienti dalle molteplici metodologie per il rilevamento che la disciplina mette a disposizione.

La grande accelerazione tecnologica degli ultimi anni ha fornito ai rilevatori strumenti fino a pochi anni fa assolutamente inimmaginabili. Già la fotogrammetria analogica aveva portato notevoli elementi di novità consentendo di andare a restituire architetture difficilmente raggiungibili, piuttosto che decori estremamente complessi, architetture scomparse delle quali rimanevano solo alcune immagini fotografiche. Il costo e la complessità d'uso delle sofisticate apparecchiature necessarie, ne aveva ristretto l'uso a pochi operatori specializzati. Quando ha fatto irruzione la



1. Piazza Pitti, il Palazzo ed i Quartieri Estivi: la nuvola di punti integrata in vista assonometrica

fotografia digitale e sono comparsi sul mercato programmi di fotorad-

drizzamento di facile uso, la disciplina è divenuta veramente diffusa.

Ma è con la comparsa del rilievo a scansioni laser tridimensionali

che l'evoluzione tecnologica ha immesso nella disciplina elementi di novità tali da indurre a studiare nuove strategie per la gestione e la rappresentazione dei rilievi.

Con questo lavoro si è inteso individuare e sperimentare alcuni elementi di novità per arricchire e stimolare il dibattito sull'utilizzazione e l'applicazione al rilevamento delle nuove tecnologie e la loro integrazione con le metodologie già conosciute.

Le sale dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti presentavano aspetti di grande interesse per questo studio. Lo splendore e la complessità delle quadrature che decorano tutti i locali sono state ritenute un validissimo banco di prova per la sperimentazione delle potenzialità e delle possibili applicazioni dei laser scanner recentemente immessi sul mercato, i quali sono in grado di texturizzare le nuvole di punti che riescono a generare con angoli di ripresa di 360 gradi sul piano ascisse e 270 gradi sul piano delle ordinate.

Gli obiettivi prefissati per condurre questa ricerca, sono stati individuati sia nella realizzazione di una schedatura sistematizzata delle procedure e degli elaborati per la progettazione e la gestione del rilevamento integrato sia nella possibilità di individuare un processo di archiviazione e lettura, in cui si possa avere immediata cognizione della qualità e della quantità del rilievo, processo riscontrato nella nuvola di punti generata dal laser scanner, integrata dai modelli tridimensionali degli elementi architettonici rilevati con altre metodologie, che rappresenta la banca dati del rilievo metrico. Nel corso della sperimentazione sono stati individuati ulteriori elementi di novità, quali il raddrizzamento, di assoluta fedeltà geometrica, e lo studio delle vere grandezze di affreschi e quadrature poste su superfici curve come volte e cupole.

Il rilevamento architettonico è oggi una disciplina che è stata notevolmente arricchita sia dal punto di vista tematico che tecnologico risul-



tando pertanto ampliata anche nei suoi confini disciplinari; lo si può pertanto considerare come lo strumento al vertice della gerarchia per la conoscenza e la conservazione architettonica. Il rilievo non comporta quindi la semplice misurazione di un bene architettonico, *“ma è ormai riconosciuto come un'operazione*

*quanto mai complessa, da condurre con il massimo rigore scientifico”*¹. Inoltre, poiché la conoscenza fornita dalle varie metodologie del rilevamento sia utile agli operatori del settore, il rilievo deve essere uno strumento sicuro e flessibile nonché continuamente aggiornabile². In questo senso il rilievo integrato

2. Sala dell'Udienza Pubblica: il laser scanner Leica HDS 3000 al lavoro

è già per sua definizione flessibile e aggiornabile, poiché la banca dati che lo costituisce rappresenta un archivio composto da dati ricavati con molteplici metodologie di lavoro eseguite in tempi diversi. Semmai, il problema corrente della disciplina, ed in particolar modo delle sue applicazioni con maggiori contenuti tecnologici è rappresentato dai disciplinari d'uso e dai protocolli³ relativi alla raccolta dei dati e soprattutto alla loro, catalogazione, archiviazione nonché alla restituzione e lettura integrata. È infatti da queste premesse che il presente lavoro prende spunto, con il fine di contribuire a fornire uno studio che possa essere utile per mettere a punto adeguate strategie metodologiche nel campo del rilevamento architettonico.

La ricerca è stata inizialmente condotta effettuando un opportuno excursus sulla conoscenza storica dell'edificio, dalla sua fondazione sino alle ultime trasformazioni, passando per la realizzazione dei Quartieri Estivi, con particolare ri-

ferimento al quadraturismo ed agli artisti che realizzarono i dipinti.

Si è passati poi alla progettazione del rilievo, attraverso schemi di previsione per le operazioni, mentre durante le operazioni di rilievo sono stati tenuti diari veri e propri in cui sono state appuntate tutte le operazioni eseguite, con il fine di riuscire a individuare e circoscrivere precise fasi metodologiche. La realizzazione sia delle schede degli eidotipi, sia delle schede delle scansioni e di tutti gli altri dati ricavati, opportunamente raccolte e organizzate in schede di sintesi ha permesso di costruire una banca dati sui contenuti delle operazioni di rilievo, per il momento semplicemente cartacea, ma che in futuro potrebbe andare a costituire un data base del rilievo.

La realizzazione di questo archivio è stata di estrema utilità per la successiva restituzione del rilievo e per l'integrazione del rilievo numerico che ha trovato la propria sintesi nella nuvola di punti integrata, per la cui definizione sono

3. Sala dell'Udienza Privata: la proiezione su di un piano della volta a botte; considerata la densità della nuvola di punti, la proiezione appare come un fotoraddrizzamento





4

state importanti la classificazione e la gerarchizzazione dei dati numerici che si presentavano sotto forma di serie di coordinate di punti. Dalla nuvola di punti opportunamente texturizzati con le foto riprese dalla fotocamera del laser scanner

sono stati estratti i raddrizzamenti di tutte le superfici decorate ed in particolare delle superfici curve.

Nell'analisi conclusiva sono state fatte alcune riflessioni sia considerando le metodologie di ripresa utilizzate, verificandone l'adeguatezza

alle esigenze del rilievo, apportandovi quando necessario le opportune modifiche per renderle più efficaci per le finalità del rilievo; sia sulle valutazioni relative al rilievo integrato, alle problematiche dell'archiviazione dei dati e della restituzione.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato possibile grazie: alla sensibilità e alla disponibilità della Dottoressa Ornella Casazza, Direttrice del Museo degli Argenti di Palazzo Pitti, che nonostante il fitto pro-

gramma di allestimenti delle mostre curate dal Museo stesso ha consentito l'accesso alle sale dei Quartieri Estivi del personale e delle attrezzature per la realizzazione del rilievo.

Alla Professoressa Fauzia Farneti per avermi cortesemente accolto nel grup-

po di lavoro sui Quartieri Estivi di Palazzo Pitti.

Al Prof. Marcello Balzani e a Federico Uccelli del laboratorio D.IA.PREM. della Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara, che hanno messo a disposizione della ricerca la

loro attrezzatura, in particolare il laser scanner Leica HDS 3000, e la loro preziosa consulenza.

Vanno a tutti i più sentiti ringraziamenti dello scrivente.

Note

¹ DOCCI, MAESTRI 1994, p. 3.

² DOCCI, MIGLIARI 2003, pp. 34-42.

³ Vittorio Casella scrive che "È ragionevole aspettarsi dunque una progressiva diffusione dei dati laser in Italia e vi è il rischio che si cominci ad usarli massicciamente senza la necessaria conoscenza dei parametri che ne influenzano la qualità e, di conseguenza, senza l'elaborazione di efficaci norme sulle procedure di acquisizione, sui livelli qualitativi da rispettare, e sulla verifiche da effettuare in fase di collaudo" (CASELLA 2003) p. 2.

II. PALAZZO PITTI E I QUARTIERI ESTIVI

1. Dalla costruzione del primo impianto all'insediamento dei Savoia a Firenze

Concepito alla metà del XV sec. come abitazione privata della famiglia Pitti, il palazzo divenne in seguito la dimora dei Granduchi di Toscana assumendo la funzione di edificio di rappresentanza del potere. Agli splendori dei Medici e dei Lorena seguì l'interludio napoleonico (1799-1814), nel quale fu abitato da Maria Luisa di Borbone Parma ed Elisa Baciocchi, sorella di Napoleone e, nel periodo in cui Firenze fu capitale d'Italia (1865-70), divenne la reggia dei Savoia.

È facile immaginare come non soltanto l'aspetto esteriore, ma anche la distribuzione interna delle stanze sia cambiata nel corso di cinque secoli di storia¹.

Il "magnifico edificio" descritto dal Vasari², domina incontrastato, con la sua sagoma energica e poderosa, su *piazza de' Pitti*, offrendosi alla vista da una suggestiva e privilegiata posizione rialzata, sul de-

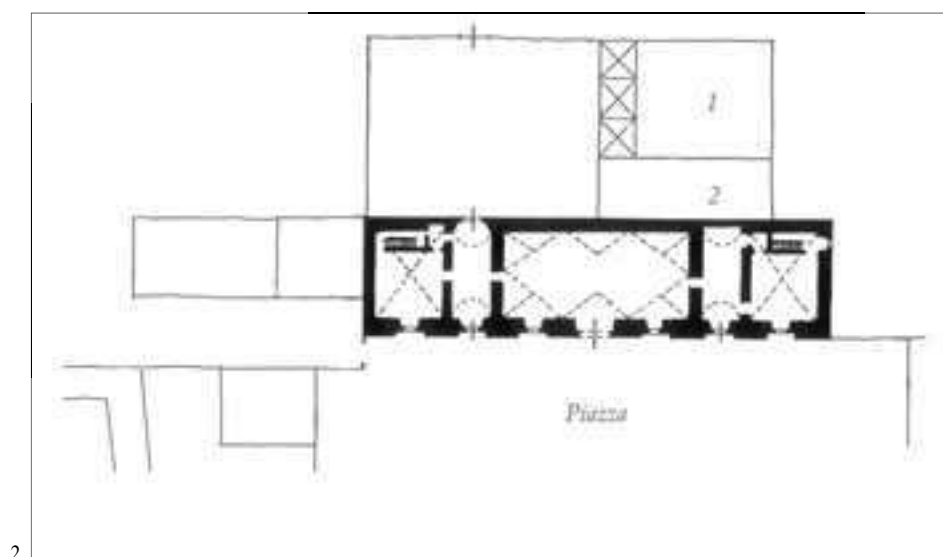
clivio della collina di Boboli. Ancora oggi, come all'epoca di Luca Pitti il grande blocco del palazzo sovrasta gli edifici circostanti.

Anticamente nel quartiere di Oltrarno, dove sorge il palazzo, vivevano le famiglie non abbastanza ricche da permettersi una residenza nel centro cittadino, il palazzo di Luca Pitti, mercante e uomo politico, è invece la concreta manifestazione della raggiunta potenza finanziaria e politica della famiglia. L'edificazione della propria dimora manifestava la legittimazione di un accrescimento culturale, la conquista di uno *status quo* che si vuole affidare ai posteri

Il fabbricato, rivestito a bugnato, si imposta su un blocco centrale i cui tre piani sono marcati da continue balaustrate a colonnine percorribili che sovrastano semplici cornici e da finestroni centinati incorniciati da archi a raggiera, anch'essi con bugne. Il forte bugnato si attenua gradualmente verso i piani superiori. L'immensa facciata, che



1. G. Vasari, *Assedio di Firenze*



2. Pianta di Palazzo Pitti prima dell'intervento di B. Ammannati

erano audacemente opposti al fatto che le cariche della Repubblica fiorentina fossero riservate ad un gruppo ristretto di persone; Luca Pitti, che all'epoca era gonfaloniere, d'accordo con Cosimo de' Medici, di cui era uno dei maggiori sostenitori, preparò una sorta di colpo di stato che avrebbe rafforzato la potenza medicea: come logica conseguenza della diffusione della notizia che si stava preparando una congiura, venne istituito il Consiglio dei cento (più facilmen-

te controllabile) e fu conferito al gonfaloniere stesso un potere che gli assicurava la preminenza sul podestà e sul capitano del popolo.

Il Machiavelli racconta come "dalla Signoria e da Cosimo fu riccamente presentato" e "non solamente i cittadini e gli uomini particolari lo presentavano, e delle cose necessarie allo edificio lo sovvenivano, ma i comuni e i popoli interi gli somministravano aiuti", a testimonianza dunque dei doni e degli aiuti che ricevettero da molti, perciò è plausibile pen-

sare che proprio in questo momento di grande fortuna, abbia deciso di dare inizio alla costruzione della sua nuova residenza.

Come fanno notare alcuni studiosi⁸ a sostegno di questa ipotesi c'è il fatto che nella denuncia che Luca Pitti presenta al catasto nel febbraio del 1458 ancora non si fa parola dell'edificio, ma è già di sua proprietà il terreno dove esso sorgerà⁹.

Fu lo studioso Kurt H. Busse nel 1930¹⁰ a pubblicare il documento del 1461 con cui Luca Pitti, dopo aver acquistato alcuni terreni a completamento dell'area dove sarebbe sorto il palazzo, acquistava un ulteriore lotto di terreno intorno all'edificio in costruzione ed è interessante notare che questo è il primo documento noto in cui si nomina il palazzo. Sempre nel 1461 il Pitti richiede alla Signoria che gli venga ceduta una strada campestre che, dirimpetto alla casa, saliva la collina di Boboli e dove pare vi si facessero "brutture e cose disoneste", egli chiese di poter chiudere la strada e grazie all'acquisizione

dei terreni suddetti ottenne uno spazio necessario alla valorizzazione della facciata.

Questo spostamento della data di esecuzione ha generato dei dubbi in coloro che concordavano con Vasari nell'attribuire il progetto a Filippo Brunelleschi¹¹; il grande architetto morì nel 1446, perciò era improbabile che avesse partecipato quantomeno alla direzione dei lavori; il Busse¹², mettendo in risalto alcuni caratteri architettonici del palazzo, che risentono dell'influenza di Leon Battista Alberti, di cui Luca Fancelli¹³ fu allievo¹⁴, candidava quest'ultimo, già nominato da Vasari¹⁵ ed attestato a Firenze tra il 1458 e il 1460¹⁶, come possibile progettista e direttore dei lavori. Michael Kiene ritiene invece improbabile la possibilità che Fancelli abbia sviluppato il modello di Brunelleschi, poiché egli visse e lavorò a Mantova, compiendo a Firenze solo poche visite¹⁷.

La fonte più antica che collega il nome di Filippo Brunelleschi al

palazzo è l'Anonimo Magliabechiano, contrariamente l'assenza di un riferimento al palazzo nella biografia di Brunelleschi scritta invece da un Anonimo contemporaneo, ha poca importanza, dal momento che il manoscritto in questione ci è giunto mutilo dell'ultima parte, quella che presumibilmente avrebbe dovuto parlare delle fabbriche incompiute o eseguite solo dopo la sua morte, e che non vi è citata nemmeno la Cappella dei Pazzi. Se è vero che nessun documento conosciuto testimonia la paternità del Brunelleschi, è pur vero che, fino ad oggi, non sono noti atti che la neghino.

Si potrebbe avanzare l'ipotesi che Brunelleschi abbia eseguito un modello per Luca Pitti negli ultimi anni della sua vita, ma è plausibile anche, come sostiene Ugo Procacci¹⁸, che il progetto di un palazzo eseguito dal Brunelleschi per Cosimo de' Medici¹⁹, che la tradizione vuole sia stato distrutto dall'artista stesso perché al suo progetto Cosimo aveva preferito quello

di Michelozzo, in realtà sia stato conservato dal Duca, che decise di regalarlo a Luca Pitti, in ringraziamento per il servizio reso in occasione della congiura.

In effetti la qualità eccellente e rivoluzionaria della costruzione rispetto all'edilizia cittadina, fiorentina e parallelamente la sua affinità con l'architettura romana²⁰, ha convinto molti studiosi ad attribuirne la paternità al Brunelleschi.

Paolo Alberto Rossi ha eseguito uno studio sulla geometria progettuale della facciata del palazzo²¹ partendo proprio dal presupposto che fosse Brunelleschi il progettista del palazzo; considerando che l'illustre architetto nel progettare gli edifici era solito partire da una misura per ottenere le altre tramite operazioni geometriche, ha osservato come la facciata dell'edificio colpisca l'osservatore per la ripetizione in orizzontale e in verticale, nei tre piani dell'alzato, dello stesso elemento architettonico, ossia l'arco e i piedritti a bugnato che delimitano il

vano delle finestre. Attraverso misurazioni e calcoli, lo studioso è riuscito ad individuare una regola che stabilisce il dimensionamento della facciata. Il progettista aveva stabilito la larghezza teorica dell'edificio in 100 braccia una misura tonda, "degnata di cose importanti"; l'altezza ne è il segmento aureo e divisa questa misura (m. 34) in nove parti, si ha la misura del *modulo*, che si ripete 15 volte in larghezza e 9 in altezza, misura dei pieni e dei vuoti della facciata²².

Come rapidamente era asceso alle più alte vette del potere, altrettanto rapidamente la stella di Luca Pitti tramontò. Prese parte ad una congiura antimedicea organizzata nel 1466 da Diotisalvi Neroni e Agnolo Acciaiuoli per spodestare Piero de' Medici detto il gottoso, successo a Cosimo nel 1464; d'accordo con Piero fece però il doppio gioco e all'ultimo momento defezionò. Grazie a lui la congiura fu sventata, ma anche se questo gli risparmiò l'esilio, che invece toccò in sorte agli altri nobili che aveva-

no aderito alla cospirazione, il suo tradimento attirò su di sé il disprezzo sia dei sostenitori che degli oppositori della famiglia Medici.

Vari storiografi riferiscono di una sospensione dei lavori al palazzo proprio intorno al 1466: ne parla Agostino Lapini nel suo Diario e lo confermano anche l'Ammirato e il Machiavelli²³ il quale racconta come "i superbi edifici ch'egli aveva cominciati furono dagli edificatori abbandonati", e il Vasari dice che "Messer Lucha lasciò il palazzo imperfetto per gli travagli che ebbe per conto dello stato", con chiaro riferimento all'episodio politico succitato. Da quanto riportato da queste fonti, si è dedotto che Luca Pitti versasse in pessime condizioni economiche, che lo costrinsero ad abbandonare l'impresa e si è letta la denuncia catastale fatta da Luca nel 1469, come una dichiarazione della propria disastrosa condizione finanziaria. In realtà, come fa notare Ugo Procacci²⁴, era uso comune lamentare difficoltà finan-



3

ziarie nelle denunce al catasto, in quanto tali documenti determinavano le tasse da applicare; in effetti Luca Pitti possedeva ancora un enorme patrimonio che ammontava a 10.656 fiorini d'oro.

Il Procacci dunque ritiene che la costruzione del palazzo non si arrestò per la presunta carenza di denaro in conseguenza delle vicende politiche già menzionate, ma più plausibilmente per l'avvenuta morte di Luca Pitti nel 1472. In effetti

mandando a monte la congiura ai danni di Piero, il Pitti aveva reso un grande servizio alla famiglia Medici che certamente apprezzò il gesto e, come abbiamo detto, decise di non umiliarlo con l'esilio; inoltre, se i Medici avessero realmente disprezzato Luca Pitti, non si spiega perché una volta acquistato il palazzo ne conservarono il nome.

Varie fonti iconografiche²⁵, mostrano la forma che l'edificio con-

servò fino al 1550, anno in cui fu acquistato dai Medici. Eretto quando Firenze era ancora una repubblica, non ancora un ducato, questo primo nucleo, alto 38 metri e largo 59, esibiva una rustica facciata quattrocentesca su tre piani con una successione di sette finestre nei due piani superiori e al piano terra tre grandiosi portali uguali tra loro, alternati da brevi finestre rettangolari (la facciata posteriore era rimasta grezza e incompiuta); così appare, per esempio, nella predella dipinta da Alessandro Allori per una pala della chiesa di Santo Spirito.

I lavori all'edificio furono ripresi un secolo più tardi, quando proprio i Medici acquistarono il palazzo per farne una residenza principesca.

Sin dal 1537 Cosimo I aveva abbandonato il palazzo avito in via Larga, progettato da Michelozzo per Cosimo il Vecchio, per trasferirsi nel palazzo della Signoria. Ben presto però Eleonora di Toledo, moglie spagnola di Cosimo I, figlia del viceré di Napoli, afflitta

da una logorante malattia²⁶, convinse il marito che la sua salute sarebbe migliorata se fossero andati a vivere nella zona rurale di Oltrarno ed acquistò il palazzo dagli eredi di Luca Pitti con 9000 fiorini d'oro della sua dote²⁷.

Meno banalmente potremmo però attribuire all'acquisto anche un significato politico;

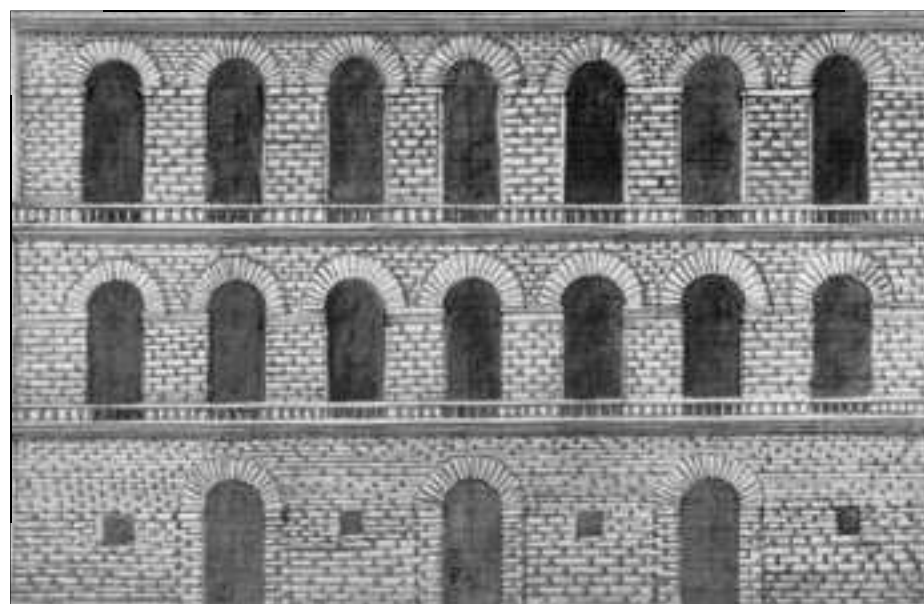
Cosimo ebbe l'occasione, dopo la pace di Cateau-Cambrésis²⁸, che riconosceva alla Spagna una supremazia sulla Francia e dava all'Italia un assetto più definito, di



4

3. A. Allori, Palazzo Pitti prima dei lavori dell'Ammannati

4. Palazzo Pitti dopo i lavori dell'Ammannati (Anonimo Fiorentino da un ritratto femminile)



5

5. B. Ammannati, Alzato del fronte principale di Palazzo Pitti prima del suo intervento

6. B. Ammannati, Alzato del fronte principale di Palazzo Pitti



6

coronare il suo sogno ed imporsi all'Europa come sovrano di uno stato indipendente; aveva bisogno dunque di una dimora che rivelasse immediatamente questa nuova posizione e palazzo Pitti sembrava adatto ad assolvere a questa nuova esigenza in quanto sin dalla bassa antichità, la letteratura encomiastica sosteneva che promuovere le arti e le scienze fosse uno dei maggiori meriti di un buon governante.

Il fatto che il palazzo appartenesse ad una famiglia ricca caduta in disgrazia permetteva, è vero, a Cosimo di fare un buon acquisto dal punto di vista economico speculativo, ma quello che interessava maggiormente erano la struttura e la posizione strategica del palazzo: posto all'interno delle antiche mura urbane, protetto dai bastioni, fatti costruire da Cosimo durante la guerra contro Siena, e in una zona

periferica rispetto allo sviluppo urbano della città, offriva un ottimo rifugio e l'opportunità di un'eventuale rapida fuga; la posizione dominante sulla città era poi degna di un principe, ma soprattutto gli ampi spazi che aveva intorno ne avrebbero consentito l'ampliamento.

Nel 1550 questo edificio, sorto in un quartiere poco elegante come casa signorile, fu dunque trasformato in una vera reggia, divenendo

la base di comando da cui i Medici governarono la Toscana per oltre tre secoli²⁹.

Dopo l'acquisto da parte dei Medici le due porte laterali della facciata vennero chiuse e nel 1557 anche i tre forni centrali dei piani superiori, vennero chiusi con grandi "invetriate", tra le prime realizzate a Firenze.

Fu Giorgio Vasari ad iniziare nel 1556 i lavori a palazzo Pitti, ma impe-

gnato dal 1560 alla costruzione degli Uffizi e poi del Corridoio di raccordo tra i nuovi edifici e Boboli, lasciò la direzione dei lavori a Bartolomeo Ammannati, che era stato il suo braccio destro nei lavori a palazzo Pitti e che vi rimarrà fino al 1590, anche se Vasari risulta ancora responsabile dei lavori compiuti all'inizio del 1561. Fino ad allora l'Ammannati, a Firenze, aveva soltanto compilato un trattato ed iniziato palazzo Grifoni, ma era tipico della politica artistica di Cosimo I dare un incarico così cospicuo a qualcuno che avesse avuto riconoscimenti fuori di Firenze. Dopo un periodo di collaborazione con altri perciò l'Ammannati rimase l'unico responsabile del palazzo. Il suo progetto concretizza l'idea della nuova reggia.

Il diario di Agostino Lapini riferisce che i primi lavori vennero eseguiti nell'aprile del 1560 e i primi pagamenti effettuati nel luglio 1561. Dal 1561 al 1568 l'Ammannati si dedicò alla costruzione del cortile, un capolavoro che unisce

architettura e scultura. L'architetto riprese il motivo delle bugne, a delimitare questa volta un cubo vuoto, sul retro del palazzo. Tonde o quadrate, troviamo le bugne anche sulle semicolonne dei tre ordini sovrapposti; disposte a raggiera intorno agli archi di loggiati e finestre dove, nella chiave dell'arco sono raffigurati mascheroni, teste femminili, teste di bue e capricorni. Il cortile, nella sua forma a U che nel lato aperto lascia un'apertura scenografica verso il giardino, traduce in chiave cinquecentesca e monumentale il cortile dei palazzi quattrocenteschi con un lato più basso al limite di un giardino³⁰.

Sulla facciata l'Ammannati chiuse i due grandi portoni laterali immettendo nel loro vano splendide finestre inginocchiate³¹ con i frontoni spezzati sorrette da protomi leonine coronate, ognuna con una bocca d'acqua, unico elemento "moderno", che comunque non disturba il misurato equilibrio dell'insieme.

A documentare il suo operato sono conservati nel Gabinetto Di-

segni e Stampe degli Uffizi piante e alzati della facciata, inoltre la corrispondenza intercorsa tra l'architetto e Cosimo nel periodo tra l'aprile 1563 e il febbraio 1564 testimonia l'interesse del duca e documenta la sua intenzione di essere tenuto al corrente di ogni aspetto riguardante la costruzione del palazzo, dal punto di vista economico ad esempio in una delle lettere inviate al granduca³² nel 1563, l'Ammannati riferisce in 5625 ducati la spesa occorsa fino a quel momento per i lavori al palazzo. Inoltre attraverso quel carteggio si possono dunque seguire le fasi di progettazione ed esecuzione relative al palazzo che spaziano dalle sagome nude e severe "alla Vignola" per arrivare ad

un gusto più scenografico che anticipa lo sviluppo barocco.

A lavori ultimati il Vasari tesse le lodi del giardino di Boboli, progettato dal Tribolo³³ e ultimato dal Buontalenti³⁴, di cui esiste una testimonianza iconografica in una lunetta dipinta dal fiammingo Giusto Utens³⁵, che mostra l'aspetto del palazzo e del giardino alla fine del Cinquecento. Primo esempio di giardino all'italiana, sarà il modello a cui riferirsi per i giardini italiani e francesi.

Il Buontalenti inserendo all'interno del giardino gli "artifici", costituiti nello specifico da una serie di effetti, prospettive, giochi d'acqua e teatrali, dette vita ad una tra le più significative realizzazioni del gusto



7. Due studi del Buontalenti per la sistemazione di Palazzo Pitti



8

manierista, che prevede in luoghi come questo la gara tra la natura e l'arte, il cui apice venne realizzato nella Grande Grotta. Celebrata come uno degli esempi più interessanti di questa tipologia, nella grotta si assiste al mimetizzarsi in una reciproca simulazione di rocce, stalattiti, e conchiglie con pittura, architettura e scultura, infatti il Buontalenti dispose sul fondo della Grotta la *Venere* del Giambologna, eccellente immagine manieristi-

ca e ai quattro angoli i *Prigioni* di Michelangelo, un "non finito" che viene interpretato come "natura artificizzata"³⁶. Numerose le fontane, quella detta del carciofo opera di Francesco Susini, quella col Nettuno di Stoldo Lorenzi e quella dell'Isolotto con al centro la Fontana dell'Oceano del Giambologna del più puro stile manieristico.

Per quanto riguarda l'interno del palazzo fu l'ala nord la prima ad essere completata e Cosimo vi si

trasferì nel 1570, quando papa Pio V lo investì del titolo tanto ambito di Granduca che, nonostante non fosse legittimo perché solo l'imperatore poteva concederlo, per Cosimo fu l'apice della carriera politica. Dal 1568 al 1577 fu la volta dell'ala sud. Il piano terra fu realizzato nel 1575. La disposizione degli spazi, che comprendeva 22 appartamenti con 379 stanze, non può essere completamente ricostruita, nonostante ci siano rimasti gli inventari della fine del XVI secolo, il diario di Tinghi e la descrizione della visita di undici giorni fatta dall'ambasciatore veneziano Andrea Gussoni nel 1576. È il bolognese Alessandro Pezzano, al seguito dell'ambasciatore, a fornire una "fotografia" degli ambienti³⁷; egli riporta interessanti notizie sull'arredo e l'allestimento delle stanze, che, descritte secondo un preciso ordine, sono facilmente individuabili. Al piano terra vengono elencati sette ambienti, tutti nell'ala nord, che possono essere identificati col quartiere estivo e

dalla descrizione delle tappezzerie dai colori preziosi, dei ritratti e degli arazzi che vi si trovano, si deduce che questo sia un appartamento importante, con funzione di rappresentanza. Il Pezzano riferisce anche l'esistenza dei mezzanini che per molto tempo si sono creduti opera di Giulio Parigi e che invece sono precedenti al 1576. Il cronista bolognese descrive anche il "Palatatoio", ossia l'edificio destinato al gioco della pallacorda che, costruito nel 1558, venne modificato nel 1576 e ancora nel 1596, per essere poi distrutto nel 1620, durante i lavori di ampliamento, per fare posto alla nuova anticamera dell'appartamento granducale, l'attuale Sala di Giovanni da San Giovanni.

Circa la disposizione delle stanze degli appartamenti, a piano terra si usa "l'infilata", mentre al primo piano "il raggruppamento" (a lato di una sala comune a due appartamenti, che erano costituiti da almeno tre ambienti: sala di guardia, anticamera e camera, in aggiunta a uno o due salotti). La sala su

8. G. Utens disegno prospettico di Palazzo Pitti e del giardino di Boboli

piazza Pitti non apparteneva agli appartamenti, ma conteneva l'*antiquarium*, la collezione di statue antiche di Cosimo I. Solo con Ferdinando I, dopo il 1587, una volta lasciato l'abito cardinalizio e assunto il titolo granducale, il palazzo venne utilizzato come residenza; fino ad allora era stato un sontuoso edificio di rappresentanza in cui accogliere ospiti illustri, ma nel 1576, quando l'imperatore Massimiliano II confermò a Francesco I il titolo di Granduca dichiarando la Toscana stato indipendente, il palazzo assunse la funzione di simbolo del potere del nuovo stato che manifestò in occasione delle nozze di Ferdinando con Cristina di Lorena, quando si mise in scena una vera battaglia navale in miniatura, rappresentata nel cortile appositamente "allagato".

Nel 1620 Giulio Parigi³⁸, che realizzò l'elemento chiave del giardino di Boboli, l'Anfiteatro, ebbe da Cosimo II, l'incarico di ampliare il palazzo con tre finestre per lato e,

per quanto gravemente ammalato, Cosimo volle presenziare a questa nuova fase dei lavori, facendosi portare la prima pietra in camera per porvi personalmente la calcina e dare inizio al cantiere.

L'ampliamento della facciata fu eseguito continuando il modello del nucleo originario; il prospetto divenne decisamente orizzontale con i lavori eseguiti dal figlio di Giulio, Alfonso Parigi, che, tra il 1640 e il 1650, per volere di Ferdinando II, aggiunse cinque finestre per lato al piano terra e al primo piano, portando la facciata all'aspetto attuale. Gli archi murati in cui l'Ammannati aveva aggiunto le finestre inginocchiate al piano terra, ora si ripetevano come un motivo intermittente scandito per tutta l'estensione del prospetto. L'aspetto della piazza al termine di questi interventi è mostrato in una stampa di Giuseppe Zocchi del 1744. Grazie ad un disegno eseguito da Alfonso Parigi su un suo taccuino³⁹ abbiamo anche un'idea della disposizione interna delle stanze



9

del piano terra e del primo piano. Al piano terra, la sala centrale, situata in corrispondenza dell'arco centrale e due archi del prospetto, faceva da perno a tutta la struttura, infatti ai suoi lati, in maniera simmetrica si sviluppavano quattro sale, due per parte, le prime coperte da volte a botte, le altre da volte a crociera; al primo piano il salone centrale corrispondeva a quello del piano sottostante, ma al posto delle quattro stanze laterali, ve n'erano solo due che coprivano tutta l'ampiezza. Per quanto riguarda il terzo

piano Fiorella Facchinetti⁴⁰ riporta le parole di Raffaello Fortini, il primo architetto che vi lavorò e che testimoniava la presenza dei soli muri maestri, senza tramezzi, né porte, finestre o scale.

Seguì un lungo periodo di stasi, Cosimo III ordinò a Ottavio Falconieri un disegno per la risistemazione teatrale della facciata e della piazza, ma il progetto non venne mai attuato; ne rimane testimonianza iconografica in una lunetta di anonimo conservata nel Museo degli Argenti.

9. R. Centogalline, Palazzo Pitti durante i lavori di ampliamento del 1662



10

Spenta la dinastia medicea con Anna Maria, Elettrice Palatina (moglie dell'Elettore Palatino Giovanni Guglielmo) anche i Lorena vollero lasciare traccia del loro passaggio nell'antico palazzo così, dopo le opulenze del Barocco, si giunse alla misura del primo Neoclassico, qui rappresentato dalle aggiunte eseguite dall'architetto veronese Ignazio Pellegrini. Artista operante nel solco della tradizione trovò terreno

fertile a Firenze, da sempre arroccata su posizioni conservative, che rifiutavano le novità per il timore di staccarsi dalle forme sperimentate e convalidate dai secoli.

Pellegrini fu incaricato da Francesco I di Lorena nel 1763 di costruire una Cappella Reale all'ingresso del giardino di Boboli, che però l'architetto riuscì soltanto ad iniziare. Aveva già realizzato il *Boudoir* della Regina Margherita e il salotto

ovale, all'interno del palazzo, quando, nel 1764, sul lato settentrionale dalla parte di Porta Romana, iniziò la costruzione del "rondò", rappresentato in una stampa del 1783 di Cosimo Zocchi e Francesco Magnelli⁴¹; tale rondò fu proseguito da Ruggeri e terminato da Gaspare Maria Paoletti⁴², il quale nel 1784 completava la facciata col nuovo *Rondò di Bacco* che fu portato a termine sotto Ferdinando III nel 1799 e anche in questo caso abbiamo una testimonianza iconografica, ossia una stampa del 1799 di Luigi Mulinelli e Cosimo Zocchi⁴³.

Sempre a Gaspare Paoletti si deve un'aggiunta fondamentale, la costruzione sul lato occidentale del palazzo, al posto della vecchia spezieria, della Palazzina della Meridiana; iniziata nel 1776, venne proseguita da Giuseppe Cacialli⁴⁴ e condotta a termine dal Poccianti⁴⁵, al quale si deve la facciata di Mezzogiorno, quasi fosse una ripresa di sensibilità rinascimentale, si oppone discretamente al cortile di Ammannati con uno schema liscio

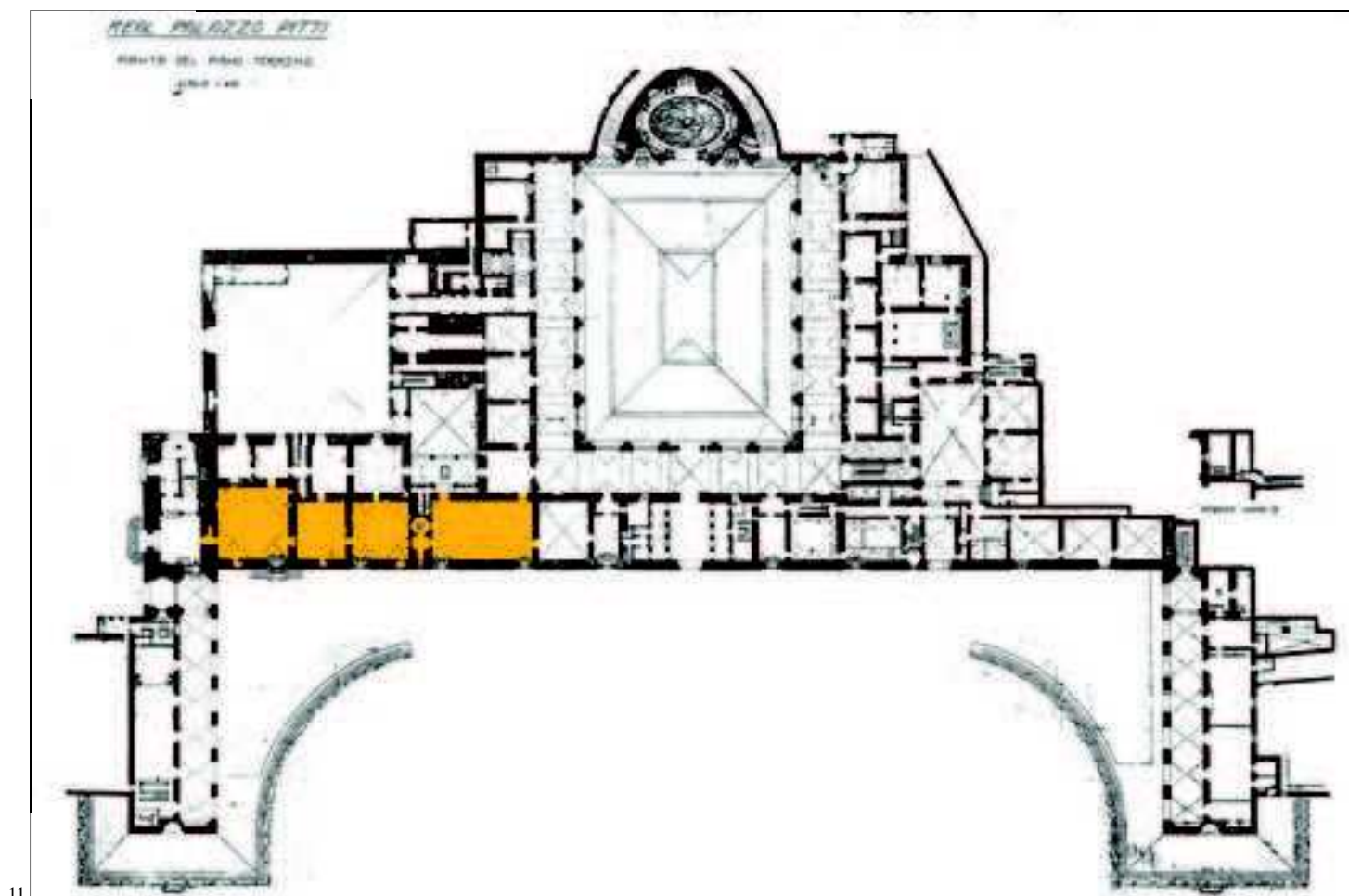
di paraste e colonne di pietra forte che sottolineano le superfici;

Il Poccianti, architetto locale, portò a termine la costruzione del rondò meridionale e costruì nel 1815 le due testate con alto zoccolo di gigantesco bugnato rustico che fa da base alle due ali del palazzo; a lui si deve anche il solenne scalone a colonne, eseguito nel 1850, che conduce al piano nobile e al secondo piano; è suo anche l'atrio con doppio colonnato e volta a botte mossa da lacunari, intonato con lo stile di Ammannati.

L'ultimo intervento fu la scala di accesso alla Galleria Palatina costruita nel 1896 da Luigi Del Moro.

In quattro secoli e mezzo di sviluppo, palazzo Pitti riassume la produzione dell'architettura fiorentina dal Brunelleschi fino a metà Ottocento, dimostrando una grande capacità degli architetti di adeguarsi allo stile dell'edificio, rispettando i principi che avevano ispirato il suo primo creatore. Con i tempi variarono i gusti ma i lavori di ampliamento all'edificio rispettarono sem-

10. L. Mulinelli e C. Zocchi, veduta del palazzo dopo i lavori del Paletti (1799 circa)



11

11. Rilievo del piano terreno di Palazzo Pitti: in ocra sono evidenziati i Quartieri Estivi ed in particolare i locali oggetto di questo studio

pre gli schemi del nucleo originario tanto che oggi, ad un osservatore ignaro della storia della sua costruzione, il palazzo, nella sua armoniosità, appare concepito da un'unica mente, testimonianza del fatto che Filippo Brunelleschi ha rappresentato per gli architetti di tutti i tempi un punto di riferimento cui è stato tributato questo grande omaggio.

2. La realizzazione dei quartieri estivi

Palazzo Pitti segnò le tappe dell'arte anche nella decorazione degli interni, ed è soprattutto nel '600 che vede la sua stagione più felice⁴⁶. Vi lavorano artisti di grande fama come Giovanni da San Giovanni e i due quadraturisti bolognesi Angelo

Michele Colonna e Agostino Mitelli, le cui opere sono il sintomo delle idee rivoluzionarie della metà del secolo, ma anche Pietro da Cortona, il corrispondente a Firenze del romano Bernini, che a più riprese lavorò nel palazzo. Tra il 1637 e il 1640 affrescò la Sala della Stufa al primo piano, raffigurando *Le quattro età del mondo*⁴⁷, un capolavoro in cui si percepisce la serenità degli antichi finalmente riconquistata; più frazionata fu l'esecuzione delle stanze di Giove, Venere e Marte, che svolse andando e venendo da Roma, lasciando poi incompiuta la Sala di Saturno, completata dal suo allievo Ciro Ferri. Quest'opera, che rappresenta il primo ciclo della pittura del Seicento, ebbe grande risonanza in tutta Europa. Altre pitture secentesche sono quelle di Bernardino Poccetti e di Baldassarre Franceschini detto il Volterrano. Tra il 1815 e il 1819 Luigi Sabatelli decorò la Sala dell'Iliade; le salette sul retro e il Quartiere del Volterrano (esclusa la Sala di Ercole affrescata da Pietro Benvenuti

nel 1825) vennero dipinte da artisti minori operanti a Firenze sotto Ferdinando III.

Abbiamo visto come gli interventi di ristrutturazione sul palazzo si siano susseguiti per oltre quattro secoli; questo ha prodotto varie modifiche strutturali, ma anche alcune trasformazioni nell'organizzazione degli spazi interni, cosa che ha avuto i suoi riflessi anche sulla decorazione parietale. L'esempio più eloquente di alterazione di un dipinto murale, provocata da interventi alla struttura riguarda la sala affrescata da Jacopo Chiavistelli dietro richiesta del Cardinale Giovan Carlo de' Medici nei mezzanini della Muletta⁴⁸, tra il piano terra e il primo piano dell'ala sinistra del cortile dell'Ammannati in cui la sala grande dei mezzanini è divisa dallo scalone del Poccianti in due parti, una collegata all'antico appartamento del cardinale, l'altra ai mezzanini del Museo degli Argenti⁴⁹.

Tale Museo⁵⁰ è ospitato nelle sale del piano terra situate nell'ala sini-

stra del Palazzo, definite “Quartiere Estivo”⁵¹ e facenti parte dell’ala aggiunta da Giulio e Alfonso Parigi. Erano destinate, come quelle al piano nobile del palazzo ad uso di rappresentanza e udienza, mentre gli ambienti retrostanti venivano utilizzati per scopi strettamente privati.

Nelle memorie del Marmi⁵² l’attuale sala d’ingresso del museo è definita “Sala dove stanno i portieri e le lance spezzate di S.A.S.”; essa conduceva al salone terreno che divideva l’appartamento del granduca da quello della granduchessa situato nell’ala destra, formato dall’anticamera (attuale sala di Lorenzo), dalla Grotticina (attuale sala delle Cornici) e da altri due ambienti che nel tempo avrebbero subito modifiche, fino ad essere in parte inglobati nell’attuale androne d’ingresso edificato dal Poccianti.

È in quest’ala del palazzo che si trova la Sala affrescata da Giovanni da San Giovanni, la cui innovativa decorazione della sala compiuta da Giovanni da San Gio-



12

vanni, vide l’introduzione di elementi romani (esempi romani di Lanfranco) uniti alla quadratura diffusa dai pittori emiliani, vera novità rivoluzionaria.

3. Cenni sul Quadraturismo

Fenomeno tipicamente italiano, il quadraturismo è un genere pittorico autonomo in auge soprattutto dalla seconda metà del XVI secolo, alla metà del XVIII⁵³.

Il termine deriva dalla prassi edilizia secondo cui “tutto quello dove si adopera la squadra e le seste e



13

che ha contorni, si chiama lavoro di quadro” (Vasari).

Si tratta di un procedimento pittorico usato nella pittura murale, teso ad amplificare illusoriamente lo spazio mediante prospettive architettoniche. Sviluppandosi su pareti e soffitti la quadratura può costituire l’unico elemento decorativo di un ambiente o essere un’elaborata incorniciatura della

parte figurata. Già usata nell’arte classica e ripresa nel Rinascimento è in epoca più recente che si ebbero manifestazioni compiute sulla base di regole prospettiche (Bramante, Baldassarre Peruzzi). Nel secolo XVI il quadraturismo fu sostenuto dallo sviluppo della prospettiva scientifica e della relativa trattatistica (Vincenzo Foppa, Bramantino, Bernardo Zenale).

12-13. Sala dell’Udienza Privata: le quadrature nelle scansioni laser. Cambiando la posizione del punto di vista, all’interno della nuvola di punti, si nota come cambia la percezione dell’architettura (particolare delle colonne della fig. 12).

Fu condannato dalla critica neo-classica, che impedì fino ai giorni nostri una conoscenza adeguata dei pittori quadraturisti. Il primo rappresentante fu Baldassarre Peruzzi a Roma (Farnesina, sala delle prospettive), cui seguì Giulio Romano a Mantova (Palazzo Tè, sala dei cavalli); alla sua scuola si fanno risalire i primi esempi di quadratura in senso stretto⁵⁴ e le decorazioni nelle ville venete (Fasolo, Zelotti, Brusaporci). Sono tuttavia i fratelli bresciani Cristoforo e Stefano Rosa, attivi nella seconda metà del '500 a fare di questa tipologia decorativa un genere autonomo. La quadratura dei Rosa è ancora molto semplice, basata su un gioco di colonne viste di scorcio sui soffitti, al centro dei quali compare la parte figurata eseguita da altri artisti, mentre le pareti fingono, sempre grazie ai giochi di colonne in prospettiva, aperture su ampi e profondi spazi. Alla scuola dei Rosa si formarono i quadraturisti bresciani (Bruni, Mandrini, Moretti) che complicano gli elementi

moltiplicando colonne, balaustre e loggiati.

In quanto connessa alla problematica della riproduzione in prospettiva di elementi architettonici, la quadratura è legata fin dalle origini alla trattatistica architettonica e pittorica, e ha un ampio spazio nel trattato di Andrea Pozzo⁵⁵.

Nei primi del '600 accanto alla quadratura bresciana si sviluppò, con stretti legami con la teoria prospettica di architetti e scenografi, una scuola bolognese che divenne molto celebre, in ricopri un ruolo di primo piano il Dentone⁵⁶ che, accortosi di non avere attitudine alla figura, si dedicò alla quadratura dopo aver assimilato i classici dell'architettura in particolare il Serlio e il Vignola; dalla rovina dell'antico vista durante un suo soggiorno a Roma deriva la varietà delle colonne, delle trabeazioni delle balaustre e degli archi, ossia i temi decorativi e prospettici del tardo manierismo romano che il quadraturismo emiliano sviluppa in senso illusionistico. Una svolta significativa venne impressa dai suoi

allievi, Agostino Mitelli e Angelo Michele Colonna, che spesso lavorarono in collaborazione. La loro quadratura, connessa alla scenografia, si caratterizza per un complicarsi di piani paralleli che paiono fingere una serie di quinte teatrali e per un susseguirsi di finte scalinate alle pareti, mentre i soffitti si ampliano a dismisura in una serie di balaustre successive. La quadratura bolognese si mostra perfettamente rispondente allo spirito barocco nella creazione di uno spazio illusorio e nella artificiosità delle trovate che dilatano e movimentano gli spazi. Oltre che a Firenze (Palazzo Pitti), Mitelli e Colonna vennero chiamati a lavorare in Spagna alla corte di Filippo IV. In stretti rapporti con la quadratura bolognese è, dalla metà del '600 la quadratura genovese; a Genova lavorano molti bolognesi che collaborano alla grande decorazione dei palazzi cittadini (Sighizzi, Haffner).

Il rapporto tra pittore di figure e quadraturisti pare essere stato nel '600 paritetico e talvolta, come nel caso di Mitelli e Colonna, pare

che il quadraturista subordinasse addirittura alla sua decorazione il "figurista"; ciò accadde anche con i fratelli Ferdinando e Francesco Bibiena, celebri soprattutto come scenografi e architetti teatrali. La quadratura bolognese visse con loro un nuovo importante momento tra la fine del Sei e gli inizi del Settecento: le loro decorazioni sono caratterizzate da una complicata serie di colonne immaginate sulle pareti e da giochi illusionistici sui soffitti. Con l'introduzione della "scena per angolo" nella decorazione a fresco, essi ottennero l'effetto artificiale di uno spazio ancora più dilatato e, allo stesso tempo, la singolare illusione di una molteplicità di punti di fuga atti ad animare gli ambienti con vivaci giochi scenici; oltre che a Verona e in Emilia, essi lavorarono per tutte le principali corti d'Europa e contribuirono a diffondere la quadratura nei paesi d'Oltralpe. Nel Settecento la quadratura assunse aspetti sempre più scenografici: si immaginarono complicati giochi di balconate o si fece semplice incor-

niciatura delle scene figurate, arricchita di elaboratissime decorazioni a festoni e stucchi. A parte il caso della strettissima collaborazione tra Giambattista Tiepolo e Gerolamo Mengozzi Colonna a Palazzo Labia a Venezia, il pittore di figure torna ad essere il principale protagonista nella decorazione murale settecentesca. Poco prima della metà del secolo Torino si arricchisce di opere a fresco (palazzina di caccia di Stupinigi) dove la quadratura non si oppone allo spazio preesistente con una violenta introduzione di finte architetture, ma si adegua e sottolinea le membrature architettoniche.

Con l'avvento dei modi neoclassici la quadratura perde la sua ragione d'essere. La decorazione si appiattisce, le pareti sono scompartite con pacata e sobria eleganza da semplici incorniciature con forti riprese classicheggianti.

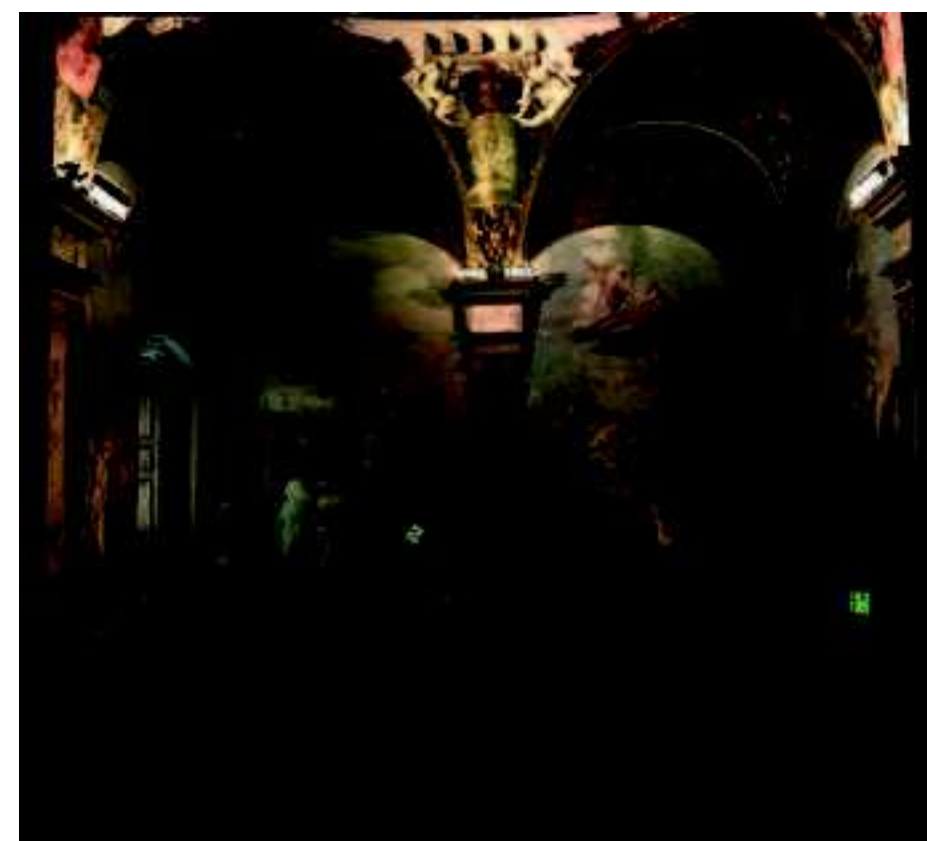
In Toscana il quadraturismo fu teorizzato dagli architetti Giulio Parigi e B. del Bianco e adottato da Jacopo Chiavistelli, e dal Volterrano.

4. L'impianto pittorico scenografico realizzato da Giovanni da S. Giovanni, Agostino Mitelli e Angelo Michele Colonna

Il ciclo di affreschi della Sala di Giovanni da San Giovanni⁵⁷, che fino all'arrivo di Pietro da Cortona rappresentò dunque la vera novità nel panorama fiorentino, sono uno dei brani di maggior pregio della pittura del Seicento fiorentino.

Al tempo dei Medici questo ambiente era la prima delle sale di rappresentanza destinata a ricevimenti e banchetti e rimane ancora oggi il cuore del museo. Giovanni da San Giovanni ricevette nel 1635 dal granduca Ferdinando II l'incarico di eseguire gli affreschi che dovevano celebrare le nozze del Granduca con Vittoria della Rovere⁵⁸.

Il pittore aveva trascorso un lungo periodo a Roma, lavorando ad opere importanti⁵⁹ che probabilmente furono viste da Ferdinando II in occasione del suo viaggio d'istruzione nella città eterna avvenuto nel 1628. Non è casuale la scelta del Man-



14

14. Sala di Giovanni da S. Giovanni: la quadratura degli affreschi nella scansione laser.

nozzi bensì il risultato di una gara promossa l'anno precedente dal Granduca e suo fratello il Cardinale Giovan Carlo de' Medici nella villa di Mezzomonte⁶⁰ dove il pittore fiorentino, accanto a Bartolomeo Neri

e Baccio del Bianco, e Francesco Albani⁶¹ fiancheggiato da Angelo Michele Colonna per le quadrature, avrebbero dovuto eseguire due soffitti. Per eseguire la decorazione di palazzo Pitti furono scelti Giovanni



15

e il quadraturista bolognese, che per la prima volta faceva la sua comparsa in terra fiorentina.

La decorazione delle sale del Museo degli Argenti è stata oggetto di un recente contributo di Ornella Casazza e Marilena Mosco⁶² che

ne fornisce un'attenta descrizione ed un'esauriente lettura interpretativa, corredata anche da una ricca bibliografia.

La tradizione⁶³ vuole che l'ideatore del programma iconografico per la Sala di palazzo Pitti sia il

poeta, letterato e bibliotecario di corte, Francesco Rondinelli⁶⁴, tuttavia pare che Giovanni, non soddisfatto, perché non voleva che la sua creatività fosse frenata⁶⁵, abbia elaborato un suo programma che ricevette l'approvazione⁶⁶.

La decorazione del salone doveva essere una glorificazione della famiglia Medici, ottenuta esaltando l'importanza avuta da Lorenzo il Magnifico nel riportare a nuova vita le arti, distrutte o disperse dalle Arpie, dai Satiri e poi da Maometto. Gli affreschi rappresentano la civiltà occidentale personificata dal cieco Omero, dalle Muse, dalle Arti e dalle Lettere, che viene cacciata dall'Islam trionfante dopo la caduta di Costantinopoli, e che trova ospitalità nella Firenze di Lorenzo il Magnifico, destinata a diventare la nuova Atene del mondo occidentale che si contrappone così alla minaccia turca.

L'architettura dipinta simula un imponente padiglione aperto, le cui arcate, che coincidono con quelle, reali, del cortile retrostante, "sostengono" la volta affrescata con aperture sul cielo, che ulteriormente dilata in modo illusionistico le dimensioni reali della stanza. Divisa in tre campi incorniciati da una ricca balaustra vista di scorcio la volta presenta nella parte centra-

15. Sala di Giovanni da San Giovanni: il raddrizzamento del soffitto a volta

le la celebrazione delle nozze del Granduca Ferdinando II con Vittoria della Rovere.

Nella rappresentazione allegorica compaiono Giunone e Venere, rispettivamente la dea delle nozze e la dea dell'amore, accompagnate da Grazie e Amori che proteggono gli sposi, mentre un ramoscello verde (metafora di Vittoria) cresciuto dal ramo secco della quercia (simbolo della famiglia Della Rovere) che una delle Parche, Atropo, aveva tagliato, spunta dalla mano di un amorino che lo innesta nello scudo mediceo. Ai lati della scena principale troviamo, all'interno di campi di forma ovale, *Flora con le ninfe dell'Arno ammirata da Pan*, che rappresenta Maria Vittoria ammirata dal mondo e *Cupido presenta a Marte il Leone-Marzocco*, simbolo di Firenze che omaggia il nuovo granduca Ferdinando II.

Nella parte inferiore del soffitto Giovanni dipinge alcune allegorie: le Stagioni, la Notte, il Giorno e i Mesi (nel mese di Luglio riconosciamo anche il suo autoritratto)



16. Sala di Giovanni da San Giovanni: il fotopiano della parete sud-est

in cui dimostra notevole talento, tanto che il Baldinucci, parlando della disputa nata tra chi voleva abbattere i dipinti della sala e chi voleva salvarli⁶⁷, asserisce che il Passignano volle toccare con una canna i finti bassorilievi per accertarsi che le figure vi fossero dipinte e non scolpite.

Nella trabeazione dei pilastri che sorreggono l'immaginario loggiato affacciato su un giardino, chiara allusione al giardino di Boboli, in cui viene illusionisticamente proiettato l'osservatore che si trovi al centro della stanza, cui è riferito prospetticamente tutto l'impianto degli affreschi, si trovano quattro trom-

pe-l'oeil a bassorilievo marmoreo che raffigurano le *storie di Apollo*; i tondi in finto oro raffiguranti il *mito di Paride*, sono invece, secondo Malcom Campbell⁶⁸, opera del Volterrano. Lo studioso avanza anche un'ipotesi attributiva circa le quadrature del soffitto: mentre per le quadrature che incorniciano gli

affreschi delle pareti riconosce la mano di Giovanni da San Giovanni, circa quelle che incorniciano gli affreschi del soffitto il Campbell⁶⁹ fa il nome di Angelo Michele Colonna, invitando al confronto con le quadrature degli affreschi della villa di Mezzomonte che, secondo lo studioso, furono eseguite entrambe⁷⁰ dal pittore bolognese.

Le scene mitologico-allegoriche che sono rappresentate all'interno delle arcate dipinte, sono commentate da quartine scritte entro cartigli, tratte da Ariosto. Il 1° cartiglio nella parete di fronte alle finestre reca questi versi “*l’aeree vie sopra demonio alato / scorre Maometto e il crudel brando ha in mano / e di grand’ira orribilmente insano / minaccia Europa, e il ciel bestemmia e il Fato*”, che spiegano il tema allegorico della prima scena. Vi è raffigurato il Tempo, distruttore di opere d’arte (qui rappresentate da una testa bronzea di Alessandro Magno), incarnato dalla figura di un vecchio barbuto e alato che,

seduto sull’architrave della porta divora libri. In alto Maometto, responsabile della distruzione della biblioteca di Costantinopoli, quindi personificazione del disprezzo per la cultura, impugnando la scimitarra scaccia i filosofi greci e un’arpa è diretta al Parnaso per allontanare i poeti tra i quali si riconosce Dante con la corona di alloro e la veste rossa. Omero, benché cieco, cerca a tentoni la porta che lo condurrà a Firenze, nuova Atene città delle arti, delle scienze e delle lettere. Accanto ad Omero possiamo riconoscere nel personaggio che guarda verso l’alto mettendo in mostra la mano storpiata, lo stesso Giovanni da San Giovanni, che in una lettera del 1635 indirizzata al maestro di casa del Cardinale Bentivoglio, dice che si sarebbe ritratto⁷¹. Tra i personaggi in esodo verso Firenze si riconoscono Platone e Aristotele per terra, Saffo col suo violino, Empedocle, che con una mano si regge la testa mentre si dispera per la perdita dei libri, tutti raffigurati con gli stessi colori usati da Raf-

faello nella *Scuola di Atene*, dunque un omaggio di Giovanni da San Giovanni al grande artista. Anche Pegaso, che nel Parnaso portava sul dorso i poeti e i filosofi, è a terra. Una Virtù alata guida i fuggiaschi a Firenze dove sono accolti da due figure femminili vicine al Leone-Marzocco, una rappresenta la Munificenza, l’altra, abbigliata con un lussuoso abito e con in testa un diadema, rappresenta la Toscana e indica ai fuggiaschi il loro nuovo grande mecenate, Lorenzo il Magnifico.

Malato di gotta Giovanni da San Giovanni morì nel dicembre del 1636, lasciando incompiuta la sua opera.

Dopo la morte del Mannozi, che pare avesse già dato inizio ad una nuova parete, si decise di affidare la continuazione del lavoro agli allievi del pittore i quali, asserendo che l’intervento di mani diverse nella sala avrebbe generato un aspetto disarmonico dell’insieme, esercitarono delle pressioni sul Granduca, affinché le scene già eseguite fos-

sero demolite. L’episodio è riportato da Giovanni Bottari⁷² (*Dialoghi*, 1754) secondo il quale invece essi agirono “o per malevolenza, o per invidia contro Gio., o per avidità di guadagno”. In difesa degli affreschi di Giovanni intervenne Jacopo da Empoli⁷³ e il Granduca, dietro consiglio del Chimenti, decise di fare abbattere le parti solo abbozzate dal pittore⁷⁴.

La decorazione della sala fu dunque terminata da alcuni tra i migliori pittori del ‘600 toscano: Francesco Furini, Francesco Montelatici detto Cecco Bravo e Ottavio Vannini, che operarono dei cambiamenti nel programma iconografico della sala, riportando all’attualità il mito di Lorenzo il Magnifico, colui che aveva dato origine ad una sorta di “Età dell’Oro” portando pace in Italia, un modello ideale al quale aspirare e nel quale il nuovo Granduca Ferdinando II veniva identificato, nel ruolo di mecenate delle arti e come pacificatore in un delicato momento politico⁷⁵.

Tra il 1638 e il 1641 Cecco Bravo⁷⁶ eseguì gli affreschi della parete ovest con episodi che glorificano Lorenzo il Magnifico.

Nella prima scena Lorenzo è rappresentato mentre riceve l'omaggio di un corteo al quale partecipano le Muse, Apollo, la Virtù e la Fama; in basso un putto mostra l'emblema del principe costituito da un anello con la punta di diamante che simboleggia la forza e tre piume, che indicano la vanità della Fortuna. incombeva

Il secondo episodio allude alle doti di conciliatore proprie di Lorenzo e mette in scena il carro di Marte, simbolo di Guerra, mentre si allontana e il Tempio di Giano, sempre aperto in tempo di guerra, mentre viene chiuso. Lorenzo, in piedi, parla con la Prudenza, che guarda nello specchio mentre con la mano tiene un serpente, e con una figura femminile, l'Italia, che si toglie la corazza⁷⁷.

I versi scritti sul basamento, a commento delle scene affrescate, sono riportati dal Baldinucci

(1681): *“Ed ecco all’ombra del più vago lauro / Ch’ebbero l’Ibere e le Gangetiche onde, / Lieta ricovra e delle sacre fronde / Adorno il crin, più che di gemme e d’auro”*; *“Di prudenza e d’ardir con vago esempio, / Leva la spada a Marte e l’empia face / Spegne d’Aletto, e per lui l’aurea pace / Serra di giano il formidabil tempio”*, ma omette due iscrizioni: *“Pessima rerum / discordia / virorum / optimus pacis / auctor”* e *“Caelo cordi est”*⁷⁸.

Questi affreschi sono le risposte al nuovo stile di Pietro da Cortona⁷⁹, che nel 1641 aveva terminato il ciclo della Stanza della Stufa. Ma mentre Giovanni aveva probabilmente visto solo a Roma i lavori del Berrettini, per Cecco Bravo il confronto col grande artista fu diretto perché i due pittori lavorarono contemporaneamente a palazzo Pitti.

Dobbiamo osservare che è soprattutto la struttura architettonica e degli apparati decorativi a dare unità e coesione ad una varietà di stili individuali presenti nella sala, accre-

sciuta dal fatto che manca l'unità programmatica delle decorazioni, infatti i pittori che lavorarono nella Sala di Giovanni da San Giovanni modificarono il progetto iconografico che egli aveva stabilito.

Nella parete sud, in mezzo a due finti rilievi che rappresentano da un lato l'allegoria della Prudenza e dell'Abbondanza, e dall'altro la Fede che indica a Lorenzo una corona e una tiara, allusione ai futuri granduchi e papi della famiglia Medici, Ottavio Vannini⁸⁰ dipinge un riquadro che celebra l'interesse manifestato da Lorenzo il Magnifico verso le arti e la sua volontà di incoraggiare gli artisti chiamati a svolgere le loro attività nel giardino di San Marco. Nel riquadro Lorenzo è seduto in mezzo agli artisti, tra i quali riconosciamo a destra Michelangelo che mostra il *Fauno*⁸¹ e a sinistra Giuliano da Sangallo che ha tra le mani il progetto della villa di Poggio a Caiano. Rispetto agli affreschi delle sale precedenti i toni sono più smorzati e hanno una luce più uniforme.

Il progetto originale elaborato da Giovanni da San Giovanni (citato dal Baldinucci) prevedeva Nettuno e Teti che si congratulavano con i Cavalieri di Santo Stefano per aver liberato il Mediterraneo dai Turchi⁸²; sulla parete ovest il pittore aveva previsto la raffigurazione dell'Età dell'Oro, invece Francesco Furini⁸³ vi rappresentò *L'Accademia platonica nella villa di Careggi* e *l'Allegoria della morte di Lorenzo*.

Furini celebra il circolo neoplatonico nato a Careggi rappresentando Lorenzo e le Muse intorno alla statua di Platone, una celebrazione dell'Accademia Platonica esaltata dall'iscrizione latina *“Omnes Platoni debemus, tanto debet plurimum laurenzio”*⁸⁴.

Sul fondo della rappresentazione campeggia una costruzione che si può riconoscere nella villa di Careggi, come si possono riconoscere anche alcuni dei personaggi raffigurati, grazie al confronto con alcuni ritratti noti. Ad esempio Lorenzo, il cui ritratto è ispirato a quello

di Luigi Fiammingo esposto nella sala adiacente, è rappresentato in primo piano, ai piedi della statua di Platone. Vicino a lui un giovane con i capelli lunghi raffigura Pico della Mirandola, mentre Marsilio Ficino è il personaggio visto di tre quarti a sinistra della statua (il suo ritratto è tratto dalla serie di Giovio, ancora oggi nel corridoio degli Uffizi); l'uomo con la barba bianca che si trova alle sue spalle è il greco Giovanni Lascaris, mentre all'estremità sinistra della scena è raffigurato Cristoforo Landino e vicino a lui l'uomo con la corona in testa potrebbe essere Poliziano. La figura che indica Poliziano e Ficino potrebbe essere Demetrio Calcondilla, che insegnò greco a Poliziano e tradusse Platone in latino; l'uomo con lunghi capelli che si intravede sul fondo potrebbe essere il poeta Luigi Pulci, amico di Lorenzo.

Ai piedi della statua la figura che porge una catena e tre medaglie d'oro, spogliandosi dunque di ogni ricchezza è la Filosofia, che si mo-

stra "povera e nuda" come descritta nell'*Iconologia* del Ripa; le altre due figure femminili sono la Contemplazione, vestita con un abito chiaro, in pausa dalla lettura e la Ragione, con la frusta in mano⁸⁵. La figura a destra coronata di alloro rappresenta la Poesia e allude alla passione letteraria di Lorenzo.

Secondo l'interpretazione data da Marilena Mosco⁸⁶ la scena allude alla teoria neoplatonica secondo la quale la Contemplazione, la Ragione e la Vera Opinione, cioè la conoscenza, attingono alla sapienza divina a cui allude lo sguardo verso il cielo di Platone.

Nell'*Allegoria della morte di Lorenzo* si allude alla fine dell'Età dell'Oro creata da Lorenzo il Magnifico riallacciandosi alla crisi della cultura greca rappresentata da Giovanni da San Giovanni.

Nel canto XXXIV dell'*Orlando Furioso* di Ludovico Ariosto sono descritte le tre Parche che intessono e tagliano il filo dalla vita umana. Le tavolette su cui è impressa

la vita di ogni uomo vengono gettate nel Lete, il fiume infernale le cui acque danno l'oblio dalla vita terrena. Alcune tavolette però, dopo essere state consegnate dai cigni ad una ninfa che simboleggia l'immortalità, verranno attaccate al tempio della Fama.

In questa scena, rappresentata nell'angolo in basso a destra, l'inflexibile vecchia Atropo recide il filo della vita di Lorenzo; sulla sinistra il fiume Lete è raffigurato come un giovinetto che piange mentre nelle sue acque il Cigno recupera col becco una medaglia con l'immagine di Lorenzo. Nel frattempo Marte scende minaccioso dal cielo a cavallo di una nuvola e in alto sono raffigurate tre donne, la Giustizia che si toglie la corona di alloro, la Pace che annaffia una pianta di olivo e la Fama, con la sua tromba, che ne coglie un ramo a significare che la cultura e la saggezza dei Medici non hanno fine con la morte.

Secondo l'attuale percorso museografico dalla Sala di Giovanni

si passa nelle tre Sale denominate dell'Udienza Pubblica, dell'Udienza Privata, di Rappresentanza, le quali furono decorate dai due pittori bolognesi Angelo Michele Colonna e Agostino Mitelli⁸⁷.

Abbiamo visto come, secondo le ultime ricerche⁸⁸, nella villa di Mezzomonte si svolse una gara⁸⁹ tra prospettici fiorentini e bolognesi; l'esito della competizione valse il successo ad Angelo Michele Colonna, che venne scelto dal Granduca, a discapito dei quadraturisti fiorentini, per eseguire la decorazione delle suddette stanze di palazzo Pitti.

Il Lanzi⁹⁰ asserisce che Ferdinando II inizialmente affidò ad Angelo Michele Colonna soltanto la quadratura della volta nella prima stanza di rappresentanza del piano terreno, iniziata nel 1637; per lo sfondato infatti si era pensato all'Albani, ma in seguito al Colonna venne affidato anche l'affresco del soffitto con il *Trionfo di Venere* (motivo per cui i lavori durarono due anni, dal 1637 al 1639) e la decorazione delle stanze seguenti *en*



17

17. Sala dell'Udienza Pubblica: il raddrizzamento del soffitto a volta

18. Sala dell'Udienza Pubblica: il fotopiano della parete sud-ovest

filade, per eseguire le quali venne chiamato anche Agostino Mitelli bolognese anch'egli e collaboratore di Colonna.

I due pittori dettero vita a complesse rappresentazioni scenico-prospettiche popolate da pochissime figure e quasi totalmente occu-



18

pate da elementi architettonici volti a dilatare lo spazio e a costruire una scena "teatrale" in cui ambientare l'azione. Realtà e finzione si mescolano con studiati effetti di

luce, che suscitano nell'osservatore grande meraviglia, ottenendo quindi lo scopo del pittore barocco. Il loro fu un lavoro decisamente impegnativo, dal momento che

nelle sale vi sono degli elementi architettonici, come i peducci di scarico delle volte e i cornicioni che separano le volte dalle pareti, che condizionarono l'impianto della quadratura⁹¹.

La grande Sala usata per l'Udienza Pubblica, che un cartiglio sopra la porta data al 1639, abbonda di scale, logge, ballatoi, archi che simulano un ambiente ampio e luminoso, dove predominano il bianco e l'oro. Come nella Sala di Giovanni da San Giovanni, anche qui ogni parete è divisa in due arcate; il ballatoio dipinto è reso verosimilmente percorribile grazie all'artificio di un posticcio vaso di fiori posto su un pilastrino che, colpito in controluce dalla luce virtuale che immaginiamo provenire dal vano retrostante, appare realisticamente chiaroscurato. Attraverso l'uso di soluzioni innovative, l'artista esibisce una grande capacità inventiva, ma l'abilità nel rendere tutto questo ambiente "convincente", nell'imitare il vero, sta nel

curare tutti i particolari. Nel caso del vaso per esempio il pittore lo ha realizzato in legno sagomato e poi dipinto così da creare un effetto tridimensionale. Le strutture ad unghie e lunette della volta sono evidenti, ma dobbiamo ricordare che inizialmente il Colonna, in questo ambiente, avrebbe dovuto eseguire soltanto la decorazione attorno all'affresco dell'Albani e solo in seguito si decise di far affrescare anche le pareti, perciò la sala non fu progettata con un disegno di insieme. C'è comunque una logica che presiede all'organizzazione delle pareti: un ordine di colonne regge un ballatoio continuo e due balconate sovrapposte, di cui si esibisce lo spessore per dare credibilità, danno omogeneità all'insieme. Il ballatoio è sorretto da telamoni marmorei e canefori⁹² e dalle balconate si affacciano pochi personaggi ad animare la scena: qualcuno sistema un vaso di fiori, qualcuno apre una tenda, un bambino gioca con una scimmietta tenuta ad una catena che, come

illuminata dalla luce proveniente dalla finestra reale, proietta una falsa ombra sul davanzale; la creazione di finte porte serve a dare simmetria alla stanza. Sul soffitto l'*Allegoria del Tempo* è rappresentata da un vecchio con la clessidra, coronato da spighe e fiori che alludono all'alternarsi delle stagioni; ai suoi piedi un serpente si morde la coda, formando un cerchio che simboleggia l'eternità. Nella parete sopra la grande scalinata rotonda, sotto la figura del ciambellano, è scritto un motto "*rado tu parla e sii breve et arguto*" che sembra indirizzato a coloro che entravano in questa grande sala per conferire con il granduca Ferdinando II. Essendo questa una sala dove Ferdinando II svolgeva una funzione politica, i motti tendono a richiamare le qualità necessarie alla gestione del potere.

La Sala dell'Udienza Privata, eseguita nel 1640, come reca l'incisione a caratteri romani sulla parete della finestra, di forma rettangolare,

è più piccola delle altre, ma ugualmente dilatata illusionisticamente dalle architetture dipinte e dagli sfondati. Qui il loggiato è costituito da sottili bianche colonne ioniche binate su cui si avvolgono a spirale tralci di quercia, chiara allusione a Vittoria Della Rovere; elemento tradizionale, consueto al Dentone e al Colonna. Sulle pareti dipinti monocromi lussuosi d'oro raffigurano le imprese di Alessandro Magno che, essendo riuscito ad unificare culturalmente i popoli del suo impero, viene qui identificato col Granduca Ferdinando II che, a Firenze, ha reso possibile il trionfo della cultura e della scienza. Anche qui si affacciano dalle finte architetture alcuni personaggi, uno dei quali punta il cannocchiale verso il cielo, alludendo alle scoperte del grande scienziato Galileo Galilei, protetto da Ferdinando II, un altro, alla base della scala, identificato con il guardarobiere ufficiale Giacinto Maria Marmi⁹³, si accinge a salire una scala e percorrere il falso loggiato; quest'ultimo è un parti-

colare decisamente importante per l'effetto illusionistico dell'insieme, basta infatti immaginare il potente senso di sorpresa e disorientamento doveva provocare in coloro che, conoscendo di persona il Marmi, percorrevano la sala nel 1640. L'occhio dell'osservatore è poi condotto¹⁹ verso il soffitto, nel cui sfondato centrale, messo in risalto dall'effetto d'ombra che ha intorno, si mostra ancora un omaggio all'eroe macedone, incoronato da Apollo mentre guida un carro trainato da cavalli e davanti ad essi la Fama, reggendo un lungo cartiglio con la scritta "*Fortunam Alexandri mirare, imitare virtutem*", annuncia col suono della tromba il suo trionfo. I motti all'interno di questa sala esaltano le virtù del re. La critica⁹⁴ ha osservato che esistono delle incongruenze tra la decorazione della parte superiore e quella della parte inferiore, quasi fossero realizzate in due tempi diversi.

Nella decorazione, datata in un cartiglio sopra alla finestra 1641,²¹



19. Sala del Trono: il fotoraddrizzamento della parete sud-ovest

20. Sala dell'Udienza Privata: il fotoraddrizzamento della parete sud-est

21. Sala del Trono: il fotoraddrizzamento del soffitto a volta

22. Sala dell'Udienza Privata: il fotoraddrizzamento del soffitto a volta

della Terza Sala di Rappresentanza o Sala del Trono Granducale, più ampia rispetto alle altre, culmina la capacità dei due pittori bolognesi. Viene reso omaggio al Granduca Ferdinando II che è rappresentato all'interno di un ottagono posto al centro della volta mentre, adagiato su una nuvola, riceve la corona e lo scettro del comando da Giove in persona. La parte figurativa è più limitata rispetto alle sale precedenti; dalla balaustra si affacciano un alabardiere e un trombettiere e sulle pareti ci sono i ritratti a monocromo dei quattro predecessori di Ferdinando II: Cosimo I, Francesco I, Ferdinando I, Cosimo II, commentati da una frase in latino che espone le virtù e le imprese di ognuno. Le colonne non sfondano verso il cielo, ma collegano le arcate al pavimento. Anche i toni, più beige e rosati, si distaccano dai precedenti verdastri.

Stando alla biografia di Giovanni Mitelli, si sente maggiormente la mano di suo padre, ma in una

lettera citata dalla Matteucci⁹⁵, si ricordano solo i compagni del Colonna ed è lui stesso a ricevere i pagamenti, dunque si deduce che il Mitelli fosse alle sue dipendenze.

Non è facile distinguere chi dei due sia stato il figurista e chi il quadraturista. In questo lavoro a quattro mani Anna Maria Matteucci⁹⁶ assegnerebbe al Colonna sia la parte decorativa che l'esecuzione della figure, attribuendo invece al Mitelli l'ideazione della parte prospettica, con le ardite invenzioni architettoniche. La sua tesi è appoggiata anche dallo studio di Marco Chiarini che attribuisce al Mitelli alcuni disegni⁹⁷.

A prescindere comunque dal ruolo rivestito dai due artisti nella decorazione delle sale, va loro riconosciuto il merito di aver introdotto il teatro dipinto in questi ambienti in cui i personaggi, ritratti nelle loro movenze quotidiane, ci fanno rivivere la vita di palazzo.

Note

¹ Per la storia del palazzo in generale, oltre ai testi citati vedi anche BUCCI BENCINI 1973; FORLANI CONTI, FACCHINETTI BOTTAI, BALDINI GIUSTI 1979; CHIARINI, PADOVANI 1993; BERTELLI, PASTA 2003; CAPECCHI 2003.

² VASARI, 1878, vol. II, p. 373.

³ Il palazzo è largo m. 205 e ha un'altezza al centro di m. 36.

⁴ Bartolomeo Ammannati (Settignano 1511-Firenze 1592). Architetto e scultore, dopo essersi formato a Firenze con Baccio Bandinelli, collaborò a Venezia con Jacopo Sansovino alla decorazione della Libreria di San Marco. Nel 1550 si trasferì a Roma, dove lavorò per la famiglia Del Monte. Tornato a Firenze nel 1555 lavorò a Palazzo Vecchio, alla Biblioteca Laurenziana, a palazzo Pitti, progettò il ponte di Santa Trinita e tra il 1563 e il 1577 eseguì la Fontana del Nettuno in Piazza della Signoria.

⁵ MACHIAVELLI 1857, Libro VII, p. 146.

⁶ AMMIRATO 1640, vol. III, p. 87.

⁷ Luca Pitti (Firenze 1394-1472). Mercante, banchiere e uomo politico fiorentino.

⁸ PROCACCI 1966, p. 1 e MORANDINI 1965, che a p. 35 cita le conclusioni di C. de FABRICZY.

⁹ MORANDINI 1965p. 43, n. 6.

¹⁰ MORANDINI 1965, p. 35.

¹¹ Filippo Brunelleschi (Firenze 1377-1446). Architetto e scultore. Formato in una bottega fiorentina come orafo e scultore, partecipò al concorso del 1401 per la seconda porta bronzea del battistero fiorentino. Il suo interesse per i calcoli matematici e lo studio dei monumenti antichi indirizzarono presto la sua attività verso l'architettura; nel 1418 presentò un modello per la cupola di santa Maria del Fiore e nel 1423 gli fu affidata l'esecuzione, che occupò quasi tutta la sua vita. Formulò anche le leggi della visione secondo il metodo prospettico. Fu ingegnere, architetto di opere religiose, militari e civili e fu il creatore di una nuova ideologia, secondo cui l'architetto non è più il capomastro del cantiere medievale, ma progettista e creatore delle sue opere. La sua tomba, rimase sconosciuta fino al 1972, quando venne scoperta in Santa Maria del Fiore.

¹² MORANDINI 1967, p. 37.

¹³ Luca Fancelli (Settignano 1430-Mantova 1495). Architetto, ingegnere militare e scultore. Operò prevalentemente a Mantova per i Gonzaga e la committenza aristocratica cittadina.

¹⁴ Lo studioso citava un articolo di Hans Willich in cui gli architravi delle finestre di palazzo Pitti erano paragonate a quelle di palazzo Rucellai e palazzo Piccolomini a Pienza, entrambi ideati dall'Alberti intorno al 1455.

¹⁵ È possibile che Vasari, assegnando comunque l'esecuzione del progetto a

Fancelli, volesse rendere possibile l'attribuzione del disegno a Brunelleschi.

¹⁶ Fancelli fu inviato a Firenze dal Duca di Mantova per lavorare al coro della SS. Annunziata.

¹⁷ KIENE 1995, p. 93.

¹⁸ PROCACCI 1966.

¹⁹ Il modello sarebbe stato il primo progetto per il palazzo medici in Via Larga.

²⁰ Lo sviluppo volumetrico del primo nucleo dell'edificio, pressoché cubico sembra concepito con un metro degno dei romani, inoltre la facciata richiama, con il motivo delle arcate sovrapposte, l'architettura romana classica.

²¹ ROSSI 1990.

²² Per avere un numero intero di moduli la larghezza teorica di 100 braccia fu aumentata e portata a 103. Per maggiori informazioni circa il sistema costruttivo adottato dal Brunelleschi vedi BARTOLI 1977, in particolare su palazzo Pitti, pp. 172-174.

²³ Vedi MORANDINI 1965, p. 36.

²⁴ PROCACCI 1966.

²⁵ Alcuni esempi sono citati da MORANDINI 1965, p. 38 e da PROCACCI 1966.

²⁶ Eleonora, già affetta da tubercolosi, morì nel 1562 in seguito ad un attacco di malaria.

²⁷ Nell'archivio notarile antecosciano conservato presso l'archivio di Stato di Firenze, si trovano gli atti con cui i sei eredi di Luca Pitti vendono il palazzo ad Angelo Piccolini, procuratore della granduchessa Eleonora da Toledo (c'è

anche un libro mastro con il riepilogo dei pagamenti fatti separatamente ai singoli eredi tra il 1549 e il 1553). Il rogito venne steso il 3 febbraio 1549 e il pagamento terminò nel 1553. Dopo l'acquisto di palazzo Pitti, la precedente residenza, il palazzo in piazza della Signoria rinnovato da Vasari per accogliere la famiglia del Granduca, che da quel momento sarebbe stato definito "Vecchio", venne adibito alle udienze generali e alle magistrature, mentre i nuovi edifici, costruiti dal Vasari a partire dal 1560 vennero destinati a sede delle corporazioni e accolsero le collezioni d'arte.

²⁸ Il 3 Aprile 1559 fu firmata la pace tra Francia e Spagna che sancì la fine del conflitto tra Asburgo e Valois, durato quasi 40 anni. Filippo II di Spagna, che ebbe in moglie Elisabetta di Valois, figlia di Enrico II, vide riconosciuta la supremazia spagnola in Italia.

²⁹ Fiorella facchinetti precisa che tutte le notizie relative ai lavori eseguiti al palazzo tra il 1550 e il 1559, sono dedotte dai registri delle fabbriche mediche, FACCHINETTI 2000, p. 30.

³⁰ Vedi ad esempio palazzo Pazzi o palazzo Horne nel loro stato originario.

³¹ Questa tipologia di finestra non era più stata impiegata, in maniera degna di nota, a partire dal prototipo di Michelangelo a palazzo Medici. Sull'argomento vedi MARCHINI, 1976.

³² ASF Archivio Mediceo del principato vedi MORANDINI 1965, p. 46, n. 34.

³³ Niccolò di Raffaello, detto il Tribolo (1500 ca.-1550), aveva già progettato i giardini di villa Castello e villa Petraia.

³⁴ Bernardo Buontalenti (Firenze 1531-1608). Architetto e scenografo. seguace dell'Ammannati, realizzò per i Medici apparati scenografici, fuochi d'artificio e congegni che gli fruttarono l'ammirazione della corte spagnola, dove si recò nel 1563. A Firenze realizzò diversi progetti, tra cui la fontana di Belvedere.

³⁵ Il dipinto è conservato nel Museo Topografico di Firenze.

³⁶ Per maggiori informazioni circa il giardino manierista vedi PINELLI 1993.

³⁷ In proposito vedi BALDINI GIUSTI 1980 e mosco 1980.

³⁸ Giulio Parigi (Firenze?-m. 1635). È il membro più importante di questa famiglia di architetti; a Firenze fu allievo e collaboratore di B. Buontalenti. divenne famoso anche per la sua attività di scenografo; tra le sue realizzazioni ci sono gli apparati creati in occasione delle nozze tra Cosimo II de' Medici e Maria Maddalena d'Austria avvenute nel 1608.

³⁹ Circa il taccuino vedi FACCHINETTI 2000, p. 24 e p. 36, n. 10.

⁴⁰ FACCHINETTI 2000, p. 24.

⁴¹ La stampa è conservata al Museo di Firenze com'era.

⁴² Gaspare Maria Paletti (Firenze 1727-1813). Architetto. A palazzo Pitti rea-

lizzò la Sala Bianca degli Appartamenti reali e il corpo centrale del Quartiere della Meridiana; autore anche del salone della Villa di Poggio Imperiale e della sala della Niobe agli Uffizi. Realizzò anche la Palazzina Regia e le Terme Leopoldine di Montecatini.

⁴³ La stampa è conservata al Museo di Firenze com'era.

⁴⁴ Giuseppe Cacialli (Firenze 1770-1828). Architetto e pittore. Come architetto di corte del Granduca di Toscana lavorò a palazzo Pitti, eseguendo anche la decorazione neoclassica del Quartiere di Napoleone. Ultimò la Villa di Poggio Imperiale.

⁴⁵ Pasquale Poccianti (Bibiana 1774-Firenze 1858). Architetto. Come primo architetto del Granduca dal 1817, proseguì l'opera di Paletti lavorando sia a palazzo Pitti che alla Villa di Poggio Imperiale. La sua opera più nota è l'acquedotto di Livorno comprendente gli edifici del Cisternone e del Cisternino.

⁴⁶ Circa la decorazione degli interni del palazzo, oltre ai testi citati, vedi MORANTI 1995; BELLESI 1998; CHIARINI 2000a; ACANFORA 2003.

⁴⁷ Nel Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi⁴⁸, sono conservati alcuni disegni che mostrano la nascita e lo sviluppo di molte figure e scene.

⁴⁹ La zona venne così definita perché in fondo al loggiato era murato un bassorilievo raffigurante una mula che era stata di grande aiuto per gli operai

durante la costruzione del cortile maggiore.

⁵⁰ Jacopo Chiavistelli, formatosi sull'esempio dei bolognesi, in particolare Angelo Michele Colonna e Agostino Mitelli, fu uno dei maggiori esponenti del quadraturismo. Attivo come scenografo e decoratore già nella prima metà del secolo, realizzò alcune importanti decorazioni a palazzo Pitti per i Medici. Affrescò al piano terra due appartamenti affacciati sul cortile dell'Ammannati, rispettivamente nel 1661 quello sul lato destro, per le nozze del principe Cosimo con Margherita d'Orléans, cugina del re Sole, cui lavorò coadiuvato da Francesco Bettini, Cosimo Ulivelli e Agnolo Gori e un decennio più tardi quello sul lato sinistro, per Vittoria Della Rovere. Per Cosimo III lavorò nella grande "libreria" al secondo piano e per il principe cardinale Giovan Carlo, fratello di Ferdinando II, decorò alcune stanze nei mezzanini della Muletta. Di tutti questi ambienti quelli che conservano ancora abbastanza integralmente la decorazione sono l'appartamento di Cosimo III, la sala di Giunone con la volta affrescata per Margherita, la camera da riposo della granduchessa Vittoria Della Rovere, con la raffigurazione della *Notte* e la retrostante galleria; le altre stanze decorate per Margherita videro cambiare la destinazione d'uso sotto i Lorena e questo comportò anche una nuova decorazione che ricoprì quella eseguita dal Chiavistelli; alcu-

ne stanze andarono distrutte in seguito alle ristrutturazioni, ma l'episodio sicuramente più particolare riguarda la decorazione della sala grande dei mezzanini della Muletta. L'opera gli fu commissionata dal cardinale Giovan Carlo de' Medici, che in questo quartiere si era fatto progettare da Pietro da Cortona un raffinato ambiente che volle in seguito ampliare, soppalcando una stanza del piano terra che era "a tutt'altezza" decorata appunto dal Chiavistelli; nel 1815 la realizzazione da parte di Poccianti di un "passare" che metteva in comunicazione il cortile dell'Ammannati con il cortile delle colonne implicò la distruzione di alcuni vani e l'isolamento di altri, tagliati fuori dai percorsi consueti. Da un rigoroso studio sul dipinto si è potuto evincere che probabilmente la decorazione della volta era stata eseguita prima che il cardinale Giovan Carlo facesse soppalcare la stanza, riducendone ovviamente l'altezza. L'esecuzione del dipinto risulta infatti in alcune parti piuttosto approssimativa, creata probabilmente per una visione a distanza. Le lunette sulle pareti invece risultano proporzionalmente esatte per le dimensioni attuali dell'ambiente. Questo ha messo in dubbio la paternità del Chiavistelli relativamente alla volta. Per maggiori approfondimenti vedi BALDINI, 2004.

⁵¹ Il museo prende il nome dalla sala affrescata da Giovanni da San Giovan-

ni, dove erano esposti gli argenti del tesoro di Salisburgo a cui, nel primo dopoguerra vennero unite le collezioni del tesoro granducale precedentemente conservate al Bargello e agli Uffizi.

⁵² Questi appartamenti erano definiti "Quartiere Estivo" perché la famiglia granducale vi si trasferiva nei mesi estivi in quanto al piano terra si godeva di un clima più fresco che al primo piano. In un libro della "Guardaroba di Palazzo" del 1597 sono descritte le sistemazioni dei vari componenti della famiglia: il granduca Ferdinando e Cristina di Lorena, come abbiamo detto, si trasferivano, nei mesi estivi, al piano terra, dove abitava anche don Giovanni de' Medici, fratellastro di Ferdinando, mentre don Antonio, figlio di Francesco e Bianca Cappel-lo, alloggiavano al secondo piano, dove abitavano anche le principesse e il principino. Vedi FACCHINETTI 2000, p. 35.

⁵³ *Norma per il guardaroba del gran palazzo... dove habita il Ser.mo Gran Duca di Toscana ...* 1666-1667, di Giacinto Maria Marmi, Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, Ms. II.I.284.

⁵⁴ Circa le problematiche legate al quadraturismo a Firenze vedi FARNETI, BERTOCCI, 2002; FARNETI, LENZI, 2004; in particolare su Mitelli e Colonna vedi BERTOCCI 2002; BETTI 2002; FARNETI 2002; GAVAZZA 2004.

⁵⁵ Ad esempio l'invenzione degli affreschi del Veronese a Villa Barbaro a Maser dove le figure si affacciano dietro finte balaustre e la decorazione della volta di S. Paolo a Milano di Antonio e Vincenzo Campi (rispettivamente Cremona 1524-1587 e Cremona 1536-1591) dove compare il motivo delle colonne in prospettiva che ampliano artificiosamente lo spazio.

⁵⁶ Andrea Pozzo, *Perspectiva pictorum et architectorum*, 1693-1702. (Trento 1642-Vienna 1709). Pittore e scenografo. Lavorò a Genova, Venezia, Torino, Roma, Cuneo, Vienna. Nel suo trattato riassume le sue personali inclinazioni verso il gusto della definizione illusoria dello spazio, aprendo la via ad una concezione decorativa di larga fortuna.

⁵⁷ Girolamo Curti, detto il Dentone (Bologna 1575-1632). Tra i suoi lavori più noti, la decorazione del secondo chiostro del Convento dei Servi a Bologna e quella del Salone del Palazzo Ludovisi-Odescalchi a Roma. Con l'aiuto dell'allievo Angelo Michele Colonna decorò la cappella del Palazzo Ducale di Sassuolo.

⁵⁸ Giovanni Mannozi (S. Giovanni Valdarno 1592 – Firenze 1636). Detto Giovanni da San Giovanni, entrò molto giovane nella bottega fiorentina di Matteo Rosselli, ma si svincolò presto dai modi del maestro. Nel 1616 ottenne da Cosimo II la prima commissione granducale per la decorazione della

facciata della casa in Piazza della Calza, davanti alla Porta Romana e nel 1621 si trasferì con Francesco Furini a Roma, dove ricevette la protezione del cardinale Guido Bentivoglio. Nel colto ambiente romano esplose la vena ironica ed anticlassica di Giovanni, che dipinse per i Barberini alcuni curiosi soggetti di genere. Dopo un soggiorno emiliano nei feudi del cardinale Bentivoglio il pittore torna a Firenze e nel 1629 lavora al soffitto della villa medicea di Mezzomonte in concorrenza con l'Albani. Questa a Palazzo Pitti fu l'impresa più difficile, interrotta dalla prematura morte nel dicembre 1636. Vedi MANNINI 1986.

⁵⁹ Nata a Pesaro nel 1622, Maria Vittoria Della Rovere, rimase orfana del padre all'età di quindici mesi e venne inviata a Firenze per essere affidata alla protezione dei Medici. Nell'occasione fu stipulato un contratto matrimoniale, datato 1623, che prometteva Maria Vittoria in sposa al cugino allora tredicenne Ferdinando, figlio di Cosimo II. Le nozze private furono celebrate nel 1634 a palazzo Pitti, ma solo nel 1637 si ebbero le nozze pubbliche. È grazie a questa unione che oggi nei musei fiorentini possiamo ammirare alcuni dei capolavori appartenuti ai Duchi di Urbino.

⁶⁰ Nel 1623 per il cardinale Giovan Garzia Mellini decora l'abside della chiesa dei Santi Quattro Coronati; per il cardinale Bentivoglio nel 1623-27 esegue, in quello che oggi è il palaz-

zo Pallavicini Rospigliosi, una libera interpretazione del *Carro della Notte* in concorrenza col classico *Carro dell'Aurora* di Guido Reni e altri affreschi nel palazzo di Montecavallo; lavora anche per la famiglia Barberini e in alcune chiese romane.

⁶¹ Vedi LEONCINI, 1984.

⁶² Francesco Albani (Bologna 1578-1660). Pittore. Allievo di Calvaetr e discepolo di Guido Reni, entrò nel 1595 nella bottega dei Carracci, insieme ai quali partecipò alla decorazione di alcuni palazzi bolognesi. Con Annibale Carracci lavorò a Roma. Il ritorno a Bologna segnò il declino della sua fortuna.

⁶³ MOSCO, CASAZZA 2004.

⁶⁴ Filippo Baldinucci, in *Notizie de' professori del disegno da Cimabue in qua*, Firenze, 1681-1728, descrive il progetto e commenta le scene.

⁶⁵ Di questo primo progetto rimane un disegno, vedi MOSCO 2000, p. 92. Francesco Rondinelli (Firenze 1589-1635) fu bibliotecario di Ferdinando II de' Medici e autore di una *Vita* di Bernardo Davanzati, di una *Relazione del Contagio stato in Firenze l'anno 1630 e 1633* e, su incarico del Granduca, di un'opera, oggi perduta, riguardante le bellezze di Firenze. Oltre ad essere letterato e consigliere della famiglia Medici, ebbe da Vittoria Della Rovere e dal Cardinale Leopoldo la carica onorifica di consigliere.

⁶⁶ MASETTI 1962, p. 85.

⁶⁷ In una lettera del 6 maggio 1635 viene descritto il nuovo programma iconografico del Salone terreno, vedi MOSCO 2000, p. 92. Anna Banti (BANTI 1977, p. 77) cita invece una lettera del 19 maggio 1635 in cui si trova il programma iconografico ideato da Giovanni da San Giovanni.

⁶⁸ In merito a tale controversia vedi p. 18.

⁶⁹ CAMPBELL 1994.

⁷⁰ CAMPBELL 1976, pp. 4-6.

⁷¹ Malcom Campbell attribuisce al Colonna sia la quadratura intorno al dipinto di Giovanni da San Giovanni, che quella intorno al dipinto dell'Albani.

⁷² BANTI 1977, pp. 93-95; ACANFORA 2001, p. 149.

⁷³ Giovanni Gaetano Bottari (Firenze 1689-Roma 1775). Erudito e scrittore d'arte. Scrisse opere archeologiche e trattati d'arte d'ispirazione classicità come appunto i *Dialoghi sopra le tre arti del disegno*, scritto nel 1754.

⁷⁴ Jacopo Cimenti, detto l'Empoli (Firenze 1551-1640). Pittore. Stimato professore fiorentino, fu il più moderato dei riformatori della pittura fiorentina tra il Cinque e il Seicento.

⁷⁵ MASETTI 1962, p. 86.

⁷⁶ La guerra di Castro per il possesso del ducato istituito nel 1537 era alle porte. Nel 1641, in seguito a contrasti tra Odoardo Farnese e Urbano VIII Barberini, le truppe papali occuparono il ducato. I territori vennero però re-

stituiti, per il timore dell'intervento di Venezia, Firenze e Modena. Il conflitto si riaprì nel 1649, quando Innocenzo X fece radere al suolo la città.

⁷⁷ Francesco Montelatici, detto Cecco Bravo (Firenze 1607-Innsbruck 1661). Pittore. Vedi BARSANTI 1986.

⁷⁸ Al Museo del Louvre è conservato il disegno che documenta la prima idea dell'opera, vedi BARSANTI, CONTINI 1999, p. 30.

⁷⁹ Vedi MASETTI 1962, p. 85.

⁸⁰ Pietro Berrettini detto da Cortona (Cortona 1596-Roma 1669). Pittore e architetto. Determinanti per la sua formazione furono le esperienze nell'ambiente romano del primo Seicento dove, grazie alla protezione di personaggi illustri, ricevette importanti commissioni. Nel 1634 venne eletto Principe dell'Accademia di San Luca. La sua opera più nota è forse l'intervento in Santa Maria della Pace, dove eseguì la decorazione interna e sistemò la piazza antistante.

⁸¹ Ottavio Vannini (Firenze 1585-1643). Pittore. Aiuto del Passignano, aderì alla riforma naturalistica di Santi di Tito. Vedi PIZZORUSSO 1986.

⁸² Il *Fauno* è un'opera perduta che Michelangelo aveva eseguito con una tecnica ritenuta pari a quella degli antichi.

⁸³ CAMPBELL 1976, p. 15.

⁸⁴ Francesco Furini (Firenze 1604-46). Pittore. Allievo di Passignano e Rosselli, andò a Roma insieme a Giovanni da San Giovanni. Rientrato a Firenze

nel 1623, incontrò grande successo. Vedi CANTELLI 1986.

⁸⁵ Era un omaggio a Leopoldo de' Medici, fratello di Ferdinando II, che in quegli anni fondava l'Accademia del Cimento con i discepoli di Galileo e Michelangelo Buonarroti il Giovane faceva riprodurre le immagini degli uomini illustri sulle pareti della casa avita.

⁸⁶ Nella rappresentazione si può leggere un'altra citazione di Raffaello, infatti, come nella stanza della Segnatura, anche qui troviamo una raffigurazione che richiama la separazione tra Filosofia Teoretica e Pratica.

⁸⁷ MOSCO 2000, p. 97.

⁸⁸ Circa la decorazione delle sale e l'attività dei due pittori bolognesi oltre ai testi citati vedi anche DE VITO BATTAGLIA 1928; ARFELLI 1958; MATTEUCCI, RAGGI 1997; BETTI 2002. In particolare sul ruolo rivestito dai due pittori in terra fiorentina, vedi RAGGI 1996 che fornisce anche una ricca bibliografia.

⁸⁹ Vedi MOSCO 2000, p. 98 e note 17, 18, 19, p. 104.

⁹⁰ Documenti d'archivio testimoniano che le opere vennero eseguite dai due pittori in tempi diversi (Albani tra giugno e settembre del 1634 e Giovanni da San Giovanni prima dell'aprile del 1635), ma comunque allo scopo di essere confrontate. Per maggiori dettagli vedi RAGGI 1998, p. 441.

⁹¹ Luigi Lanzi (Macerata 1732-Firenze 1810). Letterato e storico dell'arte.

Entrato nel 1749 nell'ordine dei Gesuiti a Roma, insegnò greco e latino ed entrò in contatto con gli ambienti artistici del classicismo (Winckelmann e Mengs). Nel 1775 Pietro Leopoldo lo chiamò a Firenze dove, con l'incarico di "antiquario", riordinò tutte le raccolte di antichità delle gallerie. Di fondamentale importanza la sua *Storia pittorica dell'Italia* (1795-96) in cui per la prima volta il quadro dell'arte italiana viene diviso per scuole regionali, con particolare attenzione alle grandi personalità.

⁹² Per i problemi rappresentati dall'architettura delle stanze nell'accogliere una decorazione a quadratura, vedi MATTEUCCI 1994.

⁹³ Motivo già usato nella decorazione di palazzo Spada a Roma.

⁹⁴ CASAZZA 2004, p. 61 e MOSCO 2000, p. 102.

⁹⁵ MATTEUCCI 1994, p. 273.

⁹⁶ MATTEUCCI 1994, p. 278.

⁹⁷ MATTEUCCI 1994.

⁹⁸ Uno di essi raffigura un caneforo e alcuni abbozzi di quella che sarà la parete frontale della Sala dell'Udienza Pubblica; un altro è lo studio preparatorio alla parete frontale della Sala dell'Udienza Privata; un terzo è la traduzione della parete nord della Terza Sala di Rappresentanza, con le volute e i puttini posti sopra le porte e i medaglioni con i busti medicei. Vedi CASAZZA 2004, p. 57; *Sotheby's Old Master Drawings*, New York, 16 gen-

naio 1985, lotto 55. Circa i disegni relativi alle stanze di Mitelli e Colonna, vedi MATTEUCCI, RAGGI 1997 in cui si riferisce dell'Album di disegni (fondo Santarelli del Gabinetto Disegni e stampe degli Uffizi) tratti da opere del '600 realizzate a Firenze, che sappiamo essere stati eseguiti, grazie all'attribuzione fatta da Marco Chiari, dal quadraturista Giuseppe Tonelli. Egli fu inviato nel 1700 a Bologna da Ferdinando de' Medici per vedere le opere di Mitelli e Colonna, perciò nell'Album riserva loro un'attenzione particolare. I disegni numerati 5565S, 5576 S, 5577 S sono riferiti alla prima stanza dell'appartamento estivo di Ferdinando II, quelli numerati 5566 S, 5589 S, sono inerenti alla seconda stanza, così come un disegno sciolto, il n. 8057 A; i numeri 5590 S, 5598 S, 5606 S, 5607 S, riportano le decorazioni della terza sala.

III. LE OPERAZIONI DI RILIEVO NEI QUARTIERI ESTIVI

III. Le operazioni di rilievo nei Quartieri Estivi

I Quartieri Estivi di Palazzo Pitti fanno parte integrante del Museo degli Argenti che ha appunto sede al piano terreno della Reggia fiorentina. Per le operazioni di rilievo si sono dovuti tenere in considerazione alcuni parametri logistico organizzativi, soprattutto nella definizione dei tempi di intervento, legati alla destinazione museale dei locali stessi. In primo luogo, per motivi di sicurezza e di gestione del personale di vigilanza del museo, la permanenza dei rilevatori nei Quartieri Estivi, è stata possibile solo durante gli orari di apertura del museo stesso, inoltre, le esigenze di allestimento dovute al fitto programma di mostre stabilito dalla Direzione degli Argenti, hanno vincolato la possibilità di eseguire il rilievo. Ciò ha richiesto una buona organizzazione del lavoro.

La complessità e le dimensioni degli ambienti, oltre alle caratteristiche della loro decorazione

pittorica, hanno richiesto l'integrazione di molteplici tecniche di rilevamento: dal metodo diretto al fotogrammetrico, passando per il laser scanner ed il topografico. Naturalmente questi procedimenti presentano caratteristiche, storie ed applicazioni diverse, con sistemi operativi che spesso si intrecciano e si completano tra loro, come è avvenuto nel nostro caso. In particolare si è puntato sulla la tecnologia laser scanner, comparsa nella disciplina del rilievo da poco tempo.

Il rilievo diretto è stato organizzato prevedendo tre gruppi di lavoro ed affidando ad ognuno di questi una porzione dei locali; è stato inoltre necessario prevedere fasi di lavoro specifiche con controlli giornalieri, sia per quanto riguarda la qualità, che per quanto riguarda la quantità di lavoro eseguito. Nella Sala del Trono, infine, a causa di un allestimento per un evento espositivo che si è protratto per oltre otto mesi, è stato possibile eseguire soltanto il rilievo diretto,

SCHEDA PER LA GESTIONE DELLA CAMPAGNA DI RILIEVO

RILIEVO: Palazzo Pitti, Quartieri Estivi

SCHEDA N°: _____ OGGETTO: SALA DI GIOVANNI DA SQUARNO DATA: FEBBRAIO 2005

RILEVATORI: PANCANI - FERRELLI - D'AMADIO - LICARINI

NOTE:

	TEMPI DI LAVORO	PIANTE	SEZIONI	PROSPETTI	PARTICOLARI
RILIEVO DIRETTO	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure essenziali	presente	presente	presente	presente
	Misure di dettaglio	presente	presente	presente	presente
	Misure di controllo	presente	presente	presente	presente
RILIEVO FOTOGRAMMETRICO	Misure	presente	presente	presente	presente
	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure	presente	presente	presente	presente
	Foto	presente	presente	presente	presente
RILIEVO TOPOGRAFICO	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure	presente	presente	presente	presente
	Punti	presente	presente	presente	presente
	Stazioni	presente	presente	presente	presente
RILIEVO LASER SCANNER	Data base	presente	presente	presente	presente
	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure	presente	presente	presente	presente
	Stazioni	presente	presente	presente	presente

SCHEDA PER LA GESTIONE DELLA CAMPAGNA DI RILIEVO

RILIEVO: Palazzo Pitti, Quartieri Estivi

SCHEDA N°: _____ OGGETTO: SALA DEL TRONO DATA: FEBBRAIO 2005

RILEVATORI: BONICCONTI - PANCANI - BERNARDINI

NOTE:

	TEMPI DI LAVORO	PIANTE	SEZIONI	PROSPETTI	PARTICOLARI
RILIEVO DIRETTO	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure essenziali	presente	presente	presente	presente
	Misure di dettaglio	presente	presente	presente	presente
	Misure di controllo	presente	presente	presente	presente
RILIEVO FOTOGRAMMETRICO	Misure	presente	presente	presente	presente
	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure	presente	presente	presente	presente
	Foto	presente	presente	presente	presente
RILIEVO TOPOGRAFICO	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure	presente	presente	presente	presente
	Punti	presente	presente	presente	presente
	Stazioni	presente	presente	presente	presente
RILIEVO LASER SCANNER	Data base	presente	presente	presente	presente
	Esistono	presente	presente	presente	presente
	Misure	presente	presente	presente	presente
	Stazioni	presente	presente	presente	presente

1-2. Schede per la gestione della campagna di rilievo

quello fotogrammetrico, e la documentazione fotografica.

Il rilievo con laser scanner è stato eseguito, come vedremo più specificatamente nei paragrafi ad esso dedicati, utilizzando scansioni con diverse griglie di ripresa per ogni locale interessato.

Ai fini dell'inquadramento generale dei locali da rilevare nell'ambito del contesto dell'intero palazzo è stata eseguita una scansione sulla piazza sia per raccogliere dati sulla facciata che per inserire il nostro rilievo nella dimensione urbana.

La stazione totale è stata utilizzata per realizzare un rilievo topografico tridimensionale relativo alla disposizione nello spazio dei target di referenziazione delle varie scansioni laser.

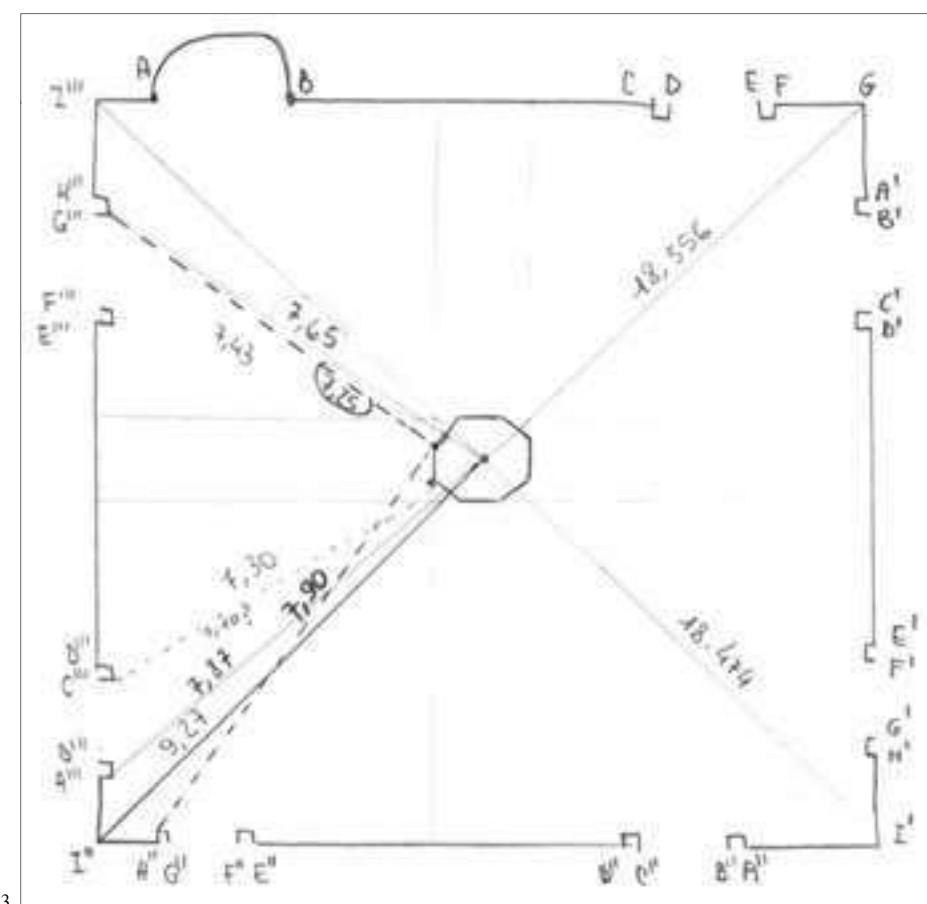
È opportuno infine precisare che, anche al di là delle esigenze proprie di questo lavoro, ogni rilievo ha un tempo congruo entro il quale deve essere portato a termine; tempo legato naturalmente alle caratteristiche dell'indagine prevista ed ai livelli di approfondimento richiesti.

Diversamente, oltre a diventare impegnativo dal punto di vista economico, si rischierebbe di dilatare eccessivamente il lavoro stesso, e di non riuscire a coglierne la sintesi.

1. Il rilievo diretto

I tempi di intervento, concessi dalla direzione della museo tra un evento espositivo e l'altro, hanno influenzato la progettazione del rilievo dei quartieri estivi.

È stata posta particolare attenzione nella rilevazione delle superfici murarie dei grandi vani interni, che, come noto, sono interamente rivestite dalle quadrature affrescate. Evitati pertanto strumenti che potessero danneggiare questi elementi, come canne metriche, rotelle metriche metalliche e livelli con gomma ad acqua, si sono privilegiati strumenti quali i livelli laser, per la determinazione delle differenze di quota nei locali ed i distanziometri laser, per misurare le altezze e triangolare i locali.



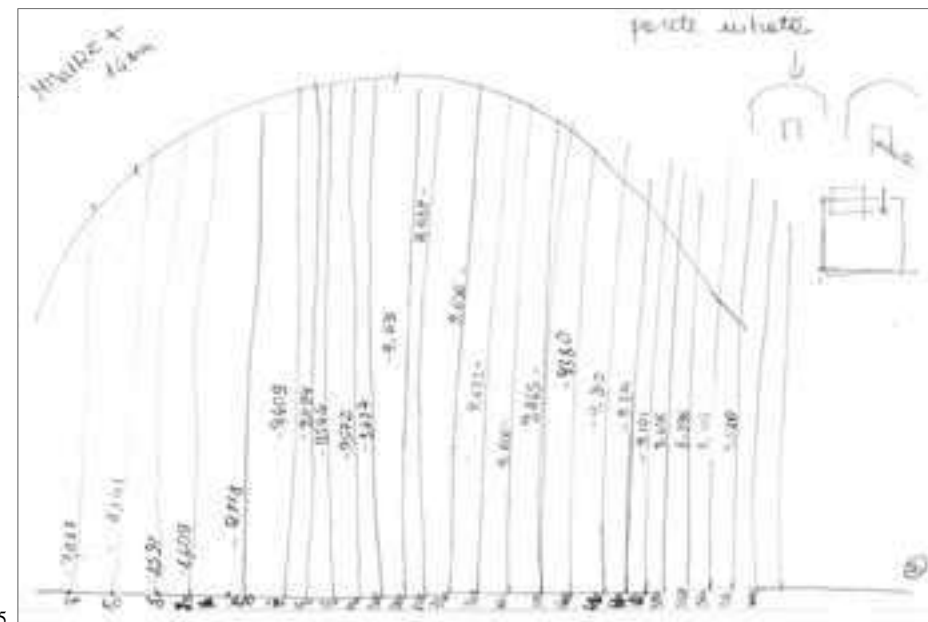
Per le misure di dettaglio sono stati utilizzati fettucce metriche morbide, cercando di evitare, per quanto possibile, il contatto con le superfici affrescate.

Il lavoro ha interessato la misurazione della Sala del Trono, della Sala dell'Udienza Privata, della Sala dell'Udienza Pubblica e della Sala di Giovanni da San Giovanni.

Hand-drawn table of survey data. The table has two columns of numbers, likely representing measurements or coordinates. To the right of the table is a small sketch of a building facade with a window and a door.

4

4. Un esempio di coltellazione con quote segnate a tabella



5

5. Una coltellazione con quote segnate direttamente sull'eidotipo

Qui, dopo alcune misurazioni generali prese all'esterno delle sale, è stata posta grande attenzione al rilievo interno con misure di controllo sugli elementi decorativi e sull'architettura dipinta, cercando di distinguere, spesso con difficoltà, gli elementi decorativi reali da quelli soltanto dipinti.

Al fine di ottimizzare e definire i tempi di lavoro è stata progettata una “*scheda per la gestione della*

campagna di rilievo”. La scheda-tura, sottoposta alla verifica giornaliera, ci ha permesso di controllare gli stati di avanzamento dei lavori rispetto ai tempi di cui disponevamo.

Il rilievo delle piante e delle sezioni (eseguite alcune parallelamente alle pareti ed in corrispondenza di queste ed altre passanti per la mezzeria e per i punti significativi delle stanze) è stato proget-

tato in vista di una restituzione che avesse definizione adeguata in scala 1:50. Nella Sala del Trono, non potendo eseguire le scansioni laser, è stato necessario raccogliere una maggiore quantità di informazioni eseguendo le sezioni anche lungo le diagonali.

Con la scheda, di cui riportiamo un esempio, è stato logicamente organizzato il lavoro di ogni singolo locale; questa è stata strutturata in

modo che si potessero visualizzare le fasi di lavoro assieme ai tempi di esecuzione previsti ed alla loro data di ultimazione. La scheda riporta sulle ascisse, i grafici a cui è riferito il rilievo (piante, sezioni, prospetti e particolari), mentre sulle ordinate le varie metodologie utilizzate, suddivise per stadi operativi divisi cronologicamente fino al completamento delle operazioni.

1.1. Suddivisione del lavoro, il giornale di rilievo, gli eidotipi

La suddivisione del lavoro nel rilievo diretto dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti è stata eseguita prendendo in considerazione le dimensioni, le difficoltà morfologiche, ed il numero dei locali da descrivere. Per eseguire le misurazioni sono stati utilizzati nove rilevatori suddivisi in tre squadre, ad essi sono stati assegnate quantità di lavoro pressoché equivalenti così suddivise: al primo gruppo la Sala di Giovanni da San Giovanni,



6. La Sala del Trono durante le fasi di rilievo e i lavori di allestimento di una nuova mostra

6

locale di considerevoli dimensioni con un soffitto voltato a padiglione ribassato con semicrociere ai quattro angoli e due lunette al centro, i due grandi finestroni con scala di accesso sulla parete verso piazza Pitti; al secondo gruppo sono state assegnate la Sala dell'Udienza Pubblica, un locale più piccolo rispetto al precedente anch'esso con volta a padiglione con quattro semicrociere agli angoli, con un finestrone come i precedenti e la Sala dell'Udienza Privata di dimensioni analoghe alla precedente, ma con un soffitto voltato a botte e con una finestra alta senza scalinata, al terzo gruppo è stata infine assegnata la sala del Trono, ambiente dall'architettura simile alla Sala dell'Udienza Pubblica, ma dimensionalmente più ampio inoltre coperto con una grande volta a padiglione anch'essa con quattro semicrociere agli angoli; come già detto, in questo locale non è stato possibile effettuare scansioni laser.

È stato redatto quotidianamente un giornale del rilievo dove sono

state riportate le fasi di lavoro eseguite, con brevi note e commenti.

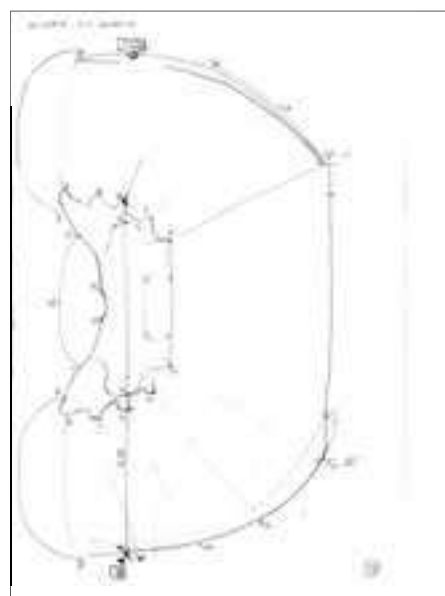
1.1.1. La Sala del Trono, il giornale di rilievo

14 febbraio 2005

Rilievo ed orientamento con l'asse Nord/Sud mediante la bussola.

Realizzazione degli eidotipi necessari per il progetto di rilievo: pianta, prospetti e sezioni significative.

Rilievo dei livelli per la creazione di un piano di riferimento: si è posizionata la livella laser il più possibile al centro della stanza, mettendo poi "in bolla" e prendendo come riferimento un punto posizionato ad un metro dal pavimento sullo spigolo dell'apertura d'ingresso sulla parete S-O, denominato punto altimetrico di riferimento (valido per tutto il rilievo dei Quartieri Estivi); successivamente si è proceduto a battere i relativi livelli sullo spigolo delle restanti 7 aperture, procedimento necessario per stabilire il dislivello del pavimento e per condurre correttamente le coltellazioni.



7

Trilaterazione del perimetro della stanza: sono stati tracciati triangoli che tendevano, per quanto possibile, ad essere equilateri, al fine di minimizzare l'errore; le trilaterazioni sono state effettuate sul piano di riferimento descritto al punto precedente.

15 febbraio 2005

Foto alle pareti, necessarie al raddrizzamento ed alla restituzione dei

prospetti: due foto per ogni parete, posizionando il punto di ripresa sulla perpendicolare, in corrispondenza delle aperture delle porte.

Completamento della misurazione di dettaglio della stanza: sono stati rilevati i lati della stanza con le rispettive aperture, tramite misure progressive ed utilizzando il distanziometro laser posizionato ad un'altezza di 1,85 m dal pavimento.

Trilaterazione per restituire la strombatura della finestra sulla parete N-O.

Rilievo delle quattro bocchette a forma quadrata del pavimento: è stato costruito un sistema di trilaterazione considerando come vertici gli angoli dei rispettivi quadrati ed alcuni punti sugli spigoli delle aperture delle porte a livello del pavimento. Sono stati inoltre misurati i singoli lati con l'effettuazione delle relative foto.

16 febbraio 2005

Rilievo dei punti di riferimento alle pareti per il raddrizzamento delle fotografie.



8

Orizzontali: distanza tra i basamenti delle "colonne virtuali";

Verticali: volta dell'arco reale ed angolo più esterno dei cornicioni aggettanti (corrispondenti all'imposta dell'arco reale).

Rilievo della sezione diagonale 1-1': è stata posizionata la rotella metrica lungo la diagonale procedendo successivamente alla coltellazione (ogni 10 cm) da terra al soffitto mediante distanziometro laser. Per ridurre l'errore causato dall'irregolarità della pavimentazione è stata utilizzata una tavola



9

di compensato come base d'appoggio dello strumento (spessore 14mm).

Rilievo della sezione A-A' (nella mezzeria della stanza e parallela alla parete N-E): è stata posizionata la rotella metrica lungo la mezzeria procedendo successivamente alla coltellazione da terra al soffitto mediante il distanziometro laser, utilizzando il sistema descritto al punto precedente.

Inizio rilievo della sezione B-B' (nella mezzeria della stanza e ortogonale alla parete S-O).

7. Eidotipo di un particolare delle piccole scalinate delle finestre
8-9. Le fasi del rilievo



*Rilievo della bocchetta di area-
zione centrale (ottagono): è stato
"individuato" il centro ed un lato
trilaterando rispetto ai punti stabi-
liti sulla parete S-O.*

*Successivamente si sono misurati
i singoli lati con le relative diago-
nali e fotografato dall'alto l'intera
bocchetta.*

17 febbraio 2005

*Ultimazione del rilievo della se-
zione B-B': anche in questo caso è
stato utilizzata la stessa metodolo-
gia di rilievo utilizzata per le altre
sezioni.*

*Rilievo del prospetto della parete
S-E: è stata posizionata la rotella
metrica lungo la parete procedendo
successivamente alla coltellazione
(ogni 20 cm circa) da terra fino alla
curvatura dei due archi con l'ausi-
lio del distanziometro laser.*

*Inizio del rilievo del prospetto
della parete di entrata.*

*Rilievo della nicchia: si sono tra-
guardati i singoli scalini median-
te filo a piombo, fettuccia e metro
rigido e trilaterato la finestra con
l'ausilio dei punti fissi sulla por-
ta d'ingresso della parete S-O; si
sono prese inoltre alcune misure*

*dell'alzato con il distanziometro
laser.*

*Rilievo di massima della porta
piccola della parete S-O.*

18 febbraio 2005

*Ultimazione del rilievo del pro-
spetto della parete S-O: è stata po-
sizionata la rotella metrica lungo
la parete procedendo successiva-
mente alla coltellazione (ogni 20
cm circa) da terra fino alla curva-
tura dei due archi con l'ausilio del
puntatore laser. Per ridurre l'erro-
re causato dall'irregolarità della
pavimentazione è stato utilizzato*

*una tavola di compensato come
base d'appoggio dello strumento (e
spessore 14 mm).*

*Rilievo della parete N-O: è stato
posizionata la rotella metrica lun-
go la parete procedendo successi-
vamente alla coltellazione (ogni 20
cm circa) da terra fino alla curva-
tura dei due archi con l'ausilio del
puntatore laser. Per ridurre l'erro-
re causato dall'irregolarità della
pavimentazione è stata utilizzata
una tavola di compensato come
base d'appoggio dello strumento (e
spessore 14 mm).*

Rilievo della pavimentazione: è



14

stato disegnato l'eidotipo del mosaico del cotto e se ne è rilevato un campione misurandolo e fotografandolo.

Rilievo del collegamento con la sala delle udienze private: si sono effettuate le trilaterazioni prendendo come riferimenti punti posti sullo stesso livello e, mediante il puntatore laser, si sono rilevati i quattro prospetti delle pareti e la volta di copertura.

Rilievo di massima delle altezze della finestra posta al di sopra della porta sulla parete N-O.

Misurazione delle alzate degli scalini della nicchia.

1.1.2. La sala dell'Udienza Privata e la sala dell'Udienza Pubblica

14 febbraio 2005

A) Sala delle Udienze Private: inizio del rilievo con realizzazione degli eidotipi, tracciamento del piano con la livella laser e trilaterazione dei punti in modo da avere 6-8 battute per punto.

Rilievo a livello zero del rosone centrale, e del pavimento.

Sezione della stanza passante per la chiave della volta a botte: misurata con il distanziometro laser a distanze progressive.

Misurazione del dislivello del pavimento nel punto di sezione effettuato con livella laser e metro.

Rilievo fotografico.

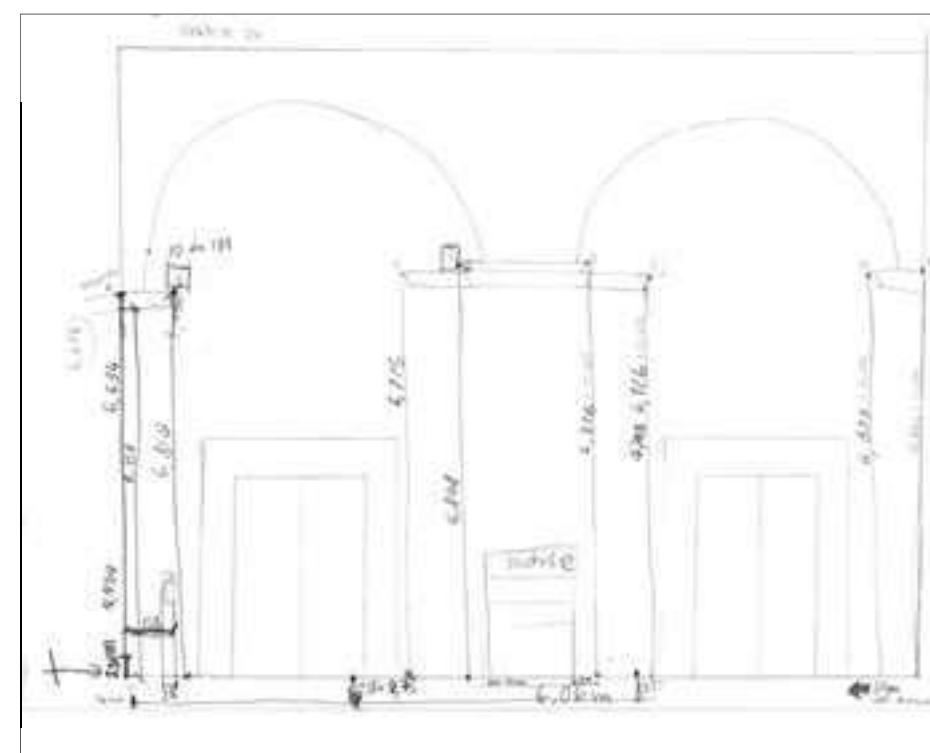
15 febbraio 2005

A) Sala delle Udienze Private: Sezione trasversale della volta passante per le porte e presa delle misure di dettaglio con distanziometro laser utilizzando il metodo delle distanze progressive.

Misurazione del dislivello del pavimento nel punto di sezione.

Sezioni delle pareti con le relative misurazioni delle aperture: il rilievo è stato eseguito applicando alla parete un sistema cartesiano di coordinate ed individuando, con distanza ed altezza, tutti i punti necessari.

Coltellazione del pavimento lungo la parete.



15

Rilievo fotografico delle pareti e della volta per il raddrizzamento fotogrammetrico.

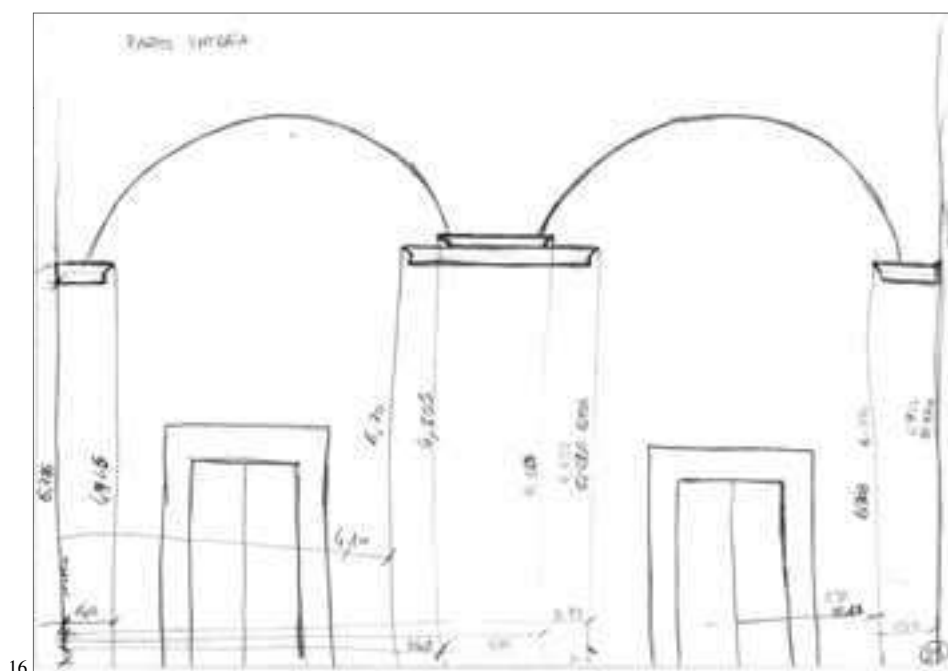
16 febbraio 2005

B) Spazio interstiziale fra la sala delle udienze private e quella delle udienze pubbliche: realizzazione

degli eidotipi, misurazione della pianta tramite la trilaterazione dei punti e misurazione delle altezze con il distanziometro laser nella sezione passante per il punto centrale.

C) Sala delle Udienze Pubbliche: rilievo della pianta, eidotipi e tracciamento del piano orizzontale

14. Il badge per l'ingresso nei Quartieri Estivi
15. Eidotipo per il rilievo dei punti significativi per il raddrizzamento delle foto e la realizzazione dei fotopiani delle pareti



16

tramite la livella laser, presa delle misure essenziali della sala e trilaterazione.

Rilievo dell'ingombro planimetrico del grande stipo posto al centro dalla sala.

17 febbraio 2005

C) Sala delle Udienze Pubbliche: rilievo della scala nella

strombatura della finestra utilizzando un sistema cartesiano con coltellazioni tridimensionali sui punti significativi.

Sezioni e prospetto delle pareti della sala con coltellazioni ad una distanza fissa di cm 10.

Rilievo fotografico delle pareti per il raddrizzamento fotogrammetrico.

18 febbraio 2005

C) Sala delle Udienze Pubbliche: sezioni della sala lungo la diagonale della volta, lungo la linea dorsale delle unghie e lungo la mezzera: le coltellazioni delle altezze sono state eseguite con il distanziometro laser posto a distanze progressive di cm 15.

Rilievo fotografico della volta per il raddrizzamento fotogrammetrico.

19 febbraio 2005

Controllo degli eidotipi con verifica ed eventuale integrazione delle misure mancanti.

1.1.3. La Sala di Giovanni da San Giovanni

14 febbraio 2005

Valutazione generale dell'entità del rilievo, realizzazione degli eidotipi della pianta per le triangolazioni e le misure essenziali, oltre alle piante per le misure di dettaglio, le sezioni ed i prospetti

sezioni della Sala di Giovanni da San Giovanni.

15 febbraio 2005

Individuazione delle misure essenziali delle piante; in questa sala le trilaterazioni sono state prese da due punti fissi in mezzo alla stanza e su questi è stato collocato un distanziometro laser posizionato su di un cavalletto dotato di livella per la messa in bolla e, misurati tutti i punti significativi, è stata infine misurata la distanza tra i due punti. Questo è un sistema empirico che si rifà all'uso della stazione totale, e quindi senza misura degli angoli, ma con necessità comunque di eseguire triangoli di conferma. Questo metodo si è rivelato comunque affidabile (visto anche il successivo controllo effettuato tramite la nuvola di punti) e veloce, soprattutto in ambienti di grandi dimensioni e senza mobilio ad intralciare la vista di alcuni punti.

16 febbraio 2005

Misurazioni delle sezioni dei prospetti S-E e N-E con il metodo

16. Ancora un eidotipo per il rilievo dei punti significativi per il raddrizzamento delle foto e la realizzazione dei fotopiani delle pareti



17

delle coltellazioni e misure ogni 10 cm. Utilizzando anche in questo caso il distanziometro laser.

Misure di dettaglio e particolari: rilievo del disegno della pavimentazione, della scala, della strombatura della finestra a destra guardando la parete esterna o a N-O, e misurazione dell'architettura disegnata delle pareti prese in considerazione (prendendo le distanze tra le colonne e l'altezza del basamento e dei capitelli).

17-18. Campagna fotografica: riprese dei particolari delle piccole scalinate delle finestre rispettivamente nella Sala di Giovanni da San Giovanni (ripresa frontale) e nella Sala del Trono (ripresa dall'alto)



18

18 febbraio 2005

Rilievo del vestibolo collocato tra la Sala di Giovanni da San Giovanni e la sala dell'Udienza Pubblica; con esecuzione degli eidotipi, rilevamento delle grandezze essenziali delle trilaterazioni per le misure di dettaglio, sia in pianta, che in sezione (previo coltellazioni ogni 10 cm.), rilievo dei particolari.

19 febbraio 2005

Coltellazioni delle pareti N-O e S-O, misure della scala, della

strombatura della finestra a destra guardando la parete esterna o a N-O e misurazione dell'architettura disegnata essenziale, delle pareti prese in considerazione.

20 febbraio 2005

Campagna fotografica, delle quattro pareti della sala, dei particolari delle finestre e del soffitto.

Verifica della misurazione dei punti dell'architettura dipinta destinati alla funzione di mire per il

raddrizzamento fotogrammetrico delle foto eseguite.

Controllo degli eidotipi con verifica ed eventuale integrazione delle misure mancanti.

2. La campagna fotografica

La fotografia digitale si è ormai imposta, rispetto a quella analogica, nelle discipline legate all'architettura ed in particolare al rilievo dell'architettura. Questa si integra perfettamente con i sistemi di restituzione digitali in particolar modo se utilizzata in concomitanza con un notebook; questo rende possibile il verificare in tempo reale la qualità delle immagini ottenute, con la possibilità di rifare quelle non corrette, eliminando eventuali errori di messa a fuoco, di esposizione e di inquadramento. Inoltre la possibilità di utilizzare immediatamente l'immagine senza ulteriori passaggi, si traduce in abbattimento di costi, che, accompagnata dalla facilità d'uso e dalla sostan-



19

19. La sequenza fotografica eseguita per la realizzazione del fotopiano della parete sud-est nella Sala di Giovanni da San Giovanni



20

20. La sequenza fotografica eseguita per la realizzazione del fotopiano del soffitto nella Sala di Giovanni da San Giovanni

ziale buona qualità delle nuove fotocamere digitali, consente di ottenere immagini soddisfacenti anche in condizioni di luce non ottimali. Queste Condizioni hanno indirizzato alla scelta della fotografia digitale rispetto a quella analogica.

Sono pertanto state utilizzate le seguenti fotocamere digitali di tipo compatto: la Sony DSC-S85 (4.1 megapixel), la Nikon coolpix 5400 (5.1 megapixel) e l' Olympus c-7070 Wide Zoom (7.1 megapixel).

La campagna fotografica eseguita per il raddrizzamento fotogrammetrico è stata effettuata utilizzando sempre la fotocamera su cavalletto e senza l'ausilio di flash. Le foto dei particolari e le foto d'ambiente sono state scattate con fotocamera libera utilizzando talvolta il flash.

Alcuni momenti del rilievo, ed in particolare le fasi del rilievo con laser scanner, sono stati oggetto di riprese filmate per ottenere una documentazione dinamica di certi passaggi che difficilmente si sarebbero prestati ad una testimonianza di tipo statico quale può essere la fotografia.

2.1. Organizzazione delle fotografie

Le fotografie sono state suddivise in due categorie: foto necessarie al raddrizzamento fotogrammetrico per la realizzazione dei fotopiani delle pareti e dei soffitti, scattate prevalentemente con la fotocamera da 7.1 megapixel, fissata sul cavalletto a luce naturale, e le foto per la descrizione dei particolari, dell'ambiente e delle fasi del rilievo.

Le prime sono state catalogate secondo precise schede legate alla sala rappresentata; le seconde sono state invece raccolte, in un primo momento, in cartelle suddivise per data di scatto e per tema (es. rilievo diretto, piuttosto che particolari), successivamente, scelte le più significative, sono state organizzate secondo schede tematiche.

2.2. Le schede per parete e per stanza

Per il fotoraddrizzamento delle quadrature presenti nelle quattro

sale che sono state rilevate, è stato necessario catalogare le fotografie in apposite schede, simultaneamente alla loro acquisizione. La quantità delle immagini scattate per ogni parete o volta unita alla complessità delle quadrature presenti rendeva difficile posizionare correttamente la fotografia sulla superficie di appartenenza con il solo orientamento visivo. Questo ha imposto una disciplina di catalogazione che fosse pratica e veloce e che permettesse di individuare la sala, la parete e la posizione della fotoriproduzione, associandovi i punti omologhi rilevati metricamente e necessari per il fotoraddrizzamento.

In considerazione di ciò sono state predisposte delle schede che contengono nell'intestazione, il nome della sala, il riferimento alla parete, la data di scatto, ed il tipo di fotocamera con cui è stato eseguito. Al centro della scheda si trova l'eidotipo della parete, con segnati i punti significativi (prescelti quali punti omologhi) e le loro misure

rilevate durante la campagna fotografica o, in alcuni casi, trascritti dalle misure di dettaglio precedentemente ricavate. Al momento di ogni scatto sono stati infatti segnati i limiti delle inquadrature, e su ogni inquadratura è stato apposto il numero che la fotocamera digitale assegna al file-foto.

Questa metodologia ha permesso di ritrovare facilmente le immagini e rimontarle senza il timore di incorrere in errori, il tutto unito a tempi di lavoro sempre più soddisfacenti; inoltre le schede così concepite consentono un agevole controllo ed una facile archiviazione dei dati, con la possibilità di recuperarli in qualsiasi momento anche per gli operatori che non hanno partecipato direttamente alla campagna di rilievo.

3. Le scansioni laser

Negli ultimi anni la tecnologia del laser scanner tridimensionale ha conosciuto, nel nostro paese,



21

una diffusione sempre maggiore nell'ambito del rilievo e della diagnostica riferiti a beni architettonici, artistici, archeologici, e non ultimo nel rilievo ambientale.

Gli strumenti di rilevamento laser utilizzati per queste applicazioni possono essere diversificati a seconda del funzionamento dei laser distanziometrici, detti anche a tempo di volo (*time of flight TOF*), e dei laser triangolatori¹.

Come noto la tecnologia Laser scanner ben si presta alla nostra tipologia di rilievo in quanto assolutamente non invasiva, non necessi-



22

ta di alcuna struttura di supporto, né di elementi che possono recare danno alle opere d'arte o agli arredi in essi contenuti.

Con questo tipo di strumentazione tutto ciò che non viene raggiunto dal raggio laser non viene inevitabilmente acquisito dallo strumento; pertanto queste zone non acquisite vengono tecnicamente dette "parti di occlusione", con riferimento particolare a quelle zone rimaste escluse a causa di un corpo che occludeva parte della scena di ripresa. Peraltro nel nostro caso, specialmente per quanto riguarda

il rilievo interno alle sale, le zone d'ombra o di occlusione sono state ben poche.

Ne consegue che, per riuscire a misurare un elemento tridimensionale si devono eseguire scansioni da due o più stazioni, che verranno rimontate in un unico modello tridimensionale raffigurante l'oggetto rilevato.

Per collegare tra loro le varie scansioni è necessario individuare degli elementi morfologici comuni, e, qualora non sia possibile individuarli con sufficiente precisione, risulta necessario porre degli appositi *target* sulla scena di ripresa; ossia mire riflettenti o mire a centro di massa² che lo scanner riconosce automaticamente ed alle quali assegna un numero identificativo.

Per il rilievo dei Quartieri Estivi è stato scelto un laser scanner a tempo di volo, il Leica HDS 3000, strumento a testa ruotante, appartenente all'ultima generazione di queste apparecchiature. Grazie alla testa ruotante si possono effettua-

re scansioni con rotazioni di 360° sull'asse azimutale, con un campo di ripresa zenitale di 270°. È in grado di misurare fino a 1800 punti al secondo, con un'accuratezza a 50 metri di distanza di +/- 5 mm. La dimensione dello spot, sempre a 50 metri, è di 6 mm. La Leica garantisce il funzionamento ottimale dello strumento per distanze che vanno da 1 a 100 metri ma dalle sperimentazioni fatte ne è stato appurata l'efficienza fino e oltre i 200 metri³. Lo scanner è dotato al suo interno di una fotocamera digitale da un megapixel, con cui esegue una sequenza di fotografie sulla porzione sferica virtuale che rappresenta il campo di ripresa dello strumento. Il software Ciclone, che gestisce sia le scansioni che le successive elaborazioni, attribuisce, ad ogni punto misurato, la texture relativa alla presa fotografica ottenuta con l'operazione sopra descritta.

Questo modello, oltre a fornire, come molti altri laser scanner, il valore di riflettanza⁴, è in grado di

21. Il raggio laser mentre colpisce una superficie

22. L'acquisizione in tempo reale sul computer dei punti misurati dal raggio laser



23

texturizzare i punti misurati dallo scanner. Questa nuova funzione è stata utilissima per il rilievo delle sale affrescate dei Quartieri Estivi. È stato infatti possibile ricavare l'esatta morfologia delle sale (cosa peraltro difficile in presenza di quadrature che tendono ad ingannare la percezione del reale sviluppo dell'ambiente), ed un rilievo delle pareti affrescate con la vera grandezza delle rappresentazioni dipinte sulle volte, operazione che sarebbe stata estremamente complessa da affrontare con i tradizionali sistemi di rilievo.



24

Considerando la novità del tipo di apparecchiatura, questa, è stata una delle prime occasioni in cui è stato possibile sperimentare la possibilità di realizzare rilievi di pareti affrescate con texturizzazione della nuvola di punti. Pertanto le scansioni delle tre sale sono state realizzate con maglie di acquisizione diverse l'una dall'altra, con il preciso intento di sperimentare quale potesse essere la maglia di ripresa più opportuna per questo tipo di rilievi. La morfologia dei locali, infatti, se si eccettuano alcune cornici e pochi altri elementi, è senz'altro da con-

siderarsi essenziale, e da affrontarsi pertanto con maglie di ripresa più larghe, mentre per la rilevazione dei dipinti sono necessarie maglie di ripresa più fitte.

3.1. Organizzazione del lavoro per stanza e per tipologia con relative schede di scansione

Nel periodo in cui sono state eseguite le scansioni dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti, i laser scanner Leica HDS 3000 presenti in Italia erano relativamente pochi, pertanto le possibilità di utilizzare questa nuova apparecchiatura, erano limitate a poche giornate di lavoro, che andavano combinate con le esigenze di gestione del Museo degli Argenti. Il Prof. Marcello Balzani, direttore del laboratorio DIAPREM, della Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara, ha gentilmente accettato di collaborare a questa sperimentazione con la strumentazione avanzata di cui dispone (laser scanner Leica

HDS 3000). La combinazione del fitto programma di utilizzazione dello strumento e delle esigenze di gestione del museo, hanno quindi portato alla possibilità di utilizzare il laser scanner HDS 3000.

Premesso che i tre locali dovessero essere rilevati con maglie di scansione diverse tra loro, per sperimentare le potenzialità dello strumento in interni affrescati ma morfologicamente non troppo complessi, e si dovessero verificare metodologie di ripresa sufficientemente efficaci, si è stabilito di eseguire le scansioni a maglia più fitta (un centimetro) per la Sala dell'Udienza Privata, ovvero la più piccola, a maglia intermedia (due centimetri) per la Sala dell'Udienza Pubblica, e la maglia più larga (tre centimetri), per la Sala di Giovanni da San Giovanni che è anche la sala più grande. Con questo sistema è stato abbastanza facile prevedere i tempi di acquisizione, che poi come previsto, si sono dimostrati essere molto simili nelle tre sale.

STAZ. 05 20-02-05
SCAN WORLD 2

Luogo		Oggetto		Data		Immagine	
Operatore		Scanner		Orario			
Database		Progetto					
Scansione		Target					

Scan	X	Y	probe	gradi probe	griglia	Gradi		
1	941	624	18,00	18,00	2x2	30	20	60
2	218	218	7,50		3x3	-10	30	40
3	750	939	7,50		3x3	-20	20	50
4	180	755	7,50		1x1	180	180	30
5	246	214	15,20		1x1	-25	5	30
6	219	218	7,50		3x3	-8	2	10
						-10	30	50

Luogo		Oggetto		Data		Immagine	
Operatore		Scanner		Orario			
Database		Progetto					
Scansione		Target					

Scan	X	Y	probe	gradi probe	griglia	Gradi		
7	456	21	18,00		3x3	57	80	15
8	83	64	18,00		3x3	12	50	3
9	635	310	9,00		3x3	-2	-1	6
10	445	413	18,00		3x3	30	90	60
11	505	413	annullato			30	90	60
12	230	215	8,00		3x3	90	180	50
						30	90	60

PG40 01

25-26. La scheda di scansione utilizzata durante il rilievo laser scanner

STAZ. 05 20-02-2005 - Pagina 02

Luogo		Oggetto		Data		Immagine	
Operatore		Scanner		Orario			
Database		Progetto					
Scansione		Target					

Scan	X	Y	probe	gradi probe	griglia	Gradi		
13	258	509	9,00		3x3	90	180	50
14	255	309	9,00		3x3	180	180	30
15	648	215	8,00		3x3	170	340	190
16	?					30	90	60
17	?		annullato					
18	181	186	5,00		1x1	182,31	182,31	25,00
						182,31	182,31	25,00

Luogo		Oggetto		Data		Immagine	
Operatore		Scanner		Orario			
Database		Progetto					
Scansione		Target					

Scan	X	Y	probe	gradi probe	griglia	Gradi		
19	146	23	6,00		3x3	20	180	20
20	166	22	6,00		3x3	-45	-40	10
21						188	188	20
22	166	52	6,00		3x3	-55	-20	35
23	166	52	6,00		3x3	170	180	80
24	117	28	1,00		1x1	-17	-20	25
						54	89	15
						-70	-20	-40

Ottimizzare le fasi del lavoro eseguito con strumentazione avanzata è un'esigenza di prima necessità, dovuta agli alti costi di gestione e di acquisizione di tali strumenti, ed alle necessità di utilizzo delle apparecchiature che naturalmente sono molto richieste in quanto rare. Risulta pertanto importante stabilire precise strategie di utilizzazione al fine di permetterne la miglior e più ampia utilizzazione possibile. Certo è che, per stabilire protocolli di uso, è necessario effettuare svariate prove e sperimentazioni per poi poterne trarre l'opportuna sintesi.

Per ogni stazione effettuata con il laser scanner è stata compilata una scheda⁵, che sintetizza e schematizza il modo di organizzare i dati del programma Cyclone, ovvero il software specificatamente progettato da Cyra-Leica per l'acquisizione e la gestione delle nuvole di punti tridimensionali.

Per meglio comprendere la scheda è opportuno illustrare brevemente il funzionamento di Cyclone. Questo organizza i dati che riceve dal

laser scanner in un database che archivia in file con estensione "*imp*". Da ogni database, che possiamo considerare come il contenitore del rilievo, si possono generare più sottocartelle denominate *Project*, che contengono porzioni del rilievo stesso. Dalle cartelle *Project*, il software, ad ogni variazione della posizione del Laser scanner (o stazione di ripresa), genera automaticamente altre sottocartelle chiamate *ScanWorld*, in cui sono archiviate tutte le scansioni parziali (*scan*) eseguite, comprese quelle di *acquisizione dei target*, oltre alle *immagini* che sono state raccolte da quella stessa stazione.

Nella sezione relativa alla presentazione della scheda, si richiedono informazioni di carattere generale sul rilievo, quali il luogo, la data, l'ora, e l'oggetto del rilievo stesso, completate da notizie più particolari come il nome dell'operatore, il modello di scanner utilizzato, il nome del database, quello del *Project*, (tradotto in Progetto), il numero assegnato alla scansione

ed il numero di target acquisiti dallo scanner.

Nella sezione successiva, in cui si analizza la scansione, vengono richiesti i dati relativi ai punti misurati sull'asse delle ascisse e delle ordinate per ogni scan, la distanza alla quale la griglia di acquisizione assume le dimensioni impostate (*probe*), le impostazioni di dimensionamento della suddetta griglia ed i gradi sugli assi X ed Y della finestra che inquadra la ripresa sulla porzione sferica virtuale, che rappresenta il campo di ripresa dello strumento.

3.1.1. La sala dell'Udienza Privata

La sala dell'Udienza Privata è stata la prima sala ad essere rilevata; con una sola finestra che affaccia su piazza Pitti, è leggermente più piccola rispetto alle altre, misurando m. 9,00 di larghezza sul fronte del prospetto principale di palazzo Pitti, e m 10,35 di pro-

fondità, con copertura con volta a botte che ha la sua imposta a m. 7,60 da terra e la chiave di volta a m. 10,75 dal pavimento. La morfologia della sala è dunque la più semplice di tutte le altre rilevate, non vi sono arredi particolari che possono produrre zone di occlusione, ed è stata pertanto effettuata una sola stazione da cui sono state eseguite due stazioni o scansioni (*ScanWord*). Per la registrazione delle stazioni sono stati posizionati tre *target* a centro di massa. La griglia di acquisizione prescelta è stata di cm. 1 x 1, per ottenere la massima uniformità nella misurazione sono state eseguite diverse riprese (*scan*), cambiando ogni volta la distanza di riferimento della griglia (*probe*), assecondandola alla distanza media della ripresa dallo scanner. Per effettuare questa operazione sono state eseguite nove riprese dalla stazione n° 1 e quattro riprese dalla stazione n° 2. L'alta densità delle misurazioni effettuate non ha quindi richiesto altre eventuali riprese di raffittimento.

3.1.2. La sala dell'Udienza Pubblica

La Sala dell'Udienza Pubblica di poco più grande della sala dell'Udienza privata, praticamente quadrata, misura infatti m. 10,45 x 10,40, e si presenta morfologicamente più complessa rispetto alla sala precedente. È presente al suo interno una delle grandi finestre inginocchiate progettate dall'Ammanati per piazza Pitti. Alla finestra si accede da una scala, il soffitto è con volta a padiglione con quattro semicrociere agli angoli, inoltre al centro è presente un grande stipo in ebano che generando un consistente cono d'ombra ha condizionato il posizionamento delle due stazioni e dei tre target. La maglia di ripresa, procedendo con quanto premesso al punto 4.3.1, è stata fissata in cm. 2 x 2, unita però a riprese di raffittimento per acquisire una densità di informazioni sufficiente degli elementi architettonici di maggiore complessità. Anche in questo caso, da ogni stazione, oltre ai raffittimenti, sono state eseguite le

riprese con distanza della griglia variabile a seconda della distanza dallo strumento. Le stazioni interessate a questa sala sono la n° 4, dalla quale sono state effettuate nove riprese più l'acquisizione dei tre target, e la n° 5, da cui, oltre all'acquisizione dei target, sono state eseguite ancora nove riprese.

3.1.3. La Sala di Giovanni da San Giovanni

La grande sala affrescata da Giovanni da San Giovanni, che misura m. 18,60 di lunghezza e m. 10,40 di profondità, si presenta come la più complessa sotto l'aspetto morfologico. In questa sala sono presenti due delle grandi finestre con scala, ed una terza finestra posta a metà tra le due ma ad un'altezza superiore, le architravi sopra alle colonne dipinte non sono a loro volta raffigurate ma sono in rilievo, come in rilievo sono anche le soglie delle porte ed il battiscopa. La maglia predefinita per questa sala era di cm. 3 x 3, ed è stata spesso in-

tegrata con riprese di raffittimento. Le due stazioni sono state posizionate sulla linea mediana longitudinale della sala, in corrispondenza delle due finestre con scala di accesso, per permettere di escludere, per quanto possibile, i coni d'ombra nel raffittimento delle due scale. Nel salone sono stati posizionati quattro target di cui solo tre sono stati acquisiti. Sono state eseguite ventidue riprese dalla stazione n° 5, e tredici dalla stazione n° 6.

3.1.4. La piazza de' Pitti e la scala urbana

In principio il rilievo su piazza De'Pitti doveva riguardare solo la facciata del palazzo, considerando che doveva servire a collocare i Quartieri Estivi nel complesso del palazzo, ma appena è stata posta la stazione di ripresa ci si è resi conto di quanto la grande facciata del palazzo fosse strettamente legata alla scala urbana della piazza.

È stato pertanto deciso che il rilievo doveva essere a 360 gradi su

tutta la piazza, e su tutto quello che lo strumento fosse in grado di misurare da quella posizione, cogliendo così anche l'occasione per verifica-



27



28

27-28. La stazione di lavoro con laser scanner in Piazza Pitti

re le potenzialità di rilievo a scala urbana del laser scanner utilizzato.

Le riprese più vicine sono state effettuate con una griglia di cm. 3 x 3 a venti metri (*probe*), mentre per il resto della piazza è stata utilizzata una griglia di cm. 5 x 5. Si sono utilizzati quattro *target*, dalla stazione esterna (come definita nel database) sono state eseguite complessivamente sette riprese.



29



30



31

4. Il rilievo topografico

Il rilievo topografico quando viene usato assieme ad altre metodologie di indagine, ha la funzione del "telaio" su cui si intrecciano tutti gli altri elementi che compongono il nostro lavoro. Spesso, grazie alla sua precisione anche su grandi distanze, lo si utilizza per definire i limiti ed il dimensionamento essenziale degli edifici, specie quando si ha a che fare con elementi architettonici di grandi dimensioni, per poi scendere di scala, fino al dettaglio, con altre metodologie

di affinamento. Nel rilevamento con laser scanner queste caratteristiche sono sublimi, soprattutto quando il rilievo non si limiti ad una sola facciata, ma gira attorno all'edificio e ne entra all'interno. È possibile montare gli elementi del rilievo non contigui tra loro grazie alla base costituita dal rilievo topografico (con mire di collimazione⁶ e di registrazione, comunemente chiamati *target* e con i punti omologhi, quando sussistono).

Per il rilievo di Pitti è stata impiegata una stazione totale Leyca TPS 1100 con le seguenti caratteri-

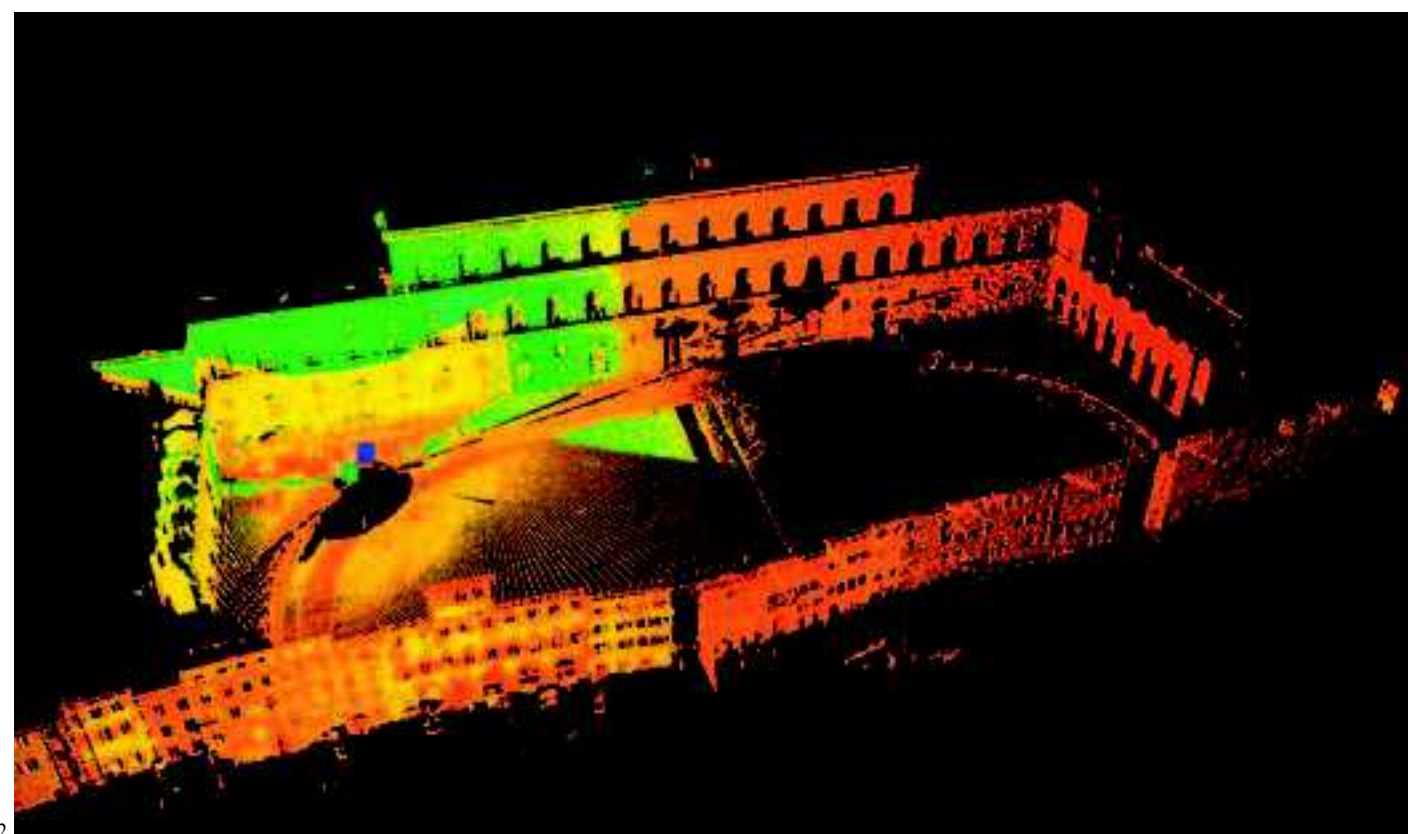
stiche: misura angolare, 1", mgon 0,5; misura con distanziometro laser da 1,5 metri fino a 80 metri precisione +/- 3mm.

Il rilievo si articola attraverso una poligonale aperta di nove stazioni, attraverso le quali sono state raggiunte e collegate tra loro le tre sale interne che, a loro volta, sono state messe in relazione con la facciata del palazzo su piazza Pitti, oltre che naturalmente a tutto lo spazio urbano rappresentato dalla piazza stessa. La poligonale aperta non permette di riscontrare eventuali errori che sono facilmente evidenziati nelle

poligonali chiuse, servono quindi verifiche fatte attraverso gli spessori delle murature, ad esempio in corrispondenza delle finestre (che non si sono potute utilizzare per la chiusura della poligonale), dove è stata riscontrata una più che soddisfacente precisione di tutto il rilievo.

La poligonale è stata eseguita in due giorni di campagna e quindi in due fasi distinte; questo perché non era possibile lasciare attrezzature montate all'interno delle sale. Inoltre per motivi logistici le stazioni della poligonale hanno sostanzialmente seguito le stazioni del Laser

29-30-31. La strumentazione per il rilievo topografico e per il rilievo laser scanner in Piazza Pitti



32

32. Vista di Piazza Pitti ricavata dalla nuvola di punti

Scanner che, per problemi legati alla fruizione del museo, si sono dovute spostare con un criteri soprattutto legato alla fruibilità degli ambienti stessi. La prima stazione, la n. 100, è stata effettuata al centro

della sala dell'Udienza Pubblica, seguendo l'allineamento delle porte per collimare la stazione successiva. Sono stati acquisiti tre target, nominati 101, 102 e 103, e tre punti esterni, nominati rif 107, rif 108,

rif 109, utili per georeferenziare, la seconda fase della poligonale.

Con successiva collimazione del prisma della stazione 200, posto su di un altro treppiedi al centro della sala dell'Udienza Privata. Dalla

stazione 200, sono stati battuti altri tre target, nominati 203, 204 e 205, ed è stata conclusa la prima fase del rilievo topografico collimando il prisma della stazione 300 nella sala di Giovanni da san Giovanni.

Nella successiva giornata di riprese, la stazione 300 è stata posizionata nella Sala di Giovanni da San Giovanni, da dove sono stati misurati i quattro target, mentre successivamente è stata lanciata la stazione 400 nella Sala dell'Udienza pubblica. Per uscire con la poligonale all'esterno del palazzo, è stato effettuato il percorso inverso rispetto alla giornata precedente, pertanto, dalla stazione 400 sono stati nuovamente battuti i punti rif 107, rif 108, rif 109 utili a ritrovare in maniera univoca la posizione della seconda parte della poligonale rispetto alla prima, e nuovamente misurati i target presenti nella sala, rinominati con i numeri 404, 405 e 406. È stata quindi lanciata la stazione 500, nella sala dell'Udienza Privata, dalla quale sono stati di nuovo verificati i tre target presenti nel locale, rinominati a loro volta 503,

504 e 505. Il percorso per raggiungere piazza Pitti è continuato con una stazione intermedia, la 600, nella Sala del Trono, da cui siamo passati all'ingresso del giardino di Boboli, con le stazioni 700 e 800, dalle quali è stato possibile lanciare la stazione 900 da cui si sono collimati i target posti sulla facciata di palazzo Pitti, e nominati, 906, 907, 908 e 909.

Note

¹ La descrizione più efficace relativa al funzionamento dei vari tipi di laser scanner si deve a Fulvio Rinaudo secondo cui "Negli scanner distanziometrici la misura della distanza può avvenire secondo i due ben noti metodi di misura del tempo di percorrenza di un impulso laser e di misura della differenza di fase tra l'impulso inviato e l'impulso riflesso dall'oggetto.

Nel primo caso l'impulso laser viene inviato verso l'oggetto e la distanza tra il trasmettitore e la superficie riflettente viene calcolata in base al tempo di percorrenza del tragitto di andata e ritorno dell'impulso. Il principio è ben noto in quanto ampiamente utilizzato nelle moderne stazioni totali. Una stazione



totale motorizzata può essere programmata per operare come uno scanner tridimensionale terrestre anche se la massa in movimento (alidada e cannocchiale) rallenta di molto le velocità d'acquisizione, gli algoritmi utilizzati per il calcolo della distanza richiedono lunghi tempi di elaborazione (alcuni se-

condi per ogni misura) e la lettura dei cerchi codificati richiede tempi non trascurabili nella stima dei valori angolari che definiscono la direzione di misura della distanza (direzioni azimutale e zenitale).

I laser scanner terrestri distanziometrici invece controllano la rotazione del

raggio laser facendo ruotare uno o due specchi di massa molto ridotta (consentendo di raggiungere elevate velocità) e algoritmi più semplici per il calcolo della distanza che, per contro, limitano le precisioni raggiungibili. Poiché nelle applicazioni terrestri le distanze difficilmente raggiungono il chilome-

33. La nuvola di punti: vista della Piazza dove era posizionato il laser scanner. A terra si nota il punto cieco dell'angolo di campo non ripreso dall'apparecchio

tro, l'errore nella misura della distanza può essere considerato indipendente dalla distanza stessa. Ovviamente la precisione nella determinazione delle coordinate tridimensionali dipende anche dalla precisione con la quale sono controllate le rotazioni degli specchi. In alcuni modelli la distanza viene calcolata in funzione della differenza di fase tra l'impulso emesso e il raggio riflesso dall'oggetto.

In questo caso il maggior tempo richiesto per il calcolo della distanza (dovuto alle più onerose operazioni di elaborazione del segnale) è compensato da maggiori precisioni. Per contro la necessità di disporre di segnali di ritorno di adeguata potenza riduce notevolmente la portata di tali strumenti e aumenta la possibilità di avere, all'interno della griglia di acquisizione, un maggior numero di punti non definiti.

Tra i laser scanner terrestri basati sul principio della triangolazione esistono due diverse configurazioni.

Il primo tipo è costituito da una base di lunghezza fissa; ad un estremo della base un trasmettitore invia un raggio laser che viene deviato grazie ad uno specchio rotante (in modo analogo a quanto visto nelle soluzioni precedenti) mentre all'altro estremo una camera digitale registra l'immagine dell'area di impatto del raggio laser sull'oggetto.

Le coordinate tridimensionali del punto di incidenza del raggio laser sull'oggetto vengono determinate risolvendo il

triangolo formato dai raggi incidente e riflesso dall'oggetto e dalla base dello strumento (vedi figura 2). Infatti di tale triangolo si conoscono la base e i due angoli adiacenti: quello formato dal raggio emesso, noto grazie al controllo degli specchi rotanti che ne controllano la direzione, e quello formato dal raggio riflesso, noto grazie alla posizione che la sua immagine assume nel sensore CCO della camera digitale.

Lo schema di misura è quello tipico di un'intersezione semplice in avanti (e della fotogrammetria), per cui la precisione nella determinazione del punto diminuisce con il crescere del quadrato della distanza del punto dallo strumento. Per ragioni pratiche di maneggevolezza dello strumento non è possibile aumentare la base in modo arbitrario anche se questa evenienza, come noto, consentirebbe di ottenere maggiori precisioni a parità di distanza del punto da misurare. Alcuni strumenti, pur basandosi sul medesimo principio di misura, utilizzano due camere digitali montate agli estremi della base e un emettitore laser (vedi figura 2). In questo caso il trasmettitore può emettere un raggio laser in modo analogo alle soluzioni viste in precedenza, oppure proiettare linee o forme particolari" (RINAUDO 2003, pp. 134-136).

² Le mire che sfruttano il principio del centro di massa possono essere utilizzate solo per brevi distanze.

³ Le sperimentazioni alle quali si fa rife-

rimento sono quelle effettuate nel corso di pluriennali esperienze dal laboratorio D.IA.P.RE.M. della Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara.

⁴ Per valore di riflettanza si intende, l'ampiezza del segnale di ritorno quando il raggio laser colpisce una superficie; ciò che determina la quantità di energia riflessa, sono le caratteristiche del materiale di cui è costituita la superficie stessa.

⁵ Le schede sono state fornite dal laboratorio D.IA.P.RE.M. della Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara, frutto della cognizione maturata nel corso delle numerose esperienze di rilievo con laser scanner 3D realizzate negli ultimi anni.

⁶ "Collimazione". Per questa operazione la prassi è la seguente:

adattamento alla vista con cui si realizza la visione nitida del reticolo del cannocchiale, ottenuta mediante la rotazione della ghiera dell'oculare, dopo aver indirizzato il cannocchiale verso una parete luminosa ed a colore uniforme;

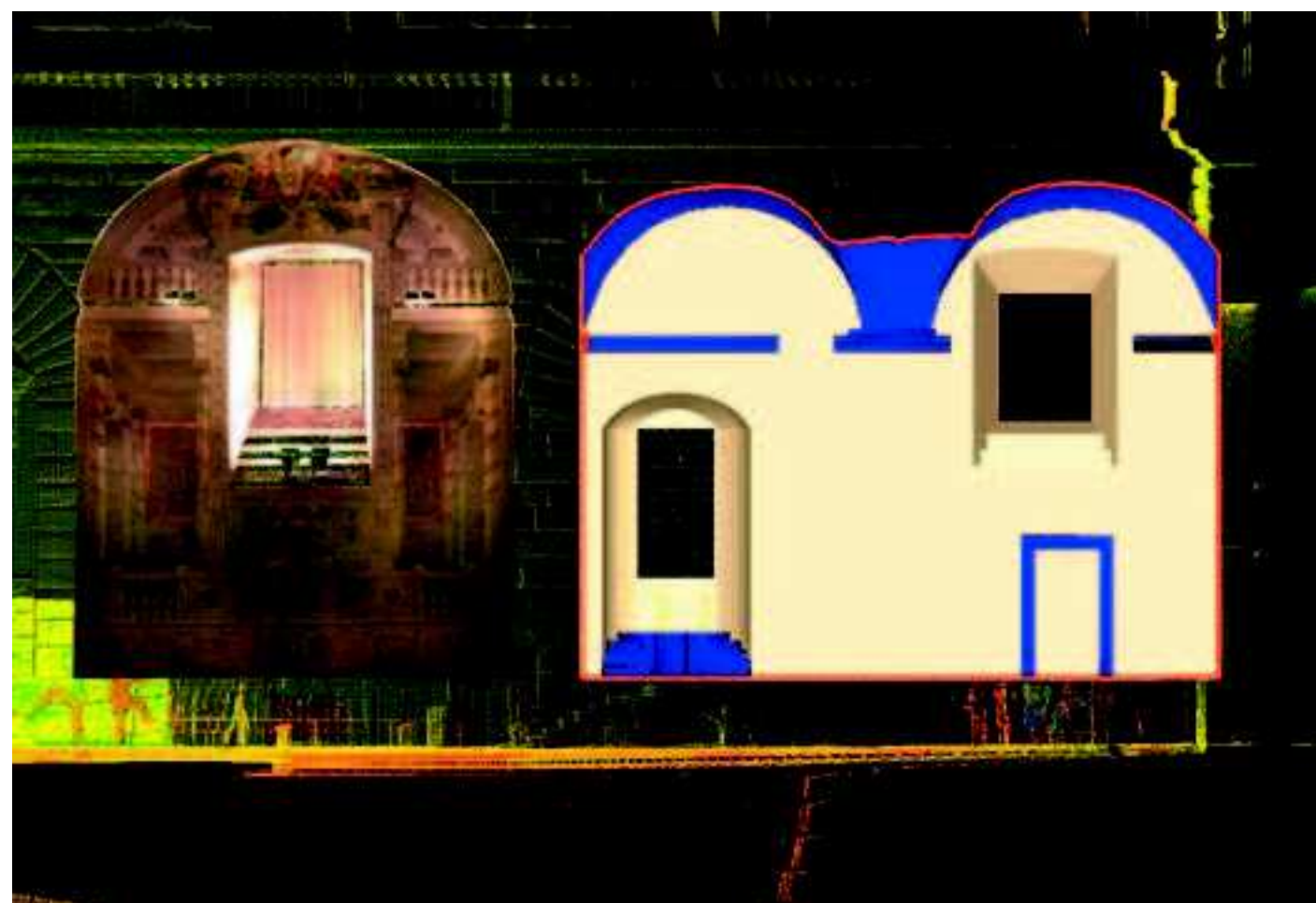
adattamento alla distanza avente per scopo la visione nitida dell'immagine del punto sul piano del reticolo, ottenuta con la la rotazione dell'apposita ghiera, dopo aver "cercato" l'oggetto con il mirino esterno del cannocchiale; il centramento definitivo del punto si ottiene con le viti micrometriche dell'alidada e del cannocchiale." (D'APOSTOLI 2005, p 31.)

IV. LA RESTITUZIONE INTEGRATA DEI RILIEVI DEI QUARTIERI ESTIVI

IV. La restituzione integrata dei rilievi dei Quartieri Estivi

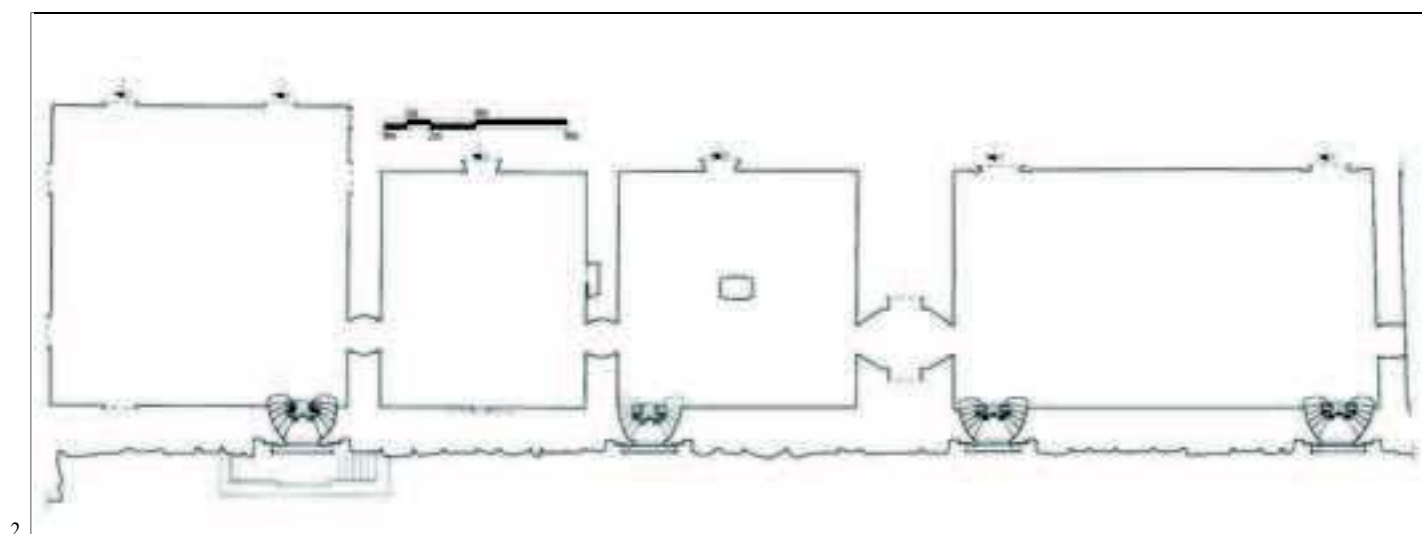
Obiettivo prioritario del presente lavoro è la verifica della possibilità di comparare i dati provenienti da varie fonti (per fonti si intendono le basi di dati raccolte con le varie metodologie operative a disposizione) ed il raggiungimento di una metodologia di restituzione che, pur mantenendo distinte la varia natura delle fonti (che hanno caratteristiche quantitative ed affidabilità specifiche), permetta di raggiungere un livello di conoscenza maggiormente approfondito del soggetto rilevato.

La restituzione delle informazioni sul manufatto consta di due fasi fondamentali: la comparazione dei dati e la validazione degli uni rispetto agli altri (nel caso in cui differiscano tra loro), e la sintesi, ovvero la ricerca di un unico strumento che consenta di dare una lettura più completa del manufatto sfruttando al massimo la quantità dei dati raccolti.



1. Una sezione della nuvola di punti operata sull'asse longitudinale delle sale dei Quartieri Estivi; si noti la proiezione della facciata del Palazzo.

Per la restituzione del rilievo dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti, eseguito con diverse tecniche e metodologie, è stato necessario, in primo luogo, procedere al censimento di tutti i dati in nostro possesso.



2

Questi sono stati ordinati a seconda della metodologia utilizzata, del locale o del sito rilevato, ed il tutto è stato inserito all'interno di una scheda che riassume e classifica tutto il materiale. Con tale scheda abbiamo costituito un indice generale del rilievo, che permettesse di verificare il materiale posseduto. Le molteplici tecniche utilizzate, quali i disegni a mano libera, quelli quotati, i semplici appunti scritti, le schede di organizzazione del lavoro, le fotografie, e per finire i

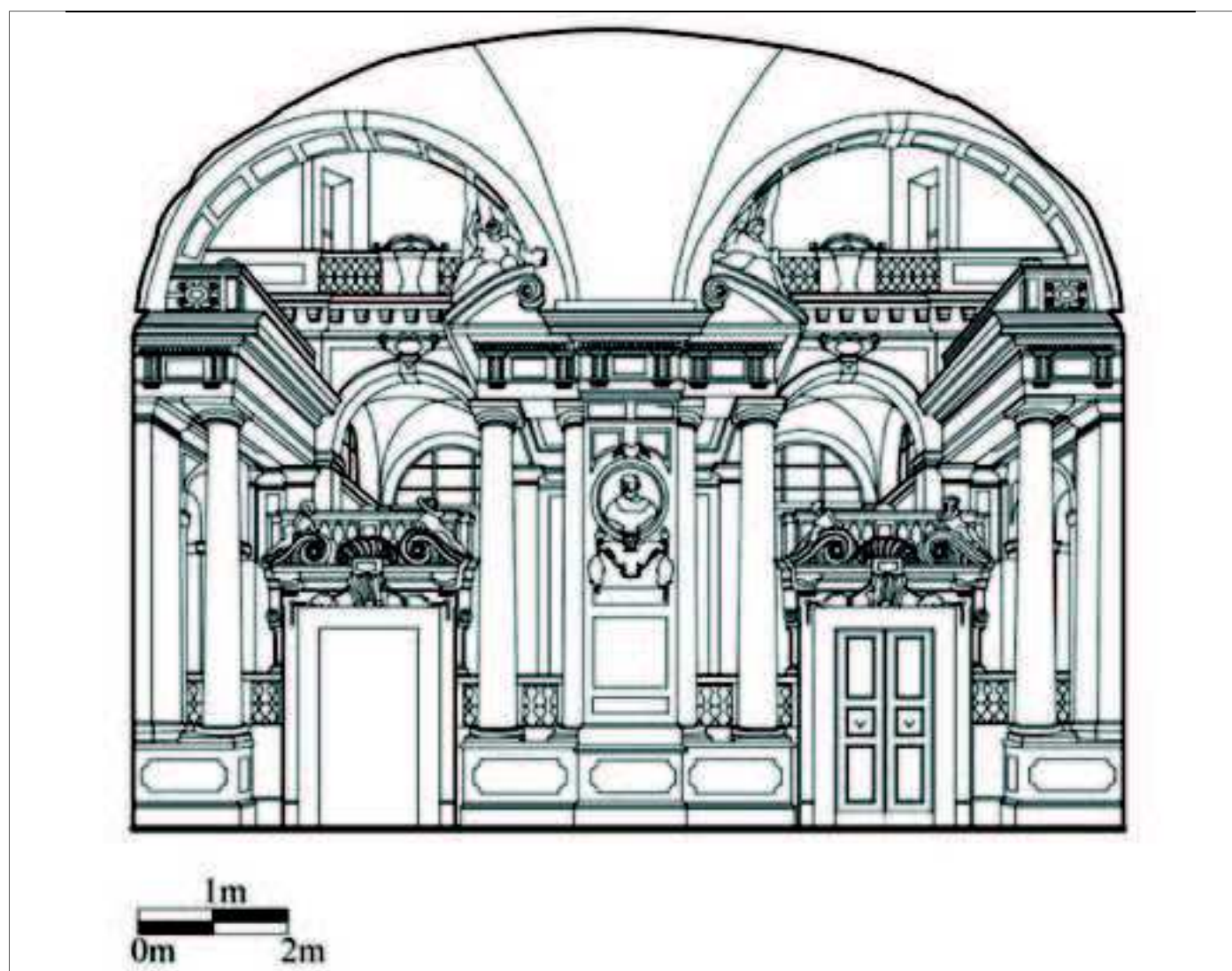
file con estensione *gsi* (prodotti dalla stazione totale) e quelli con estensione *imp* (generati dal laser scanner) hanno quindi prodotto altrettanti formati di archiviazione. È stato pertanto utile il poter disporre di uno strumento che permettesse di sintetizzare e visualizzare la totalità del materiale raccolto nel rilievo. La scheda doveva inoltre tener conto di un ulteriore requisito richiesto al rilievo: la flessibilità;¹ ovvero la possibilità di poterla aggiornare anche successivamente

alla prima restituzione con le nuove conoscenze che nel tempo si fossero raccolte, e con la possibilità di effettuare verifiche e controlli sullo stato dei manufatti oggetto del nostro rilievo. L'utilizzazione di più metodologie di rilievo e la loro integrazione nel comporre un unico strumento di rappresentazione del monumento potenzia la dinamicità del rilievo, poiché ne somma le conoscenze.

Nel corso della restituzione sono stati confrontati tra loro i dati pro-

venienti dai diversi rilievi, con l'intento di ottenere un prodotto che sintetizzasse al più alto livello qualitativo il processo restitutivo e conoscitivo del rilievo. Per attivare un processo di integrazione e sintesi era innanzi tutto necessario operare una gerarchizzazione dei dati in base alla loro provenienza, intesa come metodologia di acquisizione, ed in funzione della scala e della modalità di archiviazione e di restituzione. Naturalmente i primi elementi di preferenza nella realizzazione delle gerarchie dovevano riferirsi alla precisione ed all'affidabilità dei dati. Questi due fattori generatori andavano poi comparati con la qualità descrittiva e la densità delle conoscenze; infine vi erano gli elementi di approfondimento e di completamento; fattori che possono essere continuamente aggiornati in quanto non riguardano la costruzione dell'intelaiatura del rilievo ma servono ad arricchirlo di contenuti e nuove conoscenze.

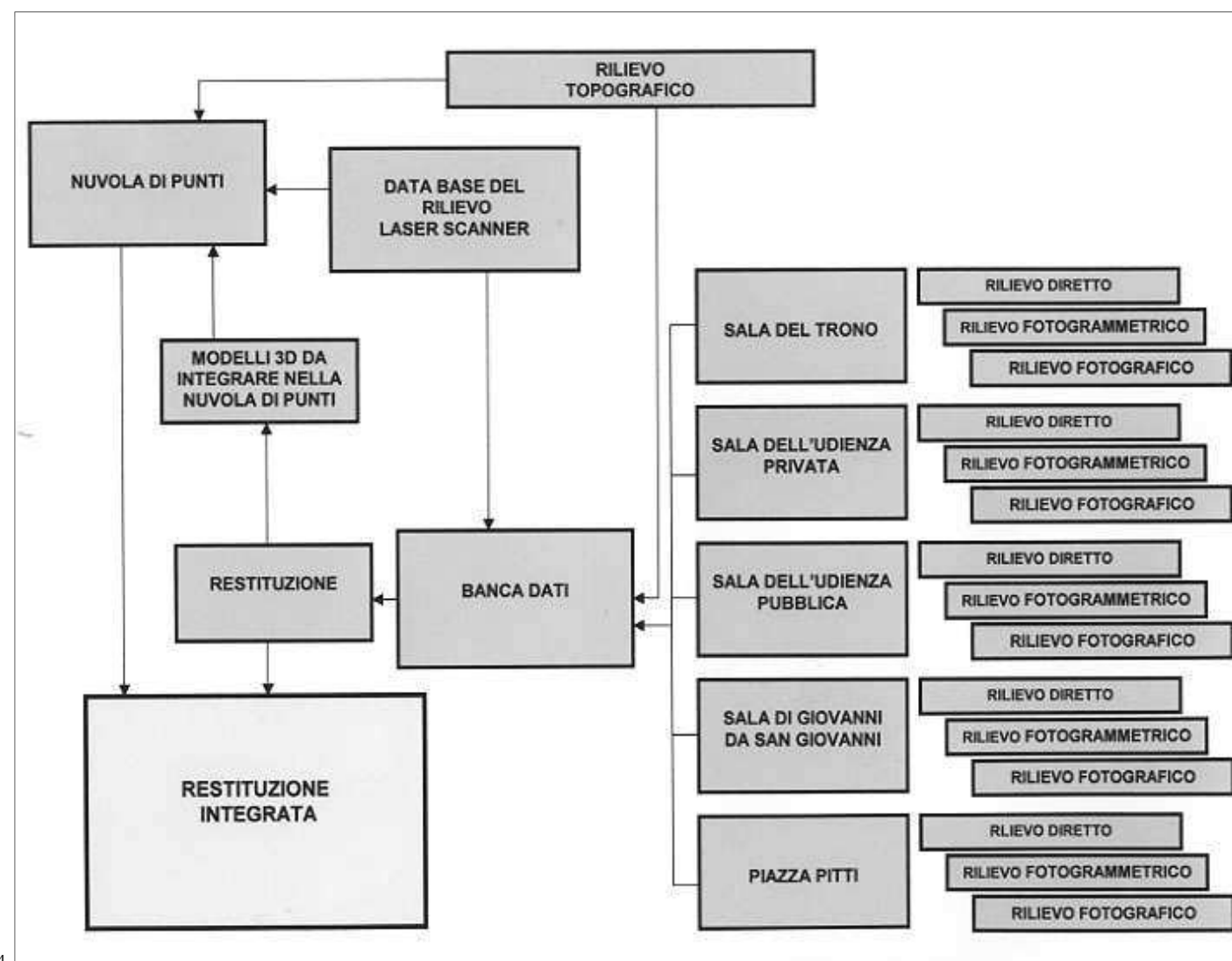
Alla luce di queste considerazioni è nata una scala gerarchica



3. Sala del Trono: sezione C-C' con il disegno delle architetture decorate eseguito a "filo di ferro"

3

che ordina i dati provenienti dal rilievo, al cui vertice pone quello topografico che, anche se non vanta un'alta densità di informazioni, tuttavia fornisce dati con massima affidabilità e precisione, rappresentando la struttura portante di tutto il rilievo. Al secondo gradino della piramide collocheremo il rilievo con laser scanner ed il rilievo diretto; entrambi necessitano di un completamento e di una verifica incrociata. Il laser scanner vanta precisioni sufficientemente accurate nella descrizione dei volumi e permette di rilevare da terra altezze e distanze che siano comprese nel range operativo dello strumento, ma deve essere integrato nelle zone di occlusione, quando la griglia di acquisizione non è abbastanza stretta, invece non si riescono ad individuare con sufficiente accuratezza i particolari ed i punti di intersezione delle superfici. Con il rilievo diretto si possono raggiungere tutti gli ambienti a cui un essere umano può accedere, e permette di scendere e cambiare



scala di acquisizione con grande naturalezza consentendo anche la raccolta dei dati ed il loro controllo in tempi diversi senza la necessità di lasciare punti di riferimento e di ripetere l'intero rilievo. Purtroppo, negli ambienti geometricamente complessi e di grandi dimensioni risulta meno preciso ed affidabile del laser scanner, soprattutto per eseguire rilievi di particolare accuratezza ad altezze superiori a quella umana, necessitando di opere provvisorie come ponteggi, scale e trabattelli. Al terzo gradino della scala gerarchica ci sono naturalmente i dati che provengono da metodologie che per essere espresse hanno necessità di ricevere dati dalle metodologie che sono al gradino superiore e che pertanto, in mancanza di queste, non sono in grado di restituire la realtà con sufficiente precisione; il rilievo fotogrammetrico si può annoverare fra queste. Infine, abbiamo considerato il rilievo fotografico, che ha grandi proprietà descrittive ma non può dare dati di valore metrico.

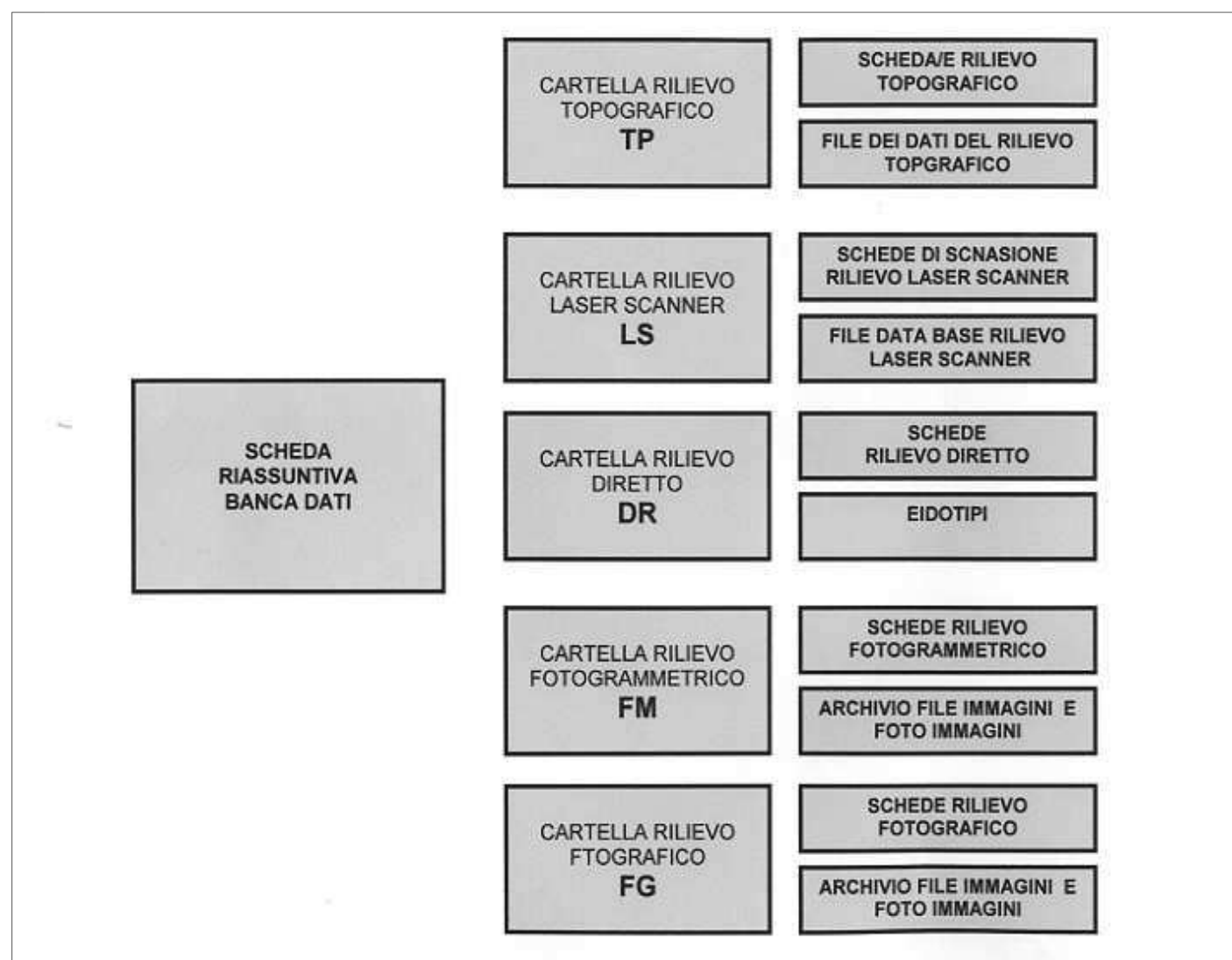
4. Schema delle fasi di restituzione del rilievo integrato

4

1. La schedatura e la classificazione della banca dati

La prima catalogazione dei dati di rilievo la si è avuta con la *scheda per la gestione della campagna di rilievo*, progettata per organizzare sia i tempi sia gli elaborati necessari per condurre a termine il rilevamento dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti. Tornati in laboratorio per procedere al lavoro di restituzione della grande mole di dati raccolti era in primo luogo necessario classificarli, non più in ragione dei tempi e dei modi di acquisizione ma in funzione delle esigenze di restituzione.

Per dare rigore al lavoro è stata elaborata la scala gerarchica dalla posizione che le varie metodologie di rilievo assumono nella restituzione di un rilievo integrato. La gerarchizzazione degli elaborati di campagna risulta necessaria quando si vanno ad intersecare tra loro dati provenienti da più metodologie che non sempre coincidono, rendendo pertanto necessario stabilirne l'affi-



5. Schema della composizione della banca dati

SCHEDA RIASSUNTIVA DELLA BANCA DATI DEL RILIEVO

	SALA DEL TRONO	SALA UDIENZA PRIVATA	SALA UDIENZA PUBBLICA	VESTIBOLO	SALA DI GIOVANNI DA SAN GIOVANNI	PIAZZA PITTI	
Scheda	TP1	TP1	TP1		TP1	TP1	RILIEVO TOPOGRAFICO TP
stazioni	1	2	2		1	1	
Scheda		1	2		2	1	RILIEVO LASER SCANNER LS
Stazioni		LS1/2	LS3/4		LS5/6	LS7	
Maglia acquisizione		1X1	2X2		3X3	3X3 – 5X5	
Scansioni ScanWorld		2	2		2	1	
Target o punti omolghi		3	4		4	4	
Scheda Pianta e Planimetrie	DR1PP	DR2PP	DR3PP	DR5PP	DR4PP		RILIEVO DIRETTO DR
Scheda PROspetti	DR1PR	DR2PR	DR3PR	DR5PR	DR4PR		
Scheda SEzioni	DR1SE	DR2SE	DR3SE	DR5SE	DR4SE		
Scheda PArticolari	DR1PA	DR2PA	DR3PA	DR5PA	DR4PA		
Schede di acquisizione	FM1-FM5	FM6-FM10	FM11-FM15		FM16-FM20		RILIEVO FOTOGRAMMETRICO FM
Fotografie	45	39	44		32		
Scheda foto generali	FG1	FG4	FG5		FG8		RILIEVO FOTOGRAFICO FG
Scheda foto particolari	FG2	FG6	FG6		FG9		
Scheda doc. lavoro	FG3	FG7	FG7		FG10	FG11	

dabilità e quindi darne la precedenza nella restituzione del rilievo.

Il risultato scaturito da queste premesse è stato l'ideazione di una serie di schede, una per ogni metodologia di rilievo, nelle quali sono stati catalogati gli elaborati acquisiti. Il contenuto di queste schede è stato raccolto in quello che si può definire lo strumento per la catalogazione e la lettura di tutto il materiale del rilievo, ovvero la “*scheda riassuntiva della banca dati*”.

Con questa scheda gli elaborati censiti nelle varie schedature sono stati organizzati sia a seconda del locale rilevato sia a seconda della metodologia di rilievo utilizzata. I sei locali rilevati sono stati disposti in apice alle corrispondenti colonne, a loro volta suddivise in cinque gruppi di righe corrispondenti alle metodologie di rilievo utilizzate. Le suddette metodologie sono state posizionate dall'alto in basso secondo la posizione stabilita nella scala gerarchica e suddivise a loro volta secondo i metodi di raccolta, riproduzione ed archiviazione dei dati di rilievo.

Andando a leggere la casella corrispondente all'incrocio tra una colonna ambiente ed una riga metodologia, si visualizza immediatamente se, quali e quanti elaborati vi corrispondono ed il loro codice di archiviazione.

2. Il rilievo topografico

Come è stato accennato nell'introduzione al capitolo, il rilievo topografico quando viene usato assieme ad altre metodologie di indagine, ha la funzione di base del rilievo stesso su cui si andranno ad aggiungere tutti gli altri elementi che compongono il lavoro. Grazie alla precisione ed all'affidabilità dei dati forniti, che rimangono tali anche quando si lavora alla scala monumentale ed urbana, lo si utilizza per definire i limiti e il dimensionamento essenziale degli edifici, utilizzando poi altre metodologie via via meno precise ed affidabili, ma con maggiore densità di dati, per

scendere di scala e completare il rilievo. Nel rilevamento con laser scanner queste caratteristiche sono addirittura sublimi, poiché la stazione totale ci fornisce una nuvola di punti a bassa densità di dati che ben si integra con le nuvole di punti ad alta densità di dati generate dal laser scanner; queste si compongono poi in un unico modello tridimensionale proprio sulla nuvola di punti realizzata con il rilievo topografico. Ciò è soprattutto vero quando il rilievo non si limita ad una sola facciata, ma rappresenta la complessità volumetrica dell'edificio.

È appunto grazie alla base costituita dal rilievo topografico con le mire di collimazione e di registrazione comunemente chiamate *target*, e con i punti omologhi, qualora sussistano, che è possibile registrare (montare) gli elementi del rilievo che non sono contigui tra loro. Il rilievo topografico pertanto è da considerarsi all'apice della scala gerarchica di un rilievo integrato.

SCHEDA DI RILIEVO TOPOGRAFICO

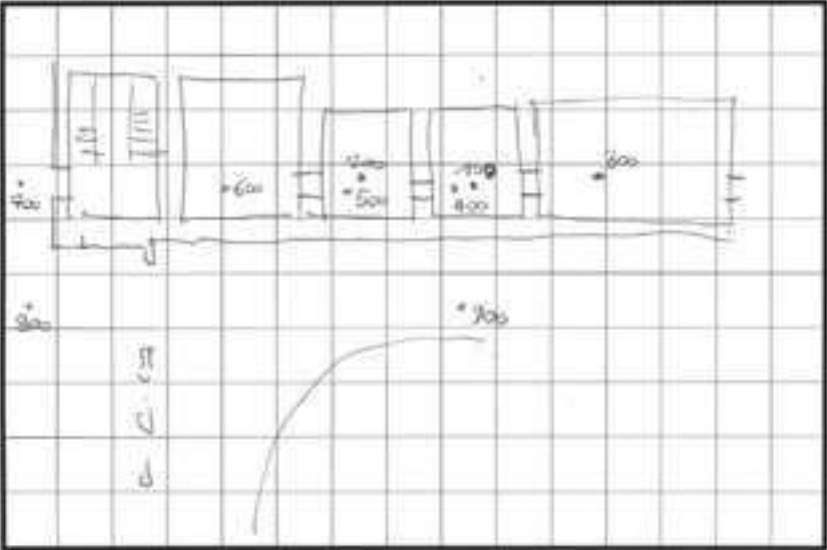
DATA 10.12.1.2005 RILIEVO PITTI QUARTIERI ESTIVI

RILEVATORE G. PANCANI C.TEDINA ARCHIVIO N° TP.1

STAZIONE TOTALE UTILIZZATA LEICA TPS 1100

Precisione angolare 1" Precisione distanziometro

EIDOTIPO



ARCHIVIAZIONE DATI:

SITO O LOCALE	Processo 3371	STAZIONE	100 - 300
CAPISALDI		SCHEDA MONOGRAFIA	

SITO O LOCALE		STAZIONE	
CAPISALDI		SCHEDA MONOGRAFIA	

SITO O LOCALE		STAZIONE	
CAPISALDI		SCHEDA MONOGRAFIA	

NOTE E PROCEDURE DA SEGNALARE:

7. Scheda di catalogazione riassuntiva dei dati provenienti dal rilievo topografico

2.1. Il montaggio del rilievo topografico

I punti battuti con la stazione totale e registrati sul database generato dal software della stazione stessa sono esportati con il formato strumentale quali punti e coordinate. Questi vengono a loro volta importati in un software di calcolo dove i punti battuti sono verificati, calcolati, compensati e naturalmente purificati da misurazioni plurime di uno stesso punto. Una volta calcolati, i file possono essere georeferenziati utilizzando la monografia catastale di alcuni punti noti misurati durante il rilievo. La georeferenziazione ci permette di trasformare le coordinate del nostro rilievo da relative ad assolute rispetto ad un sistema geografico di riferimento. I dati opportunamente calcolati e compensati possono quindi essere esportati direttamente in Cyclone, ovvero il software di gestione per le nuvole di punti realizzato dalla casa produttrice dello scanner, dove sarà effettuata

la registrazione di tutte le scansioni eseguite. Una volta calcolati, i dati possono essere esportati nel formato .dwg², qualora fosse necessario eseguire ulteriori correzioni e verifiche manuali, per poi essere esportati in Cyclone con il formato .coe³. Questa operazione pone però problemi relativi alla gestione delle unità prescelte che spesso possono diversificarsi fra quelle della nuvola di punti del rilievo topografico e quelle delle nuvole di punti delle scansioni laser; sarà quindi necessario scalare il file .dwg del rilievo topografico per importarlo correttamente in Cyclone.

3. Il montaggio del rilievo laser scanner

Una volta acquisiti i dati durante la campagna di rilievo, è necessario catalogarli ed elaborarli al fine di renderli omogenei, leggibili e confrontabili e pertanto utilizzabili.

La catalogazione, operazione peraltro già iniziata durante



8

le operazioni di scansione, deve essere portata a termine assieme alla validazione delle scansioni. È appunto in questa fase che ogni scansione va analizzata, ripulita e verificata eliminando quelle scansioni che presentano elementi tali da invalidarle o quelle palesemente fallite.

Il lavoro prosegue con la registrazione delle scansioni, ovvero l'unione delle nuvole di punti parziali in un'unica nuvola di punti, che con-

tiene tutte le informazioni ricavate dal rilievo con laser scanner.

Realizzata la nuvola di punti, è possibile iniziare le operazioni di integrazione e restituzione del rilievo, da quelle ormai comuni relative all'estrazione di elementi bidimensionali quali piante sezioni e prospetti, alla generazione di mesh⁴ per realizzare modelli tridimensionali, a quelle che sono parte della sperimentazione trattata in questo lavoro, come l'inserimento,

8. Il montaggio (registrazione) del rilievo laser scanner eseguito sulla base del rilievo topografico con individuati i vari target

nella nuvola di punti, di modelli tridimensionali. Altri dati che è possibile estrarre dalla nuvola di punti sono i raddrizzamenti delle quadrature presenti sia sulle volte sia sulle pareti, grazie alle quali è possibile eseguire fotopiani affidabili, poiché realizzati da proiezioni geometricamente ineccepibili.

3.1. Il primo trattamento dei dati

Il primo trattamento dei dati delle scansioni consiste nel controllo della qualità delle scansioni stesse, operazione che già viene effettuata durante le riprese e che a volte, quando ne sussista la necessità, dà luogo alla ripetizione della scansione stessa. Naturalmente queste sono operazioni già annotate sulle schede di scansione. È infatti, preferibile segnalare eventuali scansioni fallite o con errori che possono comprometterne l'utilizzo, che passare alla loro diretta soppressione, poiché la segnalazione e la successiva visualizzazione anche del lavoro mal

eseguito serve alla formazione per migliorare le tecniche di ripresa.

Nelle scansioni spesso vengono misurati punti non appartenenti all'oggetto da rilevare, quali ad esempio persone o cose che casualmente si interpongono fra lo scanner e gli elementi da misurare. Ovviamente questi sono dati da cui la scansione va ripulita per consentire una miglior lettura della nuvola di punti.

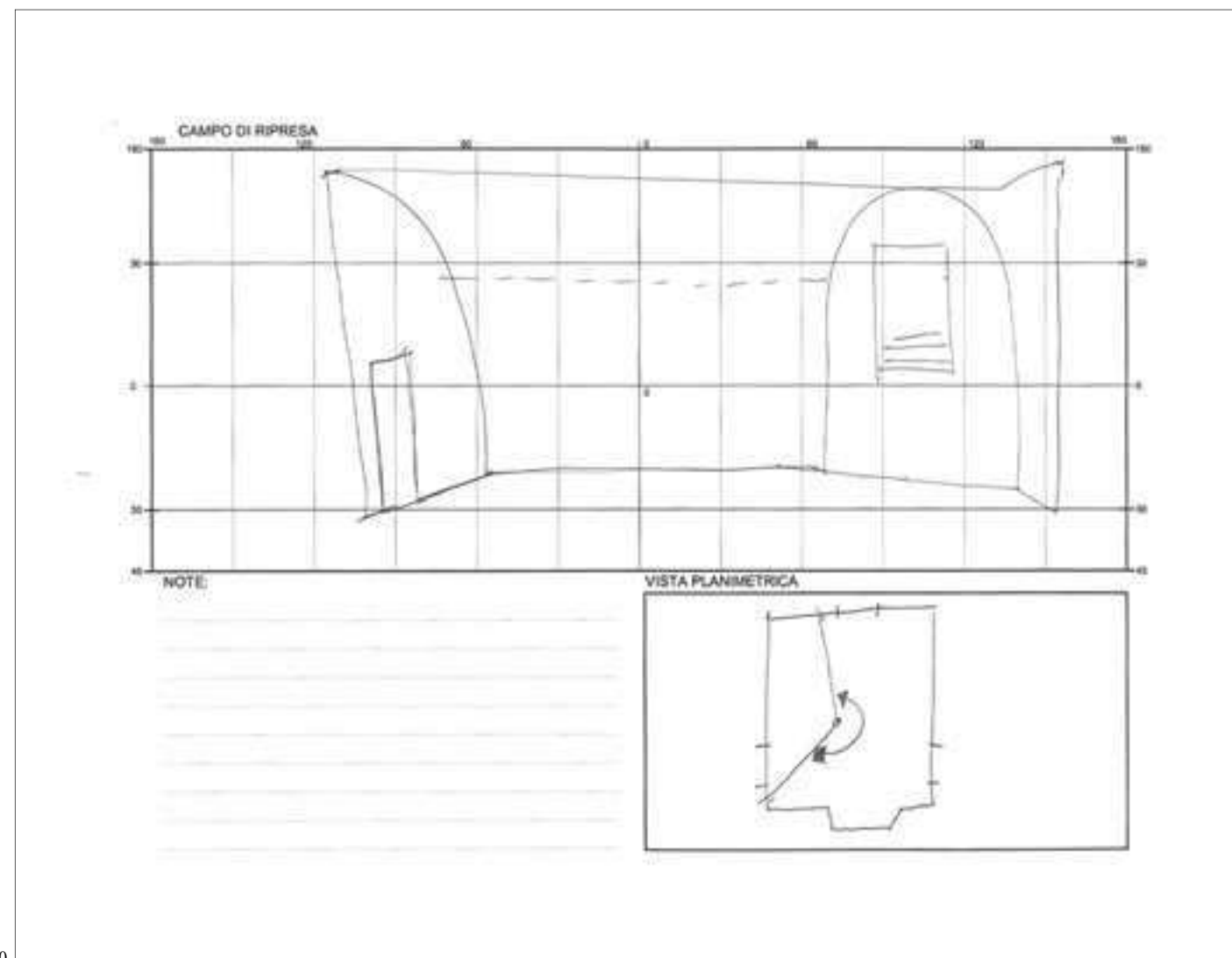
La registrazione di tutte le scansioni sulla nuvola di punti a bassa densità, rappresentata dal modello topografico, completa le operazioni di primo trattamento dei dati provenienti dal laser scanner, che ripuliti dalle "impurità" saranno pronti per le successive operazioni.

3.1.1. Controllo di qualità delle scansioni

Il controllo e la successiva validazione delle riprese è da considerarsi la prima operazione da eseguire per la restituzione del rilievo laser scanner.

[illegible]

9. La scheda di scansione (fronte) modificata secondo l'esperienza maturata durante questo rilievo. In essa sono stati riportati i dati provenienti dalla vecchia scheda



In questa prima fase tutte le scansioni devono essere aperte e controllate segnalando quelle da eliminare, verificando che i target siano stati ben acquisiti e che non presentino errori. Questi vanno inoltre rinominati utilizzando lo stesso numero attribuitogli nel rilievo topografico. Nel corso delle riprese, infatti, è frequente che per ogni scansione vengano attribuiti numeri di target da 1 a “n”, numeri che naturalmente si ripetono nelle scansioni precedenti e in quelle successive; risulta ovvio pertanto che quando si andranno ad unire tutte le scansioni questi numeri si ripeteranno generando confusione; sarà quindi utile utilizzare i numeri assegnati ai target nel rilievo topografico che peraltro risulta essere il modello base su cui andrà assemblato tutto il rilievo.

Validare le scansioni è necessario provvedere all'unione di tutti i data base di cui si compone il rilievo. Spesso, quando si ha a che fare con rilievi molto grandi che durano alcuni giorni, possono essere utilizzati più data base per archiviare i dati provenienti dallo scanner; pertanto prima

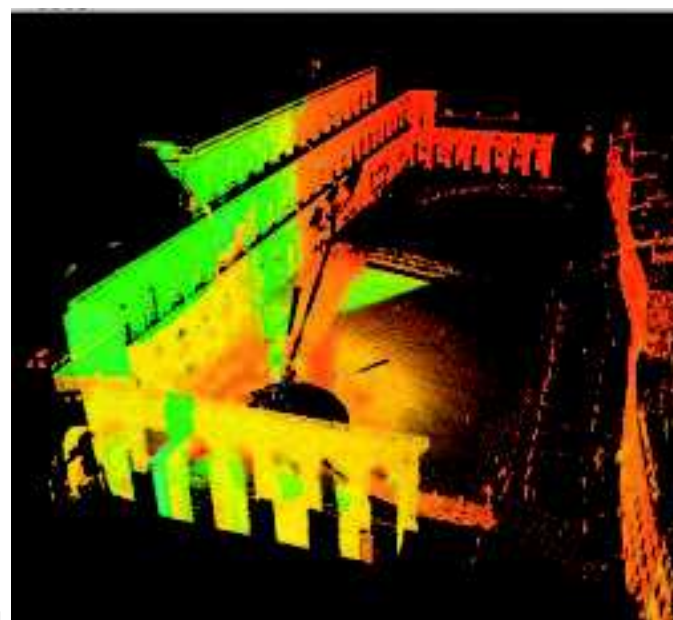
10. La scheda di scansione (retro) di nuova progettazione secondo l'esperienza maturata durante questo rilievo

10

di effettuare la registrazione è necessario mettere insieme tutti i dati in un unico data base, rinominare le varie scansioni, poiché data base diversi generano spesso nomi uguali. Solo dopo avere controllato e rinominato sia le scansioni sia i target potremo passare alla fase di registrazione.

3.1.2. La registrazione di tutte le scansioni attraverso il controllo dei target con il rilievo topografico

La registrazione di tutte le scansioni eseguite per il rilievo di un singolo oggetto, ovvero la rototraslazione di tutte le scansioni in un unico sistema di riferimento⁵, è senza dubbio l'operazione più complessa fra quelle necessarie a realizzare il rilievo di un dato oggetto con il laser scanner. È infatti in questa fase che si verifica l'effettiva accuratezza e precisione di tutte le componenti del lavoro eseguito. Per la registrazione è necessario disporre oltretutto di personale ben formato con buona esperienza e conoscenza delle procedure e del ri-



lievo con laser scanner, del rilievo topografico e del rilievo diretto, soprattutto quando ci si trovi in presenza di dati non estremamente precisi o di registrazioni di rilievi estremamente complessi.

Il sistema di riferimento suddetto è da individuarsi senz'altro nel rilievo topografico dei target. Dipende infatti dalla sua precisione e accuratezza il successo dell'intero lavoro. Solo in presenza di scan-



sioni che si sovrappongono e che non debbono descrivere situazioni estremamente articolate, è possibile fare a meno del rilievo topografico. In questo caso dovrà essere utilizzata come sistema di riferimento la scansione che contiene più target coincidenti.

Il posizionamento dei target nelle varie scansioni risulta, in ogni caso, estremamente importante per il risultato finale.

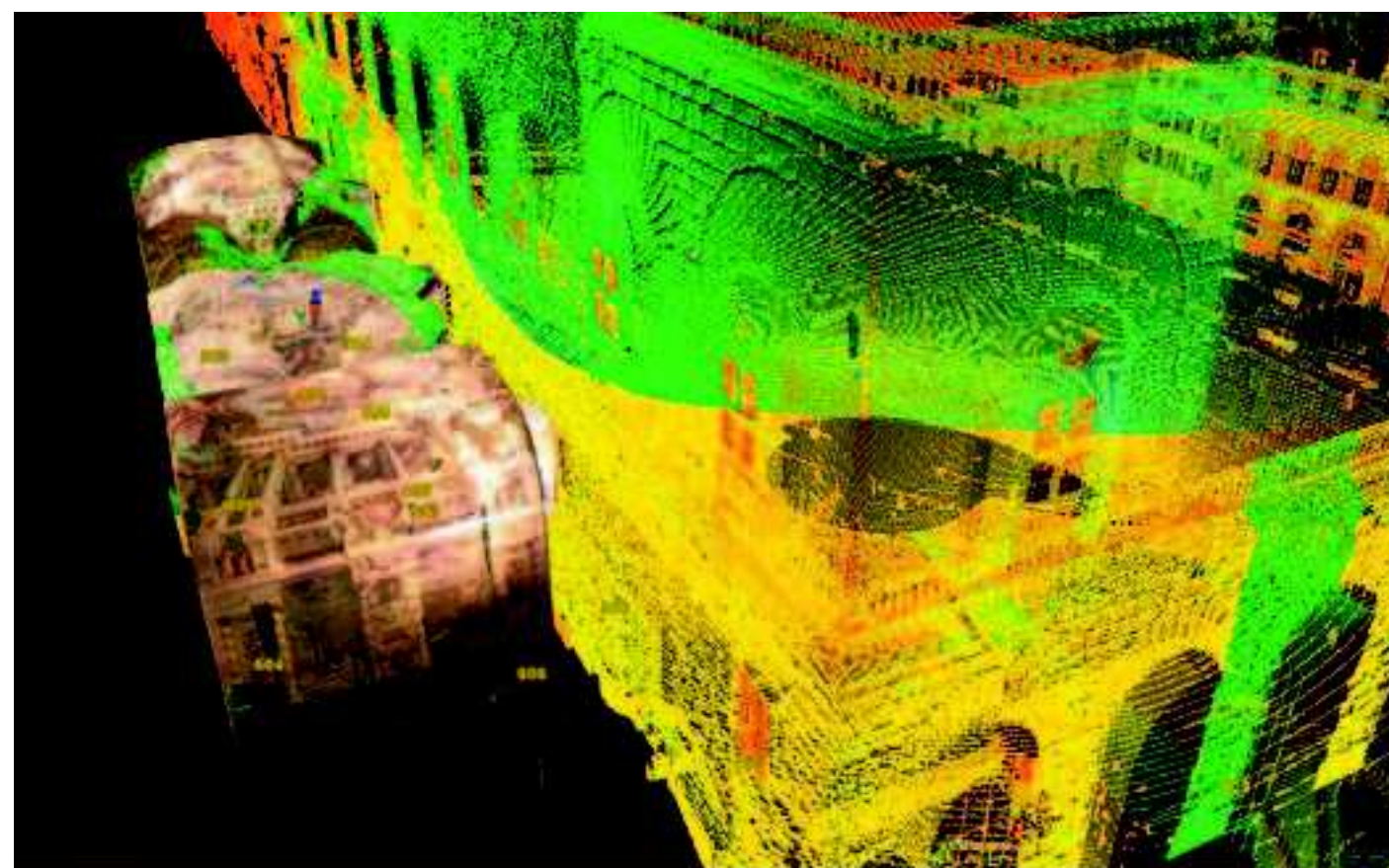
La registrazione del nostro rilievo è stata eseguita iniziando con il registrare singolarmente ogni sala. Successivamente, tutte le sale, assieme al rilievo della piazza, sono state montate in un unico modello. Questa tecnica rispetto alle registrazioni effettuate in un'unica soluzione, consente di verificare e compensare eventuali errori presenti nelle singole parti, ed è particolarmente indicata per quei rilievi che si presentino

11-12. Un'immagine della scansione degli esterni e un'immagine di una scansione degli interni prima di essere registrate

estremamente articolati e complessi, per i quali è assolutamente necessario eseguire verifiche alla fine di ogni giornata di lavoro, laddove sia necessario individuare eventuali errori per ripetere le operazioni errate prima di continuare il lavoro.

Nel nostro caso la registrazione è stata condotta a termine con un errore massimo di tre millimetri sul target 909, errore addirittura inferiore alla precisione strumentale dello scanner e che pertanto è stato ritenuto senz'altro trascurabile.

A volte, invece, ci troviamo di fronte ad errori non trascurabili: in questo caso, sarà necessario effettuare più prove sia di registrazioni parziali sia di montaggio del rilievo totale. Sono importanti, allora, le schede di scansione eseguite in sede di rilievo; infatti, i risultati della registrazione non soddisfano pienamente gli operatori e quindi le informazioni presenti sulle singole schede risulteranno utile per altri studiosi che intendano affrontare il problema.⁶



13. La nuvola di punti registrata; si notano i numeri dei target utilizzati per la registrazione

3.1.3. Pulizia delle scansioni

Acquisito il dato in sede di campagna e creata la registrazione, il problema che si può incontrare con

maggiore frequenza è quello di avere scansioni con punti misurati che non appartengono all'oggetto architettonico considerato. La prima elaborazione da fare sul nostro

database è quindi quella di eliminare questi punti che non interessano il rilievo ma creano confusione per la lettura e l'elaborazione dello stesso.

Questa è una condizione necessaria per avere un database che contenga esclusivamente dati utili per il rilievo; ovviamente ciò comporta anche una gestione più agevole in sede di elaborazione. Questi punti scansionati dallo scanner non sono creati sulla superficie dell'oggetto, ma da interferenze di oggetti passanti tra questo e lo scanner (esempio persone che naturalmente stavano visitando il museo durante le riprese), o più raramente, in condizioni di ripresa non ottimali, si creano "rumori" eccessivi e non accettabili, dovuti anche a problemi di hardware.

Per effettuare la pulizia delle scansioni, è stato constatato che le modifiche apportate nel Control Space prima della registrazione non comportano il salvataggio permanente del file, ma solo quello temporaneo della singola Scan World, pertanto in fase di registrazione il file che ne scaturisce ripropone comunque i punti che erano stati eliminati in precedenza nelle singole scansioni.

Il metodo necessario al raggiungimento del risultato perseguito è

quindi quello di creare una registrazione che con il susseguirsi delle varie scansioni e con il topografico di riferimento, permetta di eliminare i punti di "rumore" o di interferenza all'interno del Model Space, per poi salvare le modifiche nel Control Space. L'operazione è semplificata dall'Explorer Scan World che dà la possibilità di gestire la visualizzazione e la selezione delle varie scansioni che compongono la nuvola di punti. Si dovrà ripetere l'operazione per quante Scan World necessitino della purificazione del Database. Il file Control Space e, conseguentemente Model Space, sarà più gestibile per le eventuali successive elaborazioni con CloudWorx per creare viste di piante, prospetti e sezioni della nuvola di punti.

3.2. La nuvola di punti

La nuvola di punti, generata dalla registrazione di tutte le scansioni, contiene tutte le informazioni del rilievo laser scanner, sia quelle

metriche, relative alla posizione di ogni singolo punto che la compone, sia altre informazioni che il Laser scanner è in grado di acquisire, ovvero i dati di riflettanza dei materiali e per alcuni degli strumenti di ultima generazione i dati relativi al colore. Per valore di riflettanza si intende l'ampiezza del segnale di ritorno quando il raggio laser colpisce una superficie; ciò che determina la quantità di energia riflessa, sono le caratteristiche del materiale di cui è costituita la superficie stessa. Per quanto riguarda i dati relativi al colore, che gli scanner di ultima generazione sono in grado di acquisire, facciamo riferimento alle caratteristiche dello strumento usato per la presente ricerca. Questo attraverso una fotocamera, interna allo strumento, utilizzando gli specchi direzionali del laser, acquisisce immagini per tutta la scena di ripresa dello scanner, immagini che il software di gestione dello strumento utilizza per assegnare la texture ai punti della nuvola⁷.

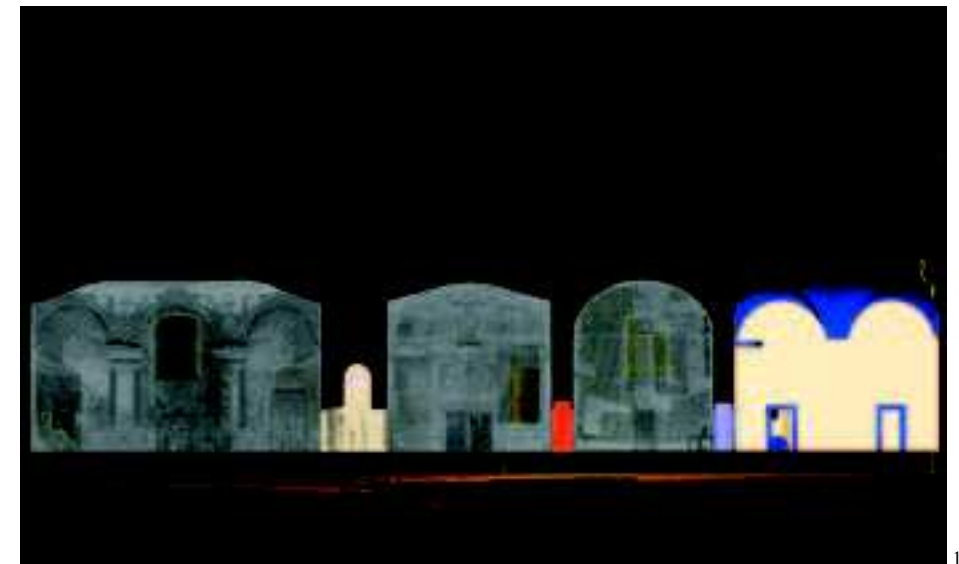
Nel corso del rilievo dei Quartieri Estivi è stata sperimentata un'ulteriore possibilità, ovvero l'inserimento di modelli tridimensionali nella nuvola di punti⁸. Tale operazione ci permette di completare il rilievo con quegli elementi mancanti non rilevati, che sia per ragioni logistiche, sia perché zone non riprese dallo scanner in quanto non raggiunte dal raggio laser (dette parti di occlusione).

La nuvola di punti generata dalla registrazione, come già specificato nel paragrafo sulla registrazione, è composta dalla nuvola di punti a bassa densità di dati discretizzati, del rilievo topografico e dalle nuvole di punti ad alta densità di dati delle varie scansioni acquisite secondo una maglia di ripresa definita dall'operatore.

Per meglio focalizzare la funzione della nuvola di punti nell'economia generale del rilievo, è opportuno, alla luce anche di questa esperienza di studio, compiere alcune considerazioni sull'opportunità di distinguere le nuvole di punti a seconda



14



15

14-15. La nuvola di punti integrata in una vista assonometrica e in una vista dei fronti in proiezione parallela

di come sono state generate, classificandole per la modalità di scelta dei dati da misurare. Definiremo, pertanto, “nuvola di punti discreta” quella realizzata scegliendo singolarmente tutti i punti da acquisire per il rilievo di un determinato oggetto e che per tale ragione non può essere ad alta densità di informazioni. Appartiene senz’altro a questa tipologia la nuvola di punti generata dal rilievo topografico. Vi sono poi le nuvole di punti realizzate utilizzando una

maglia di acquisizione predeterminata; queste non scelgono i punti da rilevare e quindi, per ottenere rilievi leggibili, debbono necessariamente presentare densità di informazioni molto elevate. Definiremo quest’ultima tipologia “nuvola di punti a maglia o a griglia”, fra le quali possiamo senz’altro annoverare quelle generate dal laser scanner. L’unione di queste due tipologie di oggetti dà luogo a quella che si può definire una “nuvola di punti integrata”, nella

quale possiamo ritrovare non soltanto elementi puntiformi ma anche superfici che concorrono a descrivere elementi tridimensionali.

In virtù dell’esperienza fin qui condotta, è pertanto possibile considerare la nuvola di punti integrata come il luogo geometrico dove sono contenute tutte le informazioni metriche di un dato rilievo. Quando la nuvola di punti integrata sia stata generata utilizzando anche una nuvola di punti a maglia proveniente dal ri-

lievo con laser scanner, ai dati prettamente metrici vengono sommati anche dati relativi alla riflettanza e, per gli strumenti di ultima generazione, si aggiungono anche dati relativi al colore.

3.2.1. Densità e significato della nuvola di punti quale modello 3D

Nel rilievo avanzato integrato, costituito dalla nuvola di punti in-



16

tegrata (trattata nel paragrafo precedente), la preponderanza delle informazioni viene raccolta nella nuvola di punti a maglia generata dal laser scanner. La densità di ripresa nelle nuvole di punti a maglia, ci permette di evitare la discretizzazione del dato, ovvero ci offre la possibilità di scegliere cosa e come misurare, imponendoci tuttavia di effettua-

re scelte appropriate relativamente alla densità di ripresa, dettate dalle condizioni di ripresa e dalle caratteristiche dell'oggetto del rilievo; argomento che peraltro è stato già trattato nel capitolo dedicato alle operazioni di rilievo. La scelta di una misura, piuttosto che l'individuazione di una sezione sono sempre operazioni che hanno a che fare

con le contingenze e le esigenze del momento in cui il rilievo viene effettuato. Il rilievo integrato e la conseguente banca dati che deriva dalla nuvola di punti sono operazioni che rispondono non solo ad esigenze di studio e di conservazione legate alla temperie del rilievo, ma forniscono un modello informativo indipendente da scelte in gran parte soggettive,

dipendendo unicamente da scelte più oggettive come la tecnologia della strumentazione utilizzata, le esigenze di ripresa e la morfologia del bene. Questo può risultare pertanto di vitale importanza per la vita del monumento anche in proiezione futura, in quanto la capillarità e l'uniformità delle informazioni raccolte possono rispondere ad esigenze e contingenze non preventivabili al momento del rilievo. Un crollo o una qualsiasi altra emergenza richiedono infatti informazioni che potremmo non aver scelto di prendere. Pertanto la discretizzazione delle informazioni può paradossalmente risultare dannosa, mentre la densità generalizzata coprirà con assai più probabilità eventuali elementi venuti a mancare. Questa problematica si rende evidente anche nell'eventuale modellazione delle nuvole di punti che, per essere elaborate, debbono necessariamente essere sfoltite⁹, essendo quindi oggetto di scelte e di discretizzazione. La perdita del dato conseguente può essere compensata dalla schedatura del prodotto, sia

16. La nuvola di punti sezionata su di un piano trasversale rispetto alla piazza

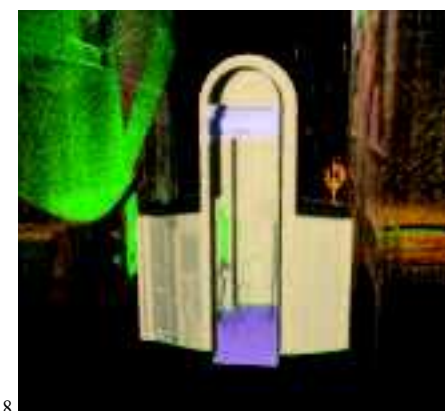
alla fine della campagna di rilievo, sia durante la definizione della nuvola di punti integrata, assegnando a quest'ultima il compito di conservare i dati metrici integrali del rilievo.

L'elevata densità della nuvola di punti nella sua rappresentazione attraverso il software di gestione Cyclone, ci appare come un modello tridimensionale continuo: la sua percezione rappresenta così un primo modello digitale del bene; modello che, pur non essendo continuo se non per effetto degli sfoltimenti necessari alle elaborazioni successive, riproduce la condizione in cui sono ordinate in un unico elemento il massimo delle informazioni assommabili.



3.2.2. Integrazione delle parti della nuvola di punti con modelli tridimensionali

La nuvola di punti può dirsi veramente integrata quando vi saranno



stati aggiunti i dati mancanti alla completezza del rilievo. In pratica, con il laser scanner non si riesce a misurare con assoluta completezza gli oggetti che si intende rilevare, ma rimangono punti che

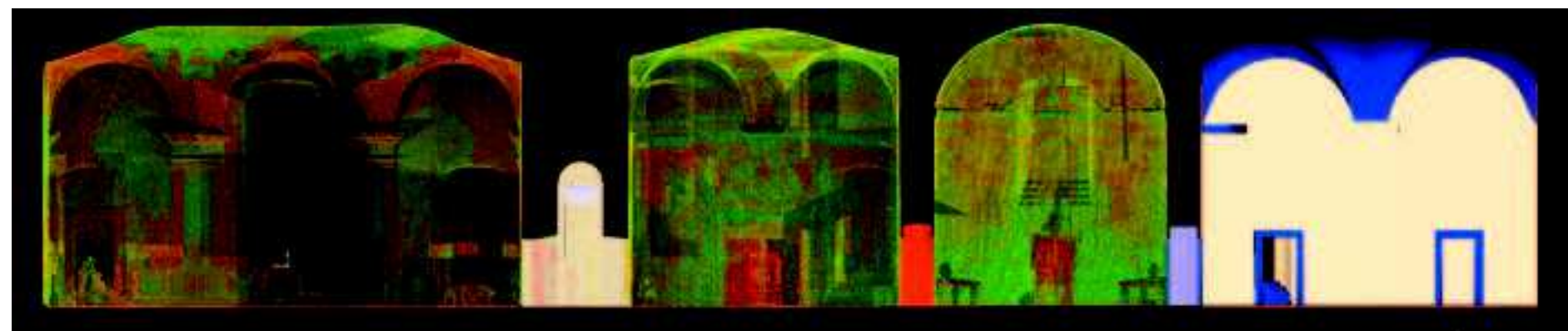


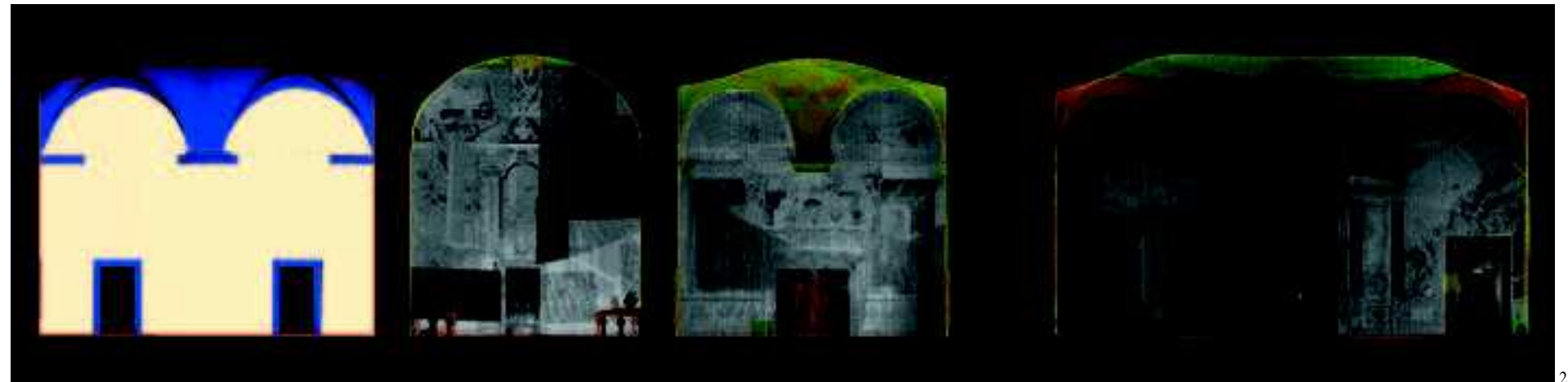
lo strumento non misura. Questi sono zone di occlusione o zone d'ombra le quali, nonostante l'accortezza posta nel posizionamento delle stazioni di ripresa, non sono a volte possibili da coprire e pertan-

17-19. Viste prospettiche dal modello integrato della Sala del Trono della nuvola di punti nella Piazza

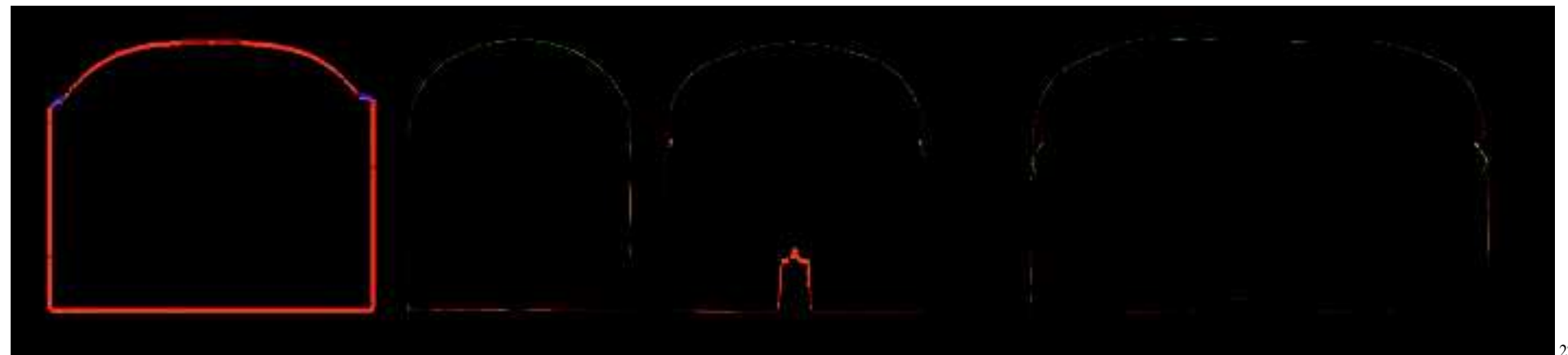
18. Vista di un particolare del modello integrato nella nuvola di punti

20. Sezione longitudinale della nuvola di punti integrata dal modello 3D





21

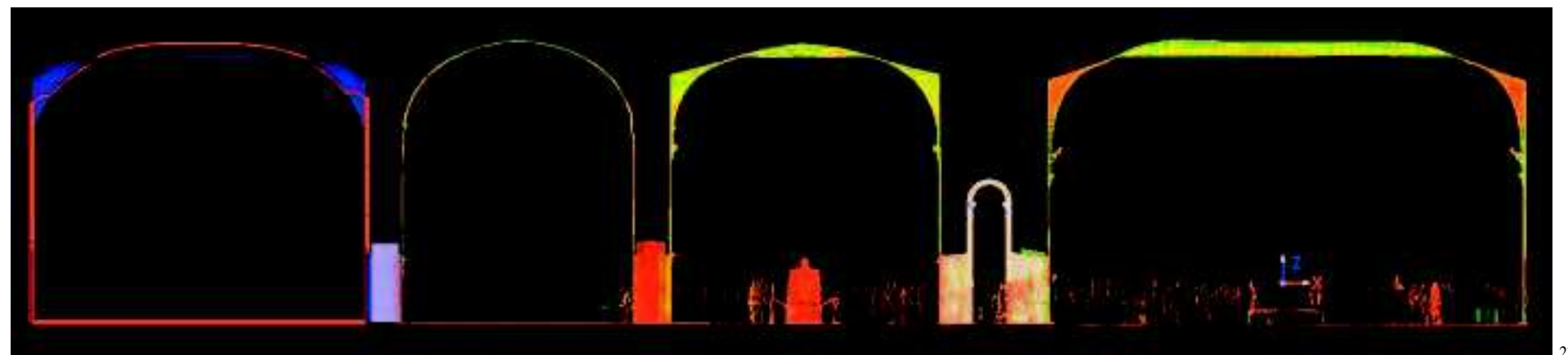


22

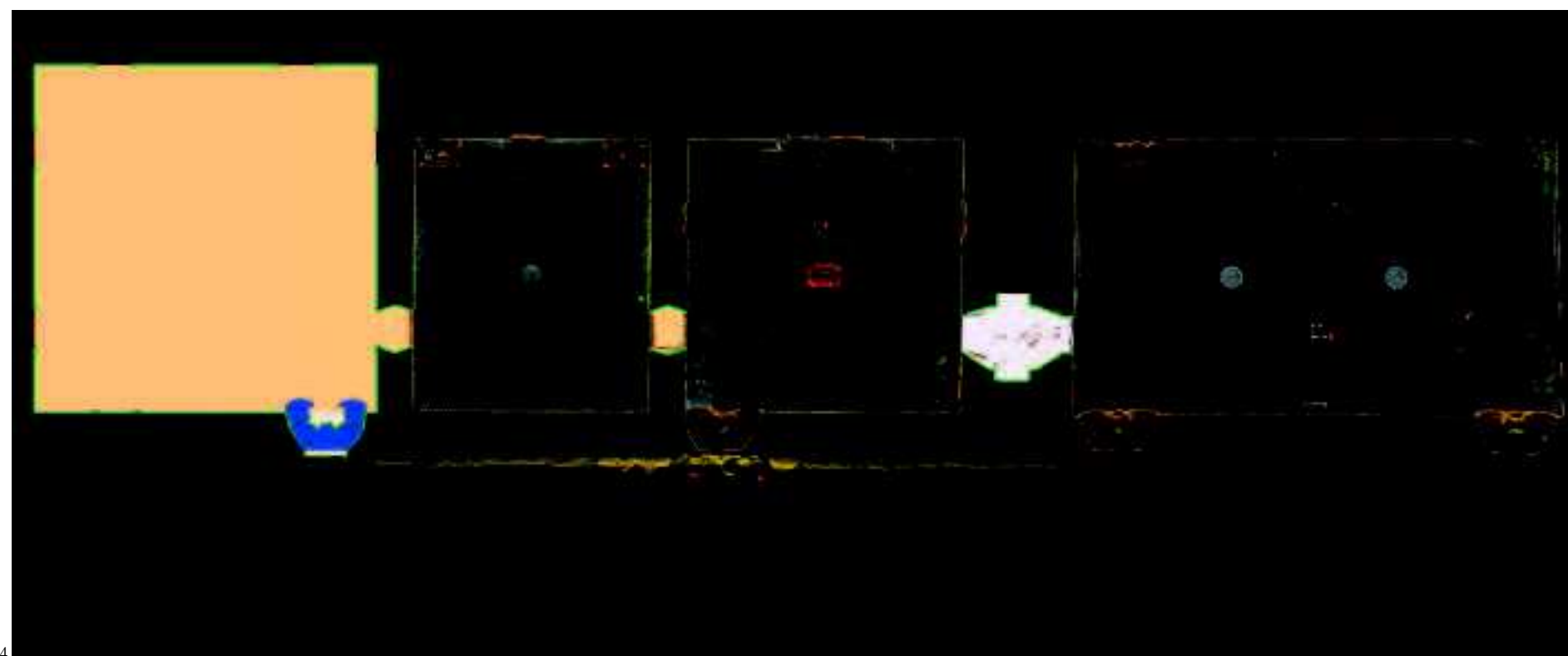
21. Sezione longitudinale in direzione sud-est (Giardino di Boboli) con asse passante per il centro delle sale, della nuvola di punti integrata dal modello 3D con la proiezione delle pareti di sfondo

22. Sezione longitudinale in direzione sud-est (Giardino di Boboli) con asse passante per il centro delle sale, della nuvola di punti integrata dal modello 3D

23. Sezione longitudinale in direzione sud-est (Giardino di Boboli) con asse passante per i vestiboli, della nuvola di punti integrata dal modello 3D. Si nota la "contaminazione" dei visitatori del Museo degli Argenti. In questo caso la nuvola di punti non è ancora stata ripulita



23



24

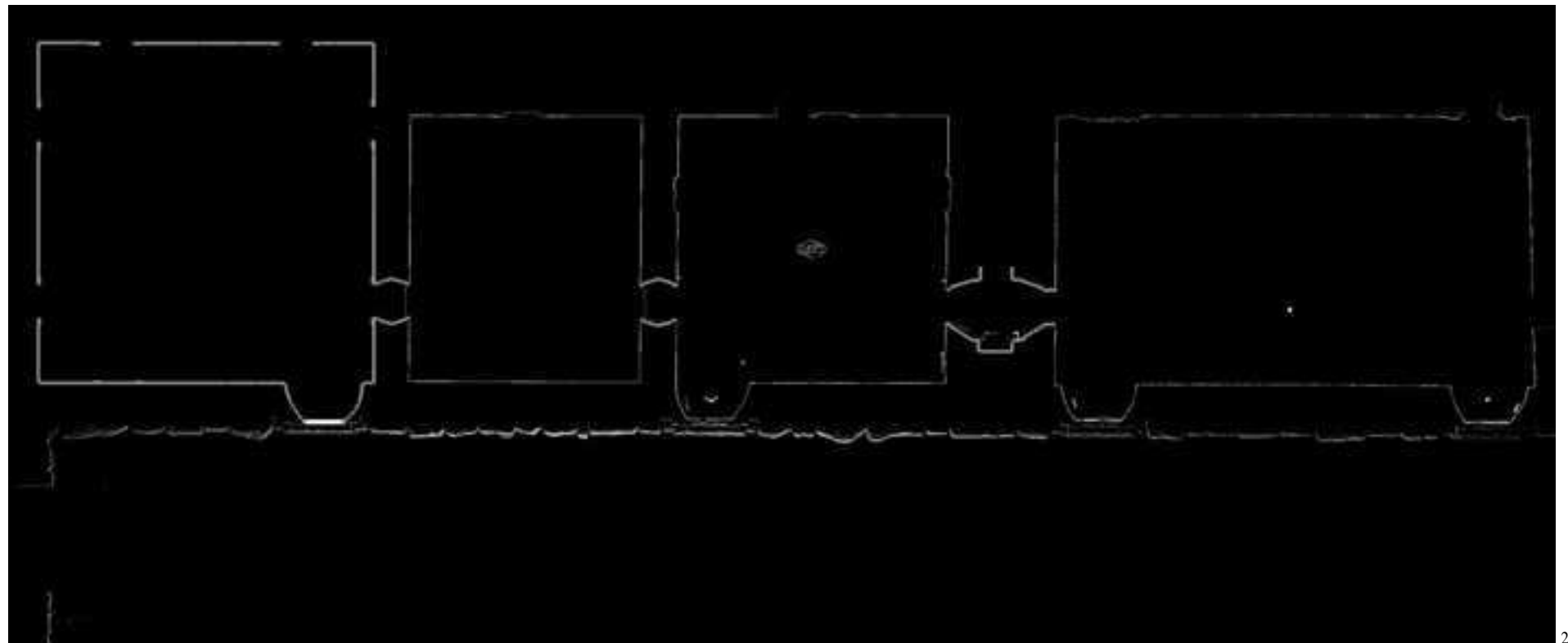
24. Sezione orizzontale delle sale con proiezione dei pavimenti

to debbono essere misurate in altro modo. Ci sono inoltre ambienti in cui non è stato possibile effettuata la scansione, come peraltro è successo per il rilievo in oggetto nella Sala del Trono e nei tre vestiboli (locali in cui non si è potuto effet-

tuare riprese per problemi logistici legati alla conduzione del Museo degli Argenti). Per completare la nuvola di punti con le informazioni relative a questi ambienti si è dovuto elaborare, utilizzando il rilievo diretto, dei modelli tridimensiona-

li che sono stati successivamente importati nella nuvola di punti. Per importare modelli tridimensionali morfologicamente complessi, quali sono quelli in oggetto, è stata sperimentata una procedura elaborata dal laboratorio del D.IA.P.R.E.M.

della Facoltà di Architettura di Ferrara, per elementi morfologicamente semplici. I particolari di questa operazione sono descritti in questo capitolo nel paragrafo specifico. È con questa operazione che infine si completa il percorso di integrazio-



25

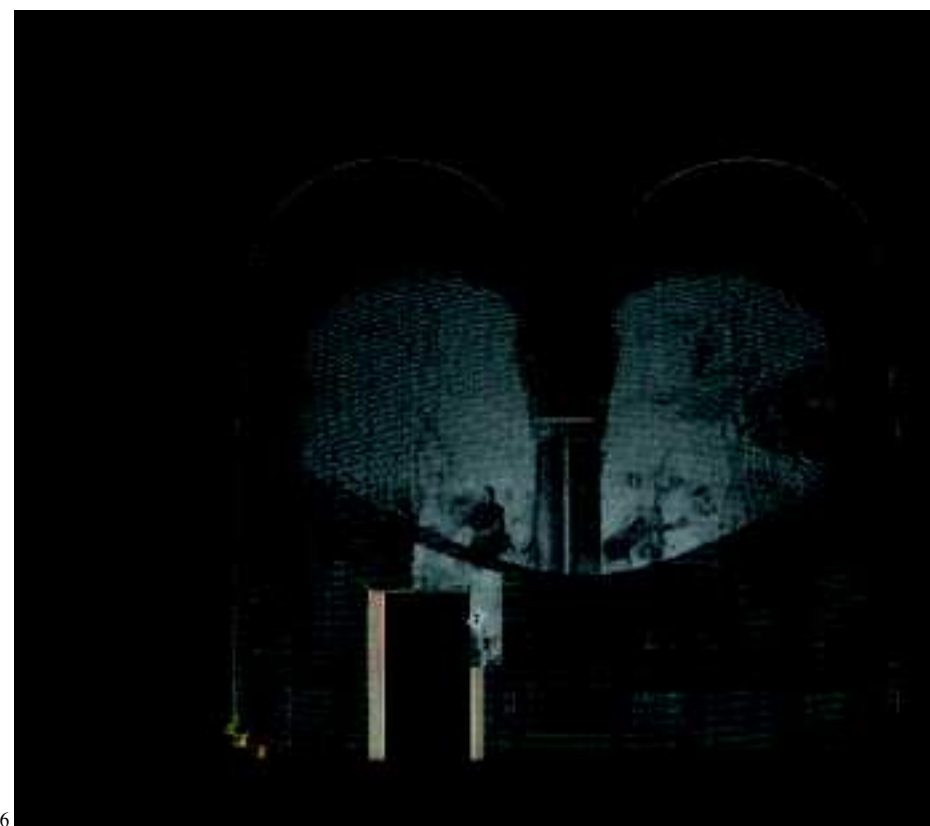
ne della nuvola di punti, con cui la si arricchisce di nuovi contenuti che vanno oltre al mero significato di semplice archivio di coordinate ma conferiscono maggiore significato alla terminologia utilizzata per identificarla.

3.2.3. Estrazione di elementi di rappresentazione bidimensionale

Con le operazioni fin qui descritte si realizza un prodotto costituito dalla nuvola di punti integrata, da cui si possono estrarre elementi di rappresenta-

zione tradizionali come piante sezioni e prospetti. Grazie alle potenzialità del programma ed alla completezza delle informazioni è possibile posizionare i piani di sezione con grande libertà e flessibilità, in quanto il database su cui viene archiviata la nuvola di punti, du-

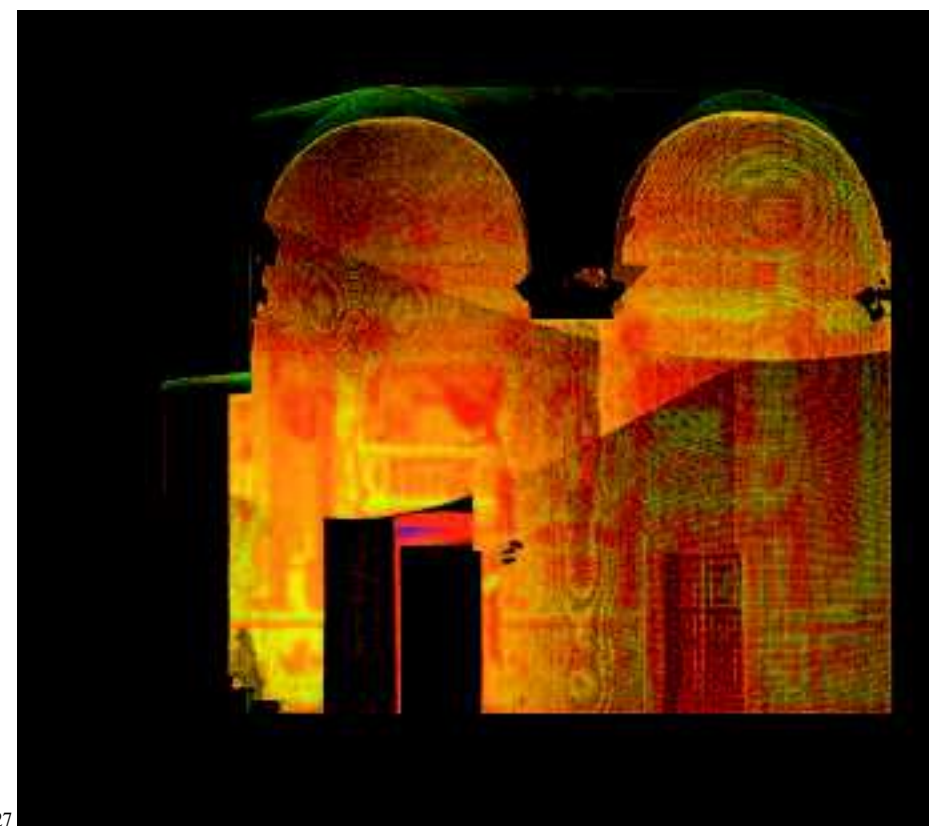
rante le operazioni di posizionamento dei piani di sezione, non perde alcuna informazione e, come tutti gli archivi informatizzati, è facilmente replicabile. Sarà pertanto possibile generare nuovi piani di sezioni tutte le volte che se ne presenti la necessità.



26

26. Sezione trasversale Sala di Giovanni da San Giovanni, parete nord-est

27. Sezione trasversale Sala dell'Udienza Pubblica, parete nord-est



27

3.2.3.1. Sezioni orizzontali e verticali

La possibilità di estrarre sezioni orizzontali e verticali dalla nuvola di punti è resa possibile dalle funzioni del software di gestione del

laser scanner Cyclone¹⁰, con cui si stabiliscono i piani di taglio e si realizzano le viste sulle sezioni prescelte. Queste sono poi esportate in ambiente C.A.D. che, grazie all'applicativo CloudWorx¹¹, permette di visualizzare ed elaborare

i dati. Importate in AutoCAD, le viste delle sezioni sono elaborate utilizzando gli strumenti tipici della restituzione bidimensionale del programma, ed è infatti in questa fase che la soggettività delle scelte dell'operatore torna ad essere

significativa (come nell'interpretazione dei punti da utilizzare per tracciare la linea di una sezione o i contorni di un prospetto). Dopo le operazioni legate alla definizione della densità dell'informazione si torna quindi a discretizzare.

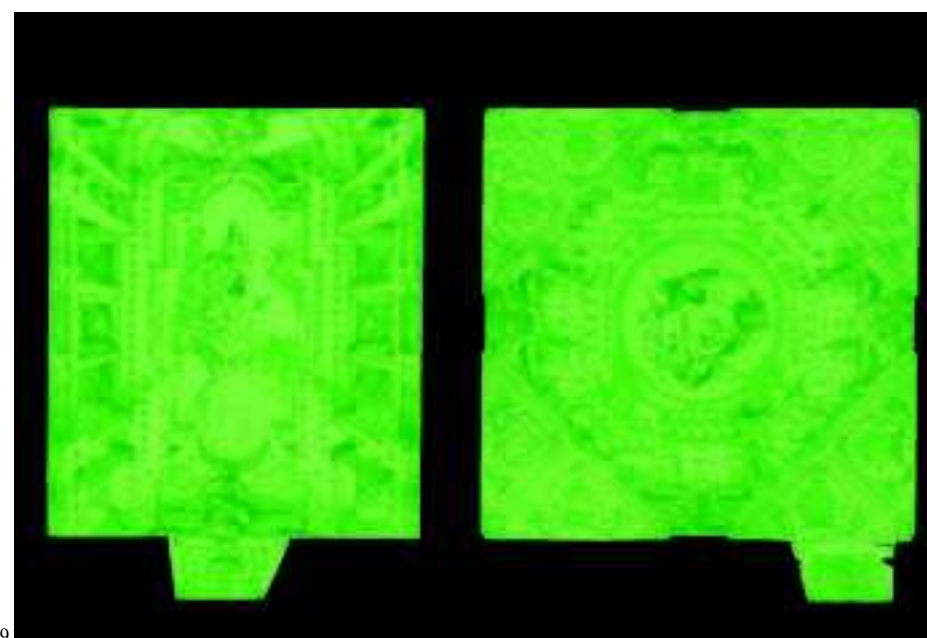
Gli elaborati grafici bidimensionali ottenuti per il rilievo dei Quartieri Estivi sono stati eseguiti dalla nuvola di punti integrata e dai modelli tridimensionali delle parti non rilevate dal laser scanner.

3.2.3.2. Utilizzazione dei dati di colore e di riflettanza per costituire piani di proiezione ortogonale delle pareti e delle volte affrescate

È cosa nota la difficoltà che esiste nell'effettuare, con strumenti fotogrammetrici. La proiezione piana di una superficie curva; l'operazione si complica quando si ha a che fare con volte complesse come quelle che caratterizzano i Quartieri Estivi di Palazzo Pitti; se poi, come nel nostro caso, le superfici sono affrescate con quadrature e anamorfosi, le difficoltà aumentano ulteriormente. Con il rilievo realizzato grazie alla strumentazione laser siamo riusciti a risolvere questo problema otte-



28. Sezione trasversale con asse al centro della Sala dell'Udienza Privata, parete sud-ovest con vista in proiezione parallela della parete e della semivolta



29

29. Vista in proiezione parallela dei soffitti a volta delle Sale dell'Udienza Privata e dell'Udienza Pubblica con evidenziati i valori di riflettanza in scala di verdi

30. Vista in proiezione parallela del soffitto a volta della Sala dell'Udienza Pubblica con evidenziati i valori di riflettanza in scala di grigi

nendo risultati senz'altro soddisfacenti. Sia i valori di riflettanza sia la texturizzazione dei singoli punti della nuvola ci permettono di eseguire proiezioni delle volte su di un piano prescelto e geometricamente ineccepibile, facilitandone così la lettura. La densità del dato di scansione, specie quando le maglie di ripresa sono di poco inferiori al centimetro, ci

permette di visualizzare immagini che tendono al continuo tanto da farcele percepire come immagini continue.

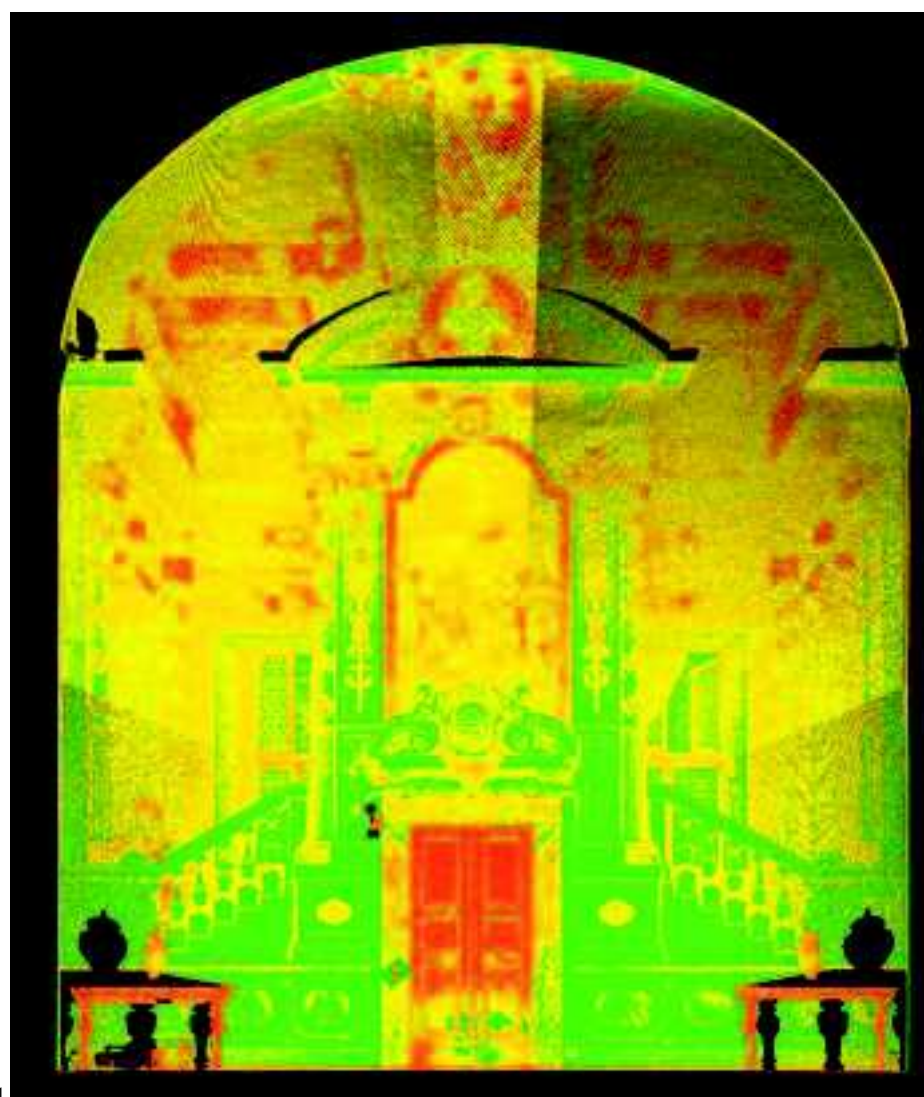
La porzione di nuvola di punti che esprime la volta, quando viene proiettata, non procede, come istintivamente saremmo propensi a credere, riproducendo sul piano la superficie affrescata della volta stessa, ma viene più semplicemente



30

effettuata la proiezione di ogni punto della nuvola di punti appartenente alla volta sul piano prescelto. Di ogni punto, come già detto, si cono-

scono sia il valore di riflettanza, sia il colore assegnato dalla texture. La moltitudine e la densità di punti che compongono la volta¹² concorrono



31. Sezione trasversale con vista in proiezione parallela della parete sud-est della Sala dell'Udienza Privata con evidenziati i valori di riflettanza

31

appunto a dare il senso del continuo. Quando lo si ritenga opportuno sarà possibile andare a spalmare con appositi programmi una fotografia ad alta definizione sulla proiezione della volta utilizzando la collimazione dei punti omologhi, ai quali si impone la corrispondenza geometrica tra i punti della proiezione e i punti della fotografia ad alta definizione.

4. Realizzazione dei fotopiani

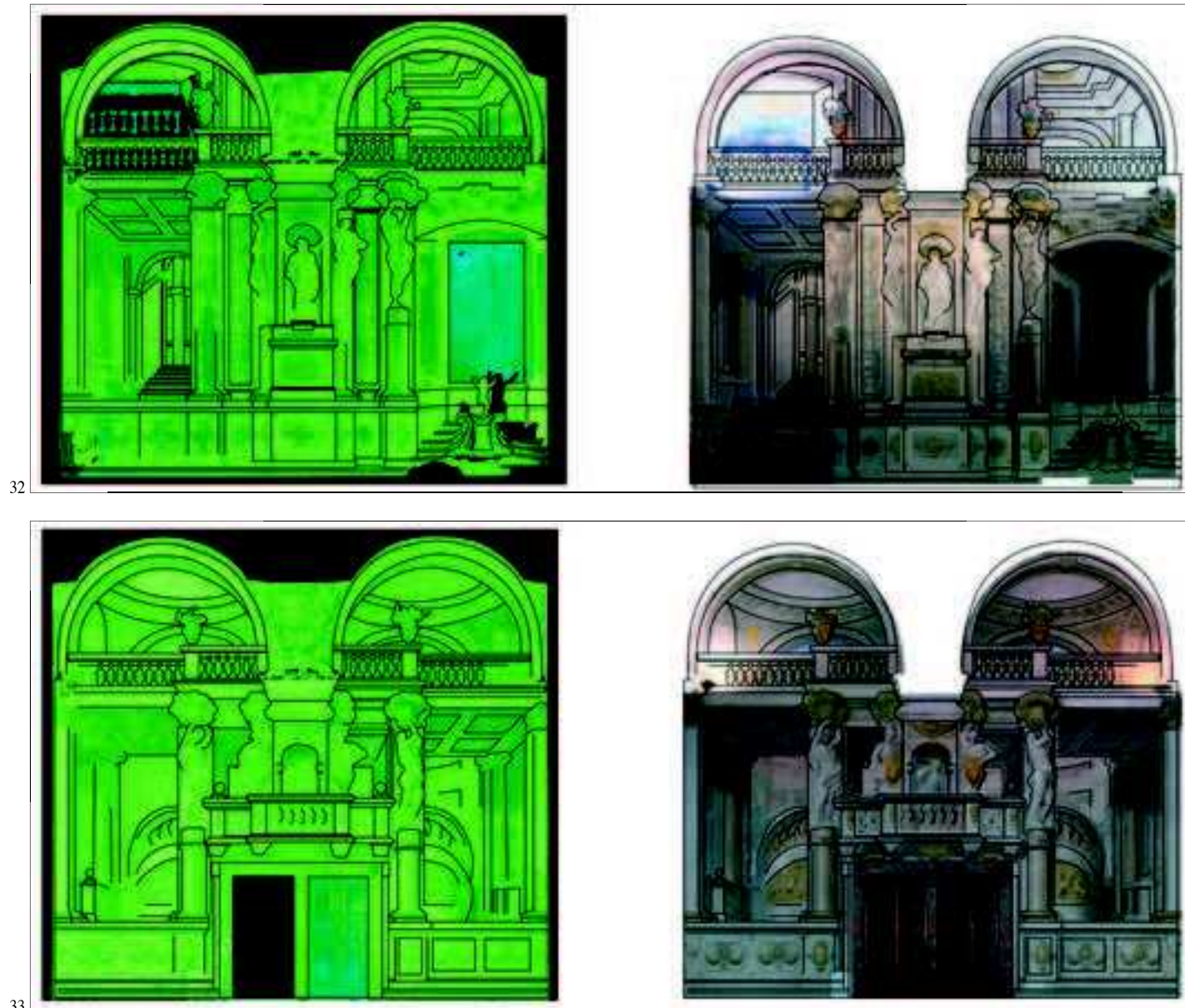
I numerosi fotopiani delle superfici riccamente affrescate dalle splendide quadrature che caratterizzano i Quartieri Estivi sono stati realizzati utilizzando e confrontando tra loro sia tecniche legate alla fotogrammetria, sia immagini fotografiche prima raddrizzate e poi spalmate sulle proiezioni delle superfici estratte dalla nuvola di punti. Non potendo utilizzare programmi di ultima generazione per spalmare le immagini sulle superfici, ci siamo affidati a tecniche di tipo "artigianale"; ovvero eseguendo delle restituzioni grafiche

a filo di ferro dei contorni salienti delle immagini delle proiezioni delle superfici. Queste restituzioni sono state sovrapposte alle fotografie a più alta definizione che, a loro volta, sono state stirate fino a far combaciare le immagini con le linee della restituzione a fili di ferro a loro riferite. È stato questo un lavoro lungo ed impegnativo, che ha comunque prodotto risultati soddisfacenti.

Inoltre, sono state effettuate alcune verifiche tra il raddrizzamento tradizionale di ortofoto¹³ di alcune pareti piane e la proiezione delle stesse pareti ricavata dalla nuvola di punti. I risultati, a volte sorprendenti, evidenziano differenze anche sensibili.

5. Il rilievo diretto

Il rilievo diretto è stato utilizzato sia per misurare, restituire e modellare i locali e le zone non rilevati con il laser scanner, sia per definire tutti i particolari per i quali occorreva una precisione superiore a



32-33. Sala dell'Udienza Pubblica: nelle immagini a sinistra, estratte dalla nuvola di punti con i valori di riflettanza in scala di verdi, sulla vista in proiezione parallela delle pareti sud-est e nord-ovest sono state evidenziate, con disegno a "filo di ferro", le linee essenziali della decorazione. Tali linee sono state sovrapposte ai fotopiani delle medesime pareti, realizzati con fotocamere digitali e con ottiche non perfettamente calibrate; si notano, infatti, slittamenti sul posizionamento delle linee della quadratura

quella ottenibile dalle scansioni, sia per essere utilizzato per il confronto con il rilievo digitale.

Il rilievo, eseguito in tempi brevi necessariamente dettati dalle esigenze relative all'organizzazione del Museo degli Argenti, è stato realizzato sulla base di una scheda progettuale della procedura, secondo cui gli eidotipi e gli altri dati sono stati schedati per essere raccolti in una banca dati cartacea che contenesse i dati "grezzi" di rilievo.

Grazie alla schedatura degli elaborati si è potuto passare ad una rapida restituzione del rilievo diretto, sia per poterlo confrontare con i dati provenienti dalle scansioni laser, sia per elaborare le modellazioni tridimensionali da aggiungere alla nuvola di punti.

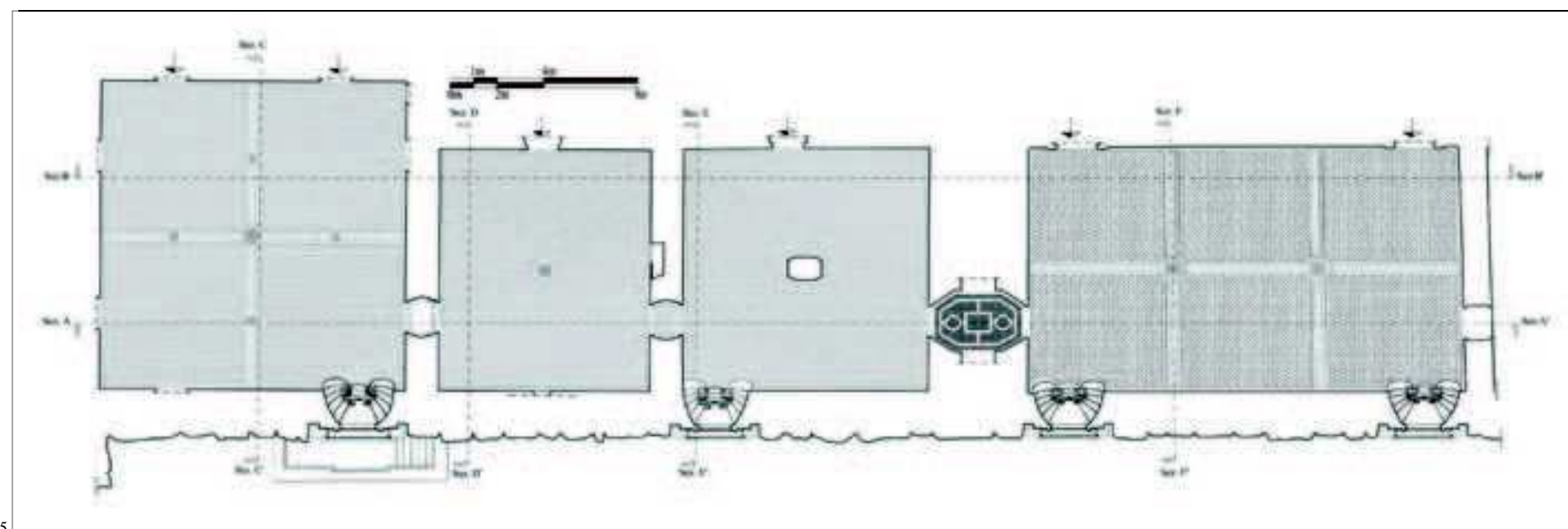
5.1. Restituzione grafica bidimensionale del rilievo diretto

La restituzione bidimensionale del rilievo diretto è stata esegui-



34. Planimetria generale della Piazza e dei Quartieri Estivi con inserita la sezione della nuvola di punti vista in proiezione parallela

34



ta utilizzando il formato .dwg di AutoCAD, utilizzando un file di default che contenesse già l'impostazione dei layer associati ai file di stampa .ctb, gli stili di quota, gli stili di testo e naturalmente le unità di disegno dove un'unità corrisponde ad un centimetro. Sono stati restituiti tutti i locali dei Quartieri Estivi, sia in pianta, che nelle numerose sezioni poste,

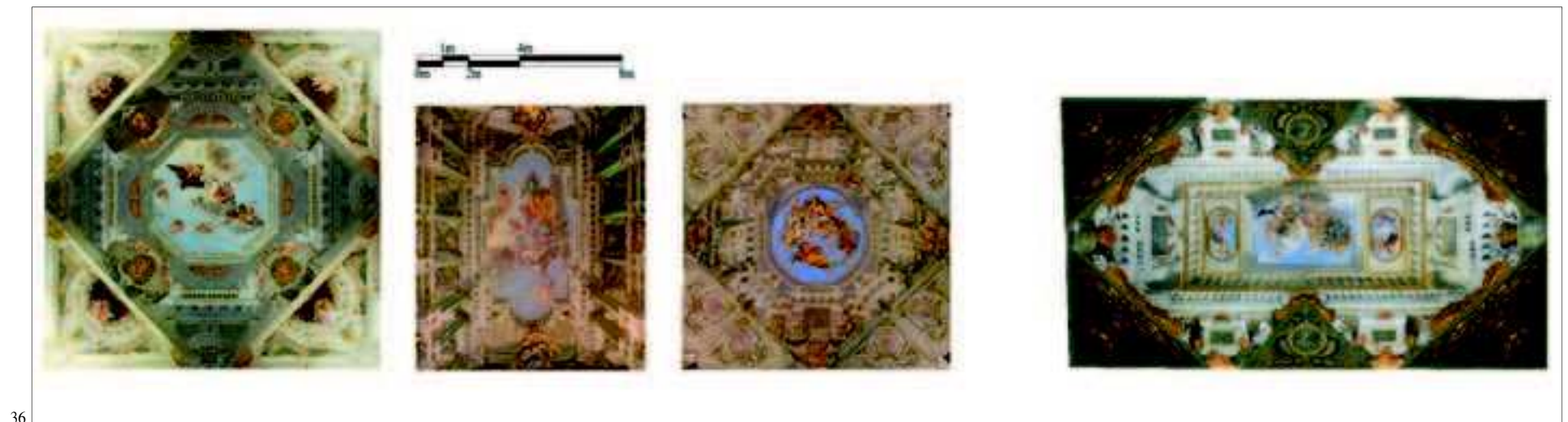
sia ortogonalmente alle sale, che sulle diagonali. Per ogni parete di ciascuna sala è stata eseguita una sezione prospetto sulla quale è stato poi inserito il fotoraddrizzamento delle quadrature e realizzato il disegno a filo di ferro delle decorazioni. Nelle sezioni orizzontali sono naturalmente comprese sia le piante dei locali che i soffitti, sui quali sono stati

applicati i fotoraddrizzamenti delle volte, per la cui realizzazione si sono utilizzati gli "snapshot"¹⁴ generati dalla nuvola di punti.

Gli elaborati realizzati dalla restituzione del rilievo diretto sono stati incrociati e verificati sugli elaborati generati dal rilievo con laser scanner; ne sono così venute fuori alcune differenze che ci inducono a fare delle considerazioni.

Nella ripresa laser scanner naturalmente appoggiata al rilievo topografico, sono assolutamente affidabili le geometrie dei locali e la perfetta relazione tra di loro; dipende invece dalla definizione della maglia di acquisizione la possibilità di individuare con precisione piccoli particolari legati alla decorazione architettonica. Certo vi sono grandi vantaggi per il rilievo

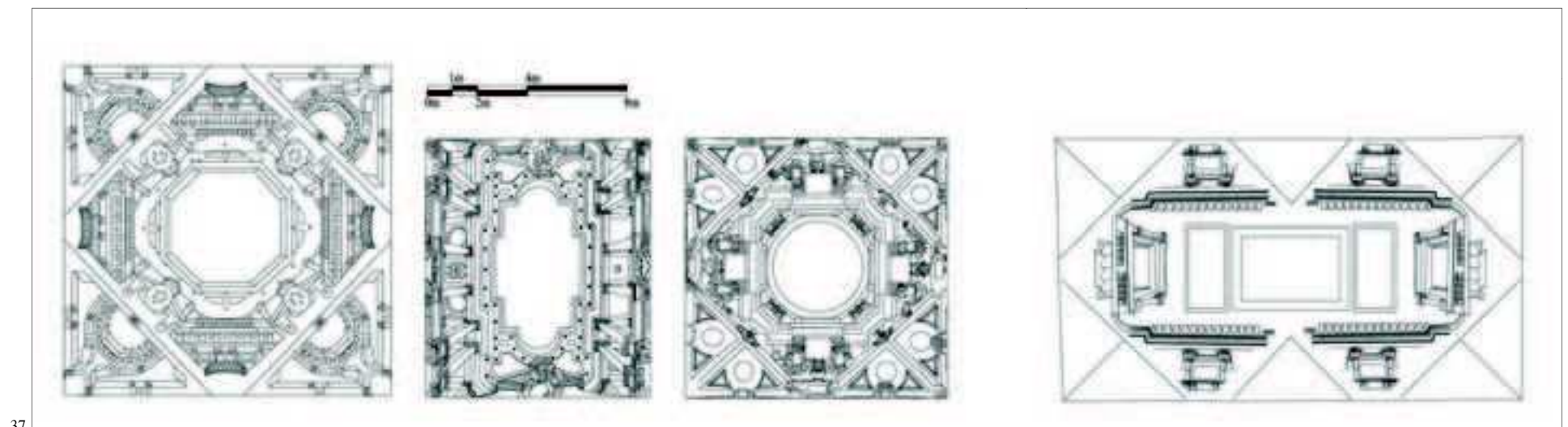
35. Pianta dei Quartieri Estivi con indicati i pavimenti



36

36. Fotoraddrizzamento eseguito con l'ausilio delle proiezioni parallele della nuvola di punti sul piano orizzontale dei soffitti voltati delle quattro Sale dei Quartieri Estivi

37. Restituzione a "filo di ferro" del fotoraddrizzamento eseguito con l'ausilio delle proiezioni parallele della nuvola di punti sul piano orizzontale dei soffitti voltati delle quattro Sale dei Quartieri Estivi



37

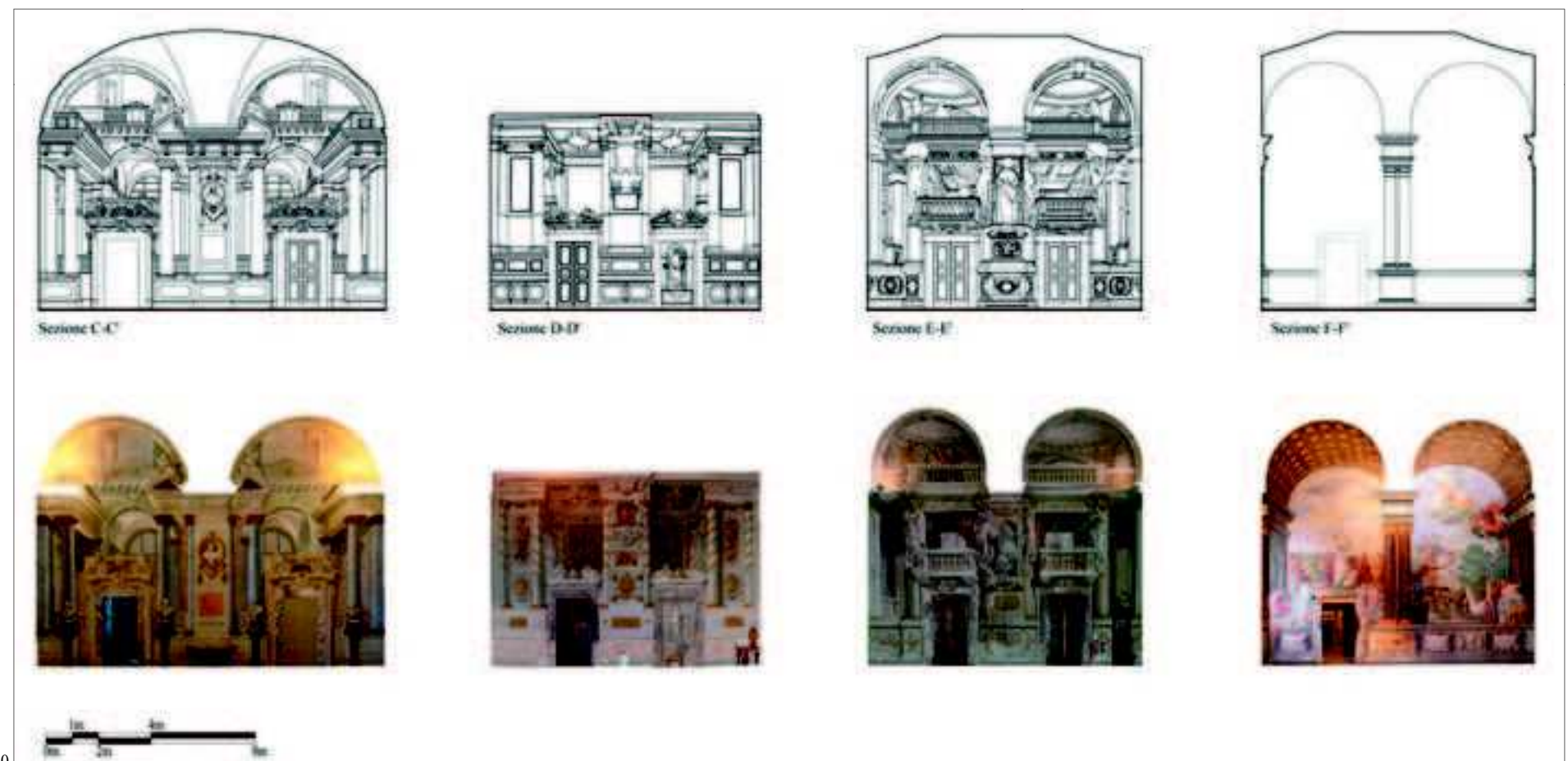


38. Sezione longitudinale B-B¹;
 profili delle sezioni con inseriti le viste della
 nuvola di punti in proiezione parallela delle
 pareti;
 la restituzione a “filo di ferro” delle decorazioni
 presenti sulle pareti;
 la vista dei fotopiani



39. Sezione longitudinale A-A';
 profili delle sezioni con inseriti le viste della
 nuvola di punti in proiezione parallela delle
 pareti;
 la restituzione a "filo di ferro" delle decorazioni
 presenti sulle pareti;
 la vista dei fotopiani

39



40

40. Sezioni trasversali C-C', D-D', E-E', F-F'; la restituzione a "filo di ferro" delle decorazioni presenti sulle pareti; la vista dei fotopiani

di tutto quello che si trova in posizioni poco raggiungibili senza ricorrere all'uso di scale, trabattelli e ponteggi.

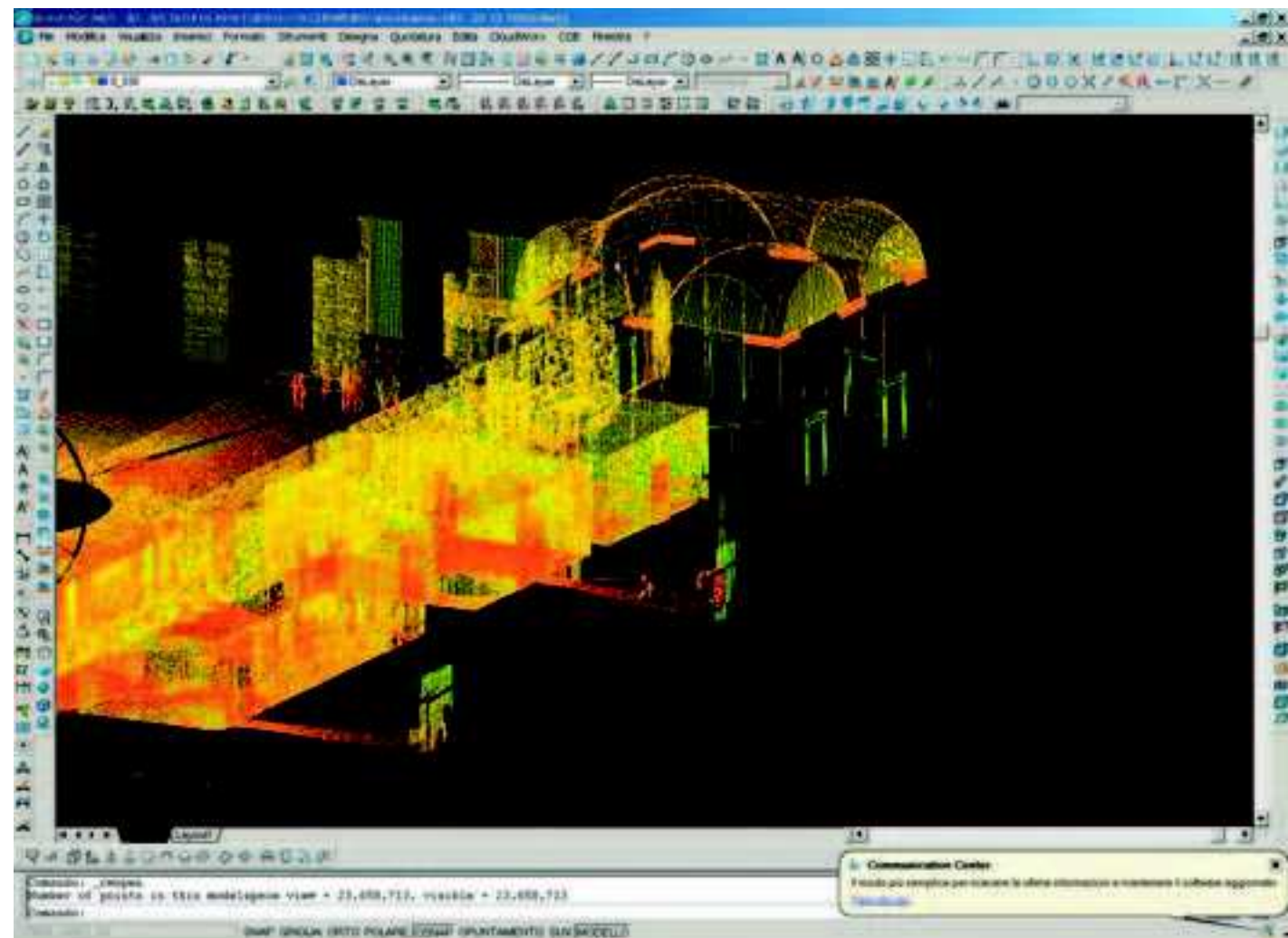
Il rilievo diretto presenta minor precisione nella definizione delle grandi geometrie legate alla forma ed alla posizione dei locali analiz-

zati, ma è ancora un validissimo strumento per il rilievo di particolari architettonici e dimostra la sua grande flessibilità nel rilievo

di tutti gli ambienti di piccole dimensioni o che creano grandi coni d'ombra.

5.2. Realizzazione di modelli 3D per integrare nella nuvola di punti

La modellazione grafica 3D è uno strumento efficace per elaborare forme tridimensionali anche molto complesse, superfici lisce e curve, solidi, architetture di vario genere e forme organiche. L'impiego di modelli tridimensionali è largamente utilizzato per capire le volumetrie ed i rapporti geometrici in sostituzione dei tradizionali plastici di studio, ed è utile per far capire facilmente l'ambiente attraverso viste tridimensionali fotorealistiche o con videoanimazioni e modelli navigabili attraverso la realtà virtuale. In virtù di queste considerazioni è stato lecito pensare che la costruzione di modelli tridimensionali realizzati attraverso programmi CAD di tipo vettoriale potesse essere utilizzata anche per integrare la nuvola di punti tridimensionale ottenuta da un rilievo di tipo laser scanner. Questa possibilità si è prospettata nel caso del nostro lavoro, sia per completare la

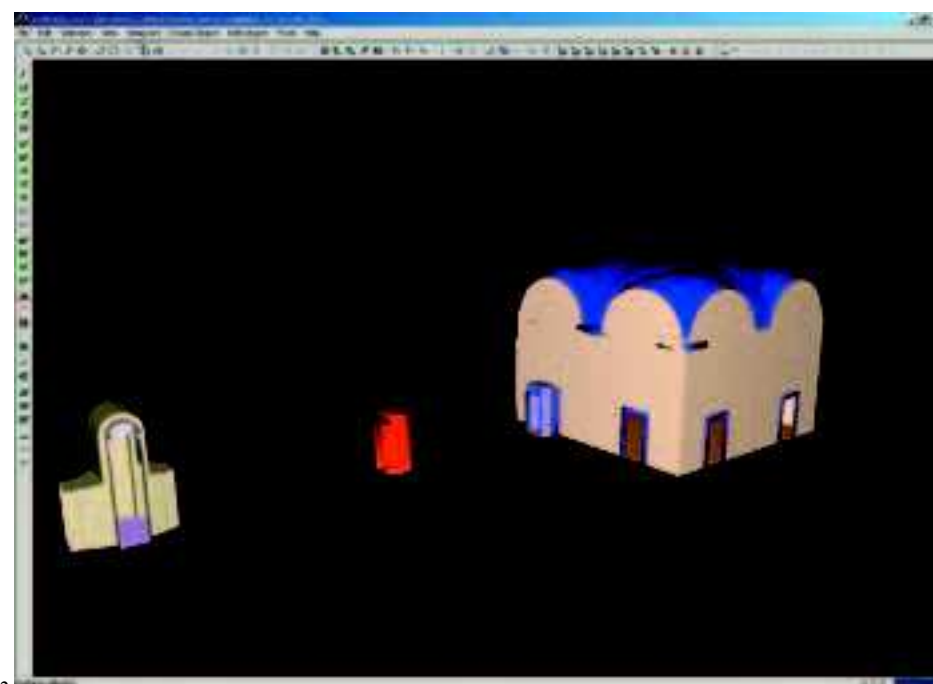


41. Il modello 3D realizzato su 3D Studio Max importato in Auto Cad con Cloudworx viene posizionato correttamente rispetto alla nuvola di punti

nuvola di punti con modelli dei locali ai quali non era stato possibile accedere con il laser scanner, sia per integrarla con il rilievo delle zone occluse¹⁵. L'inserimento nella

nuvola di punti di un modello 3d, realizzato sulla base di un rilievo eseguito e soprattutto restituito con altra metodologia rispetto alle scansioni laser, poteva andare in-

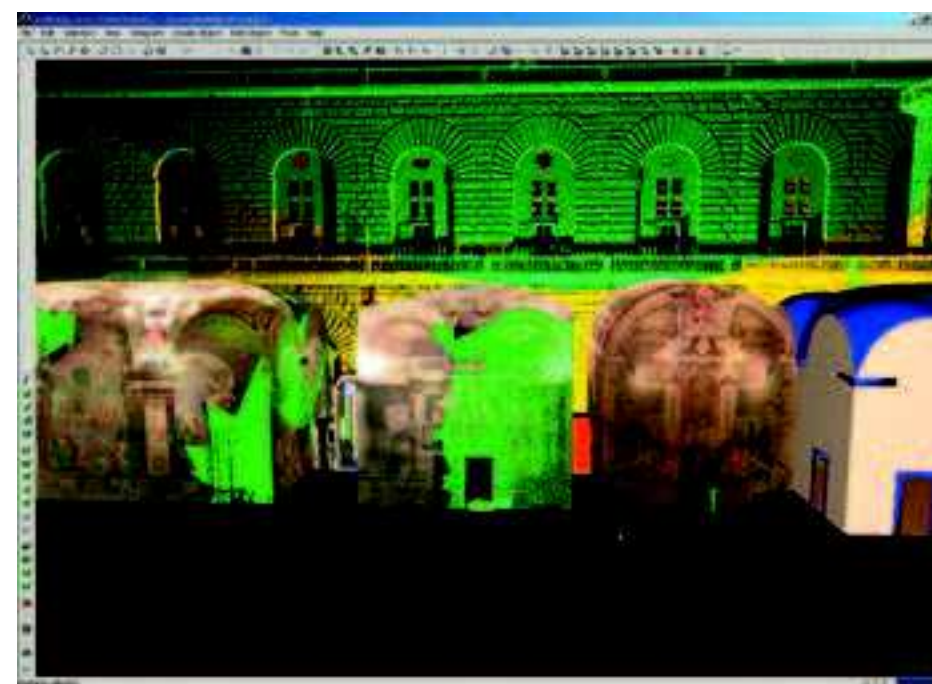
contro ad alcune difficoltà (in primo luogo il diverso formato dei file di origine). Nel caso di Cyclone le importazioni di elementi tridimensionali erano e sono possibili, ma



42

42. Il file generato da Cyclone per l'importazione del modello in 3D

43. Il modello in 3D correttamente importato in Cyclone ben associato alla nuvola di punti e ben leggibile



43

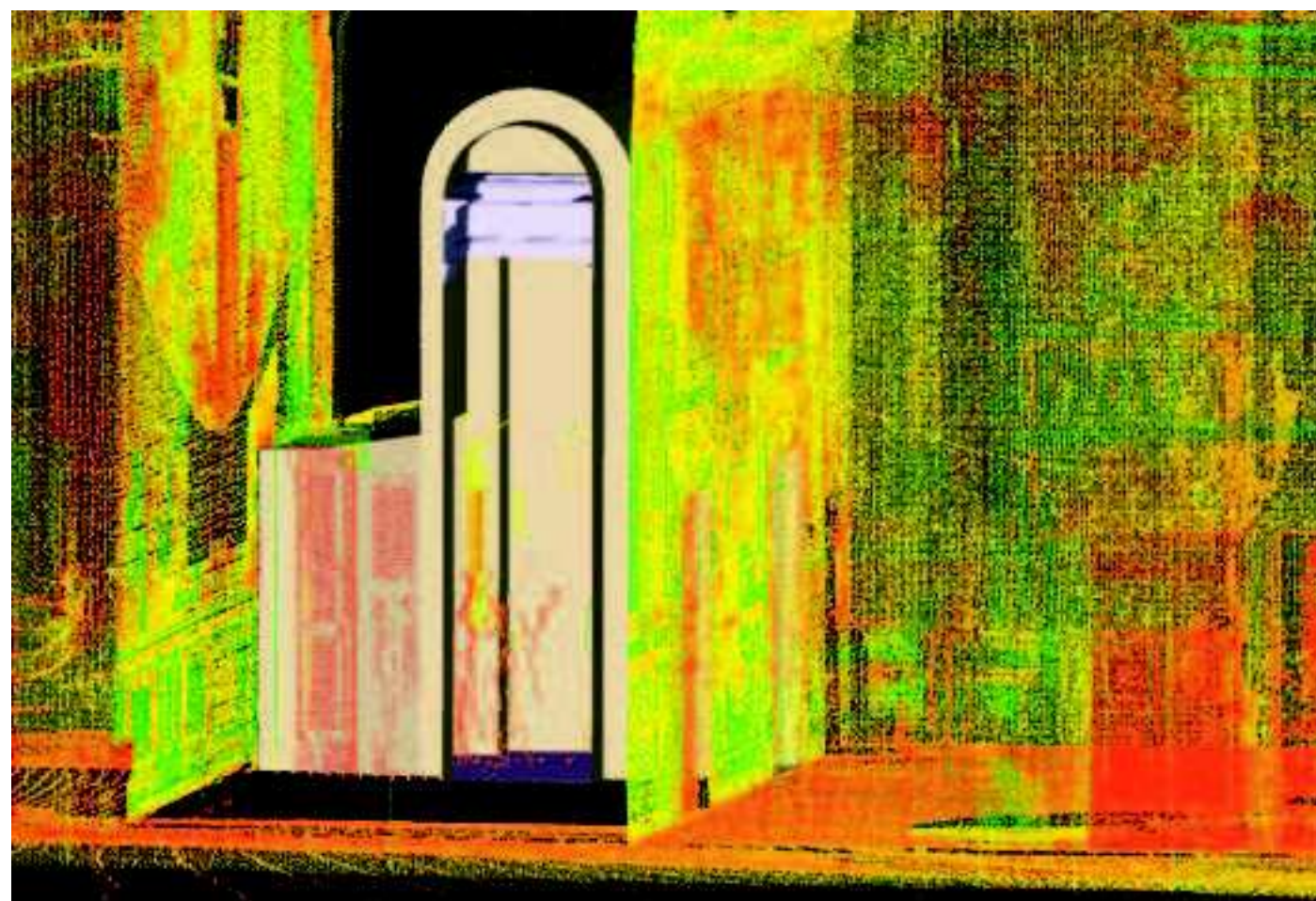
alla precisa condizione che la modellazione sia eseguita utilizzando esclusivamente superfici poligonali piane di massimo 4 lati. Non è possibile infatti importare nurbs¹⁶, cioè superfici curve, e neppure solidi di estrusione¹⁷, o superfici rigate¹⁸ con notevole limitazione dei processi grafici. La complessità morfologica degli elementi che

dovevano andare ad integrare la nuvola di punti, poneva pertanto seri motivi di preoccupazione per la modellazione entro questi parametri, soprattutto in considerazione dei lunghi tempi di lavorazione che la scomposizione delle grandi superfici curve in piccole superfici piane supponeva. Inoltre è necessario considerare il livello di defini-

zione e di accuratezza del modello, poiché ricondurre una cornice, un fregio, o un qualsiasi altro elemento architettonico complesso, ad una serie di facce poligonali di quattro lati pone indubbiamente un problema relativo al livello di definizione e di approssimazione del disegno che è legato al numero di facce a cui si riconduce la curva.

In considerazione delle condizioni esposte sorgeva il dubbio se integrare o meno la nuvola di punti, poiché il percorso previsto veniva ritenuto poco praticabile; era pertanto necessario trovare un modo per semplificare la modellazione oppure cambiare strategia di integrazione dei rilievi. Dal confronto con altri gruppi di studio che si occupano

dell'argomento è scaturita la soluzione al problema. La modellazione dei locali da integrare è stata condotta all'interno del programma 3ds max release 5.1, importando modelli essenziali elaborati in autocad, su cui è stato possibile modellare le superfici più complesse con tutti gli strumenti di cui dispone il programma, semplificando pertanto la modellazione. Il modello così ottenuto è stato poi esportato in AutoCAD, facendo attenzione ad attribuire "proprietà oggetto" diversificate per ogni elemento decorativo ed architettonico, al fine di gestire correttamente i layer ed i relativi oggetti in autocad. Questo processo ci ha permesso di ottimizzare le caratteristiche di ognuno dei programmi utilizzati. Una volta realizzato secondo le qualità richieste per l'importazione in Cyclone, il modello è stato correttamente posizionato nella nuvola di punti gestita in autocad dall'applicativo Cloudworx, e quindi esportato in formato .coe, ovvero il formato con cui è possibile importare oggetti nella nuvola di punti.



44. Particolare del modello 3D importato in Cyclone

Note

¹ "Obiettivo prioritario del rilevamento è quello di fornire un supporto sicuro e flessibile alle esigenze dello studio del monumento e del suo restauro. In

quanto base del progetto di restauro, il rilievo architettonico diviene supporto delle altre attività di studio connesse al restauro, dalle simulazioni dei comportamenti statico-dinamici, che fisico chimici che nella gestione della ban-

ca dati." "Altro obiettivo del rilievo è quello di rispettare la successione dell'intero processo di studio e di restauro fornendo, non un prodotto chiuso e finito, bensì un contributo aperto tanto alle esigenze di cantiere, quanto alle

nuove conoscenze che si avranno durante l'intervento di restauro fino alle consultazioni interdisciplinari." (DOC-CI, MIGLIARI 2003, pp. 34-42.)

² .dwg è l'estensione del formato dei file di autocad

³ .coe è l'estensione del formato di esportazione in Cyclone dei file di autocad

⁴ "Mesh", letteralmente "rete", nel linguaggio della grafica digitale il termine indica la famiglia di forme basate sulla geometria poligonale. Ovvero superfici definite da entità lineari e da punti tra cui vengono sottese delle facce triangolari." (VERDIANI 2003, p. 178).

⁵ "Con il termine registrazione si intende la rototraslazione di tutte le scansioni in un unico sistema di riferimento", (RINAUDO 2003, p. 143).

⁶ VERDIANI 2005, p. 43

⁷ Nel caso specifico a causa di un mal funzionamento nella rotazione dello strumento durante la fase di acquisizione fotografica, si sono verificati dei vuoti nella texturizzazione della nuvola di punti che il software nella vista a colori a rappresentato con il colore verde.

⁸ Il procedimento per l'inserimento di modelli all'interno della nuvola di punti è stato individuato e testato dal laboratorio D.IA.P.R.E.M. della Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara, diretto da Marcello Balzani coordinato da Federico Uccelli.

⁹ MANZINO, ROGGERO 2003, pp. 39-79 in partic. p.41.

¹⁰ Ogni produttore di laser scanner terre-

stri produce anche il relativo software di gestione sia dello strumento per le operazioni di ripresa, sia per le successive elaborazioni delle nuvole di punti generate. Nel nostro caso è stato utilizzato il software Cyclone per le elaborazioni specifiche della nuvola di punti ed il software CloudWorx per le elaborazioni della nuvola di punti in ambiente C.A.D., entrambi prodotti e distribuiti da Leica Geosystem.

¹¹ ibidem

¹² Per quanto riguarda la volta della sala dell'Udienza Privata, acquisita con una maglia di ripresa di circa cm 1 x 1, per un totale di circa un milione di punti misurati.

¹³ Solitamente per ortofoto si intende un prodotto cartografico di restituzione ottenuto da ortoproiezione, come risulta dalla definizione del Glossario di Cartografia CriDaup ospitato nel sito dello IUAV <<http://marcie.iuav.it/cri_daup/glossario_cartografia.htm>>, ma nell'ambito del rilievo architettonico il vocabolo descrive anche un prodotto ottenuto mediante procedure di fotoraddrizzamento.

¹⁴ Snapshot, è il comando con cui da Cyclone, si riescono a trarre immagini raster.

¹⁵ Le zone non acquisite vengono tecnicamente dette "parti di occlusione", con riferimento particolare a quelle rimaste escluse a causa di un corpo che occlude parte della scena di ripresa.

¹⁶ Nurbs è un acronimo per Non-Uniform Rational B-Splines (Bezier razionali non uniformi). Questo è uno tra i tanti metodi per la rappresentazione matematica di curve tridimensionali. (MANZINO, ROGGERO 2003, pp. 39-79 in partic. p.60).

¹⁷ Solidi di estrusione, meglio definite come superficie estruse, sono superficie "mesch" definite da una traiettoria e da un vettore direzione, (GRABOWSKI, 1999, pp. 767)

¹⁸ Superfici rigate, sono Mesch create fra due oggetti, che possono essere linee, punti archi cerchi e polilinee, (GRABOWSKI, 1999, pp. 766).

V. CONCLUSIONI

V. Conclusioni

Il rilievo dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti ha prodotto una considerevole mole di informazioni, seppure gli appartamenti, certo monumentali e di indiscutibile interesse storico, culturale, artistico e architettonico, si compongano di pochi locali dalle dimensioni relativamente contenute. La quantità dei dati acquisiti ha fatto riflettere con attenzione sulla necessità di disporre di adeguati protocolli di rilievo e appropriate metodologie di archiviazione, restituzio-

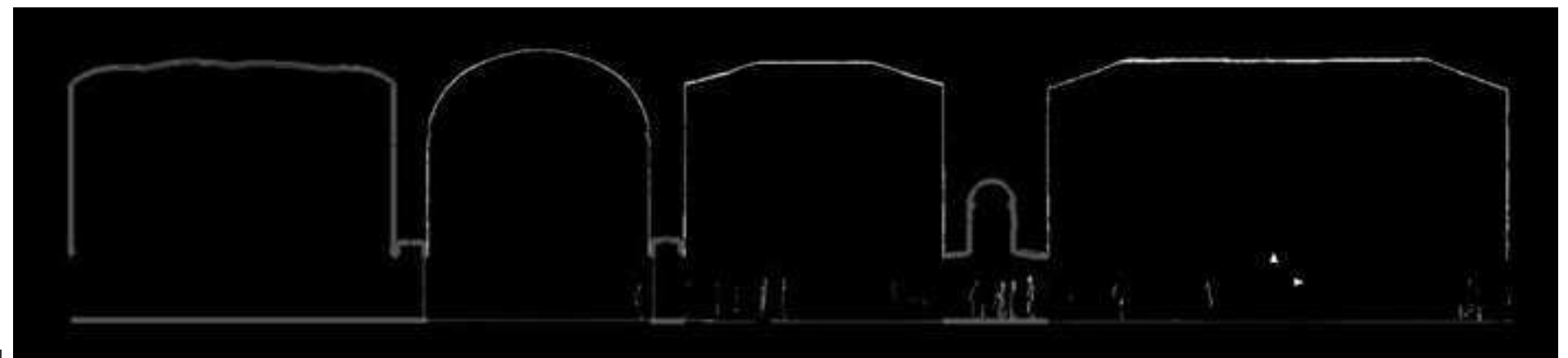
ne e lettura. Il presente lavoro ha pertanto affrontato le tematiche relative alle procedure di acquisizione, archiviazione e restituzione dei dati nei rilievi eseguiti integrando tra loro più metodologie di rilievo. Grazie al raggiungimento degli obiettivi inizialmente individuati, si ritiene di poter fornire indicazioni utili alla messa a punto di protocolli e metodologie per la costituzione di banche dati di rilievi integrati. I risultati possono essere raccolti secondo i seguenti ambiti di approfondimento delle tematiche affrontate.

1. Le differenze nell'acquisizione dei dati per discretizzazione o per maglia

Nel rilievo con laser scanner, la densità della maglia di ripresa della nuvola di punti e quindi dei dati rilevati ci permettono di evitare di discretizzare, ovvero scegliere cosa e come misurare. La scelta di una misura piuttosto che l'individuazione di una sezione sono sempre operazioni che hanno a che fare con le contingenze e le esigenze del momento in cui il rilievo viene effettuato. Il rilievo

effettuato con scansioni laser, proprio per le sue caratteristiche di acquisizione per maglie dense di punti rilevati, costituisce una banca dati che risponde non solo ad esigenze di studio e di conservazione a breve termine, ma fornisce un modello informativo che può risultare di fondamentale importanza per la vita del monumento anche a molti anni di distanza dal giorno del rilievo, o capace di rispondere a esigenze e contingenze completamente diverse, quali un crollo o una qualsiasi altra emergenza, per il

1. Sezione longitudinale: in questo elaborato sono presenti parti del rilievo misurate sia per discretizzazione (i locali inseriti nella nuvola di punti con il modello in 3D) sia per maglia, ovvero la nuvola di punti.



cui recupero possono necessitare informazioni che potremmo non aver scelto di prendere con un altro metodo di rilievo. Pertanto, la discretizzazione delle informazioni può risultare dannosa quando vada ad incidere su di un rilievo ad alta densità di dati, mentre la densità generalizzata coprirà con assai più probabilità eventuali parti mancanti.

2. Valutazioni sulle problematiche di acquisizione delle scansioni laser

Dall'esperienza maturata nel corso di questa ricerca, si sono evidenziate alcune considerazioni relative alle problematiche di acquisizione delle scansioni laser.

In primo luogo, per quanto concerne le riprese degli interni, sa-

rebbe opportuno effettuare l'acquisizione fotografica con appropriati sistemi illuminotecnici in grado di fornire un'adeguata illuminazione delle superfici affrescate. Questo accorgimento ci fornirà dati sul colore uniformi e certamente più attendibili.

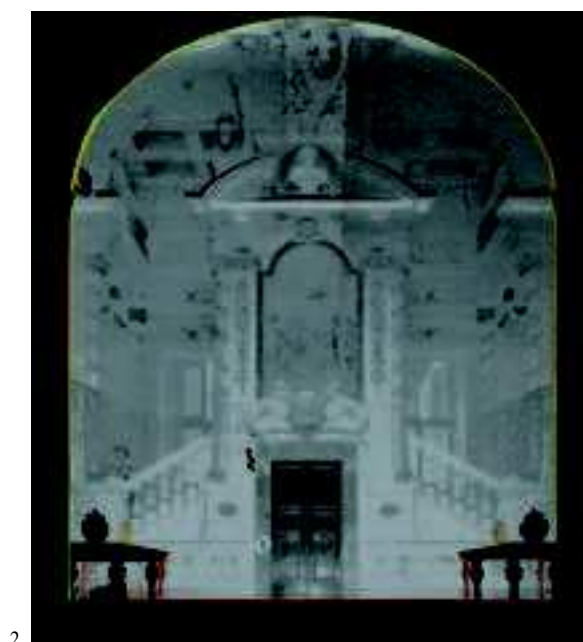
Per quanto riguarda lo stabilire la corretta densità della maglia di acquisizione facciamo alcune considera-

zioni: utilizzando una maglia di acquisizione di cm 1 x 1 è possibile ottenere un risultato senz'altro soddisfacente, sia per quanto riguarda la restituzione morfologica, sia per quanto concerne la restituzione pittorica di cui risultano ben leggibili tutti i gli elementi pittorici. Quando si è impiegata la maglia di acquisizione di cm. 2 x 2, si è osservato che questa non solo non consente un'adeguata let-

2. Nuvola di punti acquisita con maglia di cm. 1x1

3. Nuvola di punti acquisita con maglia di cm. 2x2

4. Nuvola di punti acquisita con maglia di cm. 3x3



2



3



4

tura delle decorazioni pittoriche, ma allo stesso tempo risulta troppo fitta per l'acquisizione della morfologia generale quando questa non presenti particolare complessità, mentre non sarà sufficientemente densa qualora gli elementi architettonici abbiano una certa articolazione.

La maglia di acquisizione di cm. 3 x 3 risulta chiaramente inadeguata per le scansioni di pareti decorate o comunque morfologicamente complesse ma è consigliabile quando si debbano rilevare locali essenzialmente lineari, per i quali è però necessario precisare che occorre effettuare acquisizioni di raffittimento con maglia di cm. 1 x 1 per tutti gli elementi più complessi o quando si debbano individuare con precisione gli elementi di raccordo tra le varie superfici.

3. Elementi per la valutazione, la schedatura e la classificazione della banca dati del rilievo integrato

La fase di rilievo del lavoro è stata organizzata utilizzando una

scheda appositamente progettata, e dal rispetto della successione nonché dalla tempistica delle fasi previste è dipesa la possibilità di successo nel portare a termine il rilievo. Da questa prima scheda realizzata con il preciso scopo di potersi districare nei tempi dettati dalle esigenze del Museo degli Argenti, è stato possibile valutare anche la completezza dei dati raccolti. Gli eidotipi e gli altri materiali sono stati catalogati con apposite schede di catalogazione degli elaborati di tutto il materiale afferente al rilievo. Il lavoro è stato archiviato utilizzando una scheda riassuntiva organizzata con sei colonne, una per ogni luogo rilevato, e cinque righe che rappresentano le varie metodologie di rilievo utilizzate; le cinque metodologie prese in considerazione sono a loro volta suddivise nei vari parametri di archiviazione della singola tipologia di rilievo. Questa schedatura ha la funzione di indice dell'archivio facilitando la lettura e la cognizione di ogni elemento originale del ri-

SCHEDA DI RILIEVO DIRETTO

DATA 1/1 RILIEVO PITI QUOTIDIANI ESAMI

RILEVATORI P. CAROCCI - BONILUPI PRO ARCHIVIO N°: DR. 1 PP
BRINCHI

SCHEMA PLANIMETRICO SOLO DEL TRONCO

☒ Piante e Planimetrie
 ☐ Prospetti
 ☐ Sezioni
 ☐ Particolari

EIDOTIPO	N°	
EIDOTIPO	1	misura orizzonti e diagonali
EIDOTIPO	2	sezione perpendicolare
EIDOTIPO	3	sezione perpendicolare
EIDOTIPO	4	misura particolari parte SE
EIDOTIPO	5	misura particolari parte SO
EIDOTIPO	6	misura particolari parte NE
EIDOTIPO	7	misura particolari parte NO
EIDOTIPO	8	misura sezione perpendicolare

NOTE:

6

SCHEDA RIASSUNTIVA DELLA BANCA DATI (P. 1/2)											
DATA	PROGETTO	AREA	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE	PRODOTTORE
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22.10.2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

SCHEDA DI RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

DATA: 22.10.2005 RILIEVO: QUARTIERI ESTIVI PITTI
RILEVATORI: G. PANCANI, S. MOCCHINI ARCHIVIO N°: FM.18
SALA: GIOVANNI DA SAN GIOVANNI
PARETE: SUD-EST
FOTOCAMERA UTILIZZATA: SONY DSC S85
OBBIETTIVO: ZOOM CORR. 35-102
FOTO ESEGUITE CON LUCE: NATURALE ☒ FLASCH ☐ ARTIFICIALE ☒

SCHEMA DELLE IMMAGINI RIPRESE E DELLE MIRE UTILIZZATE

ARCHIVIAZIONE DATI:

FOTO DIGITALI		FOTO ANALOGICHE	
FILE	0	NAGATIVO	
CARTELLA	22 FEB 05	SCATTI	

7

SCHEDA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

DATA: 16.10.2005 RILIEVO: PITTI QUARTIERI ESTIVI
RILEVATORE: G. PANCANI ARCHIVIO N°: FG.2
SCHEMA DEI PUNTI DI RIPRESA: SALA DEL TRONCO FOTO A. BERTINI

ARCHIVIAZIONE E CARATTERISTICHE DELLE FOTO:

FOTO DIGITALI ☒ FOTO ANALOGICHE ☐
FOTO ESEGUITE CON LUCE: NATURALE ☒ FLASCH ☐ ARTIFICIALE ☐
FOTOCAMERA: SONY DSC S85 OBBIETTIVO: ZOOM CORR. 35-102

N° FOTO	17	DA: 5498	NEGATIVO		SCATTI	
TIPO DI FILE		A: 5845				
		DSC Sony				
CARTELLA PC	16 FEB 2005		BUSTA ARCHIVIO			

FOTO DIGITALI ☐ FOTO ANALOGICHE ☐
FOTO ESEGUITE CON LUCE: NATURALE ☐ FLASCH ☐ ARTIFICIALE ☐
FOTOCAMERA: OBBIETTIVO:

N° FOTO		DA:	NEGATIVO		SCATTI	
TIPO DI FILE		A:				
CARTELLA PC			BUSTA ARCHIVIO			

8

6. La scheda riassuntiva della banca dati

7. La scheda per l'archiviazione dei dati fotogrammetrici

8. La scheda per la documentazione fotografica

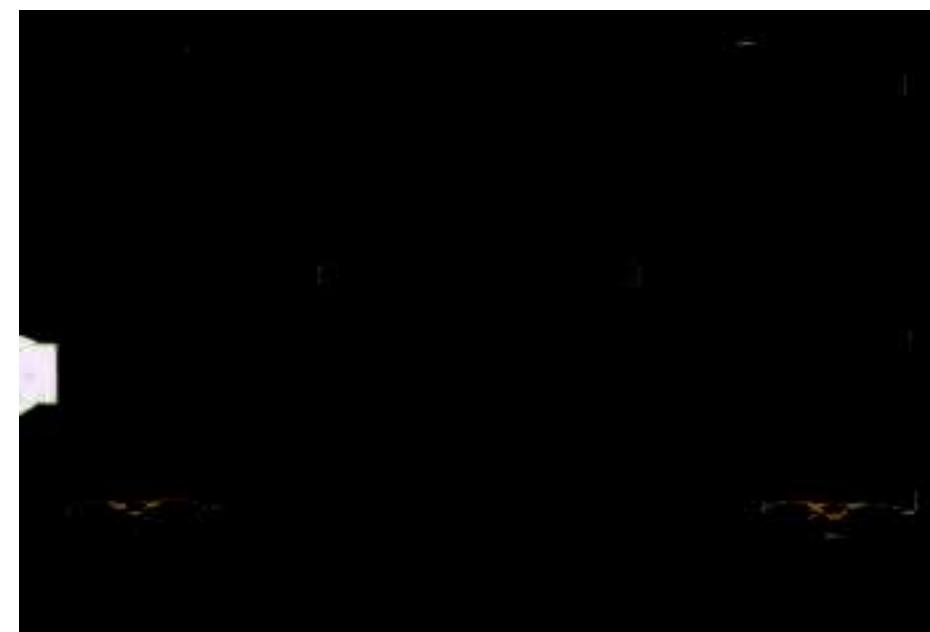
92



9

9. La nuvola di punti integrata in una vista con navigazione degli interni dell'edificio

10. La sezione orizzontale della Sala di Giovanni da San Giovanni



10

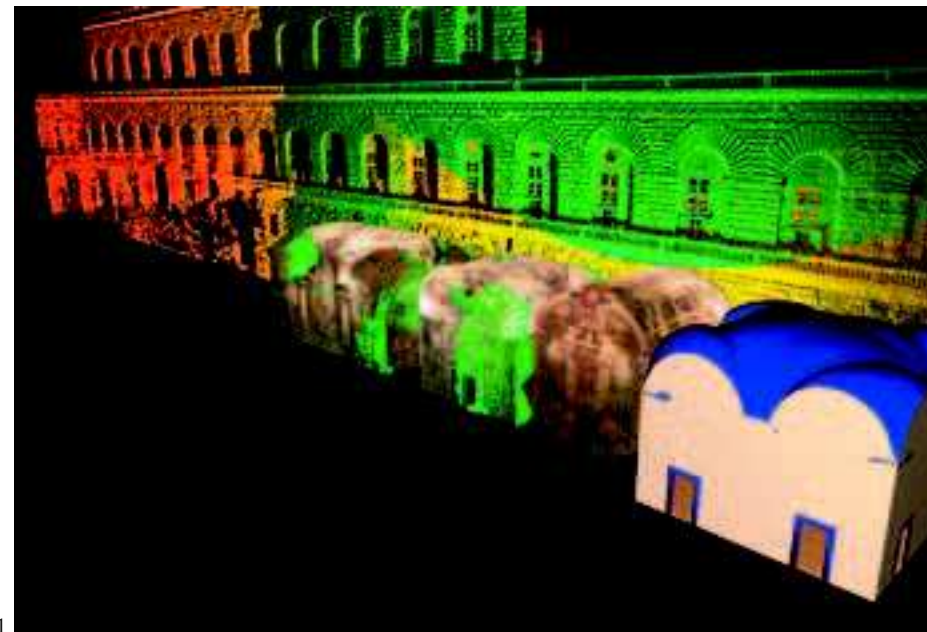
lievo e consente sia di gestire adeguatamente la prima restituzione integrata che le eventuali successive restituzioni. Per poter facilitare la lettura e la comprensione delle scansioni laser si è aggiornata la scheda di ripresa già esistente, alla quale sono stati aggiunti due campi per il disegno degli schemi planimetrici e tridimensionali della scansione.

4. La nuvola di punti integrata, un semilavorato sufficientemente flessibile per successivi processi di restituzione

Dal lavoro di ricerca effettuato con questo studio, con cui si sono classificate e valutate le nuvole di punti e le loro potenzialità di integrazione e sviluppo, si sono potuti individuare due ambiti di sviluppo: il primo è le-

gato a considerare la nuvola di punti registrata sul rilievo topografico come un semilavorato che compone la banca dati del rilievo assieme a tutti gli altri dati acquisiti. Nel secondo, la nuvola di punti rappresenta il contenitore di tutte le grandezze del rilievo; in essa vengono importati tutti i dati metrici acquisiti e, pertanto, la si può considerare la banca dati del rilievo.

Nel primo caso viene stabilita la centralità della banca dati, di cui la nuvola di punti rappresenta indubbiamente un elemento di primaria importanza, dal momento che contiene tutte le coordinate metriche principali, compreso il rilievo topografico. Sono tuttavia necessari ulteriori passaggi per approdare ad un prodotto che possa soddisfare le esigenze di una corretta restitui-



11



12

zione del rilievo. Come tutti i semilavorati questa soluzione però presenta indubbi vantaggi, quali ad esempio la disponibilità dei dati di rilievo originali, la flessibilità e l'aggiornabilità, nonché la possibilità di sviluppo in più soluzioni restitutive, anche non previste al momento della sua costituzione.

Nel secondo caso si ha la possibilità di valutare direttamente l'entità del

rilievo, poiché la nuvola di punti integrata, in virtù della densità dei punti misurati, ci appare come un modello tridimensionale dell'oggetto rilevato, contenente tutti i dati metrici acquisiti con le diverse metodologie, modellati e a loro volta immessi in essa. Inoltre, per quanto riguarda i punti provenienti dalle scansioni laser, si hanno anche informazioni relativi alla riflettanza delle superfici e dei loro colori. È ne-

cessario, tuttavia, considerare che, al momento, l'integrazione della nuvola di punti con modelli tridimensionali generati in altri ambienti pone ancora lievi dubbi circa la "pesantezza" dei modelli stessi e il livello di definizione ottenibile con manufatti dalla morfologia particolarmente complessa. È opportuno, infine, precisare che questo ambiente virtuale contiene moltissime informazioni che possono

essere visualizzate con grande immediatezza, se si pensa che le case produttrici di laser scanner hanno già in avanzato stato di progettazione software in grado di gestire nella nuvola di punti fotografie scattate in modi e momenti diversi da quelli dell'acquisizione laser. È così facile immaginare quale potrà essere a breve termine lo sviluppo di questo ambito.

11. Vista esterna della nuvola di punti integrata

12. Vista della nuvola di punti dal suo interno

5. Considerazioni finali sui risultati ottenuti

I principali obiettivi raggiunti nel corso del presente lavoro, possono essere così sintetizzati.

Sono state realizzate alcune schede per l'organizzazione e la catalogazione del lavoro in una banca dati di facile consultazione e ampliamento, in grado di coniugare i dati provenienti da più sistemi di acquisizione; al contempo tale banca dati rappresenta la base sia per l'immediata restituzione del rilievo, sia per eventuali restituzioni motivate da nuove acquisizioni di

dati e nuove metodologie. Tramite la schedatura delle operazioni di rilievo e la loro descrizione quasi pedissequa, narrata nei diari di lavoro, abbiamo circoscritto alcune fasi di acquisizione nel rilievo integrato, e con successive valutazioni sono stati individuati alcuni correttivi per renderle più efficaci.

Grazie alle riprese eseguite con il laser scanner ed alla sua possibilità di texturizzare i punti della nuvola, è stato possibile eseguire il raddrizzamento delle immagini poste sulle superfici curve con assoluta precisione geometrica e buona accuratezza. Sono state valutate anche le

differenze fra i fotoraddrizzamenti delle immagini su superfici piane e i raddrizzamenti ottenuti dalla nuvola di punti.

Il risultato più interessante, infine, appare quello relativo all'integrazione della nuvola di punti con i modelli tridimensionali dei locali che per varie ragioni non erano stati rilevati con il laser scanner. Si è proceduto ad affinare una metodologia che consente di modellare agevolmente, con tempi congrui e sufficiente accuratezza, parti del rilievo anche morfologicamente complesse, e ad immetterle nella nuvola di punti. Si va così a gene-

rare un modello che, pur non essendo continuo, non abbatte il numero di dati a nostra disposizione, ma nel caso di superfici curve le approssima ad un livello anche migliore rispetto alla discretizzazione eseguita per rilevarle. Preme sottolineare come questa nuova possibilità consentirà di completare le nuvole di punti nelle parti occluse e non raggiunte dal raggio laser con i modelli realizzati con misure acquisite con metodologie diverse dalle scansioni laser, andando così ad integrare quelle lacune che la tecnologia laser scanner può generare nel rilievo.

VI. BIBLIOGRAFIA

- AMMIRATO 1640
S. AMMIRATO, *Storie fiorentine*, Firenze, 1640.
- BALDINUCCI 1846
F. BALDINUCCI, *Notizie dei professori del disegno da Cimabue in qua*, Firenze, 1846.
- MACHIAVELLI 1857
N. MACHIAVELLI, *Historie fiorentine*, Firenze, 1857.
- VASARI 1878
G. VASARI, *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori, architetti*, con annotazioni e commenti di Gaetano Milanese, Firenze, 1878.
- DE VITO BATTAGLIA 1928
S. DE VITO BATTAGLIA, *Note su Angelo Michele Colonna*, in "L'Arte", XXX-XXXI, 1927-28, pp. 13-28.
- ARFELLI 1958
A. ARFELLI, *Per la bibliografia di Agostino e Giuseppe Maria Mitelli* in "Arte Antica e Moderna", 3, luglio/settembre 1958, pp. 295-301.
- MASETTI 1962
A. R. MASETTI, *Cecco Bravo: pittore toscano del Seicento*, Venezia, 1962.
- MORANDINI 1965
F. MORANDINI, *Palazzo Pitti, la sua costruzione e i successivi ingrandimenti*, in "Commentari", XVI, n. I-II, 1965, pp. 35-46.
- FRANCINI CIARANFI 1966
A. M. FRANCINI CIARANFI, *Guida Artistica*, in U. PROCACCI, A. M. FRANCINI CIARANFI, *La reggia di Palazzo Pitti*, Firenze, 1966.
- PROCACCI 1966
U. PROCACCI, *Introduzione Storica*, in U. PROCACCI, A. M. FRANCINI CIARANFI, *La reggia di Palazzo Pitti*, Firenze, 1966.
- BUCCI BENCINI 1973
M. BUCCI, R. BENCINI, *Palazzi di Firenze*, Firenze 1973, vol. 4, pp. 11-27.
- CAMPBELL 1976
M. CAMPBELL, *The Original Program of the Salone di Giovanni da San Giovanni*, in "Antichità Viva", XV, 4, 1976, pp. 3-25.
- MARCHINI 1976
G. MARCHINI, *Finestre inginocchiate*, in "Antichità Viva", 1976, n. 1, p. 24-31.
- BANTI 1977
ANNA BANTI, *Giovanni da san Giovanni pittore della contraddizione*, Bologna 1977.
- BARTOLI 1977
L. BARTOLI, *La rete magica di Filippo Brunelleschi, le seste, il braccio, le misure*, Firenze, 1977.
- FORLANI CONTI, FACCHINETTI BOTTAI, BALDINI GIUSTI 1979
M. FORLANI CONTI, F. FACCHINETTI BOTTAI, L. BALDINI GIUSTI, *Le mille stanze del Re. Firenze, Palazzo Pitti, un organismo architettonico e le schede di catalogo*, in "Bollettino d'Arte", LXV, 1979, pp. 79-104.
- BALDINI GIUSTI 1980
L. BALDINI GIUSTI, *Una "casa da Granduca" sulla collina di Boboli*, in "Antichità Viva", n. 3, 1980, pp. 37-46.
- MOSCO 1980
M. MOSCO, *Una "Descrizione dell'apparato delle stanze del Palazzo de' Pitti in Fiorenza" edita a Venezia nel 1577*, in "Antichità Viva", n. 2, 1980, pp. 5-20.
- LEONCINI 1984
G. LEONCINI, *Vita di Jacopo Chiavistelli pittore di figure et eccellente nell'architettura a fresco*, in "Rivista d'Arte" XXXVIII, serie quarta, I, 1984, pp. 269-346.
- BARSANTI 1986
A. BARSANTI, [scheda biografica] *Cecco Bravo*, in *Il Seicento fiorentino. Biografie*, Firenze, 1986, pp. 48-51.
- BIGONGIARI GREGORI 1986
P. BIGONGIARI, M. GREGORI (a cura di), *Il Seicento Fiorentino. Arte a Firenze da Ferdinando I a Cosimo III*, catalogo della mostra, Firenze, Palazzo Strozzi, 21 dicembre 1986-4 maggio 1987, Firenze, 1986.
- CANTELLI 1986
G. CANTELLI, [scheda biografica] *Francesco Furini*, in *Il Seicento fiorentino. Arte a Firenze da Ferdinando I a Cosimo III. Biografie*, Firenze, 1986, pp. 93-95.
- MANNINI 1986
M. P. MANNINI, [scheda biografica] *Giovanni da San Giovanni*, in *Il Seicento fiorentino. Arte a Firenze da Ferdinando I a Cosimo III. Biografie*, Firenze, 1986, pp. 100-103.
- PIZZORUSSO 1986
C. PIZZORUSSO, [scheda biografica] *Ottavio Vannini*, in *Il Seicento fiorentino. Arte a Firenze da Ferdinando I a Cosimo III. Biografie*, Firenze, 1986, pp. 180-183.
- ROSSI 1990
P. A. ROSSI, *Geometria progettuale della facciata di Palazzo Pitti*, in *Il palazzo dal Rinascimento ad oggi*, atti del Convegno Internazionale, Reggio Calabria 20-21 ottobre 1988, Palazzo della Provincia, a cura di Simonetta Valtieri, Tarquinia (VT), 1990, pp. 149-152.
- CHIARINI, PADOVANI 1993

M. CHIARINI, S. PADOVANI (a cura di), *Gli Appartamenti reali di Palazzo Pitti. Una reggia per tre dinastie: Medici, Lorena e Savoia tra Granducato e Regno d'Italia*, Firenze, 1993.

PINELLI 1993

A. PINELLI, *La bella Maniera, artisti del Cinquecento tra regola e licenza*, Torino, 1993.

CAMPBELL 1994

M. CAMPBELL, *Baldinucci, Passignano, Empoli, Volterrano, and Giovanni da San Giovanni's "finti rilievi" in the Salone degli Argenti*, in *Studi di storia dell'arte in onore di Mina Gregori*, Cinisello Balsamo, Milano, 1994, pp. 263-268.

MATTEUCCI 1994

A. M. MATTEUCCI, *Agostino Mitelli a Palazzo Pitti: un problema aperto*, in *Studi di storia dell'arte in onore di Mina Gregori*, Cinisello Balsamo, Milano, 1994, pp. 269-275.

RAGGI 1994

G. RAGGI, *I documenti*, in *Studi di storia dell'arte in onore di Mina Gregori*, Cinisello Balsamo, Milano, 1994, pp. 276-278.

KIENE 1995

M. KIENE, *Bartolomeo Ammannati*, Milano, 1995.

MORANTI 1995

C. MORANTI, *Palazzo Pitti. La deco-*

razione pittorica dell'Ottocento, Livorno, 1995.

RAGGI 1996

G. RAGGI, *Il ruolo di Angelo Michele Colonna e di Agostino Mitelli, pittori bolognesi, nello sviluppo della scuola quadraturistica in Toscana*, in "Strenna storica bolognese", 46, 1996, pp. 439-457.

MATTEUCCI, RAGGI 1997

A. M. MATTEUCCI, G. RAGGI, *Angelo Michele Colonna e Agostino Mitelli al casino di via della Scala a Firenze*, in *Scritti per l'Istituto Germanico di Storia dell'Arte di Firenze*, pp. 395-400, Sesto Fiorentino (Firenze), 1997.

BELLES 1998

S. BELLES, *Interventi decorativi in Palazzo Pitti tra fine Cinquecento e primo Seicento*, in "Paragone Arte", XLIX (1998), 583, pp. 49-68.

BARSANTI, CONTINI 1999

A. BARSANTI, R. CONTINI (a cura di), *Cecco Bravo pittore senza regola, Firenze 1601-Innsbruck 1661*, catalogo della mostra, Firenze, Casa Buonarroti, 23 giugno – 30 settembre 1999, Firenze, 1999.

GRABOWSKI 1999

R. GRABOWSKI, *AutoCAD 2000*, guida completa, Milano 1999.

CHIARINI 2000

M. CHIARINI (a cura di), *Palazzo Pitti, l'arte e la storia*, Iolo (Prato), 2000.

CHIARINI 2000a

M. CHIARINI, *L'attività di Jacopo Chiavistelli a Palazzo Pitti*, in M. CHIARINI (a cura di), *Palazzo Pitti, l'arte e la storia*, Iolo (Prato), 2000, pp. 143-145.

FACCHINETTI 2000

F. FACCHINETTI, *Le vicende costruttive*, in M. CHIARINI (a cura di), *Palazzo Pitti, l'arte e la storia*, Iolo (Prato), 2000, pp. 20-39.

Glossario 2000

Glossario di cartografia CriDaup, (2000) <<http://marcie.uuav.it/cr_daup/glossario_cartografia.htm>>.

MOSCO 2000

M. MOSCO, *L'Appartamento d'Estate dei granduchi*, in M. CHIARINI (a cura di), *Palazzo Pitti, l'arte e la storia*, Iolo (Prato), 2000, pp. 90-104.

ACANFORA 2001

E. ACANFORA, *La decorazione di Palazzo Pitti da Giovanni da San Giovanni a Jacopo Chiavistelli*, in *Storia delle arti in Toscana. Il Seicento*, a cura di M. Gregori, 2001, pp. 147-154.

BERTOCCI 2002

S. BERTOCCI, *I fondamenti scientifici dell'architettura dell'inganno. Pittori-*

architetti del Seicento e Settecento fiorentino, in *L'architettura dell'inganno a Firenze: spazi illusionistici nella decorazione pittorica delle chiese fra Sei e Settecento*, Firenze, 2002, pp. 261-174.

BETTI 2002

P. BETTI, *Primi episodi di quadraturismo a Lucca: Angelo Michele Colonna e Gioacchino Zizzoli*, in "Paragone Arte", XLV, 2002, pp. 33-44.

FARNETI 2002

F. FARNETI, *Il Quadraturismo a Firenze*, in *L'architettura dell'inganno a Firenze: spazi illusionistici nella decorazione pittorica delle chiese fra Sei e Settecento*, Firenze, 2002, pp. 15-27.

FARNETI, BERTOCCI, 2002

F. FARNETI, S. BERTOCCI (a cura di), *L'architettura dell'inganno a Firenze: spazi illusionistici nella decorazione pittorica delle chiese fra Sei e Settecento*, Firenze, 2002

ACANFORA 2003

E. ACANFORA, *Il governo per immagini: Maria Maddalena d'Austria e il ciclo delle monarchie antiche e moderne nella stanza della stufa*, in *Vivere a Pitti: una reggia dai Medici ai Savoia*, pp. 45-67, Città di Castello, 2003.

BERTELLI, PASTA 2003

S. BERTELLI, R. PASTA, *Vivere a Pit-*

ti: una reggia dai Medici ai Savoia, Firenze, 2003.

CAPECCHI 2003

G. CAPECCHI (a cura di), *Palazzo Pitti, la Reggia Rivelata*, catalogo della mostra, Firenze 2003-2004, Firenze, 2003.

DOCCI, MIGLIARI 2003

M. DOCCI, R. MIGLIARI, *Il rilevamento dell'Amphytheatrum Flavium. Nuove conoscenze per il restauro*, in *Gli strumenti di conoscenza per il progetto di restauro*, atti del seminario internazionale di studi, Valmontone (Roma) 9-11 settembre 1999, coordinamento scientifico di Mario Docci, a cura di Tiziana Fiorucci ed Emanuela Chiavoni, Roma, 2003, pp. 34-42.

MANZINO, ROGGERO 2003

A. MANZINO, M. ROGGERO, *Il trattamento informatico del dato laser*, in *La tecnica del laser scanning: teoria e applicazioni*, a cura di Fabio Crosilla, Riccardo Galetto, 2003, pp. 131-155.

RINAUDO 2003

F. RINAUDO, *La tecnica laser scanning: applicazioni architettoniche e urbanistiche*, in *La tecnica del laser scanning: teoria e applicazioni*, a cura di Fabio Crosilla e Riccardo Galetto, Udine, 2003, pp. 134-136.

VERDIANI 2003

G. VERDIANI, *Il Battistero di Pisa: rilievo e rappresentazione digitale tra ricerca e innovazione*, tesi di dottorato di ricerca in Rilievo e rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente, XV ciclo, Firenze, 2003.

BALDINI 2004

L. BALDINI, *Ancora sul Chiavistelli a palazzo Pitti: un episodio dimenticato*, in *L'architettura dell'inganno. Quadraturismo e grande decorazione nella pittura di età barocca*, a cura di Fauzia Farneti, Deanna Lenzi, atti del convegno internazionale di studi, Rimini, Palazzina Roma – Parco Federico Fellini, 28-29-30 novembre 2002, Firenze, 2004, pp. 59-66.

CASSAZZA 2004

O. CASSAZZA, *Gli affreschi delle Sale di Rappresentanza*, in M. MOSCO, O. CASAZZA, *Il Museo degli Argenti. Collezioni e collezionisti*, Prato, 2004, pp. 47-63.

FARNETI, LENZI, 2004

F. FARNETI, D. LENZI (a cura di), *L'architettura dell'inganno. Quadraturismo e grande decorazione nella pittura di età barocca*, a cura di Fauzia Farneti, Deanna Lenzi, atti del Convegno internazionale di studi, Rimini, Palazzina Roma – Parco Federico Fellini, 28-29-30 novembre 2002, Firenze, 2004.

GAVAZZA 2004

E. GAVAZZA, *Quadraturisti e pittori di figura a Genova. Sodalizio o autonomia*, in *L'architettura dell'inganno. Quadraturismo e grande decorazione nella pittura di età barocca*, a cura di Fauzia Farneti, Deanna Lenzi, atti del convegno internazionale di studi, Rimini, Palazzina Roma – Parco Federico Fellini, 28-29-30 novembre 2002, Firenze, 2004, pp. 15-26.

MATTEUCCI 2004

A. M. MATTEUCCI, *Per un centro su L'architettura dell'inganno*, in *L'architettura dell'inganno. Quadraturismo e grande decorazione nella pittura di età barocca*, a cura di Fauzia Farneti, Deanna Lenzi, atti del convegno internazionale di studi, Rimini, Palazzina Roma – Parco Federico Fellini, 28-29-30 novembre 2002, Firenze, 2004, pp. 9-14.

MOSCO, CASAZZA 2004

M. MOSCO, O. CASAZZA, *Il Museo degli Argenti. Collezioni e Collezionisti*, Prato, 2004.

SPINELLI 2004

R. SPINELLI, *Precisazioni e novità su alcune opere toscane di Angelo Michele Colonna e di Agostino Mitelli*, in *L'architettura dell'inganno. Quadraturismo e grande decorazione nella pittura di età barocca*, a cura di Fauzia Farneti, Deanna Lenzi, atti del convegno internazionale di studi, Rimini, Palazzina Roma – Parco Federico Fellini, 28-29-

30 novembre 2002, Firenze, 2004, pp. 49-58.

D'APOSTOLI 2005

R. D'APOSTOLI, *Prontuario di topografia per professionisti tecnici*, Rimini, 2005.

VERDIANI 2005

G. VERDIANI, *Il rilievo digitale del Castello di Gisors: La campagna di rilievo digitale e le linee guida per la sua elaborazione e restituzione*, in *Il Castello di Gisors, resoconto della Campagna di Rilievo per una ricerca Tipologica e Funzionale*, a cura di Marco Bini, Firenze, 2005, pp. 39-48.

ABSTRACT DELLA TESI

Versione in italiano

Il rilievo dei Quartieri Estivi di Palazzo Pitti, è stato affrontato con l'intento di approfondire lo studio della catalogazione, della gestione e della restituzione integrata delle informazioni metriche e di quelle di altro genere. È stata pertanto posta particolare attenzione alle opportunità di indagine che le nuove tecnologie consentono al rilevatore, con specifico riferimento le applicazioni derivanti dall'uso del laser scanner e alle possibilità di integrare tra loro i dati ricavati con più metodologie di rilievo. Il lavoro ha prodotto una considerevole mole di informazioni, pertanto visto il gran numero di dati acquisiti, e la loro complessità, ci si è interrogati sulla necessità di disporre di adeguati protocolli di rilievo e appropriate sistemi di restituzione quando si vadano a realizzare rilevamenti con metodologie tradizionali integrati con nuove tecnologie.

Per la ripresa delle scansioni laser è stato utilizzato uno strumento in

grado di eseguire riprese fotografiche di buona qualità e utilizzarle per texturizzare tutti i punti acquisiti dallo scanner, in riprese effettuate con un'ampiezza di campo di 360 gradi sul piano delle ascisse e 270 gradi sul piano delle ordinate.

Le operazioni di rilievo, sono state affrontate utilizzando schemi di previsione delle fasi e delle metodologie di raccolta dati, mentre nel corso dei lavori sono stati tenuti diari veri e propri in cui sono state appuntate tutte le operazioni eseguite, con il fine di riuscire a individuare e circoscrivere precise prassi metodologiche.

Tutti gli elaborati sono stati schedati e classificati, secondo uno schema gerarchico, analizzato nel corso di questo lavoro. Schema con cui le schede degli eidotipi, delle scansioni e di tutti gli altri dati ricavati, sono state raccolte e organizzate in schede di sintesi con cui è stata realizzata la banca dati del rilievo.

La realizzazione di questo archivio si è rivelata particolarmente

utile per il successivo lavoro restitutivo e per l'integrazione del rilievo numerico. Questo ha permesso di raggiungere alcuni notevoli ed inediti risultati: l'integrazione della nuvola di punti, generata con il rilievo laser scanner, tramite l'importazione al suo interno del modello tridimensionale degli ambienti rilevati con altre metodologie; il raddrizzamento, di assoluta fedeltà geometrica, e lo studio delle vere grandezze di affreschi e quadrature poste su superfici curve come volte e cupole.

Nell'analisi conclusiva sono state fatte alcune riflessioni e considerazioni sulle metodologie di ripresa utilizzate, verificandone l'adeguatezza alle esigenze del rilievo, apportandovi quando necessario le opportune modifiche per renderle più efficaci per le finalità del rilievo, sulle valutazioni relative al rilievo integrato, alle problematiche dell'archiviazione dei dati e della restituzione.

English version

The survey of Palazzo Pitti's summer quarters was broached with the intent of studying in depth the cataloging, management and integrated restitution of metric and other information. Particular attention was therefore paid to research opportunities enabled by new technologies to the surveyor, with specific reference to applications derived from the use of a laser scanner and to the possibilities of integrating data obtained from various different surveying methods. The survey produced a considerable amount of information, considering this large quantity of data obtained and its complexity, we questioned ourselves about the necessity of having adequate surveying protocols and appropriate systems of restitution for surveys carried out by traditional methods integrated with new technologies.

The laser scanning was carried out with the use of an instrument capable of taking high quality pho-

tographic shots used to texturize all the points acquired from the scanner, the shots were taken with an amplitude of 360 degrees on the abscissa plane and 270 degrees on the ordinate plane.

The surveying operations were broached using diagrams showing envisaged phases and data collecting methods. Whereas when works were underway, diaries were kept in which all operations carried out were recorded, with the aim of being able to determine and circumscribe precise methodological procedures.

All papers have been filed and classified according to a hierarchical scheme, analyzed whilst work was in progress. With this scheme, files of eidoypes, scans and all other data obtained were gathered and organized into synthesis files from which the surveys data bank was then created.

The realization of this archive has proved to be particularly useful for the following work of restitution and for the integration of the

numerical survey. This has consented us to achieve some remarkable and unsuspected results: the integration of the cloud of points, generated by the laser scanner, with the importation inside itself of the three-dimensional model of areas surveyed with other methodologies; straightening with absolute geometric accuracy and the study of the real size of frescos and quadratura found on curved surfaces such as vaults and domes.

In the conclusive analysis, some observations and considerations have been made on the methods used, verifying their adequacy to the requirements of the survey, introducing opportune modifications when necessary in order to render them more effective to the aims of the survey. Further considerations have been made regarding the integrated survey, problems with recording data and restitution.