

## La fotografia come strumento per la catalogazione: documentare per catalogare attraverso l'uso dell' image matching *Photography as a cataloguing tool: documentation for cataloguing by means of image matching*

Questa ricerca mira alla catalogazione degli arredi architettonici di Villa Borghese, monumenti in miniatura o di fabriques, in modelli 1D, 2D e 3D, ottenuti da immagini fotografiche e rilevamento tradizionale. La sfida è proprio quella di realizzare una sorta di archivio digitale, legato indissolubilmente ai fondamenti teorici del rilievo, sfruttando soltanto metodologie low cost per realizzare tutti i modelli necessari a raccontare gli oggetti di studio. Fondamentale ruolo viene dato quindi al rilevamento tradizionale per il controllo della misura ed alla fotografia per la realizzazioni di modelli 3D. I dati che comporranno l'archivio saranno: modelli 2D ottenuti dall'integrazione del rilevamento tradizionale e modelli 3D ottenuti da fotomodellazione; modelli 1D e 3D ottenuti da fotografie digitali.

*The experiment concerns a study focused on architectural elements of Villa Borghese (Villa Borghese is a large park in the city of Rome which includes a landscaped different type, an Italian garden with large areas of English-style buildings, small buildings, fountains and ponds.*

*The survey operation, as a process involving deep knowledge, aims at the accurate representation of the analyzed subject and its goal goes beyond the consideration of the technique and the specific instrument, making the ultimate result of this process broader and more amplified.*

*For this reason drafting a procedure that uses the interaction between direct and indirect low cost methodologies and their elaboration for the realization of 2d and 3d models would be a topic of great interest.*



### Alfonso Ippolito

Architetto. Ricercatore ICAR 17 (disegno) dell'Università "La Sapienza" di Roma. Svolge attività didattica nel campo del rilievo e della geometria e di ricerca nell'ambito del disegno e delle nuove Metodologie e Tecniche di Rilievo, Modellazione e Rappresentazione (scansioni ed elaborazioni laser 3D, Short Range - Long Range)



### Cristiana Bartolomei

Ingegnere Civile-Edile. Phd in Disegno e Rilievo del Patrimonio Edilizio Master in "Architettura dello Spettacolo" e Specializzazione in "Restauro dei Monumenti" con il massimo dei voti. E' ricercatore nel settore Icar 17 nel Dipartimento di Architettura dell'Università di Bologna E' considerata una tra le maggior esperte dell'architettura dei fari italiani



### Eliana Caplato

Architetto e dottoranda in "Scienze della Rappresentazione e del Rilievo" alla "Sapienza" Università di Roma, collabora alla didattica e alle attività ricerca condotte presso l'Ateneo. Si interessa alle nuove metodologie di rilevamento, rappresentazione e alle problematiche legate all'integrazione delle tecniche tradizionali e digitali.

**Parole chiave:** catalogazione, Villa Borghese, fotomodellazione

**Keywords:** documentation, Villa Borghese, Photomodelling



1. Inquadramento dell'area e individuazione delle architetture e degli arredi rilevati.

## INTRODUZIONE

La fotografia digitale, da alcuni anni, è diventata uno strumento assai valido per quello che concerne la conoscenza architettonica.

La funzione che la caratterizza di modalità veloce di raccolta dati pone la fotografia digitale in un ambito tra i più dinamici e più attuali, una metodologia di ricerca che ormai lega indissolubilmente la disciplina del rilievo con lo sviluppo tecnologico.

Mantenendo l'assunto che i fondamenti teorici del rilievo non sono cambiati, possiamo constatare che negli ultimi anni si sono sviluppate nuove aree di ricerca che riguardano: l'acquisizione veloce e massiva di dati –nuvole di punti– che contengono un numero elevatissimo di informazioni; la possibilità di poter utilizzare strumenti *low cost* in grado di ottenere risultati simili a quelli ottenuti da strumenti come scanner laser 3D; la possibilità di poter far agilmente interagire ed integrare i metodi tradizionali con quelli non a contatto.

L'operazione di rilievo è intesa come un processo di conoscenza profonda che ha come scopo la rap-

presentazione, attraverso modelli, del soggetto studiato e che prescinde dalla tecnica e dalle strumentazioni utilizzate.

Proprio in questo ambito si muove la nostra ricerca che intende perseguire un suo obiettivo attraverso la realizzazione di modelli che sono il risultato di un rilevamento non a contatto *low-cost*, integrato con i metodi tradizionali.

Si tratta altresì di una ricerca che integra il processo di rilievo con quello di catalogazione, avendo quest'ultima come oggetto lo studio e la ricognizione degli arredi architettonici del parco di Villa Borghese, monumenti in miniatura o di fabbriches.

Lo scopo è quello di strutturare modelli ottenuti da immagini fotografiche digitali in un archivio documentale che permetta di controllare, conoscere e esplorare, comprendere gli oggetti studiati.

I dati che comporranno l'archivio saranno: modelli 2D ottenuti dall'integrazione del rilevamento tradizionale con quello ottenuto da fotomodellazione; modelli 1D e modelli 3D, nuvole di punti e superfici, ottenuti da fotografie digitali.

## QUADRO STORICO

Villa Borghese si estende su un'area di circa 80 ettari nel cuore della città di Roma tra le Mura Aureliane e i quartieri Pinciano, Parioli e Flaminio. È un museo all'aria aperta in quanto al suo interno trovano spazio edifici, arredi architettonici, monumenti e fontane, opera di illustri artisti dell'arte barocca, neoclassica ed eclettica. Questi manufatti sono inseriti in un contesto arricchito da alberi secolari, laghetti e giardini all'italiana.

La sistemazione della villa ebbe inizio intorno al 1606 quando Papa Paolo V Borghese dà mandato al nipote Scipione Borghese di realizzare una residenza suburbana. Il progetto di Scipione Borghese era quello di creare una villa immersa nel verde, luogo di delizia, di riposo, di rappresentanza e di accoglienza per gli ospiti (1).

L'edificio principale della villa, il Casino Nobile (ora sede della Galleria Borghese) fu il perno su cui ruotò tutto il progetto, infatti attorno a questo edificio furono progettati gli spazi verdi delimitati da veri e propri "recinti" murari. Ogni recinto (2) rifletteva i modelli e le tipologie proprie del Ba-



rocco avendo una chiara impostazione geometrica con assi prospettici e schemi ortogonali; mentre ciascun recinto veniva arricchito da edifici e arredi architettonici che ne riflettessero il gusto dell'epoca (L'Uccelliera e la Meridiana nel primo recinto, la Fontana di Narcisio e il Teatro nel secondo recinto, mentre il terzo recinto lo si lasciò privo di edifici con una vegetazione spontanea e non disegnata). Nel 1633, la villa era pressoché completata ed aveva assunto l'assetto che conserverà fino alla fine del secolo successivo. Infatti solo nel 1763 il principe Marcantonio IV (1730-1800) intraprese consistenti lavori di trasformazione dei principali edifici già esistenti (il casino Nuovo e l'Aranciera) e diede ampio spazio alla progettazione del parco realizzando il Giardino del Lago e aggiungendo nuovi arredi, statue, fontane nel terzo recinto, quali la Mostra dell'Aqua Felix, la fontana dei Cavalli Marini, il Tempio di Diana, il Tempio di Antonino e Faustina e il Tempio di Esculapio, dotando così il parco di nuovi e suggestivi scorci prospettici. Alla morte di Marcantonio IV il figlio Camillo (1775-1832) incaricò l'architetto Luigi Canina di

dare un nuovo assetto formale alla villa, mediante la costruzione di numerose piccole fabbriche di ispirazione eclettica e neoclassica. Fu creato inoltre un nuovo ingresso imponente: i Propilei Greci, chiamati così per il loro evidente riferimento all'antica tipologia egizia e all'Arco di Settimio Severo, di chiara ispirazione ai modelli dell'architettura classica. Dopo l'Unità di Italia il parco divenne oggetto di un piano di lottizzazione che minacciava lo smembramento del sito e mise in pericolo la secolare consuetudine di "uso civico" stabilita dal Cardinale Scipione Borghese molti anni prima. Motivo per cui nel 1901 lo Stato italiano acquistò l'intero complesso monumentale e nel 1903 il Parco fu ceduto al Comune di Roma e aperto al pubblico, ad eccezione del Casino Nobile che è rimasto di proprietà dello Stato. Gli interventi realizzati successivamente e in questi anni non nacquero sotto un progetto unitario, a parte i nuovi assetti per la viabilità e l'apertura di nuovi ingressi alla villa. Gli unici interventi degni di nota furono i monumenti celebrativi dedicati ad illustri letterati o eroi stranieri, dono delle proprie nazioni alla città di Roma, come ad esempio quelli dedicati a Goethe, Victor Hugo, Byron, Umberto I e Firdousi.

#### STATO DELL'ARTE

La tecnica della fotomodellazione si sviluppa a partire dalla disciplina fotogrammetrica. E' infatti con la fotogrammetria che, dalla seconda metà dell'Ottocento, si apre la possibilità di effettuare la ricostruzione di oggetti nelle tre dimensioni partendo dalle loro immagini fotografiche (3). Tale scienza si sviluppa sulla base dell'importante relazione tra prospettiva e misurazione: le tecniche di rilevamento hanno infatti sfruttato sin dall'antichità la potenzialità della prospettiva come strumento di misura (4). Tuttavia, il rilevamento di oggetti attraverso la fotogrammetria, è oggi gestito da figure professionali specializzate e le strumentazioni non sempre sono *low-cost*.

Le nuove tecnologie aprono possibilità sempre più ampie in termini di rapidità e automazione dei

2. Fotomodellazione dell'Edicola della Musa - software 123DCatch.

processi di acquisizione, del processamento dei dati e della loro divulgazione. La fotomodellazione, pur continuando a basarsi sui presupposti teorici della fotogrammetria, vede uno sviluppo che va in questa direzione di automazione del processo di acquisizione e processamento.

Tale tecnica rende possibile la restituzione di modelli grafici 3D mediante fotografie bidimensionali; l'oggetto viene ricostruito attraverso la proiezione nello spazio tridimensionale di punti e linee generati da algoritmi di *image-matching*, che consentono la correlazione dei punti omologhi presenti nei diversi fotogrammi in maniera totalmente automatizzata. In sostanza una volta deciso il livello di dettaglio desiderato, in maniera automatica viene estratto il dato di rilievo che si caratterizza in base alla quantità delle informazioni presenti, rispetto alla qualità. Ciò significa che non si ha la possibilità di determinare in maniera diretta la posizione di uno spigolo ma che esso, per essere univocamente identificato, si può ricavare come intersezioni di più elementi presenti nelle immagini. Ciò permette anche la possibilità di ot-



tenere modelli tridimensionali anche da fotografie scattate in altre epoche temporali, cosa non da poco se si pensa all'applicazione sui monumenti distrutti, di cui restano solamente immagini fotografiche.

La relazione tra le coppie di fotogrammi avviene dividendo le fotografie in una griglia formata da piccoli riquadri; per ciascun riquadro di una delle due immagini l'algoritmo permette di ricercare in maniera automatica quello che nell'altra immagine presenta le maggiori analogie cromatiche. La dimensione dei riquadri della griglia, come il numero di correlazioni minime tra i fotogrammi, sono rappresentati da valori numerici che devono essere impostati per una corretta e consapevole estrazione dei dati. Qualunque sia il software utilizzato, e in commercio ne sono presenti svariati, la metodologia da seguire è sempre la medesima e può essere riassunta attraverso le seguenti fasi:

- Progetto di presa dell'oggetto da rilevare, prestando attenzione alle condizioni di effettiva possibilità di realizzare gli scatti necessari da diverse angolazioni, ricoprendo tutto il soggetto scelto e prestando attenzione alle giuste condizioni di illuminazione.

- Acquisizione delle immagini fotografiche, facendo attenzione che ci siano delle porzioni di immagini in *overlapping*, ovvero parti in sovrapposizione tra le fotografie, in quanto solo queste parti possono essere utilizzate per l'estrazione dei punti di rilievo.
- Orientamento dei fotogrammi, operazione necessaria per ricavare la posizione del centro di proiezione, ovvero della macchina fotografica rispetto alla scena nel momento dell'acquisizione dell'immagine. Tale procedura, individuando i punti omologhi presenti nelle immagini, permette di ricostruire nello spazio il cosiddetto schema di proiezione che, a tutti gli effetti, rappresenta il modello fotogrammetrico di partenza, che influenzerà in maniera determinante la precisione ed il numero di punti che si possono estrarre successivamente.

- Estrazione del dato di rilievo, ed è qui che si assiste alla vera innovazione rispetto alle tecniche usate in passato. Infatti sfruttando le caratteristi-

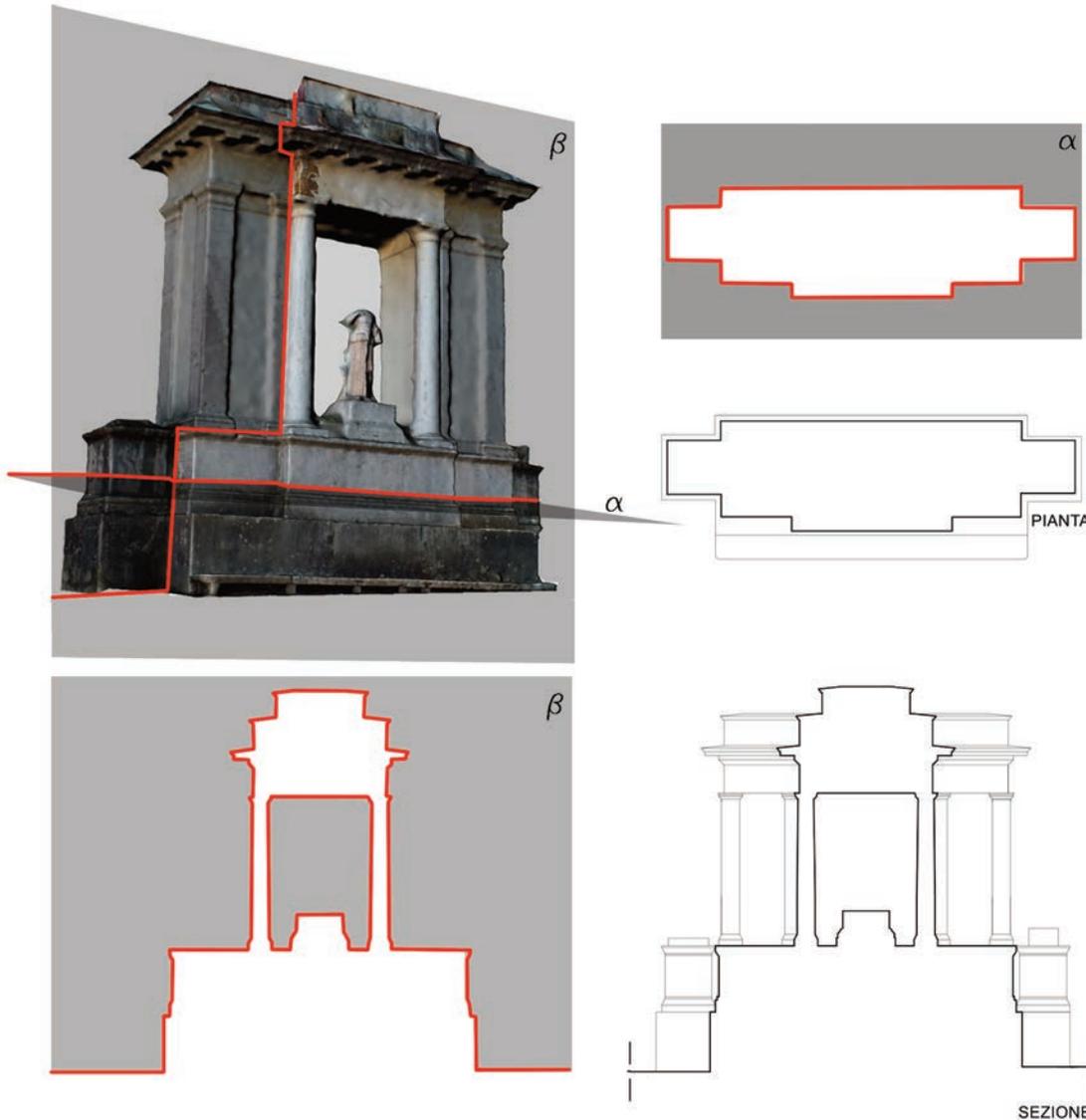
3. Step 1: Pulizia del dato – software MeshLab. Step 2: modello mesh3D senza texture – software Rhinoceros. Step 3: modello mesh3D con texture – software Rhinoceros.

che dell' orientamento interno della macchina fotografica, ricavato dal file Exif o calcolato dal software utilizzato, e quelle dell'orientamento esterno, ottenute dal modello fotogrammetrico, si elabora una nuvola di punti paragonabile a quella che si ottiene tramite una tecnologia laser scanner. Ovviamente nel realizzare questa operazione vanno tenuti in considerazione alcuni parametri quali il livello di decimazione, ossia la possibilità di ridurre il numero di pixel presenti nelle immagini e va deciso il numero minimo di fotogrammi da considerare per riconoscere il punto nello spazio. Se il software utilizzato è in grado di calcolare la scala del modello, il risultato sarà valido anche dal punto di vista metrico, se no vanno effettuate operazioni a parte per il dimensionamento corretto del soggetto rilevato.

- Pulizia del dato, analogamente a quanto avviene con il laser scanner vanno eliminati i punti in eccesso e vanno messe in evidenza solo le parti interessate.

- Elaborazione del dato e creazione del modello tridimensionale attraverso specifici software per la gestione di nuvole di punti, e non necessaria-

4. Estrapolazione dei profili 2D vettoriali dal modello mesh 3D.



mente utilizzando uno specifico procedimento proprio di questa metodologia di acquisizione, mediante il quale si ottiene un modello di interpolazione mesh in grado di ricostruire le geometrie descritte dalla nuvola di punti attraverso una serie di piccole superfici triangolari

- Operazioni di editing del dato e postproduzione per eliminare eventuali imprecisioni o completare le parti mancanti trasportando i valori RGB della nuvola di punti di partenza ai vertici della mesh in modo di arricchire il modello con i valori cromatici con i dati delle fotografie di partenza.

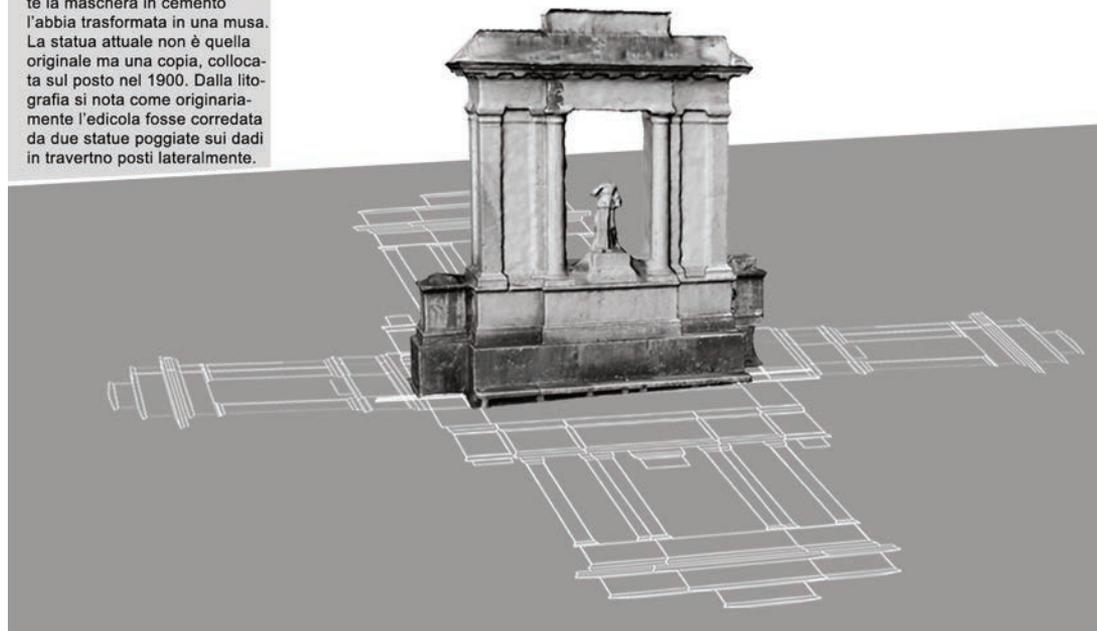
I modelli tridimensionali creati possono poi essere esportati in vari formati e, insieme alle caratteristiche geometrico-formali dell'oggetto, presentano appunto le textures. Tale operazione, oltre ad essere automatica, garantisce anche una perfetta corrispondenza tra dato geometrico e dato cromatico evitando quindi operazioni di texture mapping manuali, ugualmente applicabili, ma che potrebbero aggiungere un ulteriore livello di incertezza al modello 3D.

I vantaggi dell'operare attraverso la fotomodella-



EDICOLA DELLA MUSA  
Litografia di F. benoist, 1870

Costruita tra il 1833 e il 1842, l'edicola è costituita da un basamento in travertino all'interno del quale si trova la statua di Baccante, facilmente riconoscibile dalla pelle di cerbiatto appoggiata sulla veste, nonostante la maschera in cemento l'abbia trasformata in una musa. La statua attuale non è quella originale ma una copia, collocata sul posto nel 1900. Dalla litografia si nota come originariamente l'edicola fosse corredata da due statue poggiate sui dadi in travertino posti lateralmente.



5. I dati acquisiti messi a sistema: il modello mesh 3D senza texture permette di ricostruire i prospetti geometrici dell'edicola; il modello mesh 3D con texture e la foto raddrizzata permettono di costruire i prospetti architettonici individuandone anche lo stato di degrado. Nel layout è possibile inserire anche i dati d'archivio reperiti (testi e immagini storiche).

zione sono molteplici: la velocità di acquisizione del dato è notevole, considerando che la campagna fotografica può essere effettuata da figure professionali non necessariamente specializzate attraverso lo spostamento rapido attorno all'oggetto. Anche l'elaborazione dati, essendo un processo automatizzato, può essere svolto per via speditiva.

Alcuni software web-based presenti sul mercato danno tuttavia possibilità di scelta all'operatore relativamente alla qualità delle mesh del modello finale: si può scegliere se accrescere o diminuire il livello di dettaglio del dato in uscita, incidendo però sui tempi di elaborazione. Da notare che, come per la fotogrammetria, avendo a disposizione un dato iniziale costituito da fotografie, è sempre possibile integrare i modelli grafici con differenti tipi di informazioni.

I costi della strumentazione sono quelli relativi all'acquisto di una fotocamera digitale, che può essere anche di medio livello, e molti software di processamento dati sono *open-source*.

Questa tecnica presenta anche alcuni svantaggi

relativi alle questioni legate alla scala del modello e alla gestione dell'incertezza, poiché nell'impossibilità fisica di acquisire anche solo una porzione dell'oggetto può perdersi il suo valore metrico. Altro svantaggio consiste nell'impossibilità di controllo preventivo del dato acquisito, per cui è difficile programmare con accuratezza il risultato finale dell'operazione (può accadere infatti che il software non trovi sufficienti punti di controllo o che non trovi punti di riferimento in caso di assenza di discontinuità); altro infine la possibile difficoltà di accesso ad una rete internet per il processamento dei dati.

### PROCESSO ACQUISIZIONE

Per l'acquisizione degli arredi architettonici di Villa Borghese sono state impiegate tecniche tradizionali e tecniche *low-cost* di rilevamento non a contatto. La procedura, pertanto, ha previsto l'interazione tra le metodologie, attribuendo al rilevamento diretto il ruolo di controllo della misura e alla fotografia quello delle realizzazioni 3D. In particolare, i modelli 3D sono stati ottenuti dalla fotomodellazione, i 2D dall'estrazione di profili vettoriali dai modelli tridimensionali e i modelli 1D sono costituiti dalle fotografie.

La battuta di rilevamento ha visto l'acquisizione dei fotogrammi in maniera simile a quanto già avviene con la fotogrammetria digitale: effettuato uno studio dell'oggetto da analizzare attraverso il progetto di presa, l'acquisizione delle fotografie è stata eseguita sovrapponendo i fotogrammi di almeno il 30%, per consentire il riconoscimento all'interno del software dei punti omologhi tra le differenti prese; fissata preventivamente in 1:100 la scala finale di rappresentazione del dato e al fine di restituire tutti gli elementi dell'oggetto adeguatamente alla scala prescelta, la distanza dello scatto è stata calcolata sulla base della focale dell'obiettivo e della tipologia di fotocamera usata.

Le fasi di orientamento dei fotogrammi e di costruzione del modello tridimensionale sono avvenute per via speditiva, attraverso il software 123D Catch. Va specificato che la scelta di operare attra-

verso questo software è dovuta alla volontà di velocizzare la fase di processamento.

L'intento è stato infatti quello di acquisire e processare quanto più dato possibile al fine di ottenere il massimo delle informazioni in tempi ridotti. La completa automazione prevista dal software non consente all'operatore di controllare in maniera approfondita l'accuratezza del modello, tuttavia permette di abbreviare notevolmente i tempi di processamento.

Estratto il dato del rilievo, la pulizia è avvenuta tramite il visualizzatore MeshLab, mentre le successive operazioni di editing e di postproduzione del modello 3D sono state effettuate in ambiente CAD. Si specifica che l'incertezza è stata gestita anche attraverso la correzione delle aberrazioni ottiche dei singoli fotogrammi, fase che ha preceduto la creazione del modello tridimensionale; inoltre, il modello numerico ottenuto dal processamento delle fotografie è stato scalato in ambiente CAD grazie a degli appositi target di riferimento: sfere di dimensione nota inserite nella scena fotografata visibili da almeno tre fotogrammi. A supporto di questa operazione sono state utilizzate anche le misure dirette acquisite durante la battuta di rilevamento.

I modelli ottenuti, tridimensionali e texturizzati, sono stati il punto di partenza per ricavare i modelli bidimensionali; la modellazione 3D ha infatti apportato dei vantaggi notevoli alla successiva fase della documentazione: la possibilità di usufruire di un modello informatico ad alto contenuto informativo, l'abbreviamento dei tempi di acquisizione sul campo basandosi essenzialmente sulle fotografie e l'opportunità di ricavare modelli 2D che possono risultare più accurati di quelli ricavati dal solo rilevamento diretto.

Da tali operazioni è possibile pervenire alla creazione di una documentazione analitica multilivello, declinando le caratteristiche che definiscono l'oggetto (geometria, topologia, texture) in elaborati geometrico-proporzionali ed architettonici, in studi sul degrado e sul colore, in un confronto diretto tra modelli 1D/2D/3D e dato monografico-storico. Da un rilievo *low-cost* condotto in maniera speditiva si è infine ricavato un dato che riassume

un notevole potenziale di flessibilità.

Dalla fase di acquisizione del dato oggettivo, passando per quella di elaborazione dati, si è arrivati alla comunicazione di modelli geometrico-volumetrici adatti ad un'utenza generica, a modelli tematici adatti ad un'utenza specializzata, a modelli texturizzati per entrambe le tipologie di utenza.

### ORGANIZZAZIONE DATABASE

La modalità di rappresentazione e archiviazione di dati metrici e tematici provenienti dalla fotomodellazione dei beni architettonici è una problematica particolarmente complessa, anche per la mancanza di standard univocamente adottati. Il focus è stato quello di considerare il modello 3D dei manufatti rilevati come un immenso e ordinato database di informazioni spaziali che può essere modificato e implementato nel tempo. Semplicemente cliccando su una parte di un modello 3D è stato possibile ottenere un'ampia gamma di ulteriori informazioni. Attraverso il 'Building Information Modeling Oriented' è possibile leggere e scomporre i modelli in librerie ossia componenti pre-definite "multi-dato", capaci di raccogliere una vasta gamma di informazioni specifiche. L'acronimo BIM riassume quindi insieme il concetto di "modello" connaturato alle informazioni ad esso correlate, che quindi possono essere archiviate e gestite. Una volta che il modello è stato diviso e organizzato gerarchicamente, ciascuna parte del manufatto può essere collegato ad una serie di informazioni.

E' stato pertanto centrale nella nostra ricerca il concetto di "informazione" associata all'immagine fotografica. Ogni elemento digitale caratterizzante il modello è diventato esso stesso modulo del database, in quanto componente dell'edificio, sia in relazione ai caratteri metrici, geometrici e proporzionali, che in relazione alle sue caratteristiche topologiche e architettoniche ed è possibile su ogni modulo poter compiere una lettura tematica, ad esempio storica, materica, sul colore, sul confronto iconografico e monografico-storico. Se da un lato è vero che il BIM nasce per la progettazione architettonica, declinare il BIM ai beni cul-

turali, ossia alla gestione dei dati metrici e tematici 3D relativi ai beni culturali alla scala architettonica, rappresenta un settore di ricerca interessante ed è quello che questa ricerca sta svolgendo sui manufatti di Villa Borghese, proprio sfruttandone la potenzialità, ossia la sua interoperabilità con altre applicazioni e piattaforme, ad esempio sfruttando le superficie mesh provenienti dal modello come elemento parametrico su cui accedere alle informazioni. Si è realizzato pertanto una serie di prototipi di oggetti parametrici costruiti dai dati storici e provenienti da oggetti ricavati dai dati dell' immagine.

In particolare è stata analizzata la struttura del dato geometrico relazionandolo alle informazioni ottenute dalla fotomodellazione. La visualizzazione del dato raster associato a quello vettoriale e la caratterizzazione dei materiali e delle condizioni di illuminazione possono essere utilizzate per una rapida ed efficace documentazione delle condizioni dell'oggetto archiviato.

La ricerca si propone di implementare tale referenziazione con l'utilizzo di una modalità speditiva di rappresentazione con modelli che consentano di ottenere (in una prima fase) le informazioni con metodi visuali, più rapidi e meno costosi.

La referenziazione spaziale dei dati di analisi consente la costruzione di tematismi critici e di simulazioni valutative pre o post progettuali, in analogia a quanto accade a scala territoriale attraverso i G.I.S. La ricerca si è proposta pertanto l'obiettivo di individuare, all'interno di un ambiente integrato di gestione digitale della documentazione (fotografica, storiografica e tecnica), criteri per definire scale di valori: metrici, geometrici, materici, formali e tecnologici. Questi si rendono esprimibili mediante strumenti di rappresentazione e metodi per la gestione di archivi digitali critici; in modo tale da supportare le attività di specialisti dei vari ambiti disciplinari e da consentire un primo controllo della qualità, e inoltre di organizzare il flusso di dati in modo sistematico relativamente alle varie fasi documentali del processo di rilievo e di intervento progettuale.

La soluzione adottata è stata pertanto quella di ca-

talogare i modelli e i suoi componenti avvalendosi delle funzionalità di un sistema di gestione di basi di dati in grado di permettere un agevole inserimento di dati alfanumerici descrittivi e disegnati attraverso l'associazione delle foto alle informazioni con punti di interesse rilevati e creando la topologia del database con le informazioni culturali storiche da associare alle informazioni cartografiche.

E' stata anzitutto creata una scheda di acquisizione dei dati che soddisfa tutti i criteri della catalogazione standard delle parti architettoniche, integrando i campi descrittivi con un campo di localizzazione attraverso coordinate reali e con alcune immagini del materiale analizzato.

Sono state create le tabelle ed i campi del database e l'interfaccia grafica costituita da una pagina web contenente un form per l'immissione dei dati. Cliccando su porzioni del modello si apre infatti una scheda descrittiva che localizza il manufatto censito e compare un numero di codice univoco ed alcune immagini (modelli 1D) che individuano il manufatto nel contesto di Villa Borghese.

Per quanto riguarda le categorie dei beni si sono proposti codici diversi a seconda del bene censito (ingressi monumentali, edifici, giardini, arredi architettonici ecc...).

La scheda presenta una parte storico - descrittiva e comprende nella prima parte una serie di campi raggruppati in settori, che danno informazioni geometriche, materiche, sul colore ecc., tali da permettere un'analisi mirata.

In sostanza la traduzione di un bene in bene informativo ricapitalizza il bene, lo dissemina, lo fa conoscere e ne permette la diffusione del suo contenuto attraverso molteplici letture.

## CONCLUSIONI

L'obiettivo della ricerca è stato quello di documentare Villa Borghese attraverso un censimento degli episodi architettonici più rilevanti per consentire un monitoraggio nel tempo dell'area, al fine di eseguire progetti mirati di recupero, di tutela e di salvaguardia.

Attraverso l'utilizzo delle più recenti tecnologie,

linguaggi e protocolli di comunicazione per lo scambio e la condivisione dei dati, è oggi possibile conseguire una più ampia gestione delle informazioni e sviluppare concretamente degli strumenti mediante cui pervenire a un reale scambio e a una piena condivisione dei dati verso multi-livelli di utenza: potendo così acquisire maggior conoscenza storica e culturale e potendo rendere fruibile il bene anche quando non è possibile un accesso fisicamente diretto.

L'applicazione dell'ICT (Information & Communication Technologies), infatti, ai Beni Culturali è sicuramente una delle frontiere culturali più interessanti proprio perché dalla produzione di immagini 3D se ne possono ricavare le caratteristiche e possono essere rese interattive.

Lo sviluppo futuro al quale si lavorerà è l'implementazione/importazione del database su PC palmari e su smartphone al fine di rendere "immersiva" la conoscenza dei beni di Villa Borghese mentre si "passeggia" all'interno dei suoi viali.

**NOTE**

[1] Vari architetti parteciparono alla sua realizzazione: Flaminio Ponzio (1560-1613) progettò l'impianto architettonico della villa, Giovanni Vasanzio (1550-1621) e Girolamo Rainaldi (1570-1665).

[2] Il primo recinto, detto Giardino Boschereccio, perché ornato da un fitto bosco, era situato di fronte al casino Nobile. A completamento di questo vennero inoltre realizzati i Giardini Segreti ad uso del principe e dei suoi ospiti caratterizzati da spazi stretti e lunghi accessibili solo dall'interno. Il secondo recinto, detto Giardino delle Prospettive o Parco dei Daini, si apriva in direzione della facciata posteriore del palazzo. Il terzo recinto o Parco costituiva la parte più estesa della Villa ed era popolato da molte specie di animali.

[3] Per fotogrammetria si intende "l'insieme delle teorie geometriche e dei procedimenti ottico-meccanici che studiano e risolvono il problema di ricostruire un oggetto a due o a tre dimensioni di cui siano date prospettive (praticamente delle fotografie). Voce Enciclopedia da Treccani.it – L'Enciclopedia Italiana: [http://www.treccani.it/enciclopedia/fotogrammetria\\_\(Enciclopedia-Italiana\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/fotogrammetria_(Enciclopedia-Italiana)/)

[4] da L. De Luca, *La fotomodellazione architettonica*, Palermo, Dario Flaccovio Editore, 2011.

**BIBLIOGRAFIA**

Kersten, Thomas P. & Lindstaedt, Maren (2012), *Image-Based Low-Cost Systems for automatic 3D Recording and Modelling of Archaeological Finds and Objects*, in Ioannides, Marinos et al., *EuroMed 2012*, LNCS7616, Springer-Verlag, Berlino, pp. 1-10.

Bandiera, Adriana et al. (2011),

*Nascita ed utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali*, Ichnos, Lombardi editore, Siracusa, pp. 81-134.

De Luca, Livio (2011), *La fotomodellazione architettonica*, Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Fratus de Balestrini, Elena & Guerra, Francesco (2011), *New instruments for survey: on line softwares for 3d reconstruction from images*, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII-5/W16, pp. 545-552.

Filippucci, Marco (2010), *Nuvole di pixel. La fotomodellazione con software liberi per il rilievo d'architettura*, in *DISEGNARECON*, Università di Bologna, 3, pp. 150-163.

Cignoni, Paolo et al. (2008), *MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool*, in *Sixth Eurographics Italian Chapter Conference*, Eurographics Association, Germania, pp. 129-136.

De Luca Livio, Veron Philipe, Florenzano Michel, (2005), *Semantic-based modeling and representation of patrimony buildings*, *SVE Worksop towards Semantic Virtual Environments*.

Campitelli Alberta (2005), *Verdi delizi. Le ville, i giardini, i parchi storici del Comune di Roma*, Edizioni De Luca, Roma.

Beata Di Gaddo (1998), *L'architettura di Villa Borghese dal giardino privato al parco pubblico*, *GRoma Quaderni n° 5*, Roma

Campitelli Alberta (1993), *Il giardino del lago a Villa Borghese*, Argos edizioni, Roma.

Migliari, Riccardo (1989), *Geometria e fotogrammetria*, in *Quaderni del Dipartimento di*

appresentazione e Rilievo' Incontri sul Disegno, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Roma.

Migliari, Riccardo (1989), *Guido Hauck come esempio della fecondità del pensiero scientifico ottocentesco*, in *Atti del Convegno I Fondamenti Scientifici della Rappresentazione*, 17, 18 e 19 Aprile 1986, Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo dell'Università degli Studi di Roma, Roma.

**RINGRAZIAMENTI**

Elaborazioni grafiche a cura di Martina Attenni e Caterina Politi.