

Walter FERRI

Università degli Studi - Pisa

### 1. Cenni storici e problemi generali

In seguito all'invenzione della fotografia, dovuta a Niepces e Daguerre nel 1831, si deve arrivare al 1851 per trovare i primi tentativi, dovuti al Laussedat, di risalire da prospettive fotografiche a rappresentazioni grafiche di facciate di edifici famosi. Poi, principalmente con i rilievi dell'Ing. Paganini per L. G. M. negli anni '70 e la nascita dei primi apparecchi di restituzione agli inizi del secolo attuale, il rilievo fotogrammetrico si apre la via nel campo della rappresentazione terrestre, cioè in cartografia.

Dopo la prima guerra mondiale, che porta la diffusione dell'aeronautica, si risolvono gli ultimi problemi pratici della stereorestituzione ed il procedimento fotogrammetrico si afferma definitivamente: la cartografia, a tutte le scale, è ora esclusivamente fotogrammetrica.

Ma soltanto in questi ultimi anni si è svegliato l'interesse di architetti, studiosi di storia dell'arte ed archeologi per le possibilità pratiche di misura (sulle quali basare studi obiettivi ed attendibili) che possono essere fornite dal rilievo fotogrammetrico di monumenti storici, il quale si sta sviluppando come fase fondamentale di partenza per studiare, preservare, conservare e rinnovare edifici di interesse storico.

Oggi inoltre, poichè si tende a dare, giustamente, importanza non solo a quanto è storico ed artistico, ma anche a tutte le costruzioni costituenti il tessuto urbano, finalmente riconoscendone i caratteri di cultura e di importanza sociale, i procedimenti fotogrammetrici potrebbero rivelarsi gli unici praticamente utilizzabili per costituire un archivio dello stato presente dei prospetti stradali di tutte le costruzioni di un intero quartiere e della città "in toto", dal quale partire per lo studio e la realizzazione di tutte le opere atte a risanare, preservandolo, un patrimonio urbanistico che negli ultimi decenni si è lasciato paurosamente decadere preferendo fare nuove costruzioni, in generale degradando e distruggendo irrimediabilmente le aree verdi coronanti le città, con irreversibile enorme danno ecologico.

### 2. Campi di applicazione e modi di rappresentazione

Un vantaggio che caratterizza il rilievo fotogrammetrico, e che questo solo possiede in confronto a tutti gli altri metodi, è la rapidità di acquisizione dei dati documentari di un certo stato di fatto, che può essere anche rapidamente variabile. Senza arrivare ai casi limite di misurazione delle deformazioni di un pneumatico in movimento sotto carico o della forma assunta dalle vele di una barca sospinta dal vento (casi risolti brillantemente impiegando la fotogrammetria), è spesso molto importante poter acquisire i dati di documentazione in tempi brevi. Questo non solo perchè ormai siamo in ritardo irrimediabile nella documentazione architettonica ed urbanistica, ma anche perchè le situazioni possono variare con grande rapidità, come ad esempio hanno tragicamente dimostrato le ripetute scosse telluriche del Friuli, rinnovatesi periodicamente.

L'esecuzione delle fotografie metriche richiede infatti un tempo relativamente breve, in comparazione all'intero lavoro di elaborazione documentaria a mezzo di rappresentazioni grafiche o numeriche: è perciò possibile acquisire un archivio di dati, "congelati" nei fotogrammi, da elaborare in seguito quando se ne presenta la necessità. Un archivio estremamente preciso e completo dal quale attingere i dati per costruire le rappresentazioni tradizionali (piante, alzate, sezioni verticali e curve di livello, ecc.), ma anche già molto utile direttamente per numerosi scopi pratici di studio ed intervento sull'oggetto, utilizzando i fotogrammi così come sono per esami analitici e sintetici allo stereoscopio o, raddrizzati e riportati in scala, come rappresentazione metrica economica e sufficientemente accurata per una larga molteplicità di scopi nei casi di oggetti relativamente piani, come sono la maggior parte delle facciate.

I procedimenti fotogrammetrici, aerei e terrestri, possono infatti fornire una lunga serie di dati, ricavati dai fotogrammi, sui quali gli specialisti in varie discipline possono basare i loro studi:

- fotogrammi stereoscopici, la cui interpretazione a mezzo di stereoscopi con varie possibilità di ingrandimento permette di esaminare con facilità ed acuità lo stato superficiale per identificare eventuali cretti e modificazioni delle superfici (microfratture, attacchi di umidità, ecc.)

progettazione, almeno di massima, di interventi per il consolidamento, ripristino, rifacimento ecc.

- Rappresentazioni per proiezioni su piani verticali ed orizzontali, sezioni per le volte e le cupole, "curve di livello" per la statuaria e misure numeriche esatte di elementi caratterizzanti gli edifici, per studi strutturali, di stabilità dimensionale e statica, dell'evoluzione dello stato superficiale (ad esempio per documentare il progredire della malattia della pietra).

- Per quanto riguarda i centri storici, le riprese aeree consentono ora, oltre ai rilievi tradizionali ed alla carta dei tetti (cioè la rappresentazione grafico-numerica delle coperture ed il successivo calcolo dei volumi degli edifici) di ottenere rappresentazioni per viste d'insieme, sezioni, proiezioni assonometriche e prospettiche da punti di vista prestabiliti, che costituiscono documenti di lavoro essenziali per l'architetto incaricato della protezione dell'ambiente e dell'elaborazione di progetti da proporre a chi detiene il potere decisionale.

- L'archeologo ricorre alla rappresentazione in pianta dei cantieri di scavo ed a viste, sezioni e curve di livello, oltre che alle fotografie, per costituire l'archivio dei reperti, indispensabile documentazione in caso disgraziato di distruzione, furto od alienazione illegale degli oggetti stessi.

E' questo un elenco, forzatamente incompleto, di problemi e di prodotti attuali del rilevamento architettonico, sia tradizionali che relativamente nuovi. E' auspicabile però che si sviluppi anche il modo di lavorare direttamente sul modello ottico, costituito dalla coppia fotografica esaminata attraverso adatto stereoscopio di osservazione.

Questo nuovo modo di lavorare consegue almeno due grandi vantaggi:

- uno tecnico, costituito dal fatto di rappresentare e studiare gli oggetti tridimensionali mediante modelli in tre dimensioni, invece che attraverso rappresentazioni a due dimensioni, quali si ottengono da tutti i modi tradizionali di operare
- uno di tempo e di economia, conseguito con l'eliminazione della fase di restituzione.

Ritengo però impresa piuttosto ardua il convincere ed abituare chi utilizza queste rappresentazioni ad operare nel modo proposto, inconsueto e contrario alle abitudini, tanto più che non sono stati ancora ideati apparecchi che consentano il pieno sfruttamento del procedimento.

Comunque è un'idea che, divulgata con l'entusiasmo dei suoi sostenitori, non tarderà a dimostrare quanto è il suo contenuto di validità.

### 3. Procedimenti e mezzi di rilevamento

Il rilevamento aereo a scopo cartografico, che tiene ora impegnato almeno il 99,9% delle forze fotogrammetriche, in strumenti e personale, segue procedimenti notevolmente standardizzati che richiedono ogni volta un modesto sforzo di adattamento di schemi ormai largamente collaudati.

Al contrario, ogni edificio, ogni "oggetto di cultura" da rilevare, costituisce sempre un problema particolare, implica una certa applicazione di tempo e di ricerca della migliore soluzione operativa, diversa in generale da caso a caso e non ripetibile esattamente.

Questa è probabilmente una delle ragioni che contribuiscono a frenare lo sviluppo dei procedimenti fotogrammetrici nel campo non cartografico, ma costituisce d'altra parte un eccitante stimolo alla ricerca di nuove prassi operative, sperabilmente sempre meno limitate e settoriali.

Il diagramma a blocchi riporta uno schema operativo di rilevamento architettonico: alcune fasi previste dal diagramma potranno essere eliminate o, al contrario, integrate con operazioni più dettagliate, a seconda del problema particolare che si presenta.

Per quanto riguarda l'apparecchiatura di presa l'elemento fondamentale è la camera metrica, cioè fornita di obiettivo corretto da aberrazioni, con particolare riguardo alla distorsione, e degli elementi atti a localizzare il centro di proiezione della stella di raggi individuati dai punti-immagine. Detto centro di proiezione, che coincide con il secondo punto nodale dell'obiettivo, è individuato da quattro repères di quadro e dal valore della costante della camera, che rimangono impressionati sul fotogramma al momento di ciascuna presa.

L'osservazione stereoscopica a mezzo di opportuni strumenti di restituzione consente di eseguire la misura delle coordinate-lastra dei punti immagine con la precisione di qualche micron e quindi la ricostruzione dei raggi omologhi (°) e della loro intersezione nello spazio oggetto: in definitiva la ricostruzione virtuale di un modello in scala prestabilita dell'oggetto del quale siano disponibili almeno due fotogrammi presi da punti di vista distinti.

Le fotografie possono essere eseguite o con una camera posizionata successivamente nelle stazioni di presa (in maniera del tutto analoga al procedimento aerofotogrammetrico nel quale è un aereo, che, volando a quota opportuna, porta la camera in tutti i punti di presa stabiliti per "coprire" l'intero territorio da cartografare) o con due camere uguali collegate da una struttura di sostegno che le mantiene orientate l'una rispetto all'altra in modo rigido, così da costituire una bicamera (Stereometric System).

(°) Si definiscono raggi omologhi quelli uscenti dallo stesso punto-oggetto

La prima soluzione presenta maggior flessibilità ed universalità d'impiego e consente di raggiungere accuratezza di misura nella terza dimensione (quella parallela all'asse ottico della camera e che costituisce la profondità dell'oggetto) non conseguibile in generale con la bicamera; questa presenta i vantaggi di maggior rapidità e facilità d'uso sia in fase di presa che in quella di restituzione, ricorrendo a stereorestitutori costruiti appositamente.

La scelta tra monocamera e bicamera, decisione non facile a prendersi in fase di acquisizione del sistema, è da far dipendere principalmente dalla quantità e qualità di lavoro che è prevedibile sia da svolgere, non dimenticando però, oltre ovviamente alle disponibilità finanziarie, anche la possibilità di preparare personale specializzato ed il tempo che questa preparazione può implicare.

Bisogna ricordare, infine, l'influenza determinante che hanno sulle possibilità metriche ed economiche del rilevamento fotogrammetrico due caratteristiche ottiche della camera, cioè la lunghezza focale ed il campo dell'obbiettivo di presa. La prima influisce direttamente sulla precisione di misura e l'altro sul numero di fotogrammi necessari per coprire stereoscopicamente un determinato oggetto.

La soluzione ideale del problema sarebbe fornita da camere di grande angolo di campo e focale lunga: in pratica dalla camera aerea, che però risulta di costo eccessivo e manovrabilità assolutamente inadeguata per le prese terrestri.

Scartata questa ipotesi, anche in vista dell'estrema varietà di applicazioni possibili, si presentano due alternative: o studiare un grande numero di camere altamente specializzate, il cui costo diventerebbe insostenibile a causa del limitatissimo numero di esemplari che se ne potrebbero produrre; oppure orientare la progettazione in favore di poche camere, ognuna delle quali possieda il massimo grado possibile di universalità, realizzando un sistema costituito da un numero limitato di apparecchi, ognuno dei quali offre adeguata universalità nei limiti previsti dal progetto ed indipendentemente dal campo di applicazione (rispettando però determinate condizioni fondamentali e sufficientemente generalizzate).

La seconda via è stata scelta dalla Wild di Heerbrugg, da mezzo secolo produttrice di apparecchiature fotogrammetriche con la costruzione e diffusione di un sistema di camere, intercambiabili sullo stesso supporto orientabile, aventi diverse lunghezze focali e che sono andate ad aggiungersi alla produzione della bicamera: si può così, con mezzi relativamente semplici, conseguire i risultati migliori in tutti i casi possibili di rilevamenti architettonici, che presentano caratteristiche spesso contrastanti.

