

# IL CAMPO D'IMPIEGO DEGLI APPARECCHI DI RESTITUZIONE NON FONDATI SU UNA RICOSTITUZIONE RIGOROSA DEI FASCI PROSPETTICI

(Apparecchi di 3° ordine)

Dott. Ing. ERMENIGILDO SANTONI

Noi prendiamo in considerazione, a titolo di esempio, gli apparecchi di restituzione del tipo di quelli nei quali si utilizza per il tracciato planimetrico, uno dei due fotogrammi formanti lo stereogramma, mentre il secondo fotogramma, in unione col primo, è riservato esclusivamente alla misura delle parallassi orizzontali ( $p_x$ ). Queste ultime sono impiegate per la misurazione delle differenze di livello del terreno e per la correzione degli scarti di scala che, a causa di questi stessi dislivelli, vengono a prodursi su una o l'altra parte dell'immagine fotografica. Gli apparecchi di questo genere comportano d'altra parte un dispositivo (pantografico o equivalente) destinato a permettere la realizzazione del disegno alla scala precedentemente fissata.

Se altri dispositivi supplementari non venissero a completarli, apparecchi siffatti non potrebbero assicurare una restituzione rigorosa altro che nell'ipotesi di fotografie prese ad altitudine costante, e con gli assi della camera disposti secondo la verticale. In assenza di queste condizioni (vale a dire nella grande maggioranza dei casi) la restituzione si troverebbe affetta da errori plano-altimetrici notevolissimi. Per rimediare ad un tale inconveniente, i costruttori si sono preoccupati di dotare i loro apparecchi di dispositivi di correzione specialmente concepiti, dispositivi che, benché non possano assicurare una ricostituzione rigorosa del modello ottico, permettono tuttavia di contenere gli errori residui nei limiti sufficienti alla maggioranza delle applicazioni pratiche con la sola condizione che le prese siano state effettuate con le normali precauzioni (senza per questo dover fare appello all'impiego di stabilizzatori).

I risultati di ricerche teoriche, particolarmente approfondite <sup>(1)</sup> confermando ciò che precede, fanno risaltare ugualmente la possibilità di ottenere un miglioramento definitivo dei risultati, facendo ricorso sia all'impiego di camere stabilizzate giroscopicamente, sia al raddrizzamento preliminare dei fotogrammi.

Detto questo, noi esponiamo il nostro punto di vista sulle modalità operative da consigliare per i differenti casi che possono presentarsi in pratica.

Per quanto riguarda la scala della carta, va da sè che per le scale medie e soprattutto per le grandi scale, l'impiego dei dispositivi in oggetto deve essere

---

<sup>(1)</sup> H. G. JERIE, *Photogrammetria*, XIII, 3-4.

mitato, di preferenza, ai lavori di messa a giorno di carte esistenti. In questa ipotesi in effetti, l'aggiustamento locale della restituzione sulla carta esistente in prossimità dei nuovi dettagli da inserire, permette, pure senza raddrizzamento preliminare, di garantire l'attendibilità cartografica di questi nuovi dettagli. Ma è soprattutto nella restituzione destinata alla rappresentazione cartografica ex-novo a piccola scala che si trova il campo d'applicazione più importante di questi apparecchi, come lo confermano abbondantemente i numerosi lavori eseguiti.

Occorre tuttavia stabilire immediatamente una distinzione che dipende dal carattere della rappresentazione cartografica che si intende realizzare che spesso è indipendente dalla scala. Si tratta cioè di una rappresentazione di carattere speditivo, od in ogni caso che comporta grandi tolleranze o di una rappresentazione regolamentare? È sottinteso che la preparazione della rete dei punti di appoggio per la restituzione sarà influenzata ugualmente dalla natura della rappresentazione cartografica che si intende realizzare. È così che nel caso di una carta speditiva, questa rete potrà essere limitata ad una traccia planimetrica ottenuta per mezzo di triangolazione radiale (templet), mentre la parte altimetrica potrà essere realizzata mediante misurazioni barometriche completate da eventuali controlli tratti da elementi naturali del terreno come pianure, laghi, fiumi, coste, ecc.

In questa prima ipotesi la restituzione può essere effettuata con l'aiuto di apparecchi del tipo descritto, utilizzando i fotogrammi non preventivamente raddrizzati ed eseguendo, con gli stessi apparecchi, delle piccole catene altimetriche fra i differenti punti misurati barometricamente. Una compensazione generale, destinata soprattutto ad assicurare la continuità della rappresentazione della forma, può essere effettuata graficamente, per accordare meglio possibile tutte le informazioni di cui si dispone. Non si deve essere indotti a sottovalutare, come si sarebbe portati a fare a prima vista, il prodotto così ottenuto.

L'esperienza raccolta nel corso dell'esecuzione di lavori importanti permette d'affermare, che un tale tipo di rappresentazione può presentare una grande utilità pratica, sia per una prima conoscenza del territorio che per consentire la programmazione di più precisi lavori cartografici, per le zone di maggiore interesse, effettuabili con lo stesso materiale di presa.

Se si tratta al contrario di ottenere una rappresentazione cartografica regolamentare, la rete di inquadramento della restituzione di dettaglio potrebbe essere effettuata sia unicamente per mezzo di aero-triangolazioni spaziali (plano-altimetriche), sia utilizzando le triangolazioni radiali (templet) per la planimetria, completata da triangolazioni spaziali. In tal caso quest'ultimo si limitano a fornire i valori altimetrici e questo per semplificare la compensazione dei blocchi di strisciate, ed in quanto il templet, sufficiente per la planimetria richiede pochissimi punti noti.

In ogni caso, quindi, al momento dell'impiego dei nostri apparecchi semiprincipati noi disponiamo generalmente di sei punti di controllo altimetrico

per stereogramma, forniti dall'aerotriangolazione spaziale, che permettono di utilizzare i dispositivi ausiliari per la correzione delle deformazioni del modello dovute al difetto di verticalità degli assi di presa. Comunque piccoli errori residui sono inevitabili.

A nostro avviso tuttavia non può essere la presenza di questi errori residui che costituisce l'inconveniente più grave.

Generalmente in effetti gli errori rimangono tollerabili. Ciò che è da temere, piuttosto, dal punto di vista del rendimento economico, è il tempo da dedicare a queste correzioni, tempo che si rivela spesso superiore al tempo richiesto per il tracciamento delle poche linee planimetriche ed altimetriche che interessano lo stereogramma, data la scala richiesta.

Ciò che precede porta immediatamente ad una prima qualificazione dei differenti tipi di apparecchi da impiegare, basata su la più o meno grande complessità delle operazioni necessarie alla loro regolazione. Ma in una organizzazione importante di rilevamento, occorre prendere in considerazione ugualmente l'apporto, non soltanto tecnico ma anche economico, che può rappresentare un raddrizzamento preliminare dei fotogrammi.

I procedimenti da seguire per ottenere questi raddrizzamenti sono vari. Il procedimento più classico sarebbe quello di utilizzare i punti forniti dalla triangolazione radiale. Occorre osservare tuttavia che un tale procedimento non potrebbe essere applicato che in terreni piani e che, per questi tipi di terreno, i fotogrammi raddrizzati permetterebbero senz'altro di comporre una fotoplanimetria che renderebbe superflua una restituzione stereoscopica ulteriore. Comunque il tempo necessario per procedere al raddrizzamento classico di ciascun fotogramma, sarebbe tale che nessun miglioramento di rendimento economico potrebbe essere praticamente con ciò ottenuto.

Un secondo procedimento, preferibile a nostro avviso, sarebbe quello al quale noi daremo il nome di « raddrizzamento diretto ». Per eseguire questo raddrizzamento occorre utilizzare un apparecchio speciale, che permetta la proiezione del fotogramma nel rapporto  $1/1$ , conservando gli elementi d'orientamento interno della camera di presa (eccezion fatta per l'inclinazione automatica nell'obiettivo per conservare le condizioni di « Scheimpflug ») e che sia suscettibile di segnare la posizione del nadir su la foto raddrizzata. Sarà di conseguenza possibile introdurre direttamente nella camera di proiezione gli angoli ( $\omega$ ) ( $\varphi$ ) tratti dalla aerotriangolazione. Qualora, ad esempio per l'uso di fotogrammi supergrandangolari la lunghezza focale originale non possa essere rispettata nel proiettore, e debba ad esempio essere raddoppiata, il rapporto fra i valori d'origine ( $\omega$ ) ( $\varphi$ ) e i valori corrispondenti ( $\omega'$ ) ( $\varphi'$ ) da imporre sul proiettore rimarrebbe molto semplice <sup>(2)</sup>.

<sup>(2)</sup> Cfr. *Manual of Photogrammetry*. American Society of Photogrammetry 2nd edit. o. 469.

Eventualmente l'apparecchio potrebbe essere munito di adatti mezzi per ottenere una piccola variazione d'ingrandimento che permetta di tener conto delle variazioni  $b_s$ , tratte dalla stessa aerotriangolazione o da elementi stato-scopici.

Un terzo metodo atto ad ottenere i valori ( $\omega$ ) ( $\varphi$ ) necessari al raddrizzamento, senza che sia necessario effettuare l'aerotriangolazione spaziale, potrebbe essere usato, a condizione tuttavia che si faccia ricorso al periscopio solare. Infatti, ad esempio il K dedotto del «templet» consentirebbe il calcolo di  $\omega$  e  $\varphi$ .

Occorre non perdere di vista che qualunque sia il modo con cui i valori ( $\omega$ ) e ( $\varphi$ ) saranno stati ottenuti, l'operazione di «raddrizzamento diretto» può effettuarsi in un tempo sensibilmente uguale al tempo necessario per una semplice tiratura fotografica per contatto. Inoltre nel caso di fotogrammi eseguiti con obiettivi a forte distorsione, la correzione di questi ultimi può avvenire nel corso del raddrizzamento.

Con fotogrammi raddrizzati, la regolazione dell'apparecchio di restituzione del 3° ordine è rapidissima, poichè gli errori residui, o sono senz'altro tollerabili o la loro correzione sarebbe immediata. Inoltre la restituzione di prese supergrandangolari sarebbe facilitata. In definitiva il rendimento tecnico ed economico del rilievo ne sarebbe grandemente avvantaggiato.

L'Autore sta procedendo con lo Stereomicrometro cartografico Galileo Santoni ad esperimenti di restituzione con fotogrammi raddrizzati usando a tal fine i due ultimi metodi proposti.

## A V V I S O

Si pregano i Signori **Soci e Abbonati** che non abbiano ancora versato la quota annuale 1961, di **volere provvedere in proposito, con cortese sollecitudine.**